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

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

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

ثانيًا: رواسب خام الحديد بالصحراء الغربية:

يوجد الحديد فى مناطق متفرقة بالصحراء الغربية، حيث يوجد:

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

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

أ- منطقة الواحات البحرية:

موقع وطبوغرافية الواحات البحرية: شكل - ١٤

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

عند أقصى الطرف الشمالى للواحة، يوجد امتداد ضيق شبه دائرى قطره حوالى ٤,٥ كم، يحتوى على جبل أسود عند قمته، ويسمى جبل غرابى. الحائط المحيط لهذا الامتداد من المنخفض أقل انخفاضًا بل وأقل انحدارًا من امتداد الحائط جنوبا، حيث ترتفع أرض الواحة باتجاه جبل غرابى. لذلك معظم الطرق التى تربط الواحة بالقاهرة تستخدم هذا الميل السهل. من هذا الامتداد شبه الدائرى يتباعد حائط المنخفض، الحائط الغربى يتجه ٣٠° بشكل عام جنوب الغرب لمسافة حوالى ٢٠كم، بعدها يتجه لمسافة حوالى ٥كم مكونا لسانًا بارزًا من الهضبة يبلغ حوالى ٢,٥ كم شمال غرب «القصر». لسان الهضبة هذا يعتبر الجزء الأشد انحدارا من كل حائط الواحة، حيث يبلغ ارتفاعه ١٧٥ مترًا عن المستوى الأقل انخفاضًا فى أرض المنخفض.

من أهم الظواهر الغريبة فى طبوغرافية الواحات البحرية وجود العدد الكبير من التلال فى 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 القفهوف، 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 مترا عن مستوى قرية «القصر». كما توجد تلال من الصخر الرملى تشغل مساحة كبيرة قرب الحائط الشرقى للمنخفض. جبل المعيسرة وجبل منديشة ذو القمم السوداء المكونة من طفح البازلت تقسم الأراضى الزراعية فى الواحات.

توجد أقل نقطة ارتفاعا فى أرضية الواحات بجوار «القصر»؛ حيث يصل ارتفاع منسوبها إلى حوالى ١١٣ مترًا فوق منسوب سطح البحر، بينما مستوى «عين الحيز» فى الاتجاه الجنوبى يبلغ حوالى ١٥٦ مترا فوق منسوب سطح البحر.

جيولوجية الواحات البحرية:

لقد ارتاد الواحات البحرية كثير من الرواد الأوائل، ذكرنا بعضهم على الصفحات السابقة تحت عنوان «مواقع استكشافات خامات الحديد فى مصر»، إلا أن أول دراسة تفصيلية عن طبوغرافية وجيولوجية الواحات البحرية قام بها جون بول وبلتل (١٩٠٣)، شترومر (١٩١٤)، ليبلنج (١٩١٩). تلتها تلك دراسات لمناطق متفرقة من الواحات البحرية أضافت كثيرًا لمعلوماتنا عن سمات عديدة للمنجنيز وجودها والحفريات بهذه الواحات، منها ما نشر فى المجلات العلمية والدوريات المحلية والأجنبية، ومنها ما لم ينشر أو نشر كتقارير داخلية.

أخيرًا تناول العديد من الباحثين دراسات عن خام الحديد وجيولوجية الواحات البحرية مثل: هيرم (١٩٠٩)، مركجراف (١٩١١ ١٩١٢)، وبلنز (١٩٣٠)، لوروى (١٩٥٣)، فارس وفرج وغيث (١٩٥٦)، غيث (١٩٥٩)، التلاوى (١٩٦٢)، سعيد (١٩٦٢)، سعيد وعيسوى (١٩٦٤)، بسطا وعامر (١٩٦٩)، البيسونى (١٩٧٨، ١٩٨٠، ٢٠٠٠)، خليفة (١٩٧٧) والعارف والشرقاوى وخليل (١٩٩٩).

وفيما يلى وحدات الصخور المختلفة والتى تكون جيولوجية الواحات البحرية من الأحدث إلى الأقدم (شكل ١١).

١١- ترسيبات وديانية ورمال سفياء وغرود رمال بعضر الحديث

١٠- بازلت

٩- تكوين قطرانى	Qatrany Form.	أوليجوسين	بَرايَابونيان
٨- تكوين قصر الصاغة	Qasr el Sagha Form.	إيُوسين أعلى	بارتونيان
٧- تكوين بركة قارون	Birkit Qarun Form	إيوسين أوسط	بِئْرِيزْيان
٦- تكوين القزون	Qazzun Form.	إيوسين اسفل	
٥- تكوين النقب	Naqb Form.		
٤- تكوين خومان	Khoman Form.	طباشير أعلى	مستريختيان
٣- تكوين الهفهوف	Hefhuf Form.		كامبينيان
٢- تكوين الحيز	Heiz Form.		سينومانى أعلى
١- تكوين البحرية	Bahariya Form.		سينومانى أسفل وأعلى

كل ما يهمنا منها، التكاوين التى يظهر مكشفها فى مناطق الحرة والجديدة وجبل غرابى، حيث سيتم دراستها بالتفصيل فيما بعد.

شكل (١١): القطاع المركب للواحات البحرية

حقب/ عصر	عمر	تكوين	السمك م	وصف الصخر
اليجوسين		قطرانى	١-٤٠	طبقات النهربحرية: Fluvio marine beds صخر رملى خشن حديدى، كوارتزيت، وطبقات صخر رملى مع سيلت
إيوسين إعلى	بَرَايَابُونيَانْ	قصر الصاغة	١٧-٦٣	طبقات كارولينا: Carolia beds طبقات حجر جيرى وقليل من التداخلات الفتاتية، بها: *Ostrea clot-bey, Carolia placunoides, Turritella lessepsi, Nummulites* sp., *Ostrea multicastata*, and *Gisortia* sp.
إيوسين أوسط	بَارْتُونيَانْ	بركة قارون	٦-٣٢	حجر جيرى أبيض، طباشيرى، طينى عند القمة بها: *Nummulites* cf. *Beaumonti, N. champollioni, Ostrea* sp., *lusina pharaonum, Natica oweni, Voluta* cf. *sannorensis, Casis nilotica, Echinolampas pharaonum, Bahariya teetotumensis* ElBassyony.
إيوسين أسفل	آخر بِئْرِيزيان	قزون	٣٢	حجر جيرى، طباشيرى، سيليسى ودولوميتى، به جيوب وعدسات من الكالسيت: *N. cailliaudi, N. subramondi, N. praecursor, N. gizeheusis?*

حقب/ عصر	عمر	تكوين	السمك م	وصف الصخر
إيوسين أسفل	بِزِيزْيَان باكر	نقب	٦ - ٦٨	حجر جيرى، قرمزى وقليل من المارل وتداخلات من الحجر الطينى، مع غطاء دولوميتى: *N.* sp., *Alveolina* sp, *Velates schmiedel, Corbis lamellose, Gisortia depressa, Lucina* sp., *Cardium* sp., *N. atacicus*?
الطباشير الأعلى	مِسْترِنْختيان	خومان	١٧-٢٤	طباشير أبيض كالثلج إلى حجر طباشيرى، مع رقع من الحجر الجيرى السيليسى الصلد جدًا.
	كَامْبِيْنِيَانْ	هفهوف	٢-١٢٣	حجر جيرى مع صخر رملى وتداخلات من حجر الطين الرملى يحتوى على: *Picnodonta vesicularis* lamark, *Ostrea*. Sp. غنى بمجموعة حيوانات اللافقاريات (الرخويات).
	آخر	الحيز	١-٣٠	يتميز بوجود طبقتى حجر جيرى دولوميتى بقمة وأسفل التكوين بينهما صخور الطين والحجر الرملى: *Heterodiadema libyca, Hemiaster fournelli, Dosinia deletrei* and *Ostrea* sp.
	سينومانى باكر	بحرية	٤٥-٣١١	طبقات من الصخر الرملى تتبادل مع صخور الطين والطفلة. يتميز بوجود أحزمة من الصخر الرملى الحديدى وحصوات متحجرة *Ostrea Africana, O. olisiponensis, O. flabellate, O. mermeti, Neolobites vibrayenus, Bacculites sp., O. conica, O. isidis, O. deletrei, O. rouvillei* وبقايا الديناصورات

التركيب الجيولوجى للواحات البحرية

كان ج ليونز أول من قام بدراسة عن تركيب الواحات البحرية فى (١٨٩٤)، حيث توقع عدم التطابق بين صخور الإيوسين فى البحرية وصخور العصر الطباشيرى أسفلها. وأيضًا استنتج وجود البحرية والفرافرة على محور محدب واحد عمودى على محور الخارجة – الداخلة.

بول وبيدنل (١٩٠٣)، ناقشا تركيب الواحات البحرية ووصفا بالأخص طيًا مقعرًا مميزًا يبدأ من الحافة القريبة للواحة عند خط عرض ٧٠ ٢٨° شمال، مارًا 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 لفتًا للنظر على امتداد هذا الطىّ المقعر. لقد وقعا فى 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).

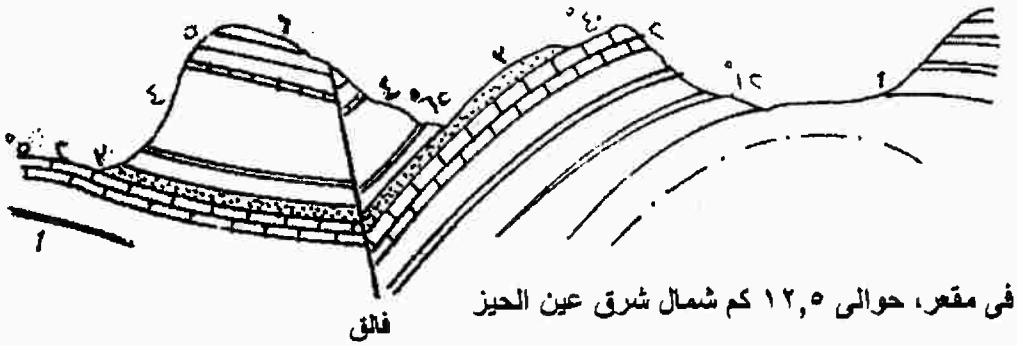
هرمينا وآخرين (١٩٥٧) أعدوا خريطة كنتورية تركيبية للواحات البحرية، مستخدمين الحد الفاصل بين تكوينى الحيز والبحرية كمستوى مرجعى، مع حساب المسافة الصحيحة لوضعية هذا الحد الفاصل فى المنطقة الشمالية الشرقية، حيث يختفى تكوين الحيز من وجهة نظرهم – ووجود الإيوسين – بعدم تطابق – فوق طبقات البحرية. لقد أعطى هرمينا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

أما سعيد(١٩٦٢)، فقد أعطى تقييما 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 طيًّا محدبًا بسيطًا يعتبر جزءًا من طيات القوس السورى والذى يمتد من الفرافرة عبر البحرية إلى أبو رواش. محدب البحرية عبارة عن طىّ بيضاوى، ويمثل محدبًا طويلًا وضيقًا وهو ما يطلق عليه بالتعبير الروسى «Brachy Anticline»؛ وهو يتكون من محدبين عظيمين، واحد فى الشمال ويسمى محدب البحرية[1] الأكثر ارتفاعًا، والثانى فى الجنوب الغربى، ويسمى محدب خومان – حيز، ويقع على نفس محور محدب البحرية ذى الاتجاه شمال شرق – جنوب غرب. بين هذين المحدبين الرئيسين مجموعة من التلال تقع على نفس المحور وتعتبر امتداد المحدب الجنوبى نحو الشمال الشرقى. هذه الطيات ربما تكون جزءًا من تركيب مرتفع لارامید 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. أخيرًا فيما بعد الإيوسين حدث التواء فى اتجاه شمال ٦٠° شرق والذى ينتمى إليه مقعر الهفهوف فى وسط الواحة، واحتمال أيضًا محدب التلال الرملية فى شرق وسط الواحة. لذلك نجد منخفض الواحات البحرية له مظهر التركيب المحدب المعرى «Breached domal anticline»، أى تركيب محدب أثرت عليه عوامل التعرية بشدة فى الوسط، وبالتالى نجد الهضاب المحيطة تطل على لب التركيب المحدب.

صحبت الصدوع كلا من حُقْبتىّ الطىّ. 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 الخيز والهفهوف 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 الجنوبى الشرقى، ولكن يتضح من التتابع الطبقى وجود حركة على كلا الجانبين لنطاق الفالق فى أحقاب مختلفة. من الممكن الاقتراح بأن الحركة الجانبية كانت المسئولة عن مظاهر المقعر المنضغط؛ حيث يحتوى لب مقعر الهفهوف على حجر جيرى طباشيرى للعمر الطباشيرى الأعلى – المستريختيان، موضحا 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.

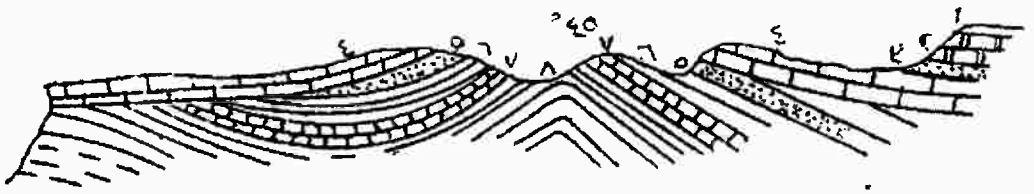
(١) اطلق عليه «محدب غرابى» فى الأبحاث السابقة، حيث تم وضع غاطسه نحو الشمال خلال جبل غرابى. تم تصحيح هذا التركيب الشمالى للبحرية (المؤلف ١٩٧٨) وأصبح اتجاه غاطس هذا المحدب الشمالى للبحرية نحو الشمال الشرقى بين منطقة الحرة وجبل غرابى (شكل – ١٤، ٣٠).



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

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

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

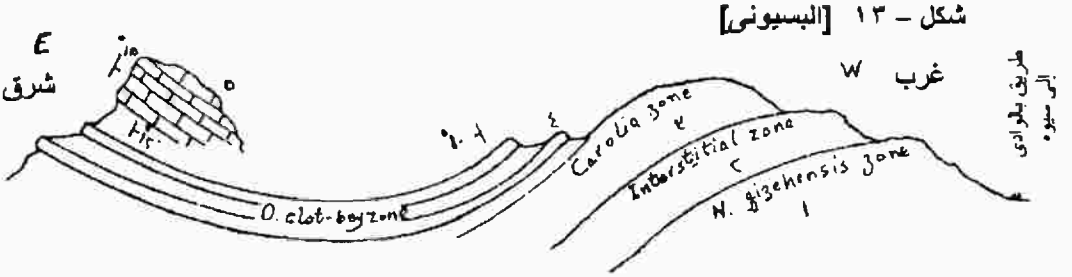


[Fig-2] رسم يوضح العلاقة المحتملة للعصر الإيوسينى والعصر الطباشيرى فى محدب ١١,٥ كم شمال غرب القصر

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

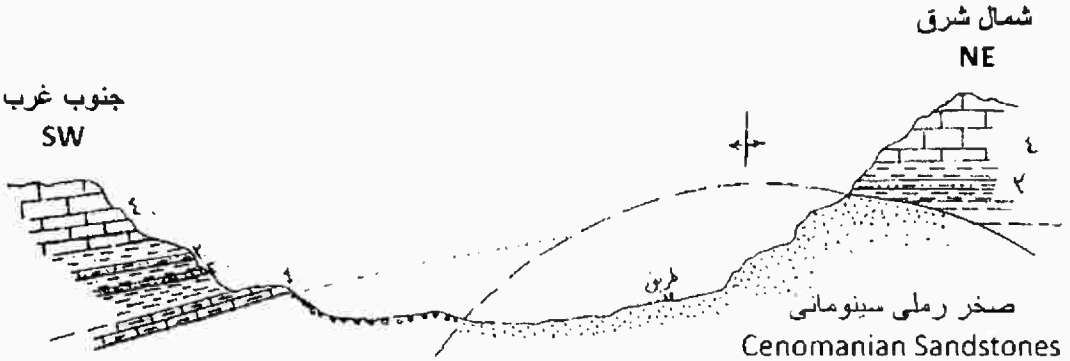
طباشيرى أعلى: ٥- رملى جيرى. ٦- حجر رملى أبيض. ٧- حجر جيرى متبلور. ٨- طين و حجر رملى سينوماتى به : Exogyra flabellata, E. mermeti & E. olisoponensis, etc.

شكل – ١٣ [البسيونى]



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

١- نطاق جيزاهنزز: حجر جيرى، رملى، بنى محمر، به حفريات كبيرة من النيموليت جيزاهنزز، مع قليل من small N. Atacicus.
٢- نطاق إنتقالى ذو ظلال حمراء به:نيموليت جيزاهنزز صغيره (؟) وكارولينا بلاكيونويدز صغيرة، مع فسيلا ديبرديتا.
٣- نطاق الكارولينا: 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 طبقى (banded) سيليسى وشيرتد، إيوسين أعلى يميل ٥١٥ نحو المقعر.



W III– قطاع فى محدب ٧٠ كم شمال غرب نقب التليفون يوضح لأول مرة الإيوسين الأعلى يعلو الصخر الرملى للعمر السينومانى بالواحات البحرية.

١- نطاق كارولينا: 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 الكارولينا الصغيرة و الأستريا كلوت بك الصغيرة (نطاق إنتقالى)
٤- حجر جيرى أبيض به: Tellina, Cytheria parisiensis, Trochus

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

الغياب الكامل للحطاميات فى صخور القزون وكذلك غياب عدم التوافق البسيط أثناء الترسيب أو أى دليل على توقف الترسيب يدل على أنه فى أعقاب ترسيب تكوين النقب على قاع البحر المذبذب، ظهرت فترة من الهدوء نوعا ما فى تركيب البحرية المحدب.

الخريطة التركيبية الجيولوجية للواحات البحرية

(شكل – ١٤)

من خلال القراءات لكثير من الباحثين الأوائل فى جيولوجية مصر وبصفة خاصة أواخر العصر الطباشيرى وأوائل العصر الثلاثى، وبسبيل وضع جيولوجية للواحات البحرية تعبر عن شغل الأوائل المتناثر بين صفحات التقارير والمقالات المختلفة **وخصوصًا وقد اختفت الخريطة الجيولوجية للواحات البحرية من تقرير بول وبيدنل – ١٩٠٣** بمكتبة هيئة المساحة الجيولوجية، والتى تم رفعها بمعرفة بول – ١٩٠٢، بالإضافة إلى الحالة المزرية لصور اللوحات المرفقة بدلا من الأصل.

فى كتاب جيولوجية مصر لهيوم (مجلد III ، جزء II) ١٩٦٥ من نهاية العصر الطباشيرى إلى نهاية الأوليجوسين، ذكر هيوم آراء كل عالم زار الواحات البحرية والمناطق المحيطة للدراسة. سنورد بعض العبارات التى تهمنا وتساعدنا فى رسم الخريطة الجيولوجية للهضبة المحيطة بالبحرية، أما المنخفض نفسه والحائط المحيط بها فقد تمت دراسته بواسطة شركات البترول والأبحاث الأكاديمية للعاملين فى مجال الجيولوجيا:

كوفييه:

ص ٣١[1]: لقد اعتبر بكل وضوح أن (غزو البحر فى عصر الإيوسين) قد تم برهنته حيثما وجدت حفريات النيموليت فى الطبقات، والتي لا تنتمى إلى تلك الأنواع القديمة مثل: N. fraasi, N. deserti ، والتى توجد فى الفرافرة. كوفييه لم يتفق مع مجهودات بوساك «Boussac's effort» لإقصاء الايوسين الأسفل من التتابع الاستراتيجرافى فى مصر.

بلانكنهورن:

ص ٣٩: كما جاء أولًا فى تقرير زيتل، قرر بلانكنهورن أن الليبيان الأسفل والليبيان الأعلى يكافئان الايوسين الأسفل الأوروبى « Londenian or Yprsian»، ومقطم أسفل يكافئ إيوسين أوسط؛ ومقطم أعلى قد يكافئ الإيوسين الأعلى.

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

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

(١) ص ٣١: الصفحات المذكورة هى أرقام صفحات فى كتاب هيوم.

.Lam التى تنتمى إلى بِرِيزْيَانْ أو لَنْدِينيان، والتى حاليًا تكون الإيوسين الأسفل كما تم تعريفه الآن.

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

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

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

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

هيوم (١٩٦٥) «نشر بعد وفاته فى ١٩٤٩»

ص ٨٣: مرحلة الليبيان الأعلى تمتد من الفرافرة لتكون الحدود الشرقية والشمالية والغربية للواحات البحرية؛ حيث يحتوى الحجر الجيرى على *Nummulites, Operculina*, & flat *Lucina*، مكونا الطبقات التى تغطى صخور العمر الكريتاسى الأعلى. قليل من الحفريات وجدت فى الحدود الشمالية لمنخفض البحرية، وفى الأجزاء العليا لحافة الهضبة وفى التلال بين غرود غرابى لأشيرزون المحتوية على الألفيولينا بالإضافة إلى مجموعة الحفريات التى جمعها هيوم *Gisopygus bahariensis, Pseudopygaulus aegyptiacus, Heterospatangus lefebvrei* & *Hebertia* sp.

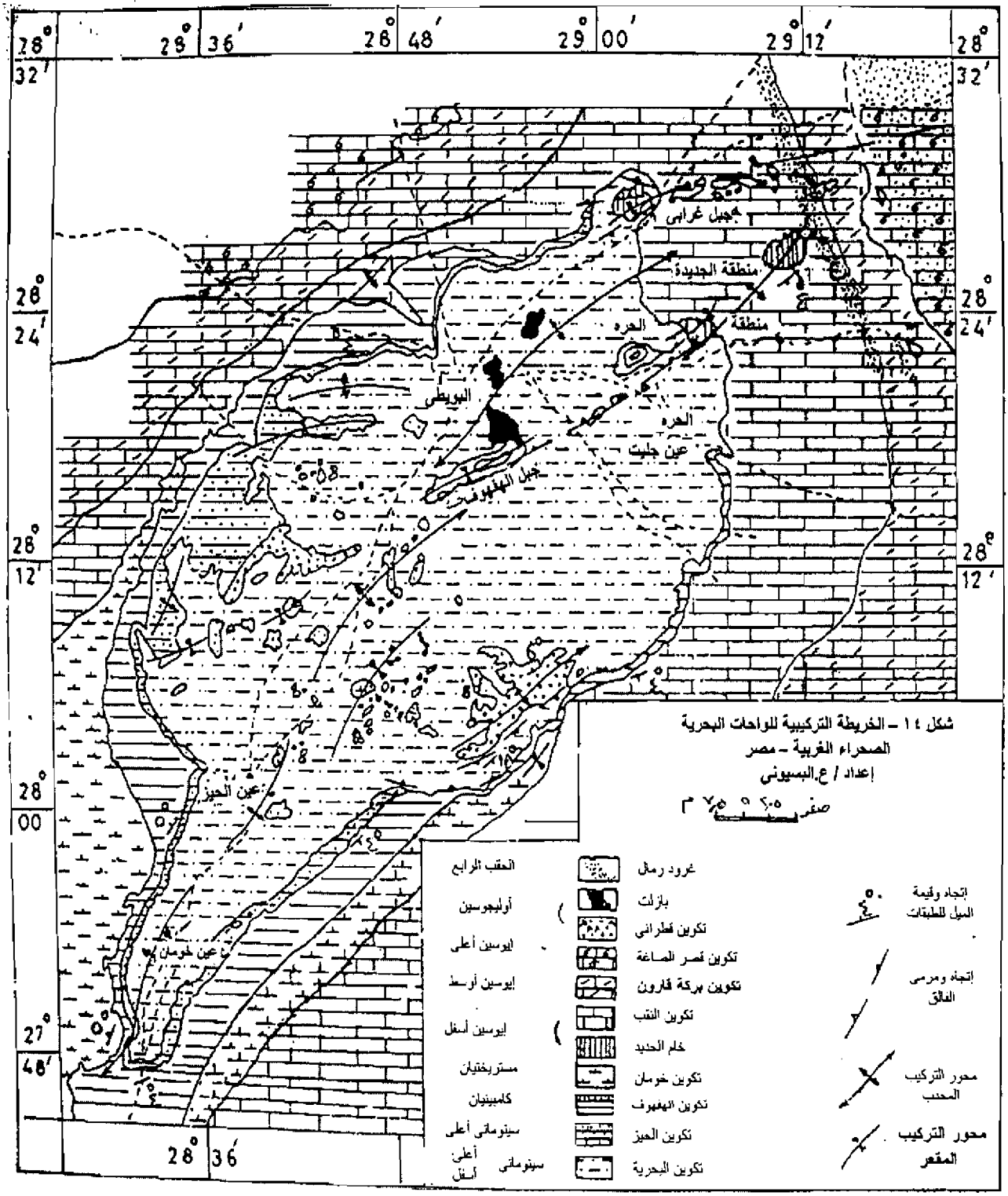
هذه الحفريات توضح العمر الليبيان الأعلى (late phase of L. Eoc., Ypresian)

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

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

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

فى مراكش نيموليت أتاسيكس 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 يتزامل مع أنواع أكثر تميزا وخصوصا مثل نيموليت جيزاهنزز ذات انتشار جغرافى محدد وذات تعريف واضح.



شكل ١٤ – الخريطة التركيبية للواحات البحرية
الصحراء الغربية – مصر
إعداد / ع.البسيونى

بول وبيدنل (١٩٠٣)

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

من الحفريات التى ذكرها بول وبيدنل فى الإيوسين الأسفل (U.Libyan series):

Nummulites, Operculina, Lucina, Echinids

فى الشمال الشرقى لمنخفض البحرية – شرق غرد القزون (شرق منطقة منجم حديد الجديدة) جمع المؤلف حفريات تدل على وجود الإيوسين الأوسط (Bartonian) والتى 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 فى العصر الثلاثى بمصر.

هذا بالإضافة إلى الدراسات الحديثة والتى تم فيها تصحيح عمر الصخور الجيرية المحيطة بشمال منخفض البحرية من الإيوسين الأوسط (سعيد وعيسوى – ١٩٦٤، البسيونى – ١٩٧٠، ١٩٧٨) إلى إيوسين أسفل (بخارى – أوائل الثمانينيات من القرن الماضى).

وبذلك تم رسم الخريطة الجيولوجية للواحات البحرية المرفقة (شكل – ١٤) بمعرفة المؤلف.

خام حديد منطقة الواحات البحرية:

إذا اتخذ الإنسان مهنة الجيولوجيا (أو أى مهنة) هوايته، فلابد وأن يكون له نصيب من النجاح فيها... فالإنسان الذى يبغى الجيولوجيا مهنة – وأقصد هنا جيولوجيا الحقل (أى دراسة الجيولوجيا فى 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 وتغاريد العصافير... وإنما هنا أقصد الطبيعة الصامتة فى جلال، الشامخة فى مهابة... تخرج عليها الشمس بحرارتها فتتمدد وتتشقق محدثة قعقعة الطبول الثقيلة، ويأتى عليها الليل بغلائله فتنكمش وتتساقط حبيبات الرمل على سطحها بأحجامها المختلفة محدثة زقزقة العصافير أو كأنها التسابيح فى جوف الليل، إنها الطبيعة الصامتة الطاهرة تحنو على من يعرف قدرها وتبتلع من يتجرأ عليها.

الرحلة إلى الواحات البحرية:

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

نقطة مرور الكيلو ٤ بطريق الفيوم بقليل، ندخل الصحراء يمينا فى اتجاه الشمال الغربى، وبعد السير لمدة حوالى ساعة أو أقل فى أرض صحراوية رخوة[١] أحيانًا حتى نشاهد على بعد كولتى «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 فى مناطق الغرز (الأرض الرخوة). عند «جارة حامد» يستمر السير غربا مع العروج قليلاً نحو الشمال الغربى ثم الغرب الجنوبى، حيث الصحراء منبسطة مترامية الأطراف على طول امتداد البصر، حيث يلتقى الأفق بسطح الصحراء. هناك يعلو الأفق ويهبط مع سطح الصحراء وكأنه يحثنا على السير إليه.

كنت أتلفت يمينًا وشمالاً أتمتع بألوان سطح الصحراء المنبسطة، فمنها ما أراه وكأنه مكسو «بالسواد» وبعضها تكسوه الحمرة، وأحيانًا تكون الأرض رخوة تمسك بسرعة السيارة قليلاً، وكأنها تهدهدها، وأحيانًا تتركها تنطلق على أرض صلدة حصوية - بألوانها المختلفة.. وهكذا تمتد هبوطا وصعودا وكل الركب صامت، كلّ 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... استعدادًا للكفاح والنضال بالسيارات لعبور بحر الرمال السفياء هذا، والدوران إلى الجانب الغربى للغرد الشامخ أمامنا. وكانت الشمس قد مالت نحو المغيب، وكأن الصحراء تناديها إلى خدرها خلف غرد رمال أبو محرك. وبعد كفاح ونضال من السائقين ذوى الخبرة فى مثل هذه الظروف - أصبحنا غرب غرد أبو محرك حتى اتجهنا جنوبا وجنوب غرب قليلاً إلى منخفض الواحات البحرية. لم يكن الطريق إلى الواحات البحرية سهلًا، ولكن هناك عند الكيلو ٦٥ (من الواحات البحرية) توجد منطقة فرشات رمال سافية تغوص فيها السيارات الثقيلة أحيانًا، 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 شيئًا من حولنا، وهنا قررنا المبيت.

ولقد أعددت سريرى المطوى وفرشت بطانية أسفلى وثلاثة بطاطين فوقى، ورحت فى سبات عميق بعد طول يوم سفر شاق بالسيارة وهى تُخَضخِضُنا طوال الطريق بمطباته. لقد أستيقظت فى الصباح الباكر وأزحت البطاطين عن وجهى أتحسس ما حولى، وإذا بقطرات الماء تتساقط على وجهى، فمددت رأسى فلم تكن السماء تمطر ولكنى شاهدت الندى الكثيف متكثفا بغزارة على البطانية العليا حيث تنساب المياه خلال شعيراتها على الجوانب... ورأيت لأول مرة البَرَدَ فوق رمال الصحراء... فانزلقت مرة أخرى تحت البطاطين لحين بروز الشمس من خِدْرها ترسل أشعتها الذهبية تتراقص 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

(١) تحتل مدينة ٦ أكتوبر هذه المنطقة حاليًا.

(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[1] بشمال جبل غرابى حيث اخترنا مكانًا مناسبًا 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 وبيدنل (١٩٠٣)، كما ذكرا فى تقريرهما وجود صخور الرمال الحديدية فى جنوب البحرية (منطقة الحيز)، وكذلك وجود طبقة حديد الليمونيت فى مرمى الفالق المتوسط للمنخفض – شمال جبل الحرة (ص ٦٧-١٩٠٣). لقد اعتقدا أن خام حديد جبل غرابى قد تكون بالترسيب فى بحيرة ضحلة خلال عصر الأوليجوسين، كما أشارا لوجود الحديد فوق صخور السينومانى. تقرير بول وبيدنل (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 عينتين. 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 تقديرًا تقريبيا 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٪)، سيليكا ١٢.١٣٪، أكسيد كالسيوم ٢.٦٪، وكبريت ٠.٨٦٪، وفاقد الحريق ١٢.٧٪. قدم غيث (١٩٥٥) فكرة الإحلال لأصل تكوين حديد غرابى، تحديدا خلال فاصل رسوبيات الطباشير الأعلى والمستويات السفلى للإيوسين، كما أعطى موجزًا لتمعدن الخام. ثم أضاف غيث: إذا كان تقدير كمية الخام لهيوم صحيحا، 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 الجيولوجى صلاح الدين العقاد والجيولوجى محمود زعطوط لدراسة منطقتى غرابى والحرة (كان من أعضائها الجيولوجى محمد عبدالحميد و الجيولوجى 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 قدرا المساحة الكلية للخام فى جبل غرابى ومنطقة الحره فى مساحة ٥ كم مربع ومتوسط السمك ٢.٦٩ مترا (من ١-١٤ مترا)، 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.

حيث سجلا فقط امتداد حديد غرابى شرقا بهضبة الجدافى وشمالا بالتلال المبعثرة.

انتهى محمود زعطوط فى 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 فى 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 ٦,٤٨٪ بمتوسط ١٩,٢٨٪.

فى ١٩٥٦-١٩٥٧، جمع زعطوط بيانات إضافية عن جيولوجية جبل غرابى ومكونات الخام: أشار إلى أن طبقات خام الحديد فى وضع أفقى عمومًا، وقد أثرت فيها الفوالق السلمية «step faults»؛ كما أضاف بعض الحقائق الجديدة مؤداها أن عملية الإحلال قد أخذت جزءًا فى تكوين خام الحديد، كما جاء فى تقريره الصفات المعدنية للخام، ووجود الجبس والباريت فى الشقوق والفجوات.

أشار الشاذلى (١٩٥٦) فى 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 فى تقرير زعطوط (١٩٥٨) كما فى الجدول رقم (١٩).

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

المنطقة	المساحة م٢	متوسط السمك م	متوسط الكثافة النوعية	تقدير الخام طن	ح٪ نسبة الحديد	المجموع طن
رواسب خام الحديد منطقة جبل غرابى	-	-	-	-	-	٣٦,٢٥١٣١٤
جبل غرابى	٢١٩٣٠٠٠	٣,٨٦	٣,٥٧	٢٣٤٣٩١٥٤	+ (٦٥) ٤٩,١٣	
التلال المبعثرة	٢٦٨٧٥٠	١,٤٠	٣,٦٠	١٢٠٣١٢٠	+ (١٢) ٥٢,١٣	
سيدى جدافى	٥٩١٥٠٠	١,٣٥	٣,٤٠	٢٢٢٩٠٤٠	+ (١١) ٤٥,٣١	
منطقة الحره	١٣٠٠٠٠٠	٢,٦٩	٣,٣٥	٩٣٨٠٠٠٠	+ (٣٨) ٤٥,١١	
صخور الرمل الحديدية (خام منخفض النسبة)	-	-	-	-	-	> ١٠٠٠٠٠٠٠٠
منطقة الحيز	-	-	-	-	+ (٦١) ١٦,٩١	

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

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

وفى عام ١٩٥٩، سجل الشاذلى فى تقريره الداخلى وصفًا دقيقًا شاملاً عن الوضع الاستراتيجرافى، التركيب، المكونات المعدنية والكيميائية لخام حديد البحرية على أساس البيانات التى تم الحصول عليها من

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

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

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

وبناء على تقرير زعطوط ١٩٥٨، وتقرير الشاذلى ١٩٥٩ – والذى نشر فيما بعد فى ١٩٦٢.

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

وفى 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 والحره والحيز، ومشروع إنشاء السكة الحديد بين الجيزة والبحرية فى مذكرة بتاريخ فبراير ١٩٦٠.

أى إنه حتى عام ١٩٦٠، لم يأت ذكر مناطق جديدة لرواسب حديدية بالواحات البحرية غير تلك المناطق التى جاءت فى تقرير بول وبيدنل (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 الحره فلم تلون لعدم وجود مكشف لها، يوقع على خريطة التقرير بمقياس رسم ١: ٢٥٠٠٠٠، وإنما جاء ذكر حديدها فى التقرير ص ٦٧.

وفيما 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 فى مرمى فالق بشمال جبل غرابى، وتم إعداد الورشة الميكانيكية ومكان للحدادة ومخزن الديناميت، بدأ العمل بتوقيع شبكة لتحديد مواقع لحفر آبار كل ٤٠٠ متر فى مناطق العمل: جبل غرابى ومنطقة الحره.

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

امتداد حافة «الجوافى» . ونظرًا لقلة حركة السيارات – وقتذاك – من وإلى الواحات البحرية والقاهرة فكانت الرمال السفياء تملأ هذا النقب، الذى سوف تستخدمه سيارات بعثة الحره 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، والتى تعتبر امتدادًا لحديد غرابى إلى الشرق، كما وأن حديد التلال المبعثرة امتدادًا لحديد جبل غرابى إلى الشمال. وبدأ التفكير بعمق فى هذا اللغز؟

وبدأت العمل فى منطقة الحره، وخلال ذهابى وإيابى لها من معسكر المشروع، الذى يقع على مسافة ١٤كم، عرجت يمينا إلى حافة الجداف، وإذا بى أجد فالقين وطبقات الطفلة بينهما ارتفعت وبقى على الجانبين الحجر الجيرى غير الحفرى (تكوين الحيز) وتحته 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 الحره اكتشفت وجود خام الحديد بها فى منخفض تركيبى «Trough» على عكس ما هو موجود فى تحدب جبل غرابى – وفى شمال منطقة الحره، لاحظت امتداد الحجر الجيرى القرمزى اللون شمالا، ويبدو اللون غامقا وملفتا للنظر شمال شرق خريطة الحره، حيث تزداد نسبة الحديد فى الحجر الجيرى هناك مكونة جيوبًا 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 وتجاه الشمال الغربى بمقدار ٢° مكونة تركيبا محدبا صغيرًا ومستطيلاً يأخذ الاتجاه شمال شرق.

أخذت عينة من هذا التركيب المحدب الصغير ممثلة لخام الحديد به بسمك ٥٠سم، وأرسلتها للتحليل بمعامل الهيئة المركزية بالقاهرة ضمن العينات المستخرجة من الحفر بمنطقة الحره، وجاءت نسبة الحديد فيها ٢٨٪ «ح»، وهذه النسبة تعتبر أعلى عما هو فى الحجر الجيرى الحديدى القرمزى، وأقل من الحديد الاقتصادى بحفر الحره. وبدا لى أنه لو كان هذا التحدب كبيرًا مثل تحدب جبل غرابى لزادت نسبة الحديد فيه إلى النسبة الاقتصادية (مع وجود نفس التراكيب السجيولوجية).

وقررت متابعة هذا الاتجاه الشمالى الشرقى لعل وعسى أجد تركيبًا محدبًا كبيرًا. وفى الصباح الباكر من يوم ١٣/ ٩/ ١٩٦١، تتبعت هذا المحور الشمالى الشرقى لمسافة ١٢ كم من نقطة الانطلاق بمنطقة الحره[(١)]، وهبطت بعدها إلى منخفض طبوغرافى، يحيط بهضبة فى وسطه يعلوها تلال قممها سوداء وعلى قمة إحداها نقطة مثلثات مساحة ٢٥٤ مترا بلوحة أسيوط (صورة – ٣). وقد عثرت على كتلة من الحديد الغنى فى الركن الجنوبى الغربى تماثل ما هو فى جبل غرابى والحره. ثم اتجهت إلى الهضبة الوسطى لهذا المنخفض الطبوغرافى فوجدت مكشف طبقة خام الحديد فى الجنوب بسمك حوالى واحد مترا، يزداد السمك شمالا عند الفالق الممتد شرق – غرب حيث يصل السمك ١٦ مترا صورة – ٤)، وفى الشرق سمك مكشف الحديد ٣, ١٤ مترا، وفى الغرب وصل السمك ١٢ مترا.

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

صـــورة –٣ : منطقة الجديدة – الهضبة الوسطى تظهر عليها التلال المخـــروطية بقممهـــا الـــسوداء من الصخور الرملية، الكرواتزية الحديدية.
جار الحمره ترى باتجاه الشمال فى أفق الصورة

صورة –٤ : منطقة الجديدة – توضح الفالق الشمالى للهضبة الوسطى باتجـــاه شرق – غرب. مرمى الفالق نحو الشمال بينما ترتفع الهضبة الوسطى جنوبا.
التلال المخروطية ذات القمم السوداء تعلو عضو خام حديد الجديدة

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.

بذلك تم اكتشافى لمنطقة خام حديد جديدة – وهو الاكتشاف الوحيد لخام الحديد الذى تم بمعرفة چيولوچى مصرى منذ بدايات عمليات البحث عن المعادن فى مصر، وتم التحقق من كمية هذ 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:

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

رقم الحفرة	سمك الحديد متر	عدد العينات عمق كل حفرة	متوسط التحليل	
			%Fe	%SiO2
P1	١٤,٩٠	٧	٥٨,٦	١,٠٢
P2	١٤,٣٠	٧	٦١,٩١	٩٧ر-
P3	١٢. -	٦	٦٠,٨١	١,٠٤
P4	١١,٢٠	٦	٥٦,٣٨	٥,٥٩
P5	١٤,٨٠	٧	٦١,٦٤	١,٧٧

وقد أظهرت هذه النتائج ارتفاعًا فى نسبة الحديد عموما بمنطقة الجديدة وانخفاض نسبة السيليكا 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 الچيولوچية تحت رقم ٣٤/ ١٩٦١ وبناء عليه تم سحبى من المشروع فى 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 الچيولوچية، إعارة كل من رئيسى بعثتى المشروع لمدة سنة بعد انتهاء الدراسات المنصوص عليها فى العقد. وبناء عليه عدت إلى مشروع الحديد ورفض الچيولوچى البهى عيسوى تنفيذ الإعارة.

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

وجاء الخبير السويدى د. هانز سراب « Hanz Sarab» - من المساحة الجيولوجية السويدية سابقًا، ومهندس مناجم سويدى - من شركة سنتاب السويدية، للتحقق من كمية الخام المتفق عليها فى 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، والتى 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، والتى 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 المنصوص عنهما فى العقد بين الشركة السويدية «سنتاب» وهيئة مشروعات السنوات الخمس لاستخراج خام الحديد بمنطقة الجديدة بمعدات سويدية فى مقابل تصدير خام حديد إلى شركة سنتاب 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 - كالتالى:

٢.٥ × ١٠٠٠ × ١٠٠٠ × ١٣.٤٤ × ٣ الثقل النوعى للخام = ١٠٠.٨٠٠ مليون طن

٣٣٦٠٠٠٠٠ × ٢.٥ الثقل النوعى للخام = ٨٤.٠٠ مليون طن

وانتهت سنة الإعارة والتحقت بمشروع فوسفات وادى النيل. **وتوالت على منطقة الجديدة دراسات مكثفة لتقدير كمية ونوعية خام الحديد بمنجم الجديدة**، وكان أولها الدراسة التى قام بها خبراء سوفييت مع هيئة المساحة الجيولوجية، وكذلك التقرير الداخلى لمحجوب وعامر (١٩٦٤). لقد ثبت حتى عام ١٩٧٠ وجود احتياطى 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 فى السنوات الأخيرة بطاقة ٣ ملايين طن سنويا. ومازالت منطقة الجديدة تمد مصانع الحديد والصلب بالتبين - 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 فى الوادى الغربى

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

موقع وطبوغرافية منطقة الجديدة

تقع منطقة الجديدة على الهضبة الشمالية الشرقية للواحات البحرية، بين خطى طول ١٠َ ٢٩° و١٢َ ٢٩° شرق، وخطى عرض ٢٦َ ٢٨° و٢٩َ ٢٨° شمال. توجد نقطة مثلثات الجديدة (٢٥٥ مترًا) على بعد ١١ كم شمال ٥٠ شرق من نقطة مثلثات جبل الحره (٢٦٨ مترا).

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

١ – الهضبة الوسطى – وهى المنطقة المرتفعة فى وسط منخفض الجديدة.

٢ – المنطقة المنخفضة – ممثلة فى الوديان المحيطة بالهضبة الوسطى.

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

غير أن هذا المنخفض الطبيعى مفتوح فى حدوده الشمالية الشرقية حيث تلتقى الوديان المحيطة فى اتجاه أقل منسوب ارتفاعًا (١٦٦ مترًا) فى منطقة الجديدة، ثم يرتفع المنسوب تدريجيًّا إلى أن يتداخل فى المنسوب العام للهضبة الجيرية، ويعتبر ممرًا جيدًا لوادى النيل. الحافة الجنوبية والغربية أكثر انحدارًا عن الحافة الشرقية، وترتفع بحوالى ٥٠ – ٦٢ مترًا عن أقل نقطة ارتفاعا فى المنخفض. فقط خلال الوديان التى تنزح مياه الهضبة الجيرية فى منخفض الجديدة، فإن الميل فيها يكون سهل التدرج بحيث يعطى ممرًا سهلاً لسطح الهضبة الجيرية المحيطة بالمنخفض. الهضبة الوسطى عبارة عن هضبة شبه مستوية، تقطعها وديان واضحة عند حوافها، تعلوها خمسة تلال مخروطية قممها سوداء، أعلاها نقطة مثلثات تل ليونز ٦ , ٢٥٤ مترا فوق سطح البحر وتتوسط تقريبًا الهضبة الوسطى – أطلق المهندس خلف مرسى مهندس المساحة على المنطقة اسم «قورليونز»[1] على خرائط «مداخل الواحات البحرية» – مصلحة المساحة المصرية – بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠٠٠.

تتكون هذه التلال المخروطية فوق الهضبة الوسطى جزئيًّا من عضو حديد الجديدة فى 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 مترا (صورة – ٣).

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

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

الجزء الشمالى الشرقى. الوديان الغربية والشرقية تلتقى مع بعضها تجاه الشمال الشرقى مكونة واديا عريضا يسيل ماءُه تجاه المنطقة الأكثر انخفاضًا – ١٦٦ مترًا فوق منسوب سطح البحر – حيث توجد الأعشاب ونخيل منخفض.

أول خريطة جيولوجية تركيبية للمنطقة تمت بمعرفة المؤلف فى ٣٠/ ١١/ ١٩٦١ 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 مناسيب البروفيلات المتعامدة للمنطقة (شكل – ١٦)، وقد استخدمت اللوحة المستوية «Plane Table» وجهازى تيودوليت وأليداد كيرن Kern نوع «Self reducing» مختزل المسافة أفقيا.

القطاعات الجيولوجية تم قياسها باستخدام جهاز مِسْوَاة المسّاح «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 يلي مكاشف الصخور الممثلة فى منطقة الجديدة من الأحدث إلى الأقدم كما يلى: (البسيونى – ١٩٦١، شكل – ١٥):

١ – تكوين قطرانى: أوليجوسين.

٢ – تكوين الثقب: الإيوسين الأسفل – بِئْرِيزْيان.

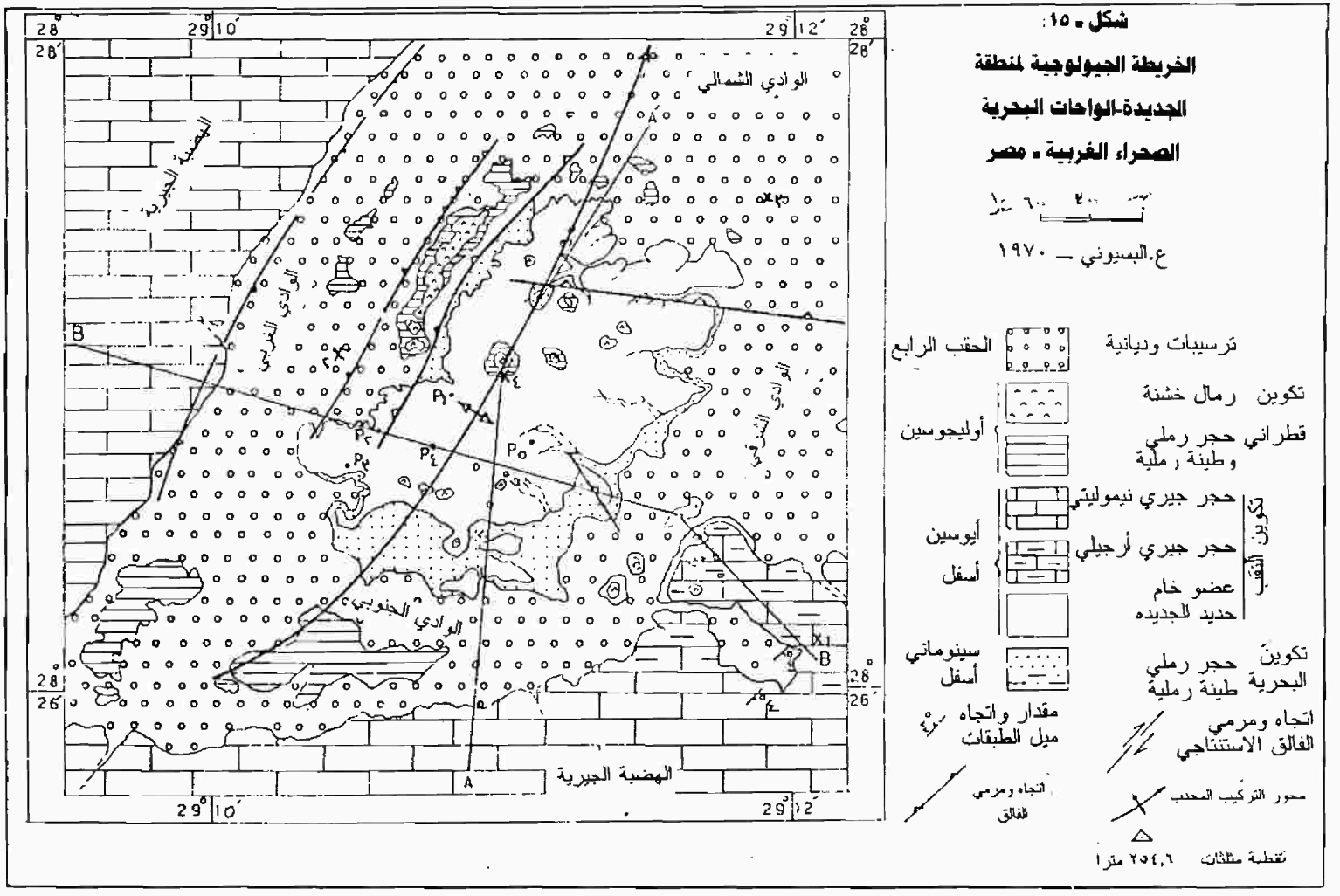
٣ – تكوين البحرية: الطباشيرى الأعلى – سينومانى.

وفيما يلى وصف موجز لصخور هذه التكوينات:

١ – تكوين قطرانى:

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

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

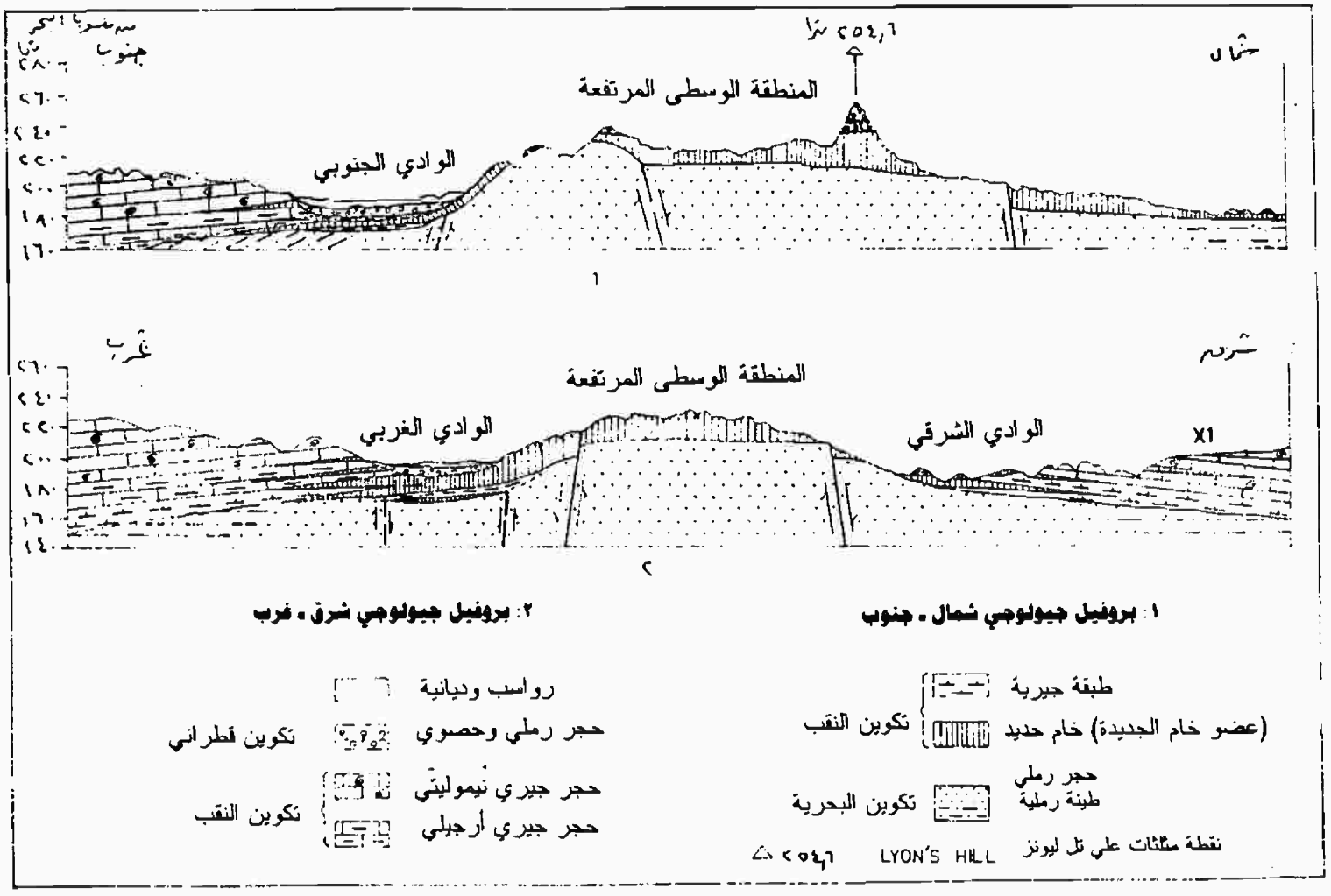


شكل ـ ١٥:

الخريطة الجيولوجية لمنطقة الجديدة-الواحات البحرية الصحراء الغربية ـ مصر

ع.البسيوني ـــ ١٩٧٠

شكل ـ ١٦ : بروفيلات جيولوجية بمنطقة الجديدة



٢- تكوين النقب:

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 جانبى التركيب المحدب للجديدة، ونظرًا لكون خام الحديد بالهضبة الوسطى نيموليتى وبه حفريات 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.

٣- تكوين البحرية:

صخور هذا التكوين تمثل أقدم الطبقات فى المنطقة، وتتكون من صخور رملية ممثلة فى التركيب المحدب 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 السينومانى.

التركيب الجيولوجى لمنطقة الجديدة (شكل – ١٥)

لقد وصف المؤلف منطقة الجديدة كطية محدبة فى ١٩٦١، حيث تحتل الهضبة الوسطى لب محدب الجديدة، محورها يأخذ الاتجاه شمال شرق، جنوب غرب. لب هذه الطية المحدبة يتكون من صخور الرمل لتكوين البحرية يتبعها – بعدم تطابق – عضو خام حديد الجديدة الإيوسينى. يمتد محدب الجديدة ٥ كيلو مترات، متوسط العرض ٣ كيلو مترات وقمته بارتفاع ٢٥٥ مترا فوق منسوب سطح البحر. وهو يمثل نهاية محور الطيات عبر الهضبة الشمالية الشرقية للواحات البحرية. فمحاور تحدب كل من الجديدة والحرّه يقع على امتداد خط واحد ويمثل «Periclinal fold» ذو الاتجاه شمال شرق – جنوب غرب، وقد يمتد شمال شرق حتى جار الحمرة. مجموعة التحدب هذه احتمال حدوثها نتيجة للحركة التى حدثت فى ما بعد السينومانى – وقبل الكامبينيان وتعتبر جزءًا من مرتفع لارامبد « Larmide high» الممتد من البحرية إلى أبو رواش (بالقرب من القاهرة).

غياب أى من التداخلات الحطامية فى قطاع ٣٠ مترا من صخور الرمل لتكوين البحرية على الحدود الجنوبية للهضبة الوسطى جعل من الصعب تسجيل درجة الميل، ونفس الشىء بالنسبة لخام الحديد الذى يعلوه بعدم توافق. فقط عند السطح الفاصل، فإنه يظهر ميلاً عامًا تجاه الشمال الشرقى؛ بينما فى الجنوب نلاحظ ميل السطح الفاصل حاد حيث يميل خام الحديد حتى قاع الوادى الجنوبى (بروفيل ١، شكل – ١٦). بعيدًا 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 مستوٍ لصخور عصر الطباشيرى الأعلى، ساعد ذلك وجود فوالق فى الحجر الرملى لتكوين البحرية أثناء تشكيل

المحدب. قد يحتمل وجود أخدود فى الوادى الغربى بين فالقين شمال شرق – جنوب غرب هما امتدادًا (للفوالق) بالحائط الغربى لمنطقة الحره، والذى نتج عنهما أخدود مقعر الحره الذى ترسبت فيه رسوبيات تكوين الهفهوف للعصر الكامبينيان. لقد نشطت هذه الفوالق فى ما بعد الإيوسين – أوليجوسين.

الفوالق

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

- فوالق شمال شرق – جنوب غرب أثرت على خام الحديد ورسوبيات الأوليجوسين بإزاحة حوالى ٢٠ مترًا تجاه شمال غرب. لقد أثبتت عمليات التنقيب عن خام الحديد عن وجود مثل هذه الفوالق تحت السطح بالوادى الغربى، الأمر الذى أثرت على خام الحديد والهضبة الجيرية الغربية نتج عنها أخدود الوادى الغربى، وحفظ أكبر سمك لخام الحديد بمنطقة الجديدة. هذا الأخدود احتمال تكوينه فيما بعد ترسيب تكوين البحرية السينومانى وقبل أن تغمر مياه بحر الكامبينيان منطقة الحره – الجديدة.
- فوالق مفصلية شرق – غرب أثرت على خام الحديد شمال الهضبة الوسطى بإزاحة حوالى ٢٠ مترًا نحو الشمال. (صورة – ٤).
- فوالق مفصلية ذات الاتجاه شمال غرب – جنوب شرق، أثرت على الحدود الجنوبية الشرقية لمكشف خام الحديد.

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

الوضع الجيولوجى لخام الحديد بمنطقة الجديدة

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

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

لقد أطلق المؤلف (١٩٦١) اسم «منطقة الجديدة» على اكتشافه خام الحديد بشمال شرق منطقة الحره بحوالى ١١كم، 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، والتى تم إحلالها بعنصر الحديد.

من الملاحظ أن جميع الجيولوجيين الذين درسوا استراتيجرافية خام حديد الجديدة، وضعوا الخام تحت العمر إيوسين أسفل[1] بالرغم من عدم ذكرهم أى حفريات بالخام تنتسب لتكوين النقب.

فيما يلى يظهر خام الحديد على أنه وحدة طباقية حفرية، والتى يمكن أن ترتبط مع تكوين النقب بالهضبة المحيطة لمنخفض الجديدة:

الهضبة الوسطى

فى هذه الهضبة يوجد خام الحديد على هيئة طبقة واحدة تختلف فى السمك من ١ مترا عند مكشفها الجنوبى و١٦ مترا عند مكشفها الشمالى؛ إلا أنه يوجد السمك الأكبر للخام بالهضبة الوسطى محفوظا تحت التلال المنتشرة فوقها حيث يصل السمك حوالى ١٨,٥ مترا تحت «تل ليونز» - وفيما يلى وصف التتابع فى الحفرة X4 (شكل - ١٥).

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

يلاحظ عدم وجود تداخلات من الطينة الرملية والصخر الرملى فى الهضبة الوسطى للخام. يغطى الخام فى الهضبة الوسطى طبقة رفيعة من الرمال وحصى الحديد يتراوح سمكها من ٢٠ر- إلى ٥٠ر- مترًا، بينما فى مواقع التلال المنتشرة عليها، فإن الخام يعلوه طينة خضراء رملية جلوكونيتيك، كوارتزيت، وصخور رمل حديدى ذو حبيبات خشنة «grits» لتكوين قطرانى، يفصلها طبقة من الكونجلوميرات سمك ٥٠ر- مترا فى

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

جنوب الهضبة الوسطى، وإلى الشمال يكون الفاصل واضحًا بعدم تطابق. يلى خام حديد الهضبة الوسطى إلى أسفل تكوين البحرية بفاصل واضح غير منتظم، ويتميز بكونجلوميرات عدم تطابق وحزام من الباريت. كل من الكلونجوميرات وبللورات الباريت قد توجد فى الخام لبضعة أمتار فوق الفاصل الحقيقى للخام وقد تظهر إحلالا 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 بنى غامق ذو نسبة عالية قليلاً عن الخام الرئيسى الذى يعلوه، وهو ما يسمى عضو حديد الحره (البسيونى – ١٩٧٠). وفى أماكن أخرى – بدلا من الكونجلوميرات – توجد طبقة رفيعة من كتل متحجرة من الهيماتيت المائى معها حصوات كوارتزيت وكونجلوميرات صخر رملى.

وفيما يلى موجز لوصف خام الحديد فى 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 فى الحفر الخمس يتراوح بين ١١.٢ مترا و١٤.٩ مترا، ويزداد السمك شمالا.
- تتراوح نسبة الحديد فى الحفر الخمس بين ٥٦.٦٪ و٦١.٩١٪، بمتوسط ٥٩.٢٥٪.
- الفاصل بين تكوين البحرية وخام الحديد هو حد فاصل واضح غير منتظم، كما يوجد طبقة كونجلوميرات بسمك ١.٣ مترا (الحفرة – P4) تتكون من كسر الصخر الرملى والحديد، تتخلله صخور الرمل، يليها إلى أسفل ٢٠ سم صخر رملى سهل التفتيت لتكوين البحرية . كما يوجد فى الحفرة – P_3 كونجلوميرات بسمك ١.٢ مترا بقاع الحديد عبارة عن رمال مخضرة ومصفرة وحصى صلد من الكوارتز الأصفر.
- توجد بللورات الباريت فى جميع الحفر، ولكنه قد ينعدم وجوده فى بعضها (مثل الحفرة – P_5)، يتركز الباريت فى أسفل طبقة الحديد بالحفر عمومًا كما ينتشر فى كل سمك الخام خلال الشقوق، قد يتركز فى حزام بسمك واحد مترا بوسط الخام، كما يتكثف أحيانًا فى الشقوق بالأجزاء العليا من الخام.
- من الملاحظ وجود خام مسامى « cellular structure» فى الحفر P_1, P_5، كما فى منطقة الحره.
- تزداد نسبة المنجنيز نحو القاع ولكنها أقل عما هو موجود فى الحره والتلال المبعثرة شمال غرابى.

يمكن تقسيم خام الحديد بالهضبة الوسطى فى الحقل إلى ثلاثة أنواع تختلف عن بعضها من حيث التكوين المعدنى والصفات الطبيعية كالآتى:

١ – خام مصمت صلد «Hard massive ore»: يتكون أساسًا من الهيماتيت الحفرى مع بعض الجوتيت. ويتميز باللون البنى الغامق إلى الأسود، ذو لمعان معدنى، ويكون غطاء صلدًا يوجد فى الأجزاء العليا للخام. كما توجد جيوب من الحجر الجيرى السيليسى الكوارتزى.

٢ – خام طبقى ذو فجوات « Banded cavernous ore»: يتكون من تداخلات الهيماتيت والجوتيت مع جيوب طينية تحتوى على المغره. يتميز باللون الأحمر، بنى محمر أو أسود. متوسط الصلابة، طبقى عمومًا، ذو فجوات، كما يتميز بالتركيب المسامى «cellular structure» خفيف الوزن، مع منجنيز

أسود ومغرة صفراء تملأ الفجوات. يلى أسفل النوع الأول.

٣- خام بيزوليتى (بازلائى) «Pisolitic ore»: أصفر إلى بنى مصفر، وذو تركيب بيضى إلى بازللائى. يوجد قرب قاع الخام فى جنوب وشرق الهضبة الوسطى، يوجد أيضًا عند قمة مكشف الخام الحفرى بالحافة الشرقية للهضبة الوسطى شمال شرق الحفرة – P_5، شكل البيزوليت كروى إلى منبسط، يختلف كثيرًا فى الحجم، وقد يصل إلى حجم كبير (حوالى ١ سم).

توجد الحفريات أساسًا فى طبقة الهيماتيت وخاصة فى الأجزاء العليا للخام، وفى جيوب الحجر الجيرى السيليسى. ففى هضبة الحجر الجيرى الشرقية – جنوب الوادى الشرقى – فى نهاية البروفيل – ٢ (شكل – ١٦) بالموقع X_1 (شكل – ١٥)، يتداخل الحديد على هيئة تداخلات إصبعية «interfingering contact» خلال قطاع من حجر جيرى 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 فى الحجر الجيرى إلى خام حديد، وهو ما يمكن اعتباره «خام» محتملًا. 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 –P_5 . فى الهضبة المحيطة لمنخفض الجديدة نجد نفس الحفريات فى طبقات الحجر الجيرى لتكوين النقب؛ أى إنه يمكن اعتبار الحجر الجيرى القرمزى لتكوين النقب الامتداد الطبيعى لطبقة خام الحديد، مع نقصان نسبة الحديد كلما بعدنا عن كتلة الخام الرئيسى. وبذلك يأخذ حديد الجديدة نفس الوضع الاستراتيجرافى للحجر الجيرى القرمزى لتكوين النقب.

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

المنطقة المنخفضة أو منطقة الوديان المحيطة :

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

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

يوجد غطاء أكثر سمكا فى المنطقة المنخفضة، حيث يتراوح السمك من ٢ متر إلى ١٣ مترا. بينما خام الحديد – فى منطقة الجديدة – يعلو صخور الرمل لتكوين البحرية فى الهضبة الوسطى، فإننا نجده يعلو الطينة الخضراء القابلة للانشطار التى تنتمى لتكوين البحرية أيضًا فى المنطقة المنخفضة.

وفيما يلى قطاع حفرة بالوادى الغربى بالموقع X_2 (شكل – ١٥):

قمة القطاع	السمك – متر
٨ – رواسب وديانية: رمال وحصى	١.٨
٧- طين: أخضر مائل إلى أصفر باهت، ضعيف الصلابة، سهل التفتيت ومسامى؛ حديدى عند القاع مع عقد من المنجنيز وأملاح	١.٥
٦- خام حديد: جيوتيت مع تداخلات مع الهيماتيت، بنى غامق إلى أسود، رملى مع مغرة مسامية: توجد بللورات الكالسيت. الهيماتيت صلد وحفرى به *Nummulites* sp.، كوارتزى جزئيا فى الجزء العلوى، الجزء السفلى جيوتيت سهل التفتيت أسود مع جيوب رملية	١٩.٠٠
٥- صخر رملى: أصفر مع تداخلات طينة رملية	١.١٠
٤- خام حديد: تبادلات من الهيماتيت والجوتيت به *Nummulites* sp.، صلد، أحمر غامق إلى أصفر، طفلى فى الوسط، رملى مع جبس، طفلى وكونجلوميرات قرب القاع	٣.٠٠
٣- كونجلوميرات: تتكون من حصوات رمل فى مادة السيلت	٣٠ر-
٢- خام حديد: تبادلات مع الهيماتيت والجوتيت، صلد، أصفر إلى أحمر غامق، رملى، جبسى وكونجلوميراتى قرب القاع	١.٩٠
١ – القاع طين؛ تكوين البحرية؟	

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، وبالتالى يمكن أن يتبع قمة تكوين البحرية. وبنظرة إقليمية، يمكن اعتبار خام الحديد بالطبقة – ٢ أسفل الكونجلوميرات منتميا لتكوين الهفوف مثل ماهو فى منطقة الحرة. لقد ثبت عمر الأرض فى هذا الجزء من الهضبة الشمالية الشرقية بمياه بحر الكامبينيان من خلال دراسة منطقة الحره (عضو حديد الحره بتكوين الهفهوف). فى هذه الحالة فإن طين القاع فى الحفرة X_2 – الموضح عاليه – قد ينتمى إلى تكوين الهفهوف فى جزئه الأعلى. بالإضافة إلى أن طبقة الكونجلوميرات هنا تختلف تمامًا عن نوع الكونجلوميرات الذى نجده أسفل تكوين الثقب، حيث إن الكونجلوميرات أسفل تكوين النقب تتكون من حصوات الحجر الجيرى مسننة ونصف مسننة فى مادة جيرية.

وفيما يلى وصف تتابع الطبقات فى بئر حفر آلى بالموقع X_3 بشمال الوادى الشرقى: (شكل – ١٥)

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

مما سبق يمكن اعتبار الوادى الغربى مقعرًا تركيبيًّا «Trough» بين فالقي مثل ما هو عليه مقعر الحره.

التركيب المعدنى لخام حديد الجديدة

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

وفيما يلى نتائج الدراسة الميكروسكوبية لأنواع خام الحديد بمنطقة الجديدة: (بسطا وعامر – ١٩٦٩) أظهرت الدراسات الميكروسكوبية أن المعادن غير الشفافة «opaque» تتكون أساسًا من هيماتيت، جوتيت، وليمونيت، بزيلوميلين، بَيْرُولوزيت، ماجنيتيت وليبدو كروسيت موجودة فى بعض الأماكن ولكن بكميات ثانوية، بَيْرَيت وكالكوبيريت توجد على هيئة فردية دقيقة جدًّا. أما الشوائب المعدنية فهى:

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

١- الخام المصمت الصلد The Hard Massive Ore

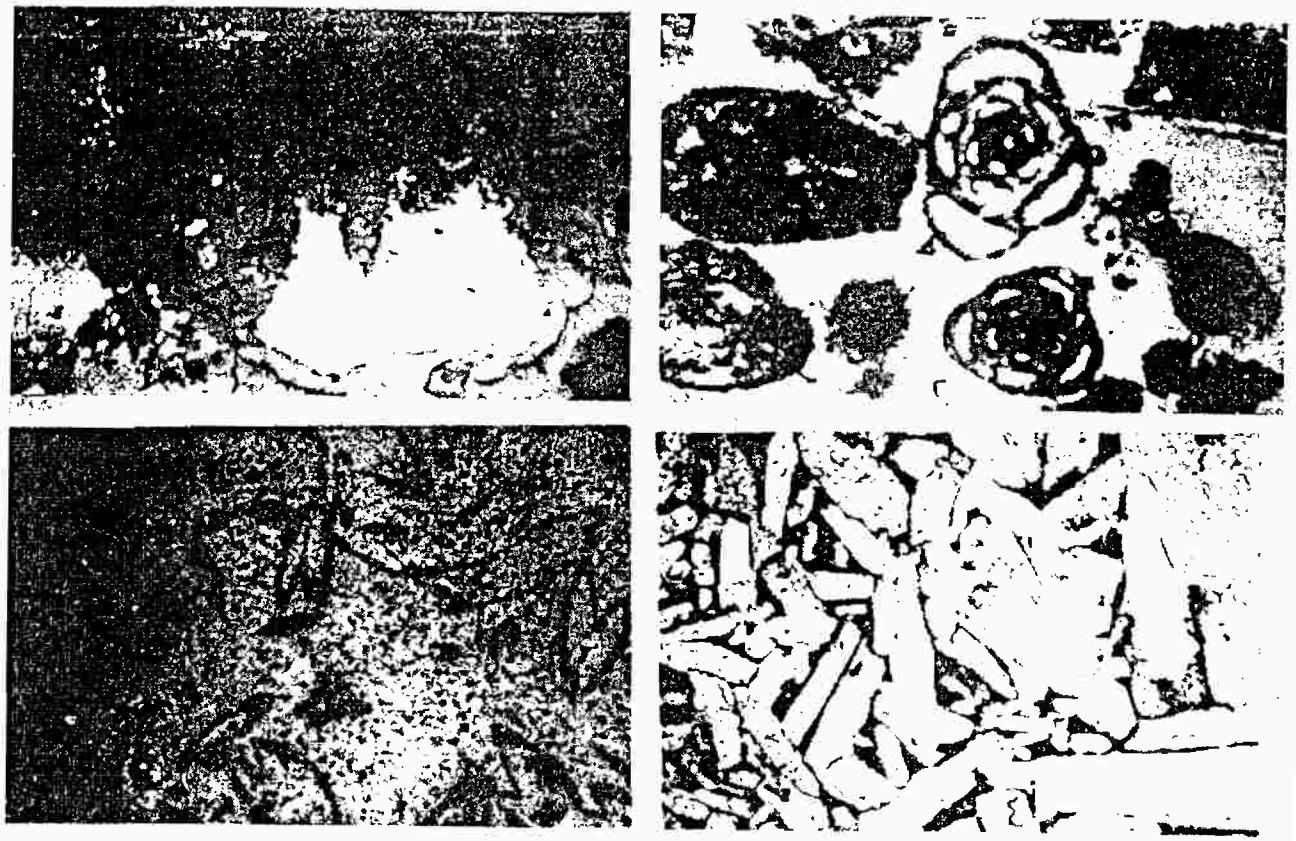
هذا النوع نسبيا صلد، متبلور ومصمت، ذو لون بنى داكن محمر وذو لمعان معدنى مطفى. يتكون هذا النوع من الخام أساسًا من الهيماتيت (حوالى ٨٠٪) مع كميات قليلة من الجوتيت والليمونيت وقليل من ليبدوكروسيت. يوجد الهيماتيت والجوتيت عمومًا فى حالة بللورية جيدة؛ الهيماتيت يكوِّن بللورات صفحية، منشورية، ميال للتقشر على شكل رقائق (قطر ٠.١ إلى ٠.٢٤ مم) بعضها يظهر بللورات توأمية. توجد عادة النطاقات الثانوية فى 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، والتى تكونت أيضًا نتيجة لإزالة الماء جزئيا.

الليمونيت عندما يوجد يكون كتبطين للفجوات الصغيرة وعلى سطوح الشقوق حيثما تكونت بواسطة التميؤ للهيماتيت السابق وجوده، تشاهد بقاياه فى الشكل (صورة ٥-١). الحفريات الدقيقة والكبيرة والتى تم إحلالها بالهيماتيت (أو الجوتيت) توجد عادة فى هذا النوع من الخام. التركيب الداخلى الأصلى للحفريات التى تم إحلالها قد تحفظ جزئيا (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 هى: أنواع ألفيولينا وأنواع مختلفة من النيموليت؛ مع ندرة الجوفمعاوية والمحار.

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

الباريت هو أحد الشوائب المعدنية الأكثر شيوعًا وهو يوجد فى حالة بللورات مكسرة (قطر ٠.٢ إلى ١.١ مم)، والتى توجد عمومًا محاطة بالهيماتيت وجزئيا يغزوها الهيماتيت. يوجد أيضًا الباريت المكسر كنطاق مستمر أسفل كتلة الخام. فى محيط الفوالق، وبصفة خاصة أينما ينكشف تكوين البحرية على السطح، توجد قشرة رفيعة من حطاميات بللورات الباريت المنشورية الكبيرة (صورة ٥-٤) (طول حوالى ٨ مم)، والتى احتمال تكوينها غالبًا بالتبلور من المحاليل الصاعدة. لذلك فهى تختلف فى الأصل عن الباريت المكسر المنتشر بسبب التعرية الميكانيكية. وعلى كل حال، فإن النوعين لهما نفس الثوابت البصرية، وتحديد معامل الانكسار أعطى قيمة متوسطة ١.٦٣٥ ± ٠.٠٠٢. نموذج أشعة أكس لهذين النوعين متشابه أيضًا، وكلاهما أقدم من خام الحديد. معادن خام الحديد تلحم بللورات الباريت، تتخلل سطوح شقوقها، وتَحتُّ أو تُعَرِّى وتحل جزئيًا محل جدرانها. عروق الهيماتيت الصغيرة تقطع بعض بللورات الباريت المنحنية والمكسرة جدًا بسبب ذلك.

صورة – ٥ : منطقة الجديدة



١- خـــام مصمت صلد – ليمونيت غَرَوَانِىّ (رمادى) تكون بالتحيّة للهيماتيت (أبيض). ضوء منعكس، غمر فى الزيت. X٥٠.

٢- الجـــزء الـــسفلى للخـــام المـــصمت الصلد – يُظهر الحفظ الجيد لحفرية "جلوبوروتاليا؟"، فجـــوات الحفرية مملوءة بالكوارتز بينما جدرانها حل محلهـــا خام الحديد. نسيج العينة من الكوارتز يحتوى على بقع سوداء من الهيماتيت. ضوء منفذ، nicols partially crossed. X١٢٠.

٣- محـــار الألفيوليـــنا تـــم احلالها بالهيماتيت (رمادى، حوافها من الليمونيت (أسود)). ضوء منعكس، غمر فى الزيت. X١٥٠.

٤- بلـــورات بارايت منشورية متكاملة النمو جمعت من سطح الخام، ملتحمة بمعادن الحديد. ضوء منفذ. X٥٠.

الكوارتز هو ثانى الشوائب المعدنية الشائعة. وهو يوجد على هيئة بللورات كاملة تُبطن فجوات صغيرة أو على هيئة مكوِّن أساسًا لكسرات خشنة من الحجر الجيرى المسيليسى (أقطار ٠.٥ إلى ٤.٠ سم) مدفونة خلال الخام وبصفة خاصة بالقرب من الحد الفاصل مع تكوين البحرية. عملية السَّلّيكة «silicification» تسبق عملية التمعدن؛ كسرات الحجر الجيرى السيليسى تآكلت واجتاحتها الهيماتيت والتى يمكن أن تحتوى على بقايا من الكربونات الأصلية وحفريات الألفيولينا والنيموليت السيليسية والتى تم إحلالها جزئيًا بالهيماتيت. الكوارتز المبطن أو المائى للفجوات الصغيرة يتكون من بللورات منشورية مزدوجة الشكل الهرمى ذات القطر حوالى ٠.٢٥ إلى ١.٨ مم والتى تحتوى عادةعلى قطع صغيرة من المسكوفيت والسيريسيت «sericite». هذه المحتويات الميكانة يمكن أن توجد بكمية محددة من التبطين، والتى 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 أيضًا الأملاح تملأ سطوح الشقوق وتكون عادة مصاحبة للجبس.

٢ – خام طبقى ذو فجوات

The Banded Coverneous Ore

هذا النوع من الخام ذو لون بنى أو بنى مصفر، متوسط الصلابة، وعموما يكون طبقى ذا فجوات؛ الفجوات قد تكون مملوءة بالمغرة الحمراء أو الصفراء أو قد تكون مملوءة بالمسحوق المنجنيزى الأسود. هذا الخام يتكون أساسًا من الجوتيت والهيماتيت بنسبة متساوية تقريبًا مع قليل من الليمونيت غير المتبلور، وكمية ثانوية – ولكن يمكن تقديرها – من معادن المنجنيز. الجوتيت والهيماتيت تنمو معا نموا متداخلا فى صورة بقع وفى بعض الحالات قد يظهر فى نسيج طبقى مكون من طبقات متبادلة من هيماتيت مضغوط وجوتيت مسامى. هذا التركيب الطبقى قد ينسبب أو يعزى إلى التصفح الموجود سابقًا فى الحجر الجيرى (الأم) الأصلى مطابقًا للتغير الإيقاعى فى النسيج أو التركيب. التغير فى درجة المسامية بين أحزمة الهيماتيت والجوتيت قد يكون ذا أصل أولى، أو قد يكون بسبب التضاغط بإزالة الماء. لقد تلاحظ تكرار وجود أحزمة النسيج الذى تم إحلاله والمتكونة بالإزالة المستمرة لماء الجوتيت، وبقايا النسيج فى هيئة جوتيت معينى كاذب بعد الكربونات (صورة ٦-١).

بللورات الجوتيت الدقيقة جدًا والليمونيت غير المتبلور ذو أصل عروى قد تلاحظ وجودها تملأ الشقوق أو الفجوات، وتوضح النسيج الغروى (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 طولا).

معادن المنجنيز توجد عمومًا أكثر عما هو عليه فى النوع السابق، وبصفة خاصة فى العينات التى جمعت من الحزام الأعلى عند حد التلامس مع القشرة الملحية. وتتكون معادن المنجنيز أساسًا من بزيلوميلين مع كمية ثانوية من البيرولوزيت والمانجانيت «manganite». هذه المعادن المنجنيزية تملأ غالبًا الشقوق والفجوات حيث تظهر غالبًا على هيئة نسيج غروى. الأحزمة المتحدة المركز الدقيقة والخشنة توجد عادة محاطة بطبقات خارجية رفيعة من البيرولوزيت والمانجانيت. الأحزمة الخشنة تكون عادة أعرض، وتتكون من خيوط بللورية لا أيزوتروبيك وبليوكروييك بزيلوميلين «anisotropic and pleochroic»؛ الخيوط المتشعبة

تتراوح فى الطول من ٠,٢ إلى ٠,٣٥ مم (صورة ٦-٣). أحزمة الحبيبات الدقيقة تتكون غالبًا من أيزوتروبيك غروى أو بزيلوميلين غير متبلور. جدران الفجوات تتكون من ليمونيت غير متبلور تم إحلاله جزئيًا بالجوتيت: يأخذ الجانب المحدب لطبقات الليمونيت الغروى اتجاه معادن المنجنيز. بزيلوميلين يبدو وكأنه المعدن الأول الذى يترسب من مادة المنجنيز الهلامى، ثم أخيرًا يفقد ماءه ويتبلور كبيرولوزيت، أو نادرًا جدًا كمانجانيت. هذا المعدن الأخير إذا وجد يتغير جزئيا إلى بيرولوزيت والتى تتكون على هيئة بللورات منشورية أو على شكل مغزلى (قطره ٠,٤٥ مم) بشقوق مميزة عرضية؛ فى مرحلة متوسطة من التغيير قد يبدو ذا لون متوسط بين لون بيرولوزيت ولون المانجانيت. بزوليميلين وبيرولوزيت يمكن أيضًا أن يحلا محل جوتيت على محيط الحبيبة أو البللورية؛ فى مرحلة متقدمة من الإحلال مجموعات مستديرة من الجوتيت (أو الليمونيت) تبقى مدفونة فى حقل أوسع من معادن المنجنيز.

معادن الكبريتيدات (كالكوبيريت والبيريت) توجد على هيئة حبيبات دقيقة خلال الليمونيت أو فى مركز كتلة الجوتيت الشبه كروية. الحدود المشتركة المتعرجة والتزامل الجوهرى لكبريتيدات الحديد مع الليمونيت قد توضح العلاقة الجينية. فى جانب هذا الفرض، وجود الغنى النسبى من الكبريتيدات بالقرب من الجزء السفلى من تكوين الخام عند اتصاله بالصخر الرملى لتكوين البحرية وهو المعروف باحتوائه على كثير من البيريت الذى يكون النسيج بين حبيبات الكوارتز.

الباريت والكوارتز مازالا الشوائب المعدنية الأساسية، وتوجد بنفس الطريقة كما فى الخام المصمت الصلد. المواد الطينية يبدأ ظهورها فى هذا النوع من الخام وهى عموما تتحد مع الليمونيت. عمومًا، كمية صغيرة من الكالسيت نلاحظ ملئها الفجوات المقوسة فى العينات التى جمعت من المستوى الأعلى لكتلة الخام. كسور الحجر الجيرى الحفرى السيليسى توجد فى هيئة بريشيا؛ هذه الكسور احتمال حدوثها بواسطة الحركة خلال عملية تمعدن الحديد وتؤدى كقنوات لبدء إحلال العروق لكسور الحجر الجيرى والإحلال الجزئى للحفريات التى تحتويها.

٢- خام سهل التفتيت The Friable Ore

هذا النوع من الخام عادة ما يكون أصفر لامعًا ولكنه قد يتدرج إلى البنى الداكن أو حتى أسود (نتيجة الإثراء مكانيا من المنجنيز) مع أحيانًا مسحة من اللون الأزرق أو البنفسجى. الخام ناعم، سهل التفتيت ذو لمعان ترابى. معادن هذا الخام تتكون أساسًا من الجوتيت والليمونيت مع كميات صغيرة من الهيماتيت، وبعض معادن المنجنيز فى بعض الأماكن. يعتبر الجوتيت المكون السائد (٥٠ إلى ٨٠٪ من الخام) ويبنى مع الهيماتيت شبكة رقيقة مسافتها الداخلية مملوءة بالليمونيت. الصفات الضوئية واللون لليمونيت تختلف كنتيجة لتغيرات محتوى الماء وحجم الحبيبات (كوك ١٩٣٦). الطبيعة غير المتبلورة لليمونيت قد تحققت من اختبارات أشعة أكس.

معادن المنجنيز، عندما توجد، غالبًا ما تكوّن مسحوقًا أسود ترابيًا يملأ الفجوات. نظرًا 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 فهى أساسًا بيريت، والتى يمكن أن تكوّن حصوات كبيرة منتشرة. معدن الجلوكونيت هو الأكثر شيوعًا كمعدن شوائب، ونتج عن ذلك ازدياد قليل فى نسبة

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

٤- خام بيزوليتى (بازلانى) The Pisolitic Ore

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

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

بينما النوع الآخر يتكون بالإضافة، من أغلفة رقيقة من الهيماتيت واحتمال احتوائها على تداخلات من الجلوكونيت أو الكوارتز فى أغلفة الجونيت – ليمونيت.

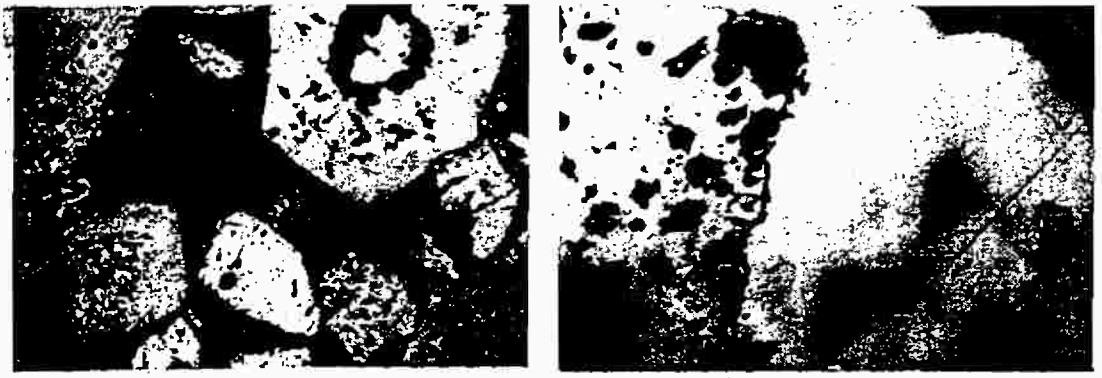
الأوليت الأصفر يتكون كلية من الجوتيت مع حافة خارجية من الليمونيت. ومن ناحية أخرى يتكون قليل من الأوليت كلية من الليمونيت. نواة الأوليت أو البيزوليت تكون من الكوارتز أو الجوتيت. مادة التماسك تتكون أساسًا من الكوارتز الحبيبى مع قليل من الجوتيت وبعض الهيماتيت.

فى المستوى الأعلى لكتلة الخام عند اتصاله مع تكوين قطرانى، يوجد البيزوليت أكثر تفلطحا، ولحد ما مشوه أو مقوس. عروق الهيماتيت والجوتيت تقطع خلال البيزوليت (صورة ٧-٢) أو تغزو بللورات الكوارتز مكونة كوبرى بين البتزوليت المتجاورة. بقع من الكالكوبيريت توجد غالبًا فى 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 عينتي للخام البيزوليتى (بسطا وحمزة عامر – ١٩٦٩)، أمكن الوصول إلى النتائج التالية:

صورة – ٦ : منطقة الجديدة



١- خام طبقى ذو فجوات: متكورات مستديرة (تقريبا) كائنة من النمو المتداخل للجوتيت والهيماتيت؛ تلاحظ وجود البللورات المعينى فى المسافات البينية. ضوء منعكس، غمر فى الزيت. X٥٠.

٢- ليبسيدو كروسيت (رمادى فاتح) يكسو تجويفات صغيرة داخلية عند سطح التلامس مع الهيماتيت (ابيض ومنقر)؛ حزام رفيع جدا من الجوتيت (رمادى داكن) يفصل المعدنين. ضوء منعكس، غمر فى الزيت. X١٥٠.

٣- نسيج غروى (يتكون من خطوط أو شرائط رقيقة) بمعادن المنجنيز؛ المنطقة الوسطى للشرائط الطويلة المشعة تتكون من البزيلُوميلين؛ المنطقة الخارجية تتكون من بَيْرُولوزيت (أبيض) شكل كائب بعد المانجنيت (رمادى داكن). ضوء منعكس، غمر فى الزيت. X٥٠.

صورة – ٧ : منطقة الجديدة

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

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

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

	خام مصمت صلد عينة تكنولوجية من G11 (محجوب وعامر)	خام طبقات ذو فجوات عينة تكنولوجية من I13 (محجوب وعامر)	خام سهل التفتيت عينة تكنولوجية من E2 (محجوب وعامر)	خام بيزوليتى عينة من بئر الحفر K6 (بسطا وحمزة عامر)	خام بيزوليتى عينة من بئر الحفر I6 (بسطا وحمزة عامر)
H_2O^-	٠,٣٠	٠,٦٠	٢,٠٠	٠,٣٧	٠,٢٦
$Si\ O_2$	١,٤٢	٢,٢٦	٦,٢٨	٧,٢٨	١٩,٥٤
Fe	٦١,٢٧	٥٨,٧٤	٥٠,٠٠	٥٥,٨٦	٤٩,٠٠
Mn	٠,٩٧	١,٥٨	٢,٢٥	٠,٣٦	٠,٠٧
L.O.Ig.	٥,٤٠	٩,٨٠	١٢,٣٠	١٠,٥٩	٩,٤٤
Cl^-	٠,٥٢	٠,٤٨	٠,٨٣	n.d.	n.d.
P	٠,٢٠	٠,١٦	٠,٢١	n.d.	n.d.
S	٠,٦٥	٠,٤٤	١,٣٥	n.d.	n.d.
H_2O^+	٤,٢٠	٨,٥٠	٩,٤٠	n.d.	n.d.
$Al_2\ O_3$	n.d.	n.d.	n.d.	Trace	Trace
Ca O	n.d.	n.d.	n.d.	٠,٣٦	٠,٢٩
Mg O	n.d.	n.d.	n.d.	Trace	Trace
$Ti\ O_2$	n.d.	n.d.	n.d.	Trace	Trace

١ – الخام المصمت الصلد يمثل أعلى نسبة خام يحتوى على نسبة حديد يتراوح من ٥٩,٥ إلى ٦٤٪ (حوالى ٦١٪ فى المتوسط). هذا النوع يحتوى على أقل من السيليكا (١-٢٪)، منجنيز (٠,٧ – ٢٪) وماء (٤ – ٦٪). الزيادة فى نسبة الحديد بالمقارنة بأنواع الخام الأخرى والنقص الاستثنائى فى كمية الماء تفسر حقيقة غالبية وجود الهيماتيت (بدلاً من الجوتيت أو الليمونيت) كمعدن خام حديد. نسبة الكلورين والكبريت (بالنسبة للملح والبريت على التوالى) أعلى قليلاً عما هى عليه فى الخامات الطبقية ذو فجوات ولكنها أقل قليلاً عما هى فى الخام سهل التفتيت.

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

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

٣- الخام سهل التفتيت ذو تركيب كيميائى يختلف بوضوح عن النوعين السابقين. نسبة الحديد فى هذا الخام أقل كثيرًا (يتراوح من ٤٥ إلى ٥٥٪) والمكونات الأخرى عمومًا أعلى: أكسيد السيليكا (٥ – ١٢٪)، الماء المركب (٨ – ٩.٥٪)، الكبريت (٠.٤ – ٢.٤٪)، والمنجنيز (١ – ٤٪). نسبة الألومنيوم فى هذا النوع من الخام أعلى كثيرًا أيضًا من أنواع الخام الأخرى تتراوح بين ٢.٠٠ و٥.٠٠٪. يفسر ذلك بالدرجة الأولى لوجود المواد الطينية وبصفة خاصة الجلوكرنيت. حقيقة أن هذا الخام السهل التفتيت يتكون أساسًا من الجوتيت والليمونيت غير المتبلور مع كميات صغيرة من معادن الطين واحتمال آثار من السيديريت تفسر ارتفاع الفاقد نسبيًا عند الاشتعال والسيليكا المرتفعة، والانخفاض المنطقى فى نسبة الحديد.

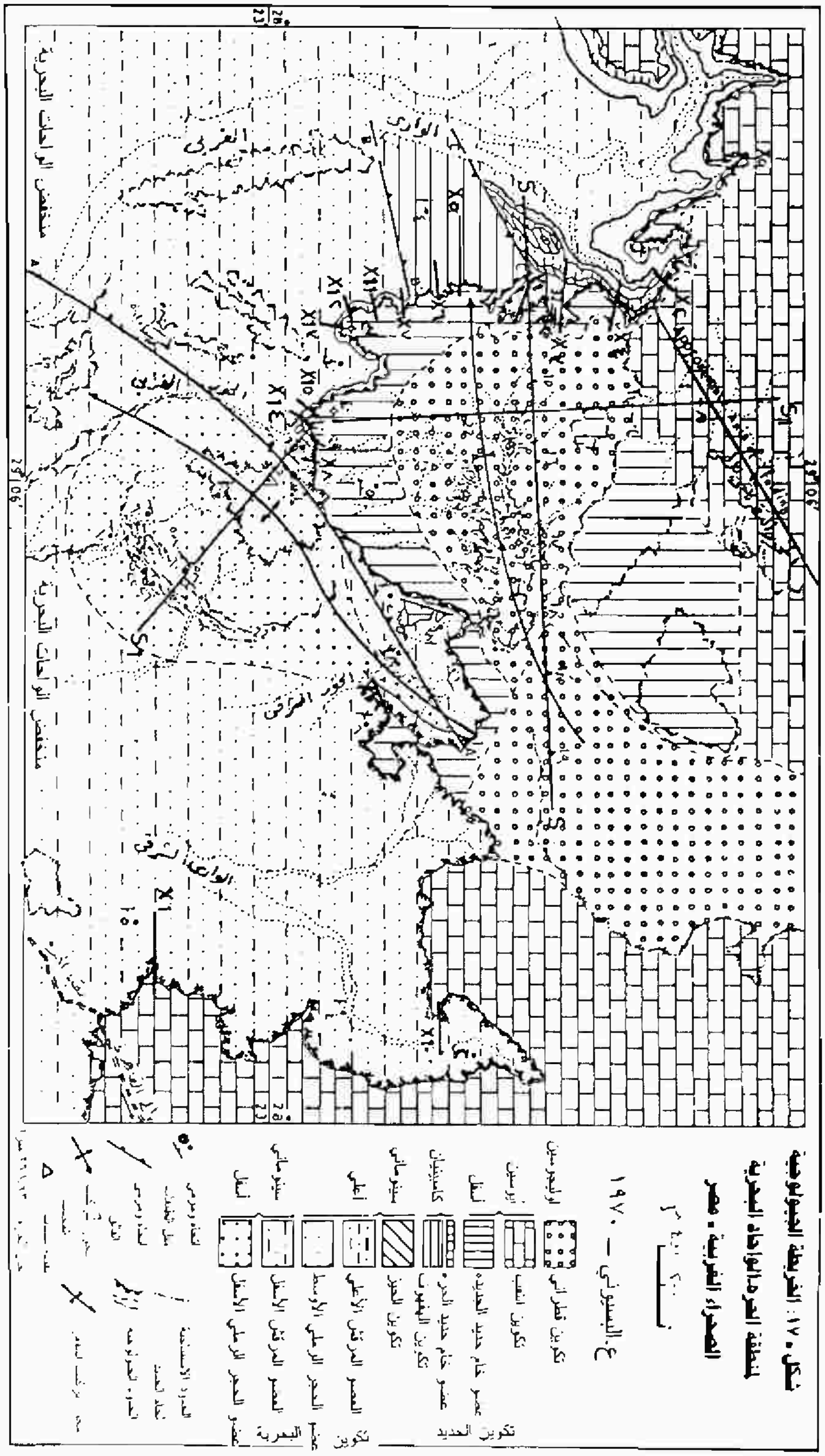
٤- خام البيزوليت، تركيبه الكيميائى يظهر فى الجدول (العمودين الآخيرين). تركيب الخامات البيزوليتية يتميز بنسبة عالية من السيليكا على نحو استثنائى تصل ١٩.٥٪. يرجع هذا أساسًا إلى وجود الكوارتز فى مادة النسيج بين البيزوليتات بالإضافة إلى وجودها فى البيزوليت نفسه. الفاقد بالحريق مرتفع نسبيا (حوالى ١٠٪ فى المتوسط)، ونسبة الحديد تتراوح من ٤٩ إلى ٥٠٪. معادن الخام عبارة عن جوتيت، ليمونيت وكمية ثانوية من الهيماتيت. العناصر الأخرى (شاملا المنجنيز) توجد إما بكميات ثانوية صغيرة جدًا أو آثار.

منطقة الحرَّه

موقع وطبوغرافية منطقة الحرَّه

تمثل منطقة الحره جزءًا 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 عمومًا فيما عدا جبل الحره البارز الارتفاع ٢٦٨.٩٣ مترا فوق منسوب سطح البحر، والمطل على منخفض البحرية. الجزء الجنوبى للمنطقة جنوب جبل الحره يعتبر الامتداد الطبيعى لمنخفض البحرية نحو الشمال الشرقى. الامتداد الشمالى لمنطقة الحره أعلى نسبيا من الجزء الأوسط. الحائط الشمالى الشرقى لمنخفض البحرية فى منطقة الحره يمتد بشكل منتظم ما عدا خلجان الحره، وهى الوادى الشرقى والوادى الغربى وأخاديدها. يخترق الجزء الأوسط للمنطقة وادى كثير التفرع ممتدا من الغرب على سطح هضبة الحره متجها شرقا حيث يزداد عمقا – حوالى ٢٥ مترا – حيث يصب ماءه فى الأخدود الشرقى (شكل – ١٧). كما توجد منطقة مستوية من ترسيبات الطمى «mud pan» شمال شرق الوادى المتوسط للمنطقة، يحدها شرقا الهضبة الجيرية ذات طبوغرافية غير مستوية، تتميز بوجود عدد من التلال المخروطية حتى خط طول منطقة الجديدة.



شكل ١٧ : الخريطة الجيولوجية لمنطقة الحره-الواحات البحرية الصحراء الغربية - مصر

جيولوجية منطقة الحره (شكل – ١٧)

استراتيجرافية مكاشف وحدات الصخور

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

فيما يلى موجز وصف هذه التكاوين لتتبع استراتيجرافية المنطقة وعلاقتها بالوضع الاستراتيجرافى لخام الحديد:

١- تكوين البحرية:

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

أول تسجيل لوجود صخور السينومانى فى الواحات البحرية كان بعد تعريف مجموعة الحفريات التى جمعها بيدنل 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 رفيعة حديدية جامدة ذات اللون البنى الغامق، وتتبادل مع طفلة رملية وطين، تتنامى عبر كثير من التدرج. بعض صخور الحجر الرملى فى منطقة الحره كما يلى: (البسيونى – ١٩٧٠، شكل -٤)

مَيْكِيَّة، والطين عادة ما يكون مِلْحِيًّا وأحيانًا جِبْسِيًّا.

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

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

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

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

رغم كون هذا التكوين غير حفرى، إلا أنه توجد بعض البقايا العضوية فى طبقات حديدية وبصفة خاصة فى طبقات الحجر الرملى الحديدى على هيئة كتل متحجرة حديدية « ferruginous concreationary sandstone»، ومن أنواع الحفريات المعروفة «إكسُوجَايرَا - Exogyra» والتى تكثر وتتجمع فى بعض الطبقات، كما توجد عظام وفقاريات الدينوصورات والسلحفاة، 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 الرملى الأسفل (سمكه = ١١٣ مترا).

٢ – العضو المرقش الأسفل (سمكه = ٦٦ , ١٤٣ مترا).

٣ – عضو الحجر الرملى الأوسط (سمكه = ٢٥ مترا).

٤ – العضو المرقش الأعلى (سمكه = ٢١ , ٢٢ مترا).

وفيما يلى موجز لصخور هذه الوحدات:

١- عضو الحجر الرملى الأسفل

Lower Sandstone Member

هذا العضو يكوّن أقدم الطبقات فى تكوين البحرية، ويعلوه العضو المرقش الأسفل متعدد الألوان. يظهر مكشف هذا العضو بجبل الحره تحت نقطة المثلثات ٩٣ , ٢٦٨ مترا، والتى تشغل قمة التركيب المحدب لجبل الحره.

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

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

يتكون عضو كتلة الحجر الرملى هذا من حجر رملى كاذب الطبقى، 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 الرملى سهل التفتت، وكذلك عدسات الحجر الرملى الأرجوانى. كما توجد جيوب بيضاء من الباريت. مع ملاحظة أن طبقات الصخور الرملية والرمل الطينى الموجود على هيئة شكل المروحة على وجه الجبل تعتبر الطبقات الأحدث لهذا العضو. المظهر العام لتكوين وسحنة عضو كتلة الصخر الرملى يوحى بترسيب هذا العضو فى مصب الأنهار.

٢- العضو المرقش الأسفل

Lower Variegated Member

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

هذا العضو يتكون من مجموعة من الرمل والحجر الرملى الحديدى، الطفلة والطين الرملى. 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 حفرية.

القطاع المثالى للطبقات السفلى لهذا العضو تنكشف عند نتوء الهضبة بالخور الشرقى بالموقع X_{12} (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 مترا عبارة عن تبادلات من الطين الرملى والحجر الرملى، بعض النطاقات الرملية دقيقة الحبيبات والأخرى خشنة وسهلة التفتيت، والجزء العلوى من الطبقة السفلى عبارة عن رمال بيضاء. هذه الطبقة السفلى يمكن اعتبارها امتدادًا للطبقات العليا من عضو الحجر الرملى نتيجة لتغيير بيئة الترسيب.

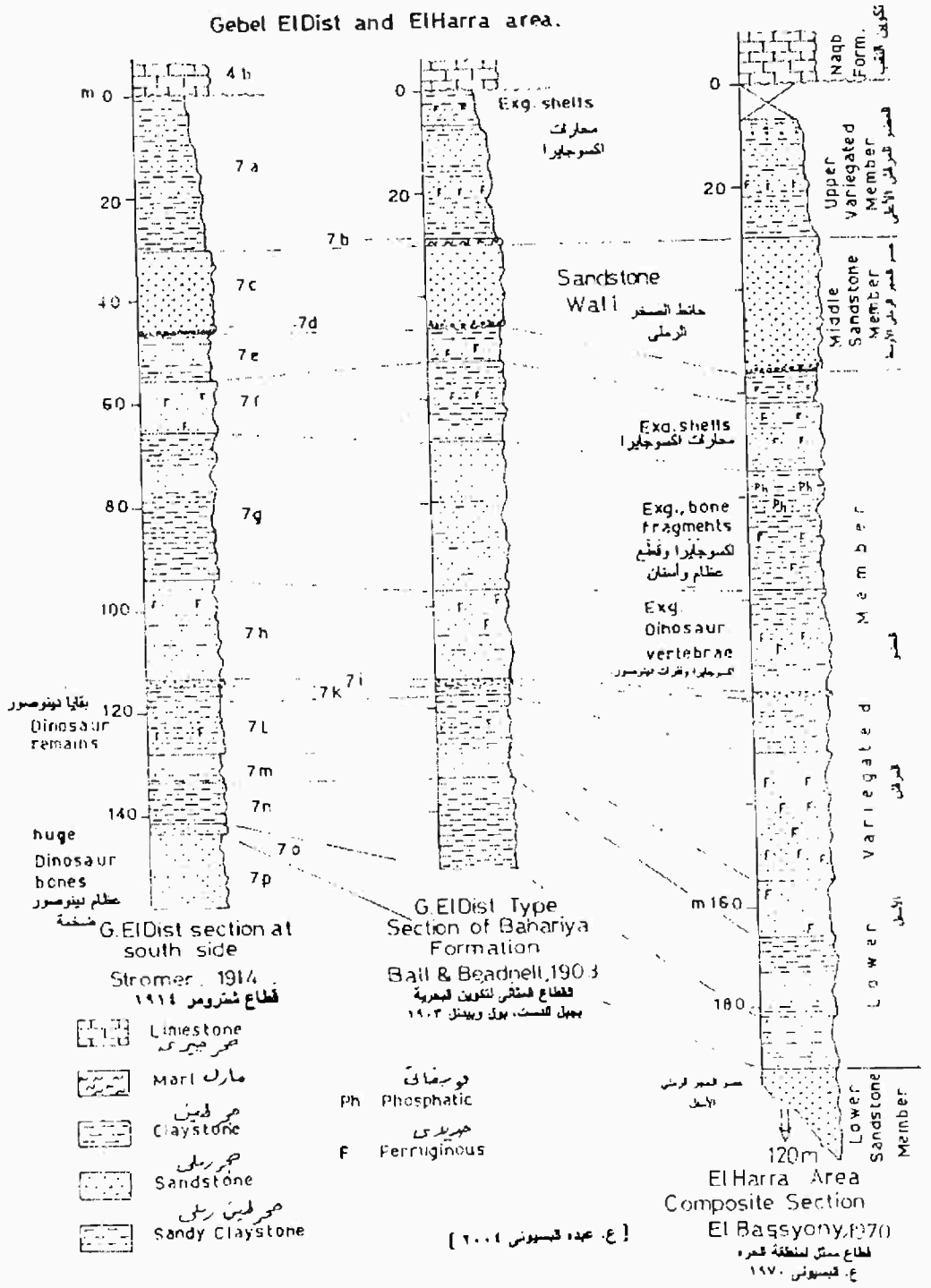
على امتداد الحائط الغربى نحو الشمال تنكشف الطبقات العليا لهذا العضو بسمك قليل حوالى ٦ – ٨ أمتار، بها حفرية *Ostrea conica* ونطاقات رفيعة بها عظام عند قاع الوادى.

خير مكشف للطبقات العليا لهذا العضو يوجد غرب نقب الحره (X_1، شكل – ١٧). هذه الطبقات العليا تتكون من تبادلات طبقات الحجر الرملى والطين الرملى ذات الألوان المختلفة تتخله نطاقات من الحديد، والنطاقات الحديدية الحاملة للمحارات مثل: *Cardita* sp. *Ostrea isidis, O. suborbiculata, O. conica* وقطع من العظم، أسنان القرش، وحفريات أخرى غير جيدة الحفظ. فى الوسط 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 والباقى مازال بالطبقة بالقطاع X_1 . هذه الطبقة العظمية احتمال تكافئ طبقة شترومر رقم «7L» فى قطاع الدست (انظر شترومر شكل –١٨).

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

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

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



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

٣- عضو الحجر الرملى الأوسط

Middle Sandstone Member

هذا العضو يتمثل فى نطاق يتوسط النصف الشمالى من حائط منخفض البحرية المحيط بها. وهو يتكون من صخور رملية – لا توجد بها حفريات – أبيض إلى رمادى، أصفر اللون على سطح التعرية، ناعم الحبيبات، سهل التفتيت، متقاطع التطابق ومتشقق. قد توجد قطع الطين الرقيقة. عند القاع – أحيانًا – توجد طبقة رفيعة من الرمل الجلوكونيتى خضراء اللون إلى اللون الداكن سهلة التفتيت إلى سفياء، بها عقد صغيرة من الكوارتزيت.

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

هذا العضو يتراوح فى السمك بين ٧ أمتار إلى ٢٥ مترًا. وهو فى الحره يتساوى وطبقة شترومر رقم «7c» بجبل الدست؛ حيث يصل سمكه ١٠-١٥ مترًا. هذا الحائط الصخرى يمكن رؤيته لمسافة كبيرة حول منخفض البحرية ولكنه لا يوجد فى جبل القصعة.

انتهى لبلنج (١٩١٩) إلى أن طبقة شترومر «7C» ترسبت فى مياه الأنهار حيث وجود التطابق الكاذب فى هذا العضو يشير إلى الترسيب فى 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 الرملى الأوسط أفقيًا. فى بعض الأماكن زاوية ميل الطبقات العليا للعضو المرقش الأسفل تصل ٦° جنوب شرق، بينما فاصل قاع عضو الصخر الرملى الأوسط يصل ٤° جنوب شرق، ولكن هذه نتيجة لقربها من الفالق 'CC فى شمال الحافة الغربية لمنطقة الحره. وعلى كل حال، فإن عدم التطابق الزاوى «angular unconformity» يمكن تتبعه بوضوح شمال حافة الهضبة الغربية لمنطقة الحره على امتداد جانبى خور الموقع X2 (شكل - ١٧)، حيث يعلو العضو الأوسط – بعدم تطابق – الطبقات المائلة للعضو المرقش الأسفل.

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

صورة ـ ٨ : طبقة كونجلومرات عند قاع عضو الصخر الرملى الأوسط لتكوين البحرية، تنقسم هنا إلى طبقتين بينهما سبلت وطين رملى. حصوات خام الحديد تظهر فى الطبقة الأسفل الرفيعة. القضبان الرأسية لصخر الحديد (أنابيب حديد) ذات التركيب منحد المركز تظهر فى الطبقة الأعلى.

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

٤- العضو المرقش العلوى

Upper Variegated Member

هذا العضو يمثل عضو القمة فى 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 الرملى الأوسط، كما يتضح ذلك فى أعالى الوادى الغربى وغرب الموقع X9 (شكل – ١٧).

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

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

وبمقارنة هذا العضو فى منطقة الحره مع قطاعه المثالى فى جبل الدست، فإننا نلاحظ هنا الاختفاء الكامل فى منطقة الحرة 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 فى منطقة الحره بعد ترسيبها – أو أنها كانت متذبذبة بين الارتفاع والانخفاض وقت كانت تترسب فى منطقة الدست باستقرار نوعا ما. وهذا يفسر وجود الكونجلوميرات متخللة الطبقات فى المستوى الأعلى لهذا العضو فى منطقة الحره.

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

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

رملية تعلوها طبقة من الكونجلوميرات بسمك ٩ , ١ مترا. فى اتجاه الغرب من هذا الموقع الأخير تم تعرية العضو المرقش الأعلى تمامًا حيث تعلو صخور الحجر الجيرى 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 فى بيئة نهرية 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 فى منطقة الجديدة، وكذلك المنخفض على امتداد غاطس محدب البحرية على الهضبة الشمالية الشرقية بين منطقتى غرابى والحره. طبقة الكونجلوميرات فى الحرة المكافئة لطبقة شترومر 7d (شكل – ١٨) فى جبل الدست، عند تلامس قاع العضو الرملى الأوسط وصفاتها غير المستديرة تؤكد وجود فترة توقف زمنية فى الترسيب. هذا التوقف يفصل بين البيئة النهربحرية والتى ترسب خلالها العضو المرقش الأسفل من بيئة الترسيب دلتا النهر لعضو الصخر الرملى الأوسط غير الحفرى. وهذا ما دعى المؤلف (١٩٧٠) لتقسيم تكوين البحرية فى منطقة الحره 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.
- الوحدة العليا تمثل الجزء العلوى من حائط الواحة المحيط بها. وتتكون من العضوين الأعليين، هما: عضو الصخر الرملى الأوسط غير الحفرى والعضو المرقش الأعلى.

أثرت بشدة عوامل التعرية فى 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 محدب، بحيث يميل بعيدًا عن قمة التركيب، كما هو موجود على الجانب الشمالى لمحدب عضو الصخر الرملى الأسفل بمنطقة الحره (محدب جبل الحره، شكل –١٧). لذلك لا يوجد قطاع كامل يمثل تكوين البحرية فى موقع واحد فى شمال شرق الواحات البحرية كما هو موجود فى جبل الدست.

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

درس بلانكنهورن (١٩٠٣) الحفريات التى 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 وبيدنل (١٩٠٣) بجبل الدست، حيث أشار إلى وجود

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

فى جميع الحالات، طبقة شترومر 7d هى طبقة كونجلوميرات، تقسم تكوين البحرية إلى وحدتين سفلى وعلوى. الطين الطفلى العلوى ذو السمك ٧.٤ مترا والذى به الطبقات الحديدية الحاوية على محار الإكسوجايرا فى جبل الدست، لا توجد فى رسوبيات العضو المرقش الأعلى بمنطقة الحره. وقد يعزى ذلك إلى: إما أن الطبقات العليا (٧.٤ مترا) 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 تترسب فى منطقة الدست باستقرار نوعا ما. ويتضح ذلك من وجود الكونجلوميرات متخللة طبقات المستوى الأعلى للعضو المرقش الأعلى فى الحره.

شترومر (١٩١٤) ناقش العمر الذى أعطى لهذا التكوين بمعرفة بول وبيدنل (١٩٠٣، unit-7) أو ما يكافؤها تكوين البحرية. لقد وافق شترومر على العمر سينومانى، والذى تم تحديده بمعرفة بلانكنهورن بعد تعريفه للحفريات التى جمعت بمعرفة بيدنل (١٩٠٢) ولكنه يرى أن *Ostrea* cfr. Delgadoi and *Protocardia miles* تشير إلى مستوى أعمق، كما وأن Ostrea Conica موجودة حاليًا فى التربة الصلصالية الإنجليزية «in the English Gault».

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

شترومر قارن تكوين البحرية بالطبقات فى البرتغال والتى 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) نَصَّا على أن جزءًا من السينومانى الموجودة فى مصر يلى مباشرة صخور الرمل النوبى. لقد قدما جداول مقارنة للحفريات فى قطاعات

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 «وادى عسكر البحرى»، هيوم ١٩١١ «وادى حواشية، وادى قنا»، لافيت ١٩٣٩ «باتنا، أريز – أوريز، الجزائر). مصاحبًا لهاتين الحفريتين وجدا دائمًا – أى عوض وفوزى – هذه الحفريات: *Heterodiadema libycum* Desor & *Hemiaster pseudaforneli* Peron & Gauthie

هذه الحفريات تبدو ممثلة لمستوى معين فى السينومانى (المستوى رقم ٣ قطاع المنشرح ومكافؤه العضو المرقش الأعلى بالبحرية). هذا المستوى أُعْطِىَ أعمارا مختلفة بواسطة كتاب مختلفين. ومع ذلك طبقا للافيت، فهو ينتمى إلى السينومانى الأعلى وعوض وفوزى على اتفاق تام معه.

عوض وفوزى، وصفا *Ostrea rouvillei* مع *Neolobites* ، وطبقًا لنتائجهما، هاتين الحفريتين تنتميان للسينومانى الأعلى. ومن ناحية أخرى Ostrea rouvillei والتى جمعت بمعرفة شترومر، مركجراف «Marckgraf»، والمؤلف، وجدت فى طبقات تتخلل الطبقات الحاملة لبقايا الديناصور، والتى تنتمى إلى السينومانى الأسفل.

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

جدول مقارنة الحفريات (٢٢)

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

المصدر: البسيونى ١٩٧٠.

جدول مقارنة الحفريات (٢٣)

المنطقة	أعضاء تكوين البحرية		السمك «م»	الحفريات التى تم تعريفها من تكوين البحرية	العمر بمعرفة المؤلفين السابقين	العمر المقترح بمعرفة المؤلف (١٩٧٠-٢٠٠٤)
منطقة الحره الواحات البحرية شكل -١٨. البسيونى ١٩٧٠-٢٠٠٤	الوحدة العليا	العضو المرقش الأعلى	٢٢	طين وطين رملى مع أحزمة حديدية جامدة	بلانكنهورن (١٩٠٣)، بول وبيدنل (١٩٠٣)، شترومر (١٩١٤)	سينومانى أعلى
		عضو الحجر الرملى الأوسط	٢٥	حائط من الصخر الرملى، أصفر، ناعم الحبيبات، ذو تطابق كاذب.		
			٠,٢٥	حزام حديدى من البريشيا بنى داكن، رملى، مع كسر عظام وبقايا نبات:	سينومانى أسفل	
	الوحدة السفلى	العضو المرقش الأسفل		عدم تطابق محارات الإكسوجايرا، Ostrea conica, O. isidis, O. suborbiculata, O. deletrei, Plicatula, Nyiadina, O. rouvillei, O. delgadoi, Venus reynesi, Corbula, Cyprena sp., Cardium sp., Isocardium sp., Cerithium sp., Dinasaur? Vertebrae, shark- teeth & plant remains		سينومانى أسفل

المصدر: البسيونى ١٩٧٠.

جدول مقارنة الحفريات (٢٤)

المنطقة	أعضاء تكوين البحرية		السمك «م»	الحفريات التى تم تعريفها من تكوين البحرية	العمر بمعرفة المؤلفين السابقين	العمر المقترح بمعرفة المؤلف (١٩٧٠-٢٠٠٤)
بول وبيدنل (١٩٠٣)، شترومر (١٩١٤) قطاع الدست - الواحات البحرية شكل ١٨-	الوحدة العليا	العضو المرقش الأعلى	٧.٤	*Cucullaea sp., Arca* sp., *Exogyra flabellata, E. mermeti, Venus (Artemis?) Odostomopsis abeihensis, Natica* sp., *Baculites (Syriacus?)* & *Neolobites vibrayeanus.*	بلانكنهورن (١٩٠٣)، بول ديبدنل (١٩٠٣)، شترومر (١٩١٤) سينومانى أسفل	سينومانى أعلى
			٢١	طفلة وصخر رملى سهل التفتت، مع أحزمة حديدية جامدة		
		عضو الحجر الرملى الأوسط	١٥	حائط صخر رملى ذو تطابق كاذب، ناعم الحبيبات، أصفر.		
			٠.٢٠	بريشيا جامدة صفراء - بنية، مع كسر عظام وأسنان سمك.		
	الوحدة السفلى	العضو المرقش الأسفل	٧٧ ±	*Exogyra silica, Exogyra sp., ostrea delgadoi, O. rouvillei*		سينومانى أسفل
			٤٩ ±	*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.		

المصدر: البسيونى ١٩٧٠.

بليونتولوچيا ، أمكن تقسيم تكوين البحرية إلى عدد من النطاقات الحاملة للحفريات. بعض هذه النطاقات تبدو وكأنها ممتدة لمساحات شاسعة. وفيما يلى هذه النطاقات من أعلى إلى أسفل:

Ostrea africana & *Neololoites* zone

Ostrea isidis zone

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 منصفا لم توجد محاولة من قبل لتقسيم تكوين البحرية إلى نطاقات حفرية. ومع ذلك، عوض وفوزى (١٩٥٦) قسما 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 ليثولوجيا، تبدو ذات مغزى إقليميا: 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 مترا، 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 والتى حدد شترومر وويلز (١٩٣٠) عمرها كامبينيان. ومن ناحية أخرى، يمكن أن يطبق هذا التقسيم إقليميا بالنسبة لترسيبات النهر بحرى لصخور الحجر الرملى والطفلة، والتى 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 أُعطِىَ عموما 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 للواحات البحرية.

وفى دراسة تفصيلية للمؤلف (١٩٧٠، ١٩٧٨)، ثبت وجود تكوين الحيز فى شمال شرق الواحات البحرية، وكذلك توجد طبقة الحيز فى هضبة الجدافى – جنوب شرق جبل غرابى. على هضبة الجرافى يوجد فالقان بينهما مرتفع «Horst » حيث توجد طبقة الحديد تمتد على السطح فوق طبقة حجر جيرى على كلا جانبى المرتفع «Horst» تنتمى إلى تكوين الحيز (صورة – ٩). وهى تمتد شمالا 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). ليثولوجيا 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 يكوّن مستوى معلميًا ممتازًا، استخدمه هرمينا وآخرون (١٩٥٧) كطبقة مرجعية – بمسافات صحيحة محسوبة – لتوقيعها على الخريطة الكنتورية التركيبية للواحات البحرية – حينما لا توجد فى الحائط

الشمالى الشرقى. سمك القطاع بمنطقة الحره ٧.٣ مترًا فى موقع القطاع X3 (شكل – ١٧). فى هذا القطاع، هذا التكوين يعلوه – بعدم تطابق – الصخر الرملى الكلسى لتكوين الهفهوف.

طبقة الحجر الجيرى البنية الصلدة تمثل العضو الأسفل لتكوين الحيز، وهى تقابل العضو الأسفل (حجر جيرى) لوحدة لبول وبيدنل رقم ٦- (Unit-6)، وهى التى استخدمها هرمينا وآخرون كطبقة مرشدة ممتازة لرسم الخريطة الكتنورية التركيبية للواحات البحرية (شركة صحارى للبترول – هرمينا وآخرون ١٩٥٧).

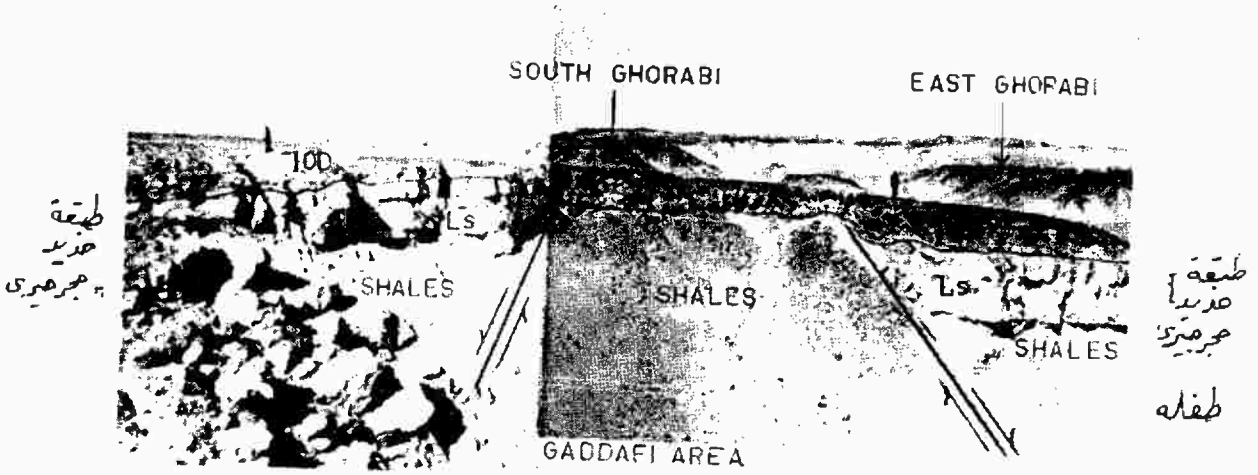
هذا التكوين يغطى شريطًا ضيقًا بالجزء الشمالى من الحائط الغربى لمنطقة الحره (شكل – ١٧) وهو يعلو – متطابقا مع – تكوين البحرية . يؤيد ذلك فرانك (١٩٨٢) حيث أشار إلى التغيير فى حالات البحر المهيمنة، ظهرت أولاً بترسيب الحجر الجيرى الحديدى – قليل السمك – ذو الحطاميات الإحيائية، واكتملت هيمنة البحر هذه فى السينومانى 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 الجيرى للحيز على جانبى المرتفع «Horst» يعلوه طبقة حديد هى امتداد خام الحديد فى جبل غرابى، مع امتداد طبقة الحيز هذه شمالا حتى نقب غرابى أسفل طبقة الحديد.

وفى منطقة الحره حفظ تكوين الحيز كمسحوب الفالق «drag» على مقذوف الجانب إلى الشمال من الفالق 'CC (شكل – ١٧)، ونتج عن ذلك ميل طبقات الحجر الجيرى للحيز ٢٠° جنوب شرق. على مقذوف الجانب إلى أعلى ثم تعرية تكوين الحيز تمامًا: أساسًا بالتحات ما قبل الكامبينيان على الجانب الجنوبى للفالق 'BB (صورة – ١٠) حيث يعلو تكوين الهفهوف – بعدم تطابق – العضو المرقش الأسفل، وأيضًا بالتحات ما قبل الإيوسين على الجانب الشمالى للفالق 'CC ، حيث عضو خام الحديد للإيوسين يعلو – بعدم تطابق – تكوين الهفهوف ثم تكوين الحيز، وأخيرًا العضو المرقش الأعلى إلى الشمال والشمال الغربى.

سمك العضو الحطامى الأعلى لتكوين الحيز فى الموقع X3 (شكل – ١٧) يساوى ٥ أمتار، بينما يصل إلى ٣.٧ مترًا فى الموقع X4 . فى اتجاه الشمال نجد التحات أشد حيث يصل السمك حوالى ٠.٥ مترا، وأخيرًا يعلو عضو الحديد طبقة الحجر الجيرى السفلى لتكوين الحيز ١.٦ مترا. فى هذا الجزء، نجد الحجر الجيرى 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 الجيرى إلى بللورات كبيرة من الكالسيت، ذات اللون البنى الداكن. ظاهرة الارتشاح هذه – من حيث زيادة نسبة الحديد وإعادة البلورة – لطبقة الحجر الجيرى من تكوين الحيز، تقل كلما بعدنا عن مستوى التطابق مع طبقة خام الحديد.

من الملاحظ أن المشاهدات الحقلية ورسم الخرائط لمنطقة الحره أظهرا تأثير الفالق 'CC فقط على تكوينى الحيز والبحرية، بينما تكوين الهفهوف الذى يعلوهما استمرت طبقاته دون أى إزاحة ظاهرة إلى الشمال فى منطقة الموقع X3.



صـــورة –٩ : منطقة الجدافى – عضو خام حديد الجديدة يعلو بعـــدم تطابـــق الحجر الجيرى لتكوين الحيز على جانبى النتق "Horst". الطبقات العليا للنتق تمت تعريتها.

هذا الفالق 'CC والفالق 'BB أظهرا فاصلًا زمنيًا كبيرًا من التعرية بين تكوين الحيز وتكوين الهفهوف فوقه. فعلى مقذوف الجانب الأعلى للفالق 'BB ليس فقط تم تعرية وكشط تمامًا تكوين الحيز، بل أيضًا تم تعرية العضو الأوسط والأعلى من تكوين البحرية (أى جميع رسوبيات عصر السينومانى الأعلى قد تم كشطها تمامًا).

تكوين الحيز فى منطقة الحره غير حفرى بالمقارنة مع القطاع المثالى للحيز فى جبل التبنية. لقد وجد المؤلف (١٩٧٠) الطبقة الحفرية لهذا التكوين فى العضو الأوسط غالبا وفى طبقة الحجر الرملى الكلسية «grits»، بينما عضو الحجر الجيرى البنى فى القطاع المثالى غير حفرية مثلما هو موجود فى منطقة الحره. من دراسة حفريات القطاع المثالى، فإنه يمكن القول أن عمر هذا التكوين ينتمى إلى السينومانى الأعلى. وطبقا لوضع تكوين الحيز متطابقًا مع العضو المرقش الأعلى للسينومانى الأعلى، فقد أعطى المؤلف هذا التكوين نفس العمر – سينومانى أعلى.

من الإيضاحات التى تم الحصول عليها فى منطقة الحره من حيث وجود الكونجلوميرات المتخللة للعضو المرقش الأعلى أثبتت عدم استقرار بحر السينومانى الأعلى. لقد أصبح غمر البحر أكثر نحو نهاية السينومانى الأعلى، حيث يشير انتشار طبقات الحجر الجيرى إلى وجود مياه عميقة، عما كانت عليه الرسوبيات الحطامية تحتها. فالبيئة البحرية للعضو المرقش الأعلى لتكوين البحرية فى منطقة الحره قد تخللها ارتفاعات خفيفة لقاع البحر نتج عنها وجود الكونجلوميرات المتخلل للطبقات العليا وحتى أنه أدى إلى غياب طبقات الإكسوجايرا «Exogyrabeds» ذات السمك ٧.٤ مترا فى قطاع بول وبيدنل بجبل الدست (انظر جدول مقارنة الحفريات رقم ٢٢-٢٤).

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

٣- تكوين الهفهوف

هذا التكوين عبارة عن تتابعات من طبقات الحجر الجيرى السيليسى الصلد مع تبادلات من طبقات الصخر الرملى والطينة الرملية، يعلو – بعدم تطابق – تكوين الحيز. لقد سمى هذا التكوين نسبة إلى إسم جبل الهفهوف فى وسط منخفض البحرية، حيث يوجد القطاع المثالى لهذا التكوين فى جنوب جبل الهفهوف. كما يوجد قطاع جيد لتكوين الهفهوف فى الطرف الجنوبى للمنخفض.

فى دراسة تفصيلية لمنطقة الحره فى شمال شرق الواحات البحرية، سجل المؤلف (١٩٧٠) وجود تكوين الهفهوف فى الحائط الشمالى الشرقى لواحة البحرية، كما لاحظ وجود خام الحديد مكونا جزءًا من تكوين الهفهوف فى منطقة الحره – كما سنرى – فيما بعد.

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

قمة القطاع: خام حديد – عضو حديد الجديدة الإيوسينى	السمك – متر
٨- طينة؛ مصفرة، أعيد ترسيبها مع كتل متحجرة من أكاسيد الحديد. وهى تعتبر كطبقة كونجلوميرات	٠,٢٥
٧- خام جوتيت؛ جامد صلد، بنى مصفر إلى أسود، سطح التلامس الأسفل مع الطفلة واضح بجلاء	١,٥٠
٦- طفلة؛ متعددة الألوان وبصفة خاصة فى جزئها العلوى.	١٠,٥٠
٥ – حجر رملى جيرى؛ أصفر متماسك، خفيف الوزن، حفرى (حيد)[1]	٢,٦٠
٤ – طين؛ رملية، مخضرة	٠,٩٥
٣- خام جيوتيتى؛ صلد، مكسر، رملى، بنى (حيد)[1]	١,٠
٢ – تبادلات من الصخر الرملى والطينة الرملية، مرقشة فى أجزائها العليا	٨,٥٠
١- صخر رمل؛ أصفر باهت، متوسط الحبيبات، سهل التفتت ومتقاطع الطبقات	٢,٠+
القاع غير مكشوف	

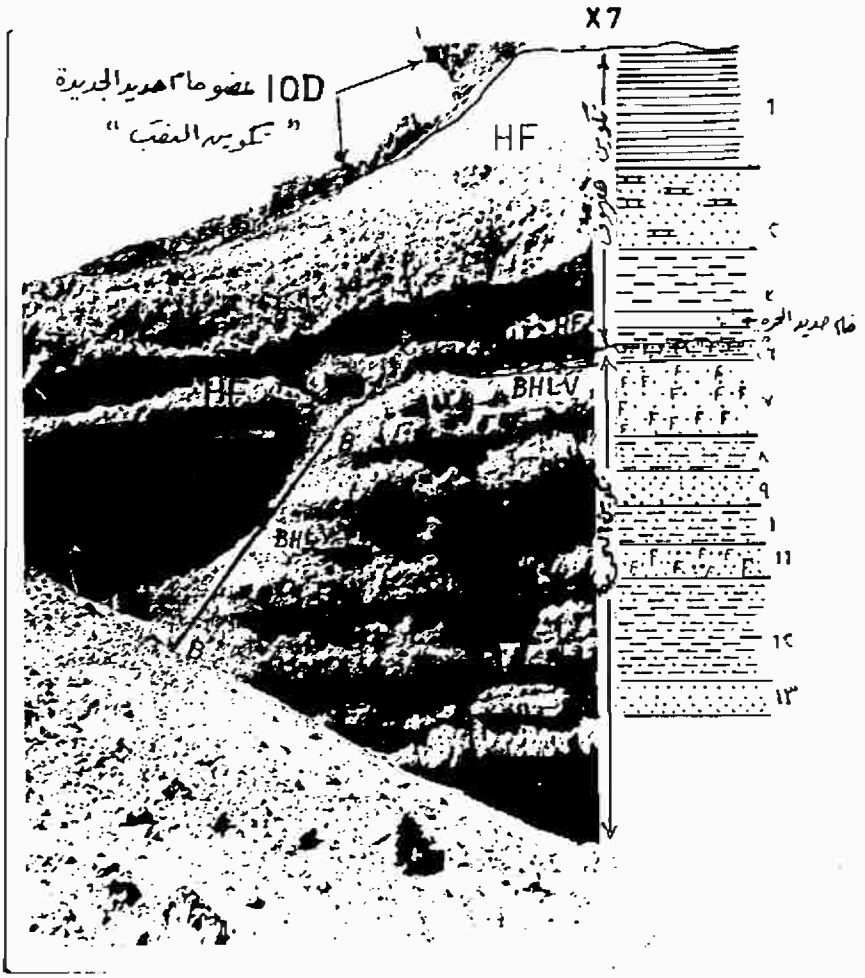
من القطاع المثالى عاليه، أمكن تقسيم تكوين الهفهوف فى منطقة الحره إلى عضوين:

- **العضو الأسفل**: (طبقات ١ و ٢) يتميز تكوين الهفهوف بمنطقة الحره بوجود الصخر الرملى ذى اللون الأصفر البرتقالى الباهت، متقاطع الطبقات، يتخلله طبقات متعددة الألوان من الرمل والطينة الرملية. أكبر سمك له - ٥ , ١٠ مترا. الصخر الرملى المرقش والطينة الرملية يمكن تتبعها لمسافة ٥٠٠ مترا بين الفالقين 'BB – 'CC . طبقة الطين الرملية العليا تعلو تكوين البحرية جنوبا (الموقع X_7). كما تعلو تكوين الحيز فى الشمال (الموقع X_3)، (الشكل – ١٧). عند مستوى الفالق 'BB جنوبا، فإنه يمكن التفريق بجلاء بين طبقة الطين الخضراء لتكوين الهفهوف، والتى تعلو – بعدم تطابق – طبقة الطين الرملية لتكوين البحرية ذات اللون الأبيض. (صورة – ١٠).

- **العضو الأعلى**: لتكوين الهفهوف (طبقات ٣- ٨)؛ يتكون أساسًا من صخر رملى جيرى، بنى خفيف الوزن، به بقع حديد مميزة وطبقات من أكسيد الحديد البنى الداكن، مع طفلة بينها وأساسا فى الجزء العلوى. هذا العضو الأعلى لتكوين الهفهوف بالحره، أطلق عليه المؤلف (١٩٧٠) عضو خام حديد الحره. يمتد مكشف هذا العضو الأعلى حوالى ٥ , ٢كم، ويتكون من جرفين بارزين أو اثنين من الحيد[1] مع تداخلات من الطين والطفلة ذات الألوان المختلفة فى الجزء العلوى. السمك الكلى لهذا العضو فى القطاع المثالى بمنطقة الحره ٨ , ١٦ مترا. الحيدان المميزان عبارة عن طبقة (أو حيد) سفلى (رقم ٣)[2] من خام الحديد، رملية باتجاه الشمال (سمك ٤٠ سم – ٢١٥ سم)؛ وطبقة عليا (أو حيد علوى) من صخر رملى جيرى (رقم ٥)، بتداخلات من الطين. سمك تداخلات الطين يتراوح من ٦٠ سم إلى ٩٥ سم:

(١) الحيد هو ما نتأ أو برز من الجبل.

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



صـــورة –١٠ : مـــنطقة الحـــرة – الوضع الجيولوجى لتكوين الهفهـوف (HF) يعلو بعدم تطابق زاوى العضو المرقش الأسفل لتكوين البحرية (BHLV). عضو خام حديد الجديدة (IOD) يرى عند قمة الصورة.

تكـــوين الهفهوف: ١- طفلة متعددة الألوان، ٢- صخر رملى جيـــرى مكونا "حيد"، ٣- طين مخضر اللون، ٤- جوتيت بنى اللون مكونا "حيد"، ٥- طين أخضر اللون.

تكوين البحرية: ٦- طيـــن رملى يميل إلى اللون الأبيـــــض، ٧- طـــبقة مغرة ذات اللون بنى إلى أحمر، ٨- طين رملى مع رمـــل أبيض، ٩- صخر رملى حديدى، ١٠- طين رمـــــلى، ١١- صـــخـــــر رملى حديـــــدى، ١٢- طين وطين رملى، ١٣- صخر رملى أبيض اللون.

- **الحيد الأعلى** يتكون من صخر رملى جيرى أصفر برتقالى باهت. الجزء العلوى ذو فجوات نتيجة للتعرية – والتى نتج عنها سقوط عقد أكسيد الحديد المنجنيزى السوداء، والتى تكونت حول نواة من الكوارتز أو الفلنت، كما يوجد الباريت والكالسيت يملأ الفجوات. الجزء الأسفل لهذا الحيد صلد لحد ما، خفيف الوزن، محمر اللون، ولكنه أيضًا يحتوى على جيوب أكسيد الحديد المنجنيزى السوداء. يظهر مكشف هذا الحيد لمسافة ٨٠٠ مترا من المنطقة جنوب الموقع X3 إلى المنطقة جنوب الموقع X7، حيث تتغير تدريجيا صخور الرمل الجيرى إلى رمل طينى، ثم طبقات طين رملي. سقوط الحفريات بهذا الحيد يضيف جزئيًا إلى المظهر التجويفى لهذا الحيد، القالب الخارجى للحفريات لم يحفظ، ولكن القالب المداخلى محفوظ جيدًا، والذى أزيل تاركًا تجويفات. نوع واحد من الحفريات تم جمعه هو *Picnodonta vesicularis* Lamark والتى تنتمى لعصر الكامبينيان.

- الحيد **الأسفل**: عبارة عن طبقة من الصخر الرملى الحديدى ذات لون أسود إلى بنى. هذه الطبقة الحديدية تتغير جانبيا إلى خام جوتيت جنوبا على امتداد الحافة الغربية حيث تتغير إلى خام هيماتيت منجنيزى أسود (٤٥ ,٥٥٪ Fe) تجاه مستوى الفالق 'AA، عند قمة الخور الغربى والخور الشرقى، حيث يعلو خام الحديد لعصر الإيويسين – بعدم تطابق زاوى – بكل وضوح خام الهيماتيت والطفلة بينهما (صورة – ١١). يتراوح سمك هذا الحيد من ٤٠سم إلى ٢١٥ سم. طبقة الهيماتيت هذه تكون الوحدة السفلى لخام الحديد الاقتصادى بمنطقة الحره.

توجد طبقة خام حديد مميزة قرب قمة عضو الهفهوف الأعلى (طبقة – ٧ بالقطاع عاليه). طبقة خام الحديد هذه تكون الوحدة السفلى لخام الحديد الاقتصادى فى وسط الحافة الغربية لمنطقة الحره وامتدادها شرقا يظهر فى الحفر، التى تم حفرها خلال مقعر الحره. يفصل طبقة خام الحديد هذه عن الحيدين المميزين فى قاع العضو العلوى لتكوين الهفهوف قطاع من الطفلة، ذات نطاقات متعددة الألوان فى جزئها العلوى. سمك هذه الطفلة يتغير ما بين ٥ , ١٠ مترا عند الموقع X5 و٩ أمتار عند الموقع X6 ، بينما جنوب الموقع X6 كشطت طبقة الحديد حيث نجد خام حديد الإيوسين يعلو ٨ أمتار من الطفلة عند الموقع X7. طبقة الحديد هذه عند قمة العضو الأعلى لتكوين الهفهوف عبارة عن حديد جوتيتى (١٢ , ٣٩٪ Fe) عند الموقع X6.

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

الحفريات الموجودة فى هذا التكوين (طبقا لبول وبيدنل 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 فى العضو السفلى لهذا التكوين، والوضع الاستراتيجرافى لهذه الرسوبيات جعل معظم الباحثين للاعتقاد على أنها تنتمى إلى تورونيان مع إمكانية

الاستمرار فى سانتونيان (بول وبيدنل ١٩٠٣). لبلنج (١٩١٩) أعطى هذا التكوين عمر سانتونيان لاحتوائها على *Gigantichthys pharao* and *Ostrea semiplana* والتى توجد فى طبقات ذات عمر محدد فى أبو رواش (داكوى ١٩٠٣). المؤلف (١٩٧٠) جمع عينات *Picnodonta vesicularis* Lamark من منطقة الحره حيث أعطى هذا التكوين العمر كامبينيان.

إنه مما يثير الانتباه، تسجيل المؤلف (١٩٧٠) – لأول مرة – للحركات التكتونية التى ضربت شمال وشمال شرق الواحات البحرية فى ما بعد السينومانى وقبل الكامبينيان؛ مما أدى إلى التواء وتصدع صخور السينومانى، فى مناطق: الحره وجبل غرابى والجديدة، نتج عنه ارتفاع وتعرض الجزء الشمالى من البحرية إلى تأثير عوامل التعرية على استمرار الهبوط فى جزئيها الجنوبى، مع الحفاظ على معدل الترسيب مع الهبوط وبقاء سطح الترسيب على ما هو عليه نسبيا (مارك ١٩٨٢). لقد نتج عن التصدع فى شمال شرق الواحة هبوط طبقات السينومانى؛ مما أدى إلى تكوين أخدود يمتد شمال شرق بين الفوالق 'CC و'BB و 'AA، غمرته مياه بحر الكامبينيان ورسبت فيه تكوين الهفهوف، حيث امتدت ترسيبات هذا البحر على جانبى الأخدود شمالا وجنوبا. هناك احتمال استمرار بحر الكامبينيان إلى المستريختيان، ولكن لعدم وجود هذا التكوين الأخير فى الشمال الشرقى قد يرجع إما إلى عوامل التعرية التى سبقت بحر الإيوسين الأسفل الذى غمر كل منطقة البحرية، أو أن بحر المستريختيان لم يكن غمره للأرض بالقدر الكافى لترسيب تكوين الخومان شمالا مثلما هو فى الجنوب لاستمرار ارتفاع الأرض فى الشمال الشرقى للبحرية. وهذا يتضح من وجود رسوبيات الهفهوف واختفاء كتلتها على جوانب الفوالق كما فى حائط الهضبة الغربى لمنطقة الحره وكذلك وجود الحجر الجيرى لتكوين الحيز فى هضبة الجدافى شرق جبل غرابى. ونظرًا لكون محدب الحره ومحدب الجديدة، تركيبًا واحدًا مستطيلًا، فإنه من المتوقع امتداد مقعر الحره شمال شرق إلى مقعر أو أخدود الوادى الغربى بمنطقة الجديدة، وهو ما جاءت الإشارة إليه تحت «منطقة الجديد»، واحتمال وجود طبقات الحديد فى قاع الأخدود تتبع تكوين الهفهوف للعصر الكامبينيان.

٤- تكوين النقب (شكل ١٨ – أ)

هذا التكوين يمثل أولى طبقات صخور الإيوسين الذى غمر بحره منطقة الواحات البحرية فى عصر الإيوسين المبكر. سعيد (١٩٦٢) أطلق على هذا التكوين اسم هضبة الحجر الجيرى «Plateau limestone» وهى عبارة عن تتابع من طبقات الحجر الجيرى النيموليتى، مع تداخلات قليل من المارل والطين. ليونز (١٨٩٤) أول من توقع وجود عدم تطابق زاوى «angular unconformity» بين صخور عصر الإيوسين ورسوبيات عصر الطباشير الأعلى.

هذا التكوين يمتد لمسافات كبيرة فى شمال الواحات البحرية، كما يحيط بمنخفض البحرية. يظهر مكشفه مكونا الجزء العلوى من الحائط الشمالى لمنخفض البحرية، شديد الانحدار. وكذلك فى قمم الجبال المعزولة فى المنخفض مثل جبل الدست، جبل المغرفة، جبل الهفهوف.

يعلو تكوين النقب – بعدم تطابق زاوى – تكوين البحرية السينومانى فى شمال وشرق الواحة، بينما نجده يعلو – بعدم تطابق أيضًا – تكوينى الهفهوف والحيز فى الحائط الغربى لمنطقة الحره، كما يعلو تكوين البحرية شرق منطقة الحره وجنوبا حتى نقب جليتْ، ثم يعلو جنوبا – بعدم توافق – تكوين الهفهوف ثم تكوين طباشير خومان على التوالى (شكل – ١٤).

صورة ١١ الحديد في الخزان المخروطي بمنطقة الدير

١ ــ العضو الأسفل لتكوين البحرية يميل ٣٨° شمال شرق نتيجة تأثير الفالق AA

تكوين البحرية (العضو المرقش الأسفل)

٢ ــ تكبير لينتوء البضبة البارز في الصورة العليا توضح عضو خام حديد الحرة وطبقة الطين العليا أسفل عضو خام حديد الجديدة وعدم تطابق زاوي واضح

شمال وغرب جبل غرابى، يعلو تكوين النقب – بعدم تطابق – تكوين البحرية، ثم جنوبا على الهضبة الغربية، حيث يعلو تكوين الحيز ثم الهفهوف ثم تكوين الخرومان على التوالى. وفى بعض الأماكن توجد طبقة كونجلوميرات حديدية تفصل تكوين النقب عند تكوين البحرية، حيث توجد الحصوات الرملية الحديدية السوداء فى مادة الطين ذات شكل متموج (صورة – ١٢)، وأحيانًا حصوات من الصخر الرملى والحجر الجيرى مدفونة فى تربة طينية بنية اللون.

فى مناطق الجديدة والحره وجبل غرابى والتلال المبعثرة شمال جبل غرابى، يوجد خام الحديد ممثلا الجزء الأسفل من تكوين النقب، وهو ما أطلق عليه «عضو خام حديد الجديدة» « El Gedida Iron Ore Member». الحجر الجيرى بتكوين النقب قد يصير سيليسيًّا وأحيانًا صلصاليًّا (أرجيلىّ)، دولوميتى عند القمة. تتميز صخور هذا التكوين باللون البنى، أصفر برتقالى إلى اللون الأحمر الوردى (Pink) وهذا اللون الأحمر الوردى هو نتيجة عملية إحلال وترسيب الأكاسيد الحديدية التى أثرت على كثير من طبقات هذا التكوين، والتى تشتهر باسم الحجر الجيرى القرمزى (Pink limestone)، المكون للهضبة الشمالية.

الجزء الأسفل لهذا التكوين يمثل الوجه الرأسى لقمة حائط الواحات البحرية فى الشمال والشمال الشرقى، أما الجزء العلوى فهو يمثل مجموعة الطبقات الأقل صلابة من الحجر الجيرى الصلصالى، والتى توضح – فى هذه المرحلة من التطور الجيومورفولوجى – صورة تمثل منظرًا طبيعيًّا فى هذا الجزء من الصحراء يتألف أساسًا من مجموعة من التلال المخروطية بجدرانها شديدة الميول، تقع فى المنطقة الواقعة بين منطقة الجديدة ومنطقة الحره، وتمتد جنوبا حتى درب الروبى، حيث توجد هذه التلال قريبة من بعضها البعض تعطى طبيعة جيومورفولوجية مميزة – «كالمتاهة».

فى بعض المناطق تُظْهر عملية التعرية التفاضلية لهذا الجزء العلوى من الحجر الجيرى الصلصالى خطوط مميزة على الهضبة، والتى تبدو على الصور الجوية وكأنها مضرب فوالق.

فى منطقة الحره يصل سمك هذا العضو إلى ٢٦.٥ مترا فى الركن الشمالى الغربى بالموقع X9، عبارة عن طبقات من الحجر الجيرى مع تداخلات من طبقات جيرية ملحية، جبسية وطفلية. بللورات الكالسيت تملأ الفجوات وقوالب النيموليت الكلسية فى جميع القطاع. الحجر الجيرى فى هذا القطاع رملى وأحيانًا حديدى وخاصة فى الطبقات العليا، كما توجد طبقة كونجلوميرات قرب قاع القطاع (صورة – ١٣، شكل – ١٨أ) فى الحائط الغربى لمنطقة الحره يصل السمك لهذا التكوين ٢١ مترا حجر جيرى مع قليل من المارل والحجر الصلصالى. فى الشرق – بنفس المنطقة – يقل السمك حيث يصل إلى ٨ أمتار عبارة عن حجر جيرى سيليسى ذى فجوات.

الشكل -١٨ أ : القطاع المثالي لتكوين النقب بمنطقة الحره
الموقع X٩ على الشكل -١٧
البسيونى ١٩٧٠

رقم الطبقة	السمك "م"	القطاع	الوصف
١٢	٢,٨		حجر جيرى، أصفر اللون، حديدىخلال الشقوق، بنية اللون، تكون اكثر حديديا فى الجزء الأسفل . به حفريات : Nummulites sp., Opereulina sp., Alviolina sp.
١١	٠,٤		حجر جيرى قرنفلى اللون، أكثر حديديا ، بنى، كالسيتى .
١٠	٠,٤		حجر جيرى ، أصفر ، كالسيتى.
٩	٠,٨		
٨	١,٠		حجر جيرى صلصالى ، أصفر ، غير حفرى.
٧	١,٦		حجر جيرى، صلصالى ، أصفر ،كالسيتى، به Nummulites sp.
٦	٣,٢		حجر جيرى ، أصفر ، أصفر برتقالى ، مسامى ، يملأ الكالسيت الشقوق و فجوات النيموليت . به حفريات كثيرة ، أهما : Nummulites sp.
٥	٠,٤		مارل ، أصفر ، أصفر برتقالى ، غير حفرى
٤	٠,٤		حجر جيرى ، أصفر ، اصفر برتقالى ، يتحول الى مارلى الى اعلى .
٣	٠,٤		كونجلوميرات ، ذو زوايا ، حصوات الحجر الجيرى متماسكة بمادة جيرية طينية .
٢	٠,٤		حجر جيرى ، بنى ، كالسيتى، غير مستمرة.
١			تكوين البحرية: حجر رملى ، مع وجود حصى حجر جيري عند القمة.
٣	٠,٨٥		« كونجلوميرات » حصى حجر جيرى كما فى الطبقة -٣ بالقطاع فوق.
٢ج	٠,٣٠		حجر جيرى صلصالي به حلقات الوان مقطوع نصفها الأعلي بواسطة الطبقة -٣ .
١ج	٠,١٦		حجر جيرى صلد مكونا حيد «ledge»
١			« كونجلوميرات » حصى الحجر الجيرى فى مادة حجر رملى ترابية اللون .
			تكوين البحرية.

*جنوب شرق X٩ بحوالي ٤٠ مترا . انظر الصورة -١٣

صورة -١٢ : منطقة الحرة – طبقة كونجلوميرات حديدية عند قاع الحجر الجيرى لتكوين النقب. تظهر فيها الحصوات الحديدية السوداء فى مادة الطين. متموجة.

فى منطقة الجديدة هذا التكوين ممثل بسمك ٩,٦ مترا (شكل – ١٥، XI)، يبدأ القطاع من أسفل بطبقات ن الحجر الجيرى الطينى، ثم سيليسى فى الطبقات لعليا 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. . فى وسط القطاع توجد عدسة كالسيت أرجوانى فى اللون. فى شمال منطقة الجديدة ، توجد حفريات كبيرة من القواقع مصاحبة *Nummulites aticicus?*، مثل ما هو موجود فى الطبقات العليا لخام الجديدة مثل *Gisortia depressa*.

عملية ترسيب السيليكا قد تكون حدثت بعد ترسيب الطبقات الجيرية بفترة بعيدة، وذلك بالإحلال الإنتقائى لهذه الصخور. إيضاحات الإحلال هذه توجد فى الأجزاء المتفرقة من سَلْيَكة طبقات الحجر الجيرى (والتى تكون الكرات الكبيرة والصغيرة (Kernels) وكذلك وجود عدسات السيليكا فى المواد الجيرية.

لقد تلاحظ أن الطبقات الحاملة *Operculina discoidea* تكون طفلية فى اتجاه الشمال (جبل غرابى)، بينما تكون جيرية حديدية تجاه الجنوب (نقب سيوه) وعلى الهضبة الغربية، ذات اللون القرمزى. لقد ذكر سابقا تشابمان (١٩٠٢) حفرية *Operculina discoidea* فى البحرية.

حفريات: *Alveolina frumentiformis, Velates schmiedeli, Nummulites atacicus, Orbitolites complanatus* وجدت ضمن حفريات أخرى فى تكوين المنيا (كوفييه ١٩٣٠، سعيد ١٩٦٢). سعيد (١٩٦٣) نص على أن الطبقات العليا فى قطاع المنيا المثالى تحتوى على حفريات مستطيلة من *Alveolina* sp. . فى البحرية – كما فى وادى النيل – اشتمل القطاع على هذه الحفريات المستطيلة من الألفيولينا فى الطبقات السفلى ولكنها توجد أكثر فى قمة القطاع. بذلك يمكن مقارنة قطاع النقب بتكوين المنيا.

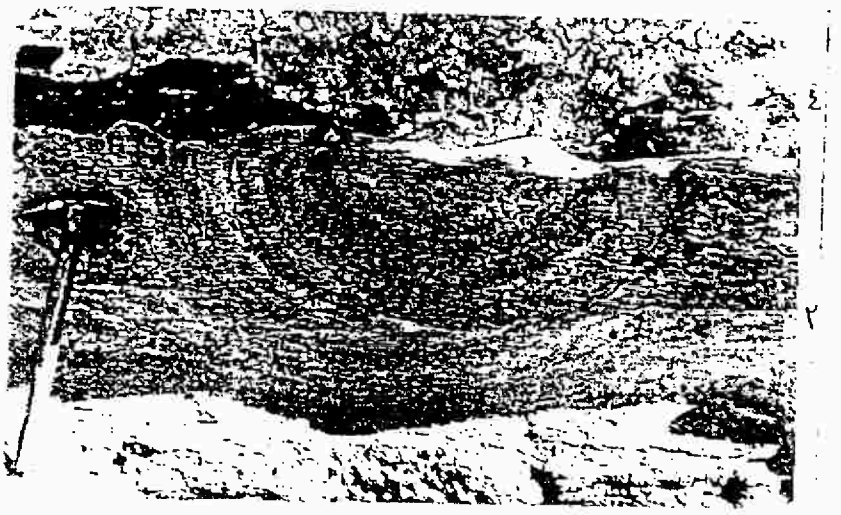
لقد أعطى سعيد (١٩٦٠) العمر إيوسين أوسط لتكوين المنيا، وبالتالى أعطى سعيد وعيسوى (١٩٦٤) العمر إيوسين أوسط لتكوين النقب بمنطقة شمال غرابى، ودرج على منوالهم المؤلف (١٩٧٠، ١٩٧٨) فأعطى العمر إيوسين أوسط لنفس التكوين بمنطقة الحره وشمال شرق الواحات البحرية؛ رغم أن بول وبيدنل (١٩٠٣) سجلا فى قمة قطاع الدست ٦ أمتار حجر جيرى يحتوى على *Nummulites, Operculina & Lucina* لعصر الإيوسين الأسفل (Libyan series).

بخارى وعبد الملك (١٩٨٣) صححا فى 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 ينتمى للإيوسين الأسفل – بِيزِيزيَان الأخير «late Ypresian».

من الوصف الليثولوجى، والمحتوى الحفرى ووضع الطبقات لهذا التكوين تشير إلى أن تكوين النقب قد ترسب فى بحر ضحل متذبذب. ويمكن الاستدلال على قلة عمق البحر فى هذه المنطقة، من طبيعة الحفريات المعرفة فى هذا التكوين: فمعظم أنواع الحفريات المعرفة تنتمى إلى المياه الضحلة عند حافة البحر، وهى المناطق التى يغمرها البحر من الرف القارى «neritic zone».

صورة -١٣ : منطقة الحرة – عدم التطابق فى تكوين النقب.

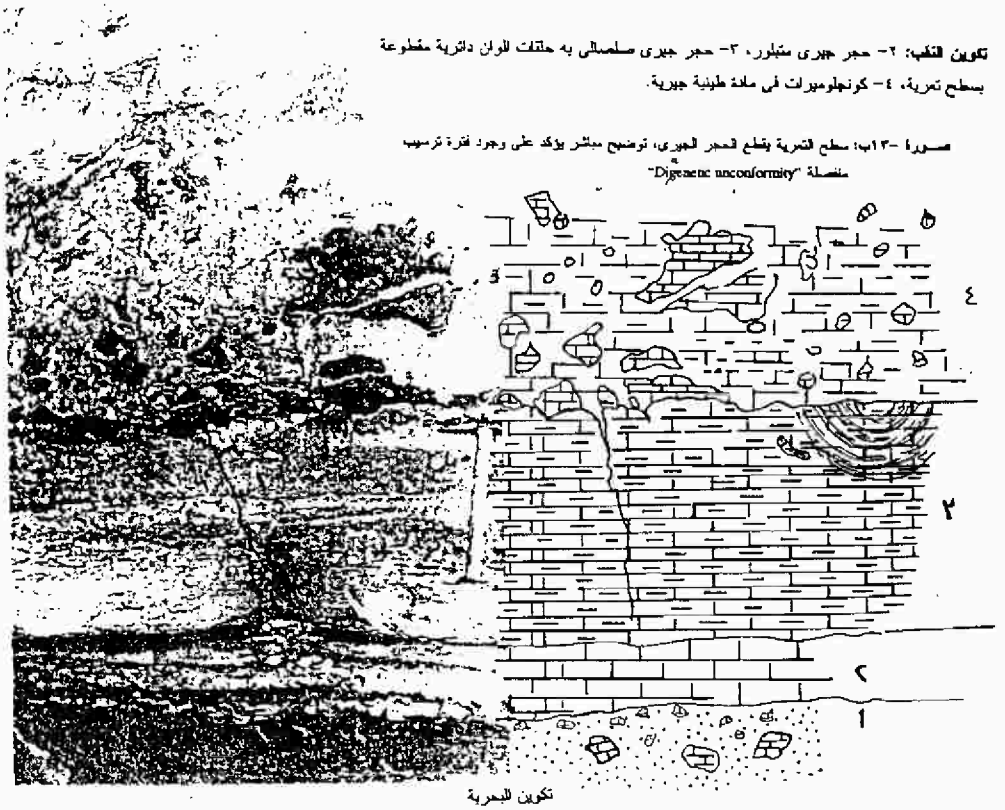


صورة -١٣أ : سطح التعرية يقطع حلقات الألوان فى الحجر الصلصالى بالطبقات السفلى لتكوين النقب.

تكوين البحرية: ١- كونجلوميرات؛ حصوات حجر جيرى فى صخور الرمل البنية الترابية.

تكوين النقب: ٢- حجر جيرى متبلور، ٣- حجر جيرى صلصالى به حلقات ألوان دائرية مقطوعة بسطح تعرية، ٤- كونجلوميرات فى مادة طينية جيرية.

صورة -١٣ب: سطح التعرية يقطع الحجر الجيرى، توضيح مباشر يؤكد على وجود فترة ترسيب منفصلة "Diagenic unconformity"



تكوين البحرية

التغييرات المتشابهة لهذا التكوين قد تكون نتيجة لترسيب طبقات النقب على سطح التعرية المتموج لتكوينى الهفهوف والبحرية. من حيث أن تكوين النقب قد ترسب فى بحر ضحل متذبذب يتضح من وجود الكونجلوميرات والتى وجدت خلال قطاع هذا التكوين (صورة – ١٣). هذه الكونجلوميرات تشير إلى أن المنطقة قد تعرضت لحركات نابضة صغيرة خلال الترسيب. فوجود الكونجلوميرات المحتوية على حصوات الحجر الجيرى المسننة والقليلة التسنين توضح وجود فترة تعرية، ولكن حقيقة هذه الكونجلوميرات أنها تفصل بين سطوح بدون تغيير فى ميل الطبقات تشير إلى أن الحركات الأرضية التى ضربت هذه المنطقة كانت أيضًا ذات طبيعة تذبذبية (خافضة – رافعة) غير خطيرة.

٥- تكوين قطرانى

فى شمال منخفض البحرية، توجد تلال مخروطية وتلال ذات قمم مسطحة من صخور السينومانى لتكوين البحرية يغطيها صخور الرمل الحديدى والصخر الرملى ذو الحبيبات الخشنة «grits». يصل أقصى سمك لهذا التكوين فى جبل رضوان ٤٠ مترًا بالواحات البحرية، بينما يصل سمك القطاع المثالى لهذا التكوين فى جبل قطرانى 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 كوارتزية فى بعض الأماكن، هشة ذات ألوان صفراء باهتة فى الأجزاء السفلى.

يعلو تكوين قطرانى – بعدم تطابق – خام الحديد للإيوسين الأسفل فى منطقتى الحره والجديدة، بينما فى جار الحمرة يعلو – بعدم تطابق أيضًا – الإيوسين الأوسط «بارتونيان».

فى منطقة الجديدة، يوجد عدد من التلال المخروطية السوداء تعلو عضو خام حديد الجديدة. فى 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 قطرانى، تعلو عضو خام حديد الجديدة، مع طبقة كونجلوميرات سمك ٠,٥ مترا بينهما. طبقة الكونجلوميرات التى تعلو خام الحديد فى المنطقة الوسطى المرتفعة تتكون من حصوات حديد مسننة ونصف مسننة وقليل من حصوات الحجر الجيرى.

فى المنطقة المنخفضة حول المنطقة الوسطى المرتفعة بمنطقة الجديدة، يتراوح سمك تكوين رضوان من مترين إلى +١٣ مترا 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 رفيعة من الحديد معاد ترسيبها. كما يوجد تداخلات من صخور الرمل الطفلية الحديدية فى الوسط. تنتشر الأملاح فى جميع القطاع. كما يوجد الجبس فى الشقوق. صخور الرمل

الحديدية ذات الحبيبات الخشنة ذات اللون الأسود تحتل قمم التلال المخروطية نحو الجنوب، جنوب شرق، والشمال. خام الحديد المعاد ترسيبه فى الوادى الغربى بمنطقة الجديدة، بصفته التركيبية من خام كونجلوميريتى يحتوى على النيموليت، وكذلك وجود كورات من الحجر الجيرى الدولوميتى ذات الشكل غير المنتظم والمحتوى على النيموليت أيضًا، مدفونة فى مرمى الفالق «Fault wall»، تدعو للاعتقاد بأن ترسيبات طبقات خام الحديد هذه فى تكوين قطرانى، أعيد ترسيبها فى زمن الإيوسين – أوليجوسين.

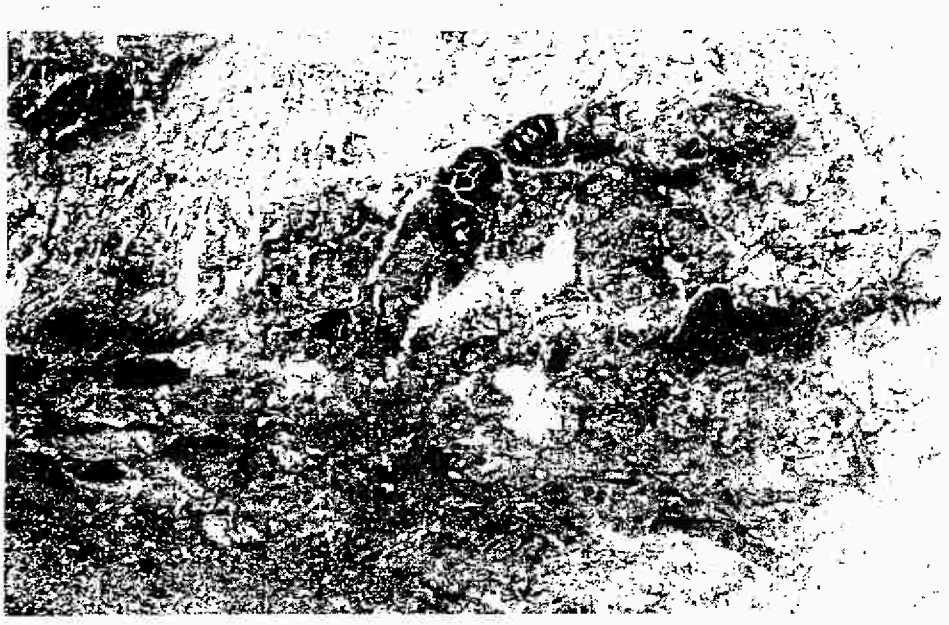
فى منطقة الحره، عضو خام الحديد عادة ما يغطى بالطفلة المعاد ترسيبها «reworked shales» فى الجزء الأوسط من مقعر الحره (صورة ١٤). هذا الترسيب العشوائى يقطعه وادى يمتد شرق – غرب ذو روافد كثيرة. فى الشرق هذا الوادى يقطع هذه الرسوبيات مكونا حافة رأسية بارتفاع ٢٥ مترا. رسوبيات الطفلة العشوائية هذه يوجد بها كونجلوميرات من الحجر الجيرى، مع طفلة حديدية وصخور رملية عشوائيا فى الجزء الأسفل، كما يوجد جيوب رملية حديدية فى توزيع عشوائى وخلال الشقوق. فى الجزء الشرقى من هذه الرسوبيات العشوائية، توجد حفريات مكسرة من النيموليت والتَّرِّيتيلَّا «Turretella» وكذلك قنفذ البحر متجمعة بالجزء العلوى فى كتلة صغيرة من شظايا حجر جيرى مدفونة فى الطين. بقايا كسر الأُوِيسترْ تنتمى إلى حفريات الإيوسين الأعلى لتكوين قصر الصاغة.

نفس الكونجلوميرات الجيرية قد تكون سيليسية وأحيانًا حديدية، تحتوى على النيموليت وقواقع وقنفذ البحر توجد على السطح فى طبقة رقيقة حديدية حول الحفرة – ٢٤ وبالذات جهة الغرب منها، قد يعتبرها البعض – من النظرة الأولى – على أنها طبقة إيوسين أعلى، بينما هى 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 فى منطقة الجديدة تعتبر الامتداد الطبيعى لجار الحمرة لبول وبيدنل (١٩٠٣) والتى تقع إلى شمال – شمال شرق منطقة الجديدة بحوالى ٦ – ٨ كيلو متر. بول وبيدنل (١٩٠٣ – ص ١٨) أشارا إلى وجود عدد من التلال المخروطية السوداء، والتى تقع على بعد ١ – ٢ كم إلى جنوب درب المسعودى. بول وبيدنل أعطيا العمر أوليجوسين لهذا التكوين على افتراض التشابه الليثولوجى – مع غياب الحفريات – لمثل هذه الترسيبات بجبل قطرانى بمنطقة الفيوم.

إنه من المهم الإشارة إلى أن تكوين قطرانى يعلو صخورًا من أعمار مختلفة، فمثلًا نجده فى منطقة الحره يعلو الإيوسين الأسفل فى مقعر الحره وعلى امتداد التركيب المحدب لمناطق الجديدة وجبل غرابى، كما يعلو الإيوسين الأعلى فى كولة الحمرة، بالإضافة إلى غياب أى إيضاحات تدل على عمر محدد، فإنه يمكن وضع تكوي قطرانى فى الأوليجوسين. ونظرًا لعدم وجود حفريات فى هذا التكوين ووجود بقايا كسر الأويستر للإيوسين الأعلى فى حصوات الحجر الجيرى المدفونة فى الطفلة المعاد ترسيبها، فإنه يمكن القول بانتماء هذا التكوين إلى العمر ما بعد الإيوسين الأعلى – أوليجوسين.

صورة –١٤ أ : تعرية تكوين قطرانى فى وسط منطقة الحره خلال الوادى شرق – غرب.



صورة –١٢ ب : تكبير لجزء من تكوين قطرانى يوضح اعادة ترسيب الحجر الجيرى وحصوات الحديد فى الطين. حصوات الحديد (السوداء) قد تشققت وامتلأت الشقوق بمادة الطين.

بيدنل (١٩٠٥) وضع على شكل – ٦، نهرًا يبدأ من بحيرة احتلت موقع منخفض البحرية فى ما بعد الإيوسين (شكل – ١٩)، ممتدا نحو الشمال الشرقى إلى شمال الفيوم، حيث توجد دلتا ترسبت فيها حفريات من العظام والأشجار. لقد ربط بيدنل ترسيبات صخور البرك وصخور الرمل ذو الحبيبات الخشنة الحديدية البُحيريَّة فى منخفض البحرية مع مثيلاتها جنوب غرب الفيوم، وفى جار الحمرة شمال شرق البحرية على أنها جميعًا ترسيبات نهر البحرية الموضح على شكل – ١٩، لبيدنل (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 تقريبًا على امتداد الخط الواصل بين تلال جار الحمرة والمناطق الرئيسية الحاملة للعظام فى شمال الفيوم. هذه الترسيبات ذات أصل بُحيرىّ ونهرىّ. ويمكن الاستدلال بدرجة كبيرة من الاحتمالات، أنها ترسبت على امتداد مجرى نهر فَاضَ جريانه باتجاه شمال – شرق، وكون ترسيبات دلتا واسعة فيما هو حاليًا 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 بيدنل (١٩٠٥) – ولكن من ناحية وجوده يمكن التأكد منه كما لو كنا فى وقت الفيضان، ونحن نقف على ضفتيه نشاهد انسياب – تجاه الشمال – مياهه الهادرة العكرة، المحملة بأطواف الخشب المتجمعة من أشجار الغابة، وتحمل معها باتجاه البحر هياكل حيوانات الإيوسين الغريبة، والتى بقاياها توجد بكثرة فى الفيوم ليومنا هذا.

التركيب الجيولوجى لمنطقة الحره

إن منطقة الحره تعتبر من وجهة النظر التركيبية أحد المناطق تشوقًا 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 مترا فوق منسوب سطح البحر. يقع مركزه تقريبًا عند تقاطع خط عرض ″22 °28 وخط طول ″05 °2930. 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 أفقيا إلى °٥ شمالًا (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.

شكل ـ ١٩: المجري المرجح للنهر الرئيسي في زمن الأيوسين الأعلي والأوليجوسين

"بيدنل ـ ١٩٠٥ ، شكل ـ ٦"

Probable Course of chief river of Upper Eocene and Oligocene times

هذا المحدب يرجع تكوينه إلى حركة لاراميد التكتونية «Laramide high»، والتى بدأت فى عصر الطباشير الأعلى وظهر تأثيرها على صخور السينومانى.

مقعر الحره El Harra Syncline

هذا المقعر يشغل المساحة المنخفضة طبوغرافيا فى منطقة الحره (شكل – ١٧)، محوره يأخذ الاتجاه شمال شرق – جنوب غرب، يتقاطع عند حافة الهضبة الغربية لمنطقة الحره مع خط العرض ٢٣´ ٢٨° . لذلك يمكن اعتباره امتدادا – شمال شرق – لمحور بول وبيدنل (١٩٠٣) مارا بمقعر الهفهوف عبر منخفض البحري. طول هذا المقعر ٣ كيلو مترات وعرضه ١.٥ كيلو مترًا ويغاطس نحو الجنوب الغربى. لب هذا المقعر بتكون من طينة جيرية معاد ترسيبها فى عصر الأوليجوسين والتى تعلو طبقة خام الحديد، بينما يظهر مكشف خام الحديد على كلا جانبى المقعر. طبقات تكوين النقب ومكافؤه من خام الحديد (إيوسين أسفل) على جانبى المقعر تميل ٥° تجاه محور هذا التركيب المقعر بينما طبقات تكوين البحرية أسفل خام الحديد تميل ٣٠° تجاه شمال غرب موضحا عدم تطابق زاوى «angular unconformity» (صورة – ١٥).

لقد خضعت منطقة الحره لفترتين من التشويه؛ الأولى – تسببت فى تكوين الأخدود «graben» الذى تكون بين الفوالق وغمره بحر الكامبينيان حيث استقبل هذا الأخدود ترسيبات عصر الكامبينيان؛ الفترة الثانية – كانت تجديد نشاط التراكيب القديمة والتى أحدثت الأخدود ولكنها لم تكن بالقوة الكافية لإحداث فوالق فى صخور الإيوسين وصخور الأوليجوسين فى منطقة الحره، وإنما ظهر أثرها فى الجزء الشمالى للمنطقة، حيث نجد صخور الإيوسين تميل بمقدار ٥° نحو المقعر، بينما تميل ٢° نحو الشمال الغربى، مما نتج عنه محدب بسيط ولكنه غير متماثل «asymmetric fold» فى صخور الإيوسين مكونا محور الطىّ التقريبى، الذى سار عليه المؤلف حتى اكتشاف خام الجديدة، كما جاء تحت «قصة اكتشاف خام حديد منجم الجديدة».

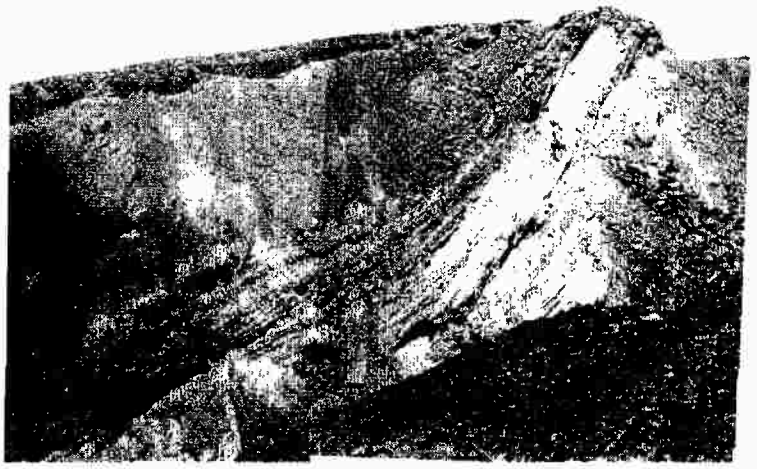
لذلك أعطى هذا التركيب المقعر عمر ما بعد الإيوسين – أوليجوسين.

الفوالق Faults

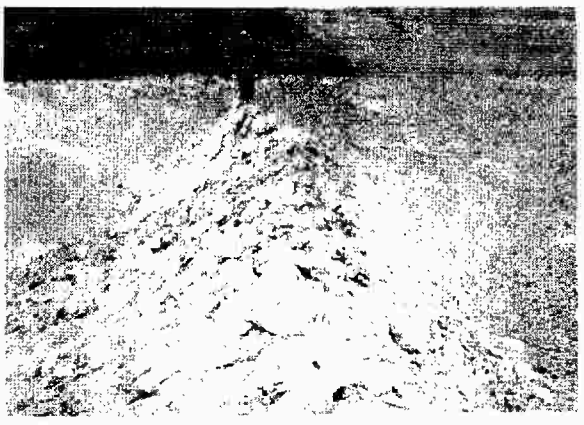
الفوالق ذات الاتجاه شمال شرق – جنوب غرب تعتبر الفوالق الأكثر أهمية فى منطقة الحره. لقد أثرت هذه الفوالق على طبقات تكوين البحرية. كما نشاهد فوالق صغيرة عند قاع عضو الحجر الرملى الأوسط لتكوين البحرية بإزاحة ٣٠ سم باتجاه شمال ٦٠° غرب (صورة – ١٦). تأثير هذه الفوالق الصغيرة ينتهى خلال السمك الكبير لقطاع الصخور الرملية. لقد كان لاكتشاف المؤلف (١٩٧٠) للفوالق 'BB و'CC أهمية علمية، فقد حفظت رسوبيات عصر الكامبينيان بينهما مما دَلَّلَ على غمر بحر الكامبينيان لشمال شرق البحرية.

الفالق 'AA (صورة – ١٥، شكل – ١٧)

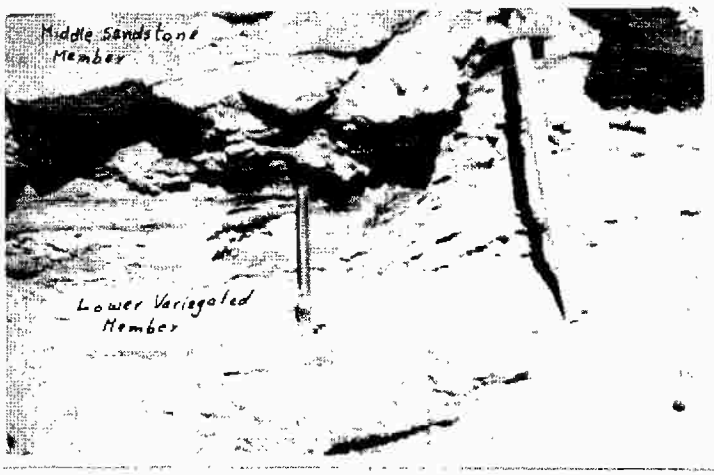
هذا الفالق يجرى فى الخور الغربى ويقطع الخور الشرقى، فاصلاً عضو الحجر الرملى الأسفل لتكوين البحرية إلى الجنوب الشرقى من العضو المرقش الأسفل لتكوين البحرية إلى مرماه فى الشمال الغربى. اتجاه هذا الفالق 'AA شمال شرق – جنوب غرب. تأثير هذا الفالق فى منطقة الحره يظهر فى الخورين الغربى والشرقى حيث تميل طبقات العضو المرقش الأسفل بحده بزوايا ٣٠° إلى ٧٠° شمال غرب، حوافها مشطوفة بطبقات الحديد للعصر الإيوسين الأفقية تقريبًا ظاهريًا.



صورة - 15
للعائق A A توضح قوف عضو الصخار بل الأسفل في مقابلة العضو الرملي الأسفل للتكوين البحرية التي تميل بدرجة كبيرة (70° - 30°)



صورة - P15
امتداد العائق A A جنوب غرب جبل الحرة في شوهص البحرية بدرجة ميل 70° - 60° نحو الشمال الغربي.



صورة - 16
فالق معكوس ذو مرمى 30م في قاع عضو الحجر الرملي الأوسط.

عضو الحجر الرملى يشغل مقذوف الفالق على الجانب الجنوبى الشرقى بينما مرماه على الجانب الشمالى الغربى، بإزاحة رأسية حوالى ١٧٤ مترا، 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 شاخا بجانب المقذوف الجنوبى الشرقى. فإذا أخذنا متوسط سمك عضو الحجر الرملى الأسفل حوالى ١٠٠ متر، ومتوسط سمك العضو المرقش الأسفل حوالى ٧٤ مترا فيكون مرمى الفالق AA' = ١٧٤ مترا.

جدير بالإشارة إلى أن الفالق 'AA قد أثر على تكوين البحرية، فى الوقت الذى نجد فيه طبقات الحديد للإيوسين الأسفل تعترض هذا الفالق بدون إزاحة فى الخور الشرقى. هذا ما يحدد عمر الفالق 'AA قبل عصر الإيوسين الأسفل وبعد العمر السينومانى. هرمينا وآخرون (٩٥٧) أشاروا إلى أن طبقات عصر الطباشير الأعلى وطبقات الإيوسين فى جبل الهفهوف قد وقعت فى مرمى امتداد الفالق 'AA تجاه الشمال الغربى عبر منخفض البحرية، قد يعزى ذلك إلى تجديد نشاط التراكيب القديمة أثناء الحركة التكتونية، التى حدثت فى ما بعد الإيوسين، والتى أثرت على طبقات الإيوسين فى جبل الهفهوف بينما كان تأثيرها فى الاتجاه الشمالى الشرقى يظهر خلال طىّ طبقات الإيوسين فى شمال منطقة الحره، وهو محور الطىّ الذى مَدَّه المؤلف إلى منطقة الجديدة (١٩٧٠). لقد كان تأثير الطىّ فى منطقة الحره ضعيفا بالنسبة لتأثيره فى جبل الهفهوف.

الفالق 'BB (صورة – ١٠، شكل – ١٧)

هذا الفالق يأخذ الاتجاه شمال شرق – جنوب غرب، ويقطع الجزء السفلى من الحائط الغربى لمنطقة الحره، ومرماه تجاه شمال غرب. من الصورة – ١٠أ، يمكن ملاحظة طبقة الطين لتكوين الهفهوف (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 الهفهوف، بمعنى أن عضوى البحرية الأوسط والأعلى وكذلك تكوين الحيز قد تم تعريتها تمامًا قبل غمر بحر الكامبينيان للمنطقة. فى شمال هذا الفالق يوجد مكشف العضو الأسفل لتكوين الهفهوف، لذلك يمكن اعتبار مقدار الإزاحة حوالى ٥٥ مترًا. قد يستمر تأثير هذا الفالق نحو الشمال الشرقى أسفل تكوين الهفهوف 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 فى جزئه الشمالى. طبقات الهفهوف فى هذا الموقع تعلو – بعدم تطابق – رسوبيات الحيز بدون أية إزاحة على كلا جانبى 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 الهفهوف، يمكن استبيانه فى شمال منطقة الحره وخلال الوادى الجنوبى فى منطقة الجديدة. فالصخور الرملية لتكوين البحرية فى الوادى الجنوبى لمحدب الجديدة توجد مرتفعة على جانب المرمى العلوى فى مواجهة الحجر الجيرى لتكوين النقب فى الجنوب، نتج عنه ظاهرة وكأن هناك فالقًا يمر خلال الوادى

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 طىّ 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 تمامًا فى شمال منطقة الحره (على امتداد محور الطىّ) حيث تنكشف صخور الرمل إلى حد ما بعمق ضحل ولمساحة صغيرة رغم ذلك لا توجد إزاحة لطبقات النقب.

من المناقشة عاليه 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 طىّ وصدع طبقات السينومانى بالهضبة الشمالية الشرقية للواحات البحرية. هذه الحركة التكتونية لم تؤثر على طبقات الكامبينيان (تكوين الهفهوف). 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-Companian Graben»

إن وجود منخفض ما قبل الكامبينيان فوق صخور السينومانى بمنطقة الحره قد أشير إليه عاليه. لقد غمر بحر الكامبينيان الهضبة الشمالية الشرقية للبحرية حيث رسب رسوبيات تكوين الهفهوف فى منخفض أخدودى ينحصر بين الفوالق 'AA، 'BB ، 'CC ، يعلو – بعدم تطابق – تكوينى الحيز والبحرية. يمتد هذا الأخدود شمال شرق – جنوب غرب مثل ما هو عليه مقعر الهفهوف، على امتداد محور الطىّ الذى وقعه أولا بول وبيدنل (١٩٠٣) عبر منخفض البحرية.

لقد امتلأ هذا المنخفض الأخدودى بالطبقات السفلى من رسوبيات بحر الكامبينيان – والتى لم تمتد على أى من جانبى الأخدود – بينما الطبقات العليا من رسوبيات بحر الكامبينيان قد امتدت – بدون أن تعوقها الفوالق – على جانبى 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، والممثلة هنا بجزئه المكافئ عضو حديد الجديدة فى منطقة الحره. هذا الالتواء المقعر قد يعزى وجوده إلى تجديد الحركة التكتونية فى زمن ما بعد الإيوسين، أساسًا 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 التوائها وكذلك طبقات النقب بالتراكيب الصغيرة على امتداد المحور التقريبى للطىّ شمال الحره؛ حيث نجد ميل طبقات النقب للإيوسين الأسفل على امتداد محور الطىّ

غير متماثلة، نجده أكثر ميلا باتجاه مقعر الحره ٥° جنوب شرق، بينما تميل نفس طبقات النقب ٢° شمال غرب على الجانب الآخر. نتج عن ذلك وجود تراكيب صغيرة غير متماثلة، محورها يمتد على طول محور الطىّ التقريبى الذى مده المؤلف (١٩٧٠) حتى منطقة الجديدة (شكل ١٧ - «approximate axis of folding») فى منطقة الحره، العلاقة بين صخور التكاوين وبعضها هى علاقة عدم تطابق. فتكوين الهفهوف يعلو بعدم تطابق تكوينى الحيز والبحرية، بينما تكوين النقب يشاهد يعلو كل هذه التكساوين بعدم تطابق زاوى «with angular unconformity».

من المناقشة التركيبية عاليه، فإن فترتى التشويه واللتين حددتا التركيب الجيولوجى لمنخفض الواحات البحرية قد وجدت ممثلة فى منطقة الحره، وهى الحركات التكتونية فى ما بعد السينومانى (لاراميد) وما بعد الإيوسين حيث يطلق عليها «القوس السورى» وهو الجزء الأخير من حركة لاراميد العظمى.

فوجود تكوين الهفهوف فى منطقة الحره أعطى معلومة إضافية لاستراتيجرافية الواحات البحرية بالنسبة لتقدم بحر الكامبينيان على مرتفع البحرية ونحو الشمال الشرقى. هذا التكوين قد سجل وجوده الجيولوجيون السابقون فى وسط منخفض البحرية (جبل الهفهوف).

خام الحديد فى منطقة الحره

حتى ١٩٧٠، لم يتم دراسة التتابع الصخرى أو ما به من حفريات دقيقة أو كبيرة لخام الحديد بمنطقة الحره. فيما عدا الدراسة التى أعدها البسيونى (١٩٧٠) والتى عرف فيها نوعين من الطبقات الحاملة لخام الحديد فى منطقة الحره، بينهما فجوة زمنية كبيرة وبدون رسوبيات، هما: عضو خام حديد الحره « ElHarra Iron Ore Member» -، وعضو خام حديد الجديدة «ElGedida Iron-Ore Member»، (جدول - ٢٤).

عضوا خام حديد الحره والجديدة، أسهان أعطاهما البسيونى (١٩٧٠) للوحدات الصخرية الحاملة لخام الحديد فى الواحات البحرية ؛ نظرًا لشهرة وجودهما فى مناطقهما.

كما أشرنا سابقًا، فإن هذه الدراسة سوف تركز على الوضع الجيولوجى للخام فى الحقل، وليس العمر لعملية التمعدن. يتكون **عضو خام حديد الحره** من تبادلات خام الهيماتيت والجوتيت، طين، طفلة، والطبقات الجيرية الحفرية لعصر الكامبينيان. كما يتكون **عضو خام حديد الجديدة** أساسًا من الجوتيت والهيماتيت متبادلة مع طين، طين جيرى، كونجلوميرات وحجر حديدى كوارتزيتى حفرى للعمر إيوسين أسفل - بيريزيان.

عضو خام حديد الحره ElHarra Iron-Ore Member

خام حديد هذا العضو يتمثل فى طبقات الهيماتيت والجوتيت الموجودة فى العضو الأعلى لتكوين الهفهوف، والتى يظهر مكشفها فى وسط الحافة الغربية لمنطقة الحره، وامتدادها شرقا أسفل خام الحديد لعصر الإيوسين. وهو يمثل أيضًا طبقة الجوتيت والهيماتيت التى تنكشف فى الجزء الجنوبى للحافة الغربية، وكذلك فى الخور الشرقى أسفل عضو خام حديد الجديدة. هذه الطبقة الأخيرة من خام حديد عضو الحره تعتبر الامتداد الطبيعى للحيد الأسفل بالعضو الأعلى لتكوين الهفهوف (انظر تحت تكوين الهفهوف).

جدول – ٢٥: التكاوين المختلفة لمنطقة الواحات البحرية

البسيونى – ١٩٧٠ هضبة شمال شرق الواحات البحرية												
أوليجوسين	تكوين قطرانى		تكوين رضوان									
	تكوين قصر الصاغة	تكوين بركة قارون	تكوين النخلة									
	برايابونيان	بارتونيان	بارتونيان		إيوسين أعلى			إيوسين أوسط				
	أيوسين أعلى	أيوسين أوسط	لوتيزيان أسفل	بريزيان				إيوسين أسفل				
	طباشير أعلى											
	سينومانى أسفل	سينومانى أعلى		كامبينيان								
	تكوين البحرين	تكوين المغير	تكوين الغهوف									
	تكوين البحرية	تكوين المغير	تكوين الغهوف	عضو خام حديد الحوة	خام حديد الجديدة	تكوين الغب						
	تكوين البحرين	تكوين المغير	تكوين الغهوف	عضو خام حديد الحوة	عضو خام حديد الجديدة	تكوين الغب						

سعيد – ١٩٦٢ الواحات البحرية												
أوليجوسين	تكوين رضوان											
	حجر جيرى الفيضة (خام حديد)											
	آسفل الإيوسين الأوسط											
	مستريختيان											
	تكوين الطباشير											
	طباشير أعلى											
	سينومينيان											
	بحرية صخر الرمل والطفلة الرقنة											

البسيونى – ١٩٦١ منطقة الجديدة												
أوليجوسين	حصوات حديدية											
	حجر جيرى / خام حديد											
	أسفل الإيوسين الأوسط											
	سينومينيان											
	صخر الرمل الرقنة والطين الرملى											

هرمينا وآخرين – ١٩٥٧ شركة صحارى للبترول												
الأوليجوسين ما بعد	حصوات حديدية سوداء كونجلوميرات											
	طبقات حجر جيرى	حجر جيرى، صخر الرمل الكلسى										
	ايوسين أعلى	إيوسين أوسط										
	لوتيزيان أعلى	لوتيزيان أسفل										
	طباشير أعلى											
	مستريختيان											
	طبقات المغير خوفان											
	تورور – سينو											
	سينومينيان											
	طبقات البحرية											

بول وبيندل – ١٩٠٣ الواحات البحرية												
ما بعد الإيوسين أوليجوسين	٣- صخر الرمل حديدى وخام حديد											
	ليبيان أعلى – معظم أسفل											
	٤ – حجر جيرى											
	إيوسين أوسط وأسفل											
	طباشير أعلى											
	دانيان											
	٥ – طباشير أبيض وحجر جيرى متبلور											
	تورو – سينو											
	٦- حجر جيرى وصخر الرمل المرقش											
	سينومينيان											
	٧- صخر الرمل طين ومارل											

القطاع الـچـيولوچـى بالموقع X_6 يـصف العـضو الأعلى لتكوين الهفهوف، 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؛ تنفصل على هيئة صفائح ذات ألوان مختلفة بالجزء الأسفل، وفاصل واضح مع خام الحديد أسفلها	١.٤٠
٥ – هيماتيت؛ صلد، أصفر على السطح الخارجى وخلال الشقوق ، أسود على السطوح الجديدة، الجزء الأسفل ذو فجوات وبفاصل واضح مع الطفلة أسفله	٢.٩٠
٤ – طفلة؛ ورقية الشكل، جامدة، ذات أحزمة ألوان مختلفة	٩.٠
٣ – صخر رملى جيرى؛ أصفر صحراوى، خفيف الوزن، به حفريات *Picnodonta vesicularis* الجزء العلوى ذو فجوات، مصفر. الباريت والكاسيت تملأ الفجوات. الجزء الأسفل مصمت قليلاً ويحتوى على جيوب من الحديد الأسود	٢.٠
٢ – طين؛ مخضرة، مصفرة	٠.٦٢
١ – جوتيت؛ بنى مكسر، رملى	٠.٤٠

طبقة الصخر الرمى الجيرى 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 X_6 يمكن مقارنته بقطاع X_7 على جانب المرمى العلوى للفالق 'BB حيث يوجد سطح الصدع جليا (صورة – ١٠). عدم التطابق الزاوى واضح، ويكن تتبع مستوى عدم التطابق بسهولة حيث تتضح الطينة الخضراء لتكوين الهفهوف بكل وضوح، ويسهل تفريقها من الطينة الرملية البيضاء لتكوين البحرية أسفلها بفاصل واضح.

وفيما يلى قطاع X_7 : (شكل – ٢٢)

قمة القطاع	السمك بالمتر
عضو خام حديدة الجديدة	
٥ – طفلة؛ ورقية الشكل ذات أحزمة ألوان مختلفة، جزؤها العلوى أعيد ترسيبه مع رسوبيات خام حديد الجديدة الإيوسينى الذى يعلوها	٨.٠
٤ – صخر رملى جيرى؛ أصفر برتقالى، خفيف الوزن، به جيوب مغرة حمراء	١.٥
٣ – طين؛ مخضرة مع جبس عند جزئها الأعلى	٠.٧٠

قمة القطاع	السمك بالمتر
٢- جوتيت؛ صلد، بنى، رملى قليلاً، مكونا جرفًا بارزًا أو حيدًا	٠,٣٥
١- طين؛ خضراء إلى مخضرة، ليست رملية كالطين أسفلها وتستمر شمالا مع الطين لتكوين الهفوف فى جانب المرمى السفلى للفالق 'BB (شكل - ٢١)	٠,٥٠
عدم تطابق زاوى .anguler unconf	
- طينة رملية، مبيضة، العضو المرقش الأسفل لتكوين البحرية.	

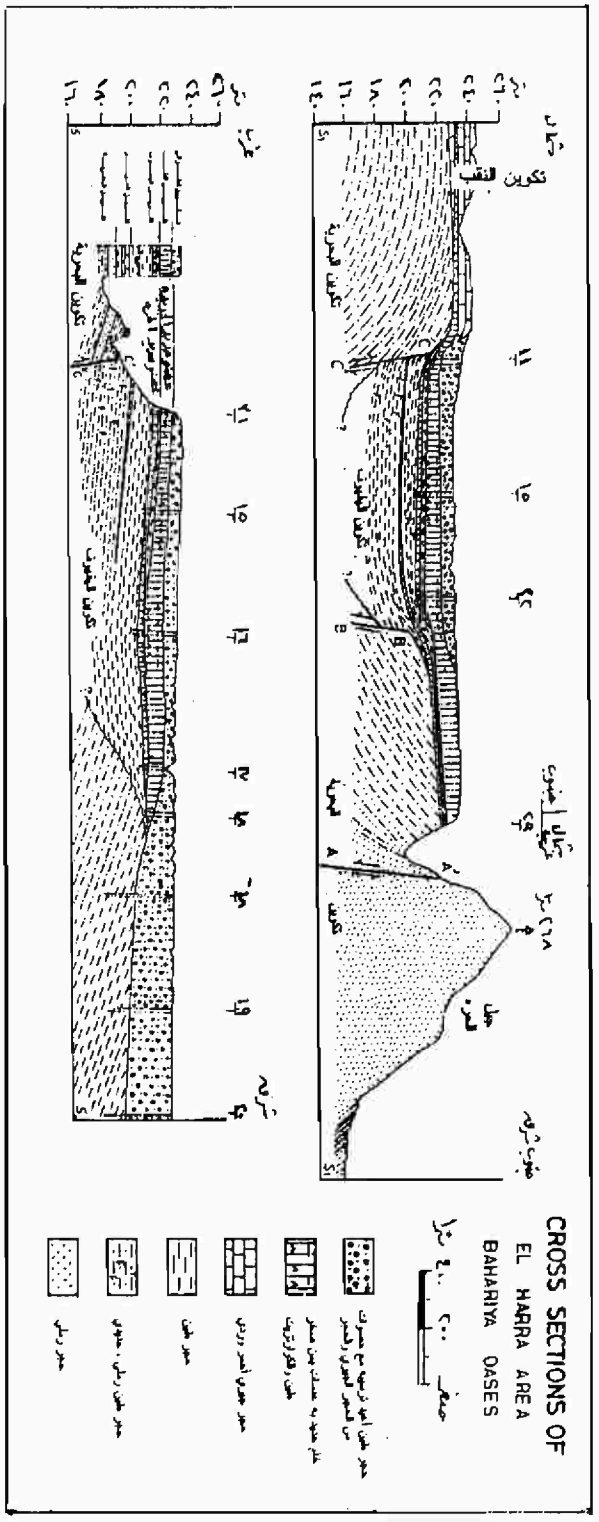
هـذه الطبقـة الرمليـة تكـون سـطح التعريـة للعضوالمرقش الأسفل لتكوين البحرية، يعلوه - بعدم تطـابق زاوى - الطبقـة الخضراء لتكـوين الهفهـوف. القطاعين X_6 ، X_7 يمكن ربطهما ببعض بسهولة - عبر الفالق 'BB - مبتدئا بخام الجوتيت إلى أعلى التتابع مع نقص السمك باتجاه الجنوب، بمعنى ١٦,٣٢ مترا بالموقع X6 إلى ١٠,٥٥ مترا بالموقع X7 على التوالى. ففى الشكل - ٢٢، نلاحظ اختفاء طبقة الكونجلوميرات جنوبا، 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 جنوبا. فمن حيث كان سمك طبقة الطفلة أسفل طبقة خام الحديد العليا فى القطاع المثالى X_6 = ٩ مترًا على جانب المرمى السفلى للفالق 'BB، نجدها نحو الجنوب على جانب المرمى العلوى للفالق نفسه فى المواقع: X_7 = ٨ أمتار، X_{11} = ٤,٤٠ مترا، X_{12} = ١,٦٠ مترا، وذلك نتيجة لعوامل التعرية الشديدة، التى تعرضت لها المنطقة فى ما قبل عصر الإيوسين.

جنوبا شمال جبل الحره - فى أعالى الخور الغربى - خام حديد عضو الجديدة يعلو تكاوين الهفهوف والبحرية بعدم تطابق زاوى . عند الموقع X14، تكوين الهفهوف رفيع السمك ممثلا بعضو خام حديد الحره، كما فى القطاع X14، كما يلى: (شكل - ٢١ و٢٢)

قمة القطاع	السمك بالمتر
- عضو خام حديد الجديد الإيوسينى.	
٣- طين؛ رملى مبيض عند القاع، أصفر فى جزئه الأعلى عند سطح التلامس مع خام حديد عضو الجديدة	٠,٢٥
٢- هيماتيت؛ أسود، أحمر غامق. يعتبر الامتداد الطبيعى لخام الجوتيت فى القطاع السابق X_7	٠,٨٥
١- طين؛ رملى، مع أحزمة ألوان المغرة الحمراء	٠,٥٠
عدم تطابق	
- تكوين البحرية (العضو المرقش الأسفل).	

شكل ـ ٢٠ : القطاع المثالى لعضو خام حديد الحره
منطقة الحره ـ الموقع ٦X ، الشكل ٠١٧
البسيوني ١٩٧٠

العمر	التكوين	العضو	العمق «م»	السمك «م»	القطاع	الوصف
بيريزيان	تكوين الحديد	عضو خام حديد الحره		١,٢	G	خام حديد ، جوتيتى ، مصمت ، بني مصفر الي اسود مع احزمة رفيعة رملية صفراء ، يوجد الجبس فى الشقوق.
				١,٤		طين معاد ترسيبة مع اكسيد الحديد. يوجد احزمة او طبقات رفيعة من اكاسيد الحديد و الطين. تعتبر هذه طبقة كونجلوميرات.
			٢,٦			
				١,٤		طفلة ، شبيه بالإردواز ، متورق ، حزوز متعددة الألوان فى الجزء الأسفل و السطح الفاصل مع الحديد اسفله حاد واضح.
			٤,٠٠			
				٢,٩	G G	خام الحديد، جوتيت اساسا ، جامد ، اصفر علي السطح الخارجي و خلال الشقوق . اسود السطوح الحديثة. الجزء السفلى به فجوات مع سطح فاصل حاد مع الطفله اسفله .
			٦,٩			
				٩,٠٠		طفلة ، شبيه الإردواز ، متورق ، جامدة عند السطوح الحديثة (الجديدة) ، ذو احزمة الوان متعددة.
			١٥,٩			
				٢,٠٠		حجر رملى كلسى ، اصفر ، خفيف وزنا ، يحتوى على حفريات Picnodonta vesicularis lam الجزء العولى به فجوات، أصفر. الجزء السفلى مصمت يحتوي على جيوب حديد اسود.
			١٧,٩			
			١٨,٥٢	٠,٦٢		حجر طين، مخضر، مصفر .
			١٨,٩٢	٠,٤٠	G	خام حديد جوتيتي ، رملى ، بني ذو شظايا وكسر.



شكل ٢١: قطاعات جيولوجية في منطقة الحرة ، الواحات البحرية ، البسيوني ١٩٧٠

هذا التتابع المشار إليه عاليه أمكن ملاحظته فى أعالى قمة الخور الشرقى (شكل – ١٧)، ولكن سطح التلامس مع تكوين البحرية غير مكشوف، حيث تغطيه ترسيبات وديانية، تتابع هذا العضو فى الخور الشرقى يتكون من خام الهيماتيت (سمك ٢.١٠ مترا) وطبقة طين (سمك ١.٣٥ مترا) ممثلا عضو خام حديد الحره، صورة – ١١. طبقات الهفهوف هنا تميل بحدة تجاه شمال غرب، شمال، شمال شرق مكونًا تركيبًا على هيئة سرج (a saddle). محور هذا التركيب (السرج) يمر خلال امتداد الخور الشرقى باتجاه شمال غرب – جنوب شرق. وعلى كلٍّ، فمكشف طبقات خام الهيماتيت الهفهوف والطين عند قاع أعالى الخور الشرقى تمتد شمالا؛ حيث نجدها عند قاع الحفرة – ٢٤، والتى تم حفرها خلال تكوين خام الحديد.

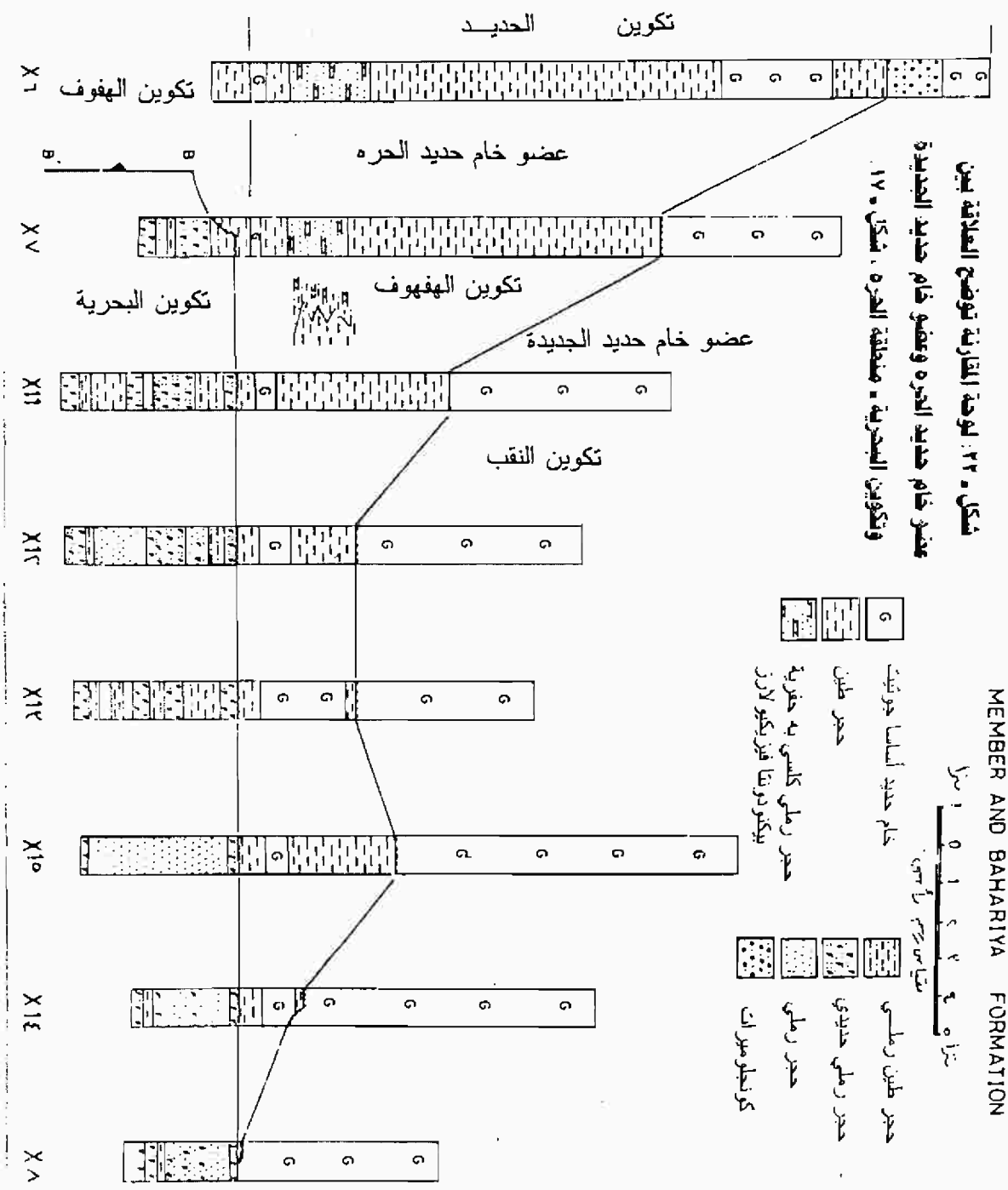
شمال الموقع X6، طبقة خام الجوتيت لعضو الحره تقل فى السمك، وتصير هيماتيتية عند الموقع X3، كما يلى:

قمة القطاع	السمك بالمتر
– عضو خام حديد الجديدة	
٣- طين؛ أخضر مع أحزمة صفراء مع المغرة الرفيعة عند سطح التلامس العلوى لتكوين الهفهوف	٠.٨٠
٢- خام حديد؛ أساسا هيماتيت، سهلة التفتيت، أسود، خام منجنيزى	١.٨٠
عدم تطابق	
١- طين؛ رملى، تكوين الحيز.	

طبقة خام الجوتيت الرملية عند قاع القطاع المثالى (شكل – ٢٠) تستمر جنوبا على امتداد الحافة الغربية كخام جوتيت متغير السمك (٠.٢٥ – ٢.١٥ مترا).

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

قمة القطاع	السمك بالمتر
– عضو خام حديد الجديدة	
٣- طين؛ أصفر مخضر، مصفر، مع حزام من المغرة الحمراء المتموجة فى الوسط. سطح التلامس الأعلى متموج مع خام الحديد أعلاه (صورة – ١٧ أ، ب). سطح التلامس الأسفل واضح	١.٦٠
٢- خام حديد؛ جوتيت أساسا، صلد، أسود إلى بنى داكن	٠.٨٠
١- طين؛ أخضر مع ترسيبات حديدية حمراء خلال الشقوق تنحصر فى الجزء الأسفل	٠.٦٠
عدم تطابق	
تكوين البحرية – العضو المرقش الأسفل.	



شكل ٢٢: لوحة المقارنة توضح العلاقة بين عضو خام حديد الحره وعضو خام حديد الجديدة وتكوين البحرية - منطقة الحره . شكل ١٧

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

شمال هذا القطاع بحوالى ٢٠ مترا على امتداد الحافة الغربية، سمك الخام الجوتيتى يصير رفيعا إلى ٠.٣٠ مترًا، بينما جنوب القطاع X12 بحوالى ٢٠ مترا يزداد سمكه إلى ١.٥ مترا. فى اتجاه الجنوب، هذا الخام الجوتيتى يزداد سمكا بينما طبقة الطين فوقه كشطت بعوامل التعرية فى ما قبل عصر الإيوسين (شكل -٢١)، كما فى قطاع الموقع X13، كما يلى:

قمة القطاع	السمك بالمتر
- عضو خام حديد الجديدة	
٣- طين؛ صفراء اللون مع سطح التلامس العلوى، متموج بدون أحزمة المغرة فى الوسط كما فى X12	٠.٢٥
٢- خام حديد؛ جوتيتى أساسًا، أسود، منجنيزى	٢.١٥
١- طين؛ أصفر، أصفر مخضر	٠.٦٠
عدم تطابق	
تكوين البحرية - العضو المرقش الأسفل	

الوضع الجيولوجى لعضو خام حديد الحره بمنطقة الحره

طبقات الحديد لهذا العضو تكوِّن أسفل حائط خام حديد الواحات البحرية بمنطقة الحره على امتداد الحافة الغربية وأعالى الخور الشرقى. الترسيبات الحطامية المتخللة عضو حديد الحره، بمتوسط سمك ٥.٨ مترا، عادة ما تفصل هذا العضو إلى طبقة حديد عليا وأخرى سفلى.

على الرغم من كون طبقات عضو خام حديد الحره 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 الحره بتكوين الهفهوف (شكل - ٢٠، ٢١، ٢٢).

طبقة الخام العليا تتكون من خام الهيماتيت الصلد وتحتوى على ٣٩.٢٥٪ حديد (Fe) و١.٦٪ منجنيز عند الموقع X6 ، بينما عند الموقع X3 تجاه مستوى الفوالق 'CC فإنها تتحول إلى خام جوتيتى يحتوى على ٥٣.٤٥٪ حديد و٩.٢٤٪ منجنيز (شكل - ٢١).

طبقة الخام الأسفل تتكون فى القطاع المثالى (شكل - ٢٠) من خام جوتيتى رملى، والذى 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 المثالى X5 ، تجاه الفالقين 'AA و 'BB هذا الخام الجوتيتى الرملى الأسفل يزداد سمكا (٠.٤٠ - ٢.١٥ مترا) وكذلك تزداد نسبة الحديد (٤٢.٠٪).

كشط الطبقات العليا لعضو الحره باتجاه الجنوب على امتداد الحافة الغربية حتى طبقة الطين المتداخلة ووجود خام حديد عضو الجديدة الإيوسينى فوقها

بدون كونجلوميرات فى معظم الحالات والتغير الجانبى لطبقة الحفريات إلى طبقة طفلة رملية جنوبا (شكل ٢١ و٢٢)، يبدو من الوهلة الأولى وكأنه يتبع عضو خام حديد الجديدة فوقه؛ بمعنى أن مكشف خام الحديد بعضو الحره يقع أسفل خام حديد عضو الجديدة الإيوسينى، مع طبقة الطين بينهما، وعدم وجود كونجلوميرات فى معظم الحالات على امتداد الحافة الغربية جنوبا والخور الشرقى بمنطقة الحره، يظهر وكأنه من نفس العمر الإيوسينى. وهذا مما دعا بعض الجيولوجيين إلى اعتبار طبقات خام الحديد فى منطقة الحره عمومًا ذات العمر الإيوسينى مع طبقة طين بينهما. فى جميع الحالات، فإن خام حديد عضو الحره غير حفرى، بينما خام الحديد الذى يعلو طبقة الطين هذه يحتوى على حفريات عصر الإيوسين الأسفل. إنه بسبب عوامل التعرية فى ما قبل الإيوسين مما نتج عنه اضمحلال سمك طبقة الطين، والتى تلى طبقة الحديد السفلى؛ مما أدى إلى سوء فهم إلى أى تكوين طبقات الحديد السفلى تنتمى.

مما سبق يتضح أن الوضع الاستراتيجرافى لخام حديد الحره هو استمرار طبيعى لطبقات الصخر الرملى الحديدى بتكوين الهفهوف، والتى زادت نسبة الحديد فيها نتيجة عملية الإحلال فى فترة لاحقة «by hydrothermal replacement in Cater stage».

عضو خام حديد الجديدة

يمثل عضو خام حديد الجديدة فى مناطق: الجديدة، الحره، جبل غرابى، جزءًا من الوضع الاستراتيجرافى لتكوين النقب. لقد ثبتت القيمة الاقتصادية لهذا الخام. اكتشف المؤلف خام حديد منطقة الجديدة فى ١٣/ ٩/ ١٩٦١، هذا الاسم «الجديدة» أعطاه المؤلف عمومًا لخام حديد الواحات البحرية ذات العمر إيوسين.

قليل من الدراسة أجريت على خام حديد منطقة الحرة. بول وبيدنل (١٩٠٣ – ص ٦٧)، هما الأوائل اللذان أشارا إلى وجود طبقة الليموتيت الأفقية تعلو – بعدم تطابق – حواف التعرية الرأسية لطبقات صخور الحجر الرملى والطين لتكوين البحرية بشمال غرب جبل الحره.

على الصفحات التالية يظهر عضو خام حديد الجديدة كوحدة طبقية حفرية، والتى تتداخل مع تكوين النقب المكون للهضبة المحيطة بالمنطقة.

المناطق التى فيها تمت دراسة عضو خام حديد الجديدة، هى كما يلى:

١ – منطقة الجديدة – والتى سبقت دراستها على الصفحات السابقة.

٢ – منطقة الحره.

٣ – منطقة الجبل غرابى.

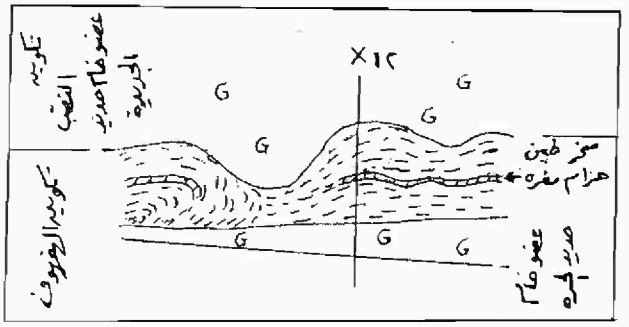
عضو خام حديد الجديدة بمنطقة الحره

طبقات خام حديد هذا العضو تكوّن الجزء العلوى لحافة الهضبة شمال جبل الحره، تغطيها الطفلة فى الجزء الأوسط من منطقة الحره، والكوارتزيت فى الجزء الشمالى الشرقى. إلى الشمال وشمال غرب حافة الهضبة، نجد طبقة الحديد لهذا العضو تتخلل الحجر الجيرى لعصر الإيوسين الأسفل – بِبْرِيزْزيان.

القطاع المثالى لعضو خام حديد الجديدة بمنطقة الحره (شكل – ٢٣) تم قياسه فى اتجاه شمال الحافة الغربية بالموقع X3 (شكل – ١٧)، كما يلى:

صورة -١٧ : منطقة الحره

أ- أزمـــة كونجلوميريتية حديدية أسفل عضو خام حديد الجديدة، توضـــح حـــصوات الحديـــد فى نسيج مادة الطين كما توضح صفتها التموجية.



ب- رســـم توضـــيحى لقـــاع التلامس المتموج لعضو خام حديد الجديدة وكذلك تناقص سمك عضو خام حديد الحره على هيئة "إسفينى الشكل"

قمة القطاع : سطح التعرية	السمك بالمتر
١٠- طبقة كونجلوميريتية حديدية مع جيوب وعدسات الكوارتزيت فى الجزء السفلى. يتكو هذا الكونجلوميرات من حصى خام الحديد والرمل	١,٣٥
٩- خام حديد؛ أساسا جوتيت، صلد، بنى غامق إلى أسود	١,٠٥
٨- طين؛ جيرى مدفون بها كتل متحجرة من عقد حديدية (كونجلوميرات – توقف بسيط فى 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 بنى محمر، مع جيوب من الجوتيت عند القاع	٠,٦٥
٦- حجر جيرى حديدى سيليسى؛ كوارتزيتى، صلد جدًا، أسود اللون. تضمحل أو تتلاشى جنوبا، حفرى *Velates schmiedeli, Natica Longa* Bellardi, *Cerithium* sp., *Nummulites* spp.	٢,٠٠
٥- خام حديد؛ أساسًا هيماتيت – أحمر اللون مائل للبنى، 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؛ أساسا هيماتيت، بنى إلى أسود، منجنيزى فى الجزء الأعلى، بنى إلى بنى محمر خام مغرة مع قليل من جيوب صفراء فى الجزء الأوسط فى الجزء الأسفل يصير الخام بنى مسود إلى بنى، منجنيزى، سهل التفتيت	٩,٠٠
عدم تطابق زادى angular unconformity	
٢- طين؛ خضراء فى جزئها الأعلى توجد أحزمة مغرة صفراء	٠,٨٠
١- خام حديد؛ أساسًا هيماتيت، سهل التفتيت، أسود يعتبر خام منجنيزى ..... يليه إلى أسفل طينة خضراء	١,٨٠

الطبقات ١ و٢ تنتمى إلى عضو خام حديد الحرة، والتى كشطت بعوامل التعرية فى ما قبل الإيوسين الأسفل، يعلوها خام حديد عضو الجديدة بعدم تطابق زاوى.

فى اتجاه الجنوب (شكل – ٢٠ و٢١)، يمكن التمييز بين عضو خام حديد الجديدة من عضو خام حديد الحره فى الطبيعة بكل وضوح، وتتبعا جنوب الفالق 'BB حيث يصل سمك طبقة الطين ٨ أمتار (X7 – شكل – ١٧) بين عضوى الجديدة والحره، نجدها تقل فى السمك حتى تصل ١,٦٠ مترا عند الموقع X12، ويكون عضو خام حديد الجديدة طبقة واحدة من خام الحديد بسمك ٥,٨٥ مترا بدون تداخلات طينية. بالموقع X12 خام حديد عضو الجديدة يتكون أساسًا من الجوتيت، صلد، أسود، بنى، أحمر، وقاعه مع طينة عضو خام حديد الحره متموج (صورة – ١٧).

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

وفيما يلى تتابع الطبقات عند الموقع X2:

قمة القطاع : سطح التعرية	السمك بالمتر
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 ليمونيتى	
أصفر مع عدسات جوتيت صلدة بنية اللون إلى سوداء،	
سطح التعرية بنى اللون. كالسيتى	١.٦٠
٣- حجر جيرى؛ مبيض، غير مستمر، متشقق، يوجد حزام من الحجر الجيرى	
المتبلور، رفيع عند القمة. حفرى - نيموليتى	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 الجيرى الأبيض	
فى مادة الطين. كتل الحديد المتحجرة متموجة (صورة -١٢)	١.١٧
عدم تطابق	
- طين رملى وصخور الحجر الرملى للعضو المرقش الأعلى لتكوين البحرية	

الوضع الجيولوجى لعضو خام حديد الجديدة بمنطقة الحره

تكون طبقات حديد عضو الجديدة حافة الهضبة شمال جبل الحره وتغطى عمومًا بطبقة رفيعة بسمك ٠.٣٠ إلى ١.٠٠ مترا من الرمل والحصى. فى الجزء الأوسط لمنطقة الحره، يغطى طبقات الحديد بطبقة سميكة - نوعًا ما - (صفر - ٢٥ مترا) من الطين المعاد ترسيبه بها جيوب من صخور الحجر الرملى الحديدى وجيوب من الحجر الجيرى السيليسى (صورة - ١٤) لتكوين قطرانى. إلى الشمال عند جانب المرمى العلوى للفالق 'CC، يغطى الحجر السيليسى إلى الكوارتزيتى طبقات الحديد.

طبقات الطين للعضو الأعلى لتكوين الهفهوف بمتوسط سمك ٢.٦٠ مترا عادة ما تفصل بين عضو خام حديد الجديدة عن عضو خام حديد الحره. يتكون عضو خام حديد الجديدة من الخام الجوتيتى مع تداخلات من أكاسيد المنجنيز فى الجزء الأوسط ونادرًا ما توجد فى 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 الجيرى لتكوين النقب، وهى تنتمى لعصر الإيوسين الأسفل - يبريزيان «Ypresian».

عضو حديد الجديدة فى منطقة الحره يحتوى على تغييرات جانبية. فيما يلى بعض هذه التغييرات:

١ - يستقر عضو خام حديد الجديدة فوق تكاوين مختلفة: فى مكاشفه الجنوبية بمنطقة الحره، الطبقات أسفل عضو الجديدة تتكون من صخر رملى وطين رملى ذات العمر السينومانى الأسفل (تكوين البحرية)، بينما فى وسط المنطقة فإن الطبقات التى تلى أسفل هذا العضو تكون طينة رملية للعمر الكامبينيان (تكوين الهفهوف). إلى شمال الفالق 'CC، فإن الطبقات التى تلى إلى أسفل عضو الجديدة تكون طينة وحجرًا جيريًا للعمر السينومانى الأعلى (تكوين الحيز)، ثم صخر رملى وطينة رملية للعمر السينومانى الأعلى (تكوين البحرية) حيث تتداخل بعد ذلك شمالا خلال طبقات الحجر الجيرى الإيوسينى الأسفل، شكل - ١٧، قطاع X9.

٢ - يقل سمك عضو خام حديد الجديدة باتجاه حدوده الشمالية والجنوبية بينما يسمك فى وسط المنطقة، حيث تتخلله عدسات الطين والصخر الرملى (١ - ٣ عدسات).

٣- تتدرج حانبيا طبقات حديد عضو الجديدة إلى حجر جيرى حديدى فى الشمال (متوسط ٢٢,٧٥٪ ح)، وإلى صخر رملى حديدى فى الشرق (٢٤,٠٥ - ٣١,٩٢٪ ح) وخام رملى فى الجنوب (متوسط ٤٠,٤٠٪ ح). هذه المناطق مرتفعة تركيبيا، شكل (٢٤ و٢٥).

٤ - يوجد خام حديد الأوليت وحديد البيزوليت[1] فى وسط عضو خام حديد الجديدة فى جنوب منطقة الحره.

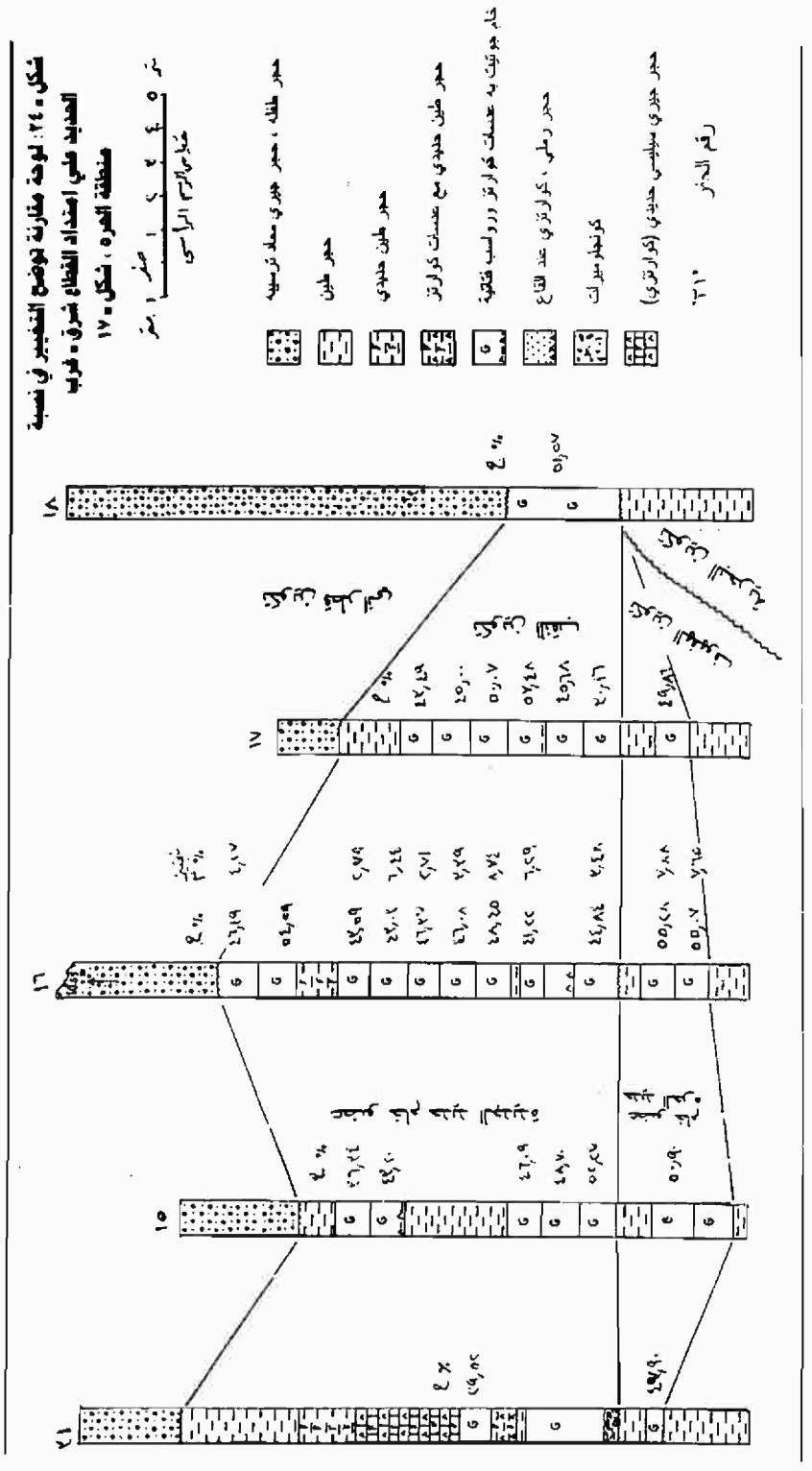
٥ - معادن المنجنيز تتركز فى وسط المنطقة وفى جانب المرمى السفلى للفالقين 'CC و'BB ، حيث تصل نسبة المنجنيز ٢ - ١٢٪، فى حين عند المناطق المرتفعة فى الشمال والجنوب فإن نسبة المنجنيز قليلة تتراوح بين (٠,٢٠ إلى ١,٩٪)، فى وسط منطقة الحره، متوسط سمك عضو خام حديد الجديدة ١٧,٠ مترا، بينما سمك تكوين النقب المجاور وعلى نفس خط الطول ١٧,٩ مترا. على الحواف تجد سمك هذا العضو يقل إلى المتوسط ٦,٠ مترًا، بالمقارنة مع سمك تكوين النقب على نفس خط العرض ٦,٣٥ مترا.

الوضع الإستراتيجرافى لعضو خام حديد الجديدة وعلاقته بالصخور المجاورة، ووجود نفس أنواع الحفريات فى كليهما، جميعها تشير إلى أن تكوين النقب هو الصخر المضيف لخام الحديد. التوزيع المكانى لخام حديد عضو الجديدة وطبقات تكوين النقب المحيطة فى منطقة الحرة (والمناطق الأخرى) يضيف إيضاحات لهذا الاستنتاج. فتكوين النقب والصخر المضيف لعناصر الحديد قد ترسبا تحت ظروف متشابهة وفى نفس حوض الترسيب. التداخل الإصبعى لطبقات خام الحديد فى منطقة الحره (وفى المناطق الأخرى) مع طبقات الحجر الجيرى لتكوين النقب بالهضبة الشمالية يؤيد وجهة النظر هذه.

إن طبقات الصخر المضيف لعناصر الحديد نتيجة ترسيبه فى بحر ضحل قد اعتمد على مشاهدات حقلية فى منطقة الحره. وذلك أن خام حديد عضو الجديدة يتكون من طبقة واحدة بها عدسات متداخلة من الطين والصخر الرملى، وتغطى مساحات شاسعة (الجديدة، الحره، جبل غرابى) وتتداخل جانبيا مع الصخور المجاورة، مما يؤدى إلى النتيجة أن الطبقات المضيفة لعناصر خام الحديد قد ترسبت فى نفس الوقت، وفى نفس حوض الترسيب الذى ترسبت فيه صخور تكوين النقب.

(١) الأوليت - بطروخى يتكون من حبيبات كروية (بيض السمك مثلا).
البيزوليت - حبيبات كروية فى حجم بذور البازلاء أو حبيبات الحمص

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


شكل ٢٤: لوحة مقارنة توضح التغيير في نسبة الحديد على امتداد القطاع شرق ـ غرب منطقة العوه ، شكل ١٧
حجر طفلة ، حجر جيري معدل ترسيبيه
حجر طفلي
حجر طفلي حديدي
حجر طفلي حديدي مع عدسات كوارتز
خام جيوثيت به عدسات كوارتز وروسب ثانوية
حجر رملي ، كوارتزي عند القاع
كونجلوميرات
حجر جيري سيليسي حديدي (كوارتزي)
رقم البئر

الصفات الكيميائية لخام الحديد بالحره

فى الجدول التالى توجد النتائج المتوسطة لتحليل عينات كل حفرة – على شبكة مسافات ٤٠٠ متر لمنطقة الحره. كما وأن نتائج التحليل للعينات المترية لنسبة الحديد والمنجنيز فى الحفر المختلفة توجد على الأشكال (٢٦ و٢٧). وفيما يلى جدول يوضح نسبة الحديد والمنجنيز فى بعض الحفر:

جدول رقم – ٢٦: يوضح نسبة الحديد والمنجنيز بمنطقة الحره

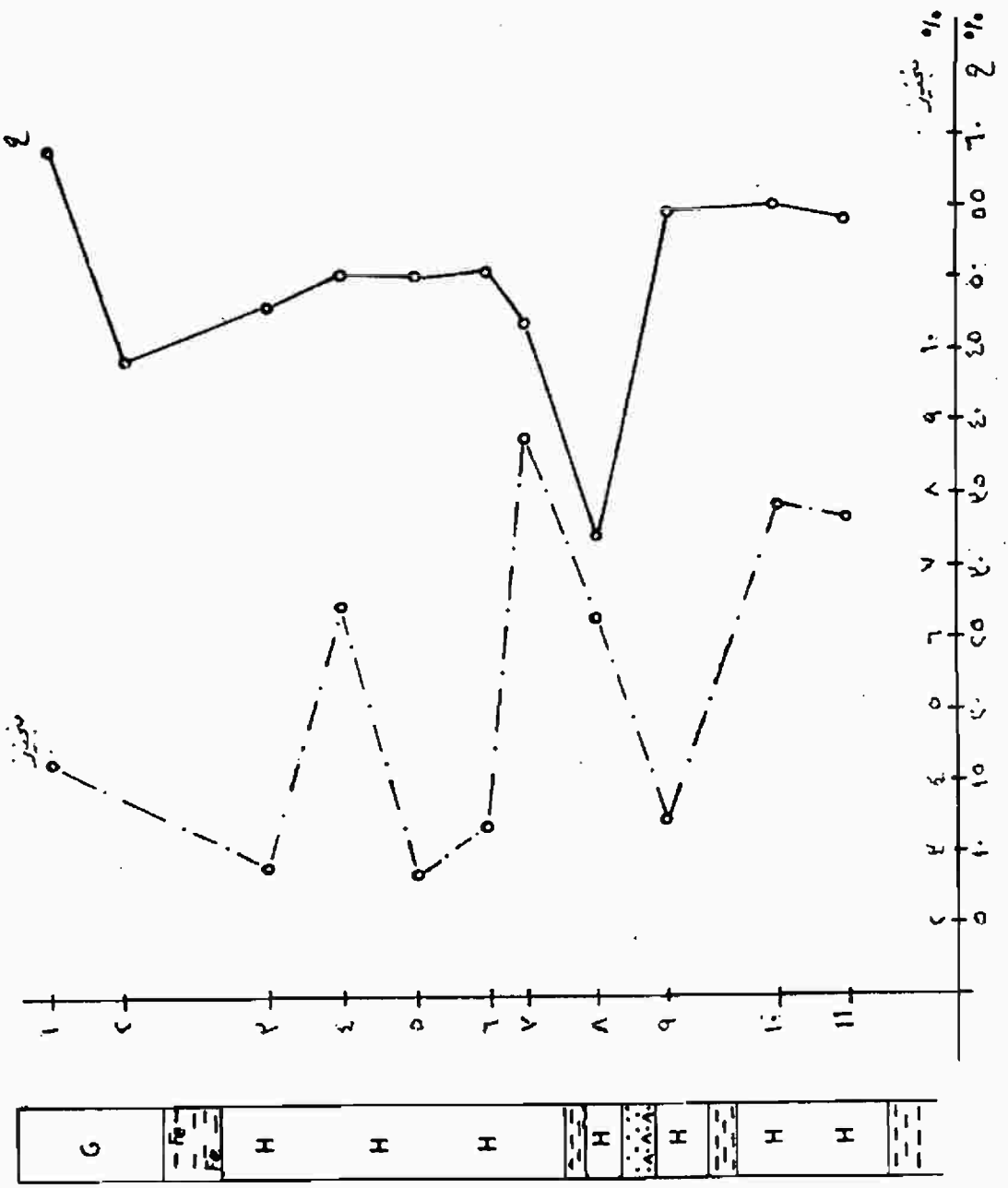
رقم الحفرة	H6	H16	H24	H27	H32	H37	H29
٪ ح	٣٠.١٦	٥١.٥٨	٥٣.٨٣	٤١.٣	٥٠.٢٧	٥٧.٥١	٤٠.٤٠
٪ م	٠.٨٩	٥.٦٢	٥.٦٢	٠.٧٣	٧.٦٦	٤.٤٥	-

التغير فى نسبة الحديد على البروفيل شرق – غرب (شكل – ٢٤ و٢٧) والذى يمتد فى وسط منطقة الحره بين الفالقين 'BB و 'CC بسيط، بحيث يقع بين ٥١.٥٨٪ ح و٤٥.٣٢٪ ح (شكل – ٢٧). ومن ناحية أخرى، فإن التغير فى نسبة الحديد على البروفيل شمال – جنوب متغير جدًا، حيث يتدرج إلى الحجر الجيرى الحديدى ذى اللون القرنفلى (أحمر وردى) على جانب المرمى الأعلى للفالق 'CC.

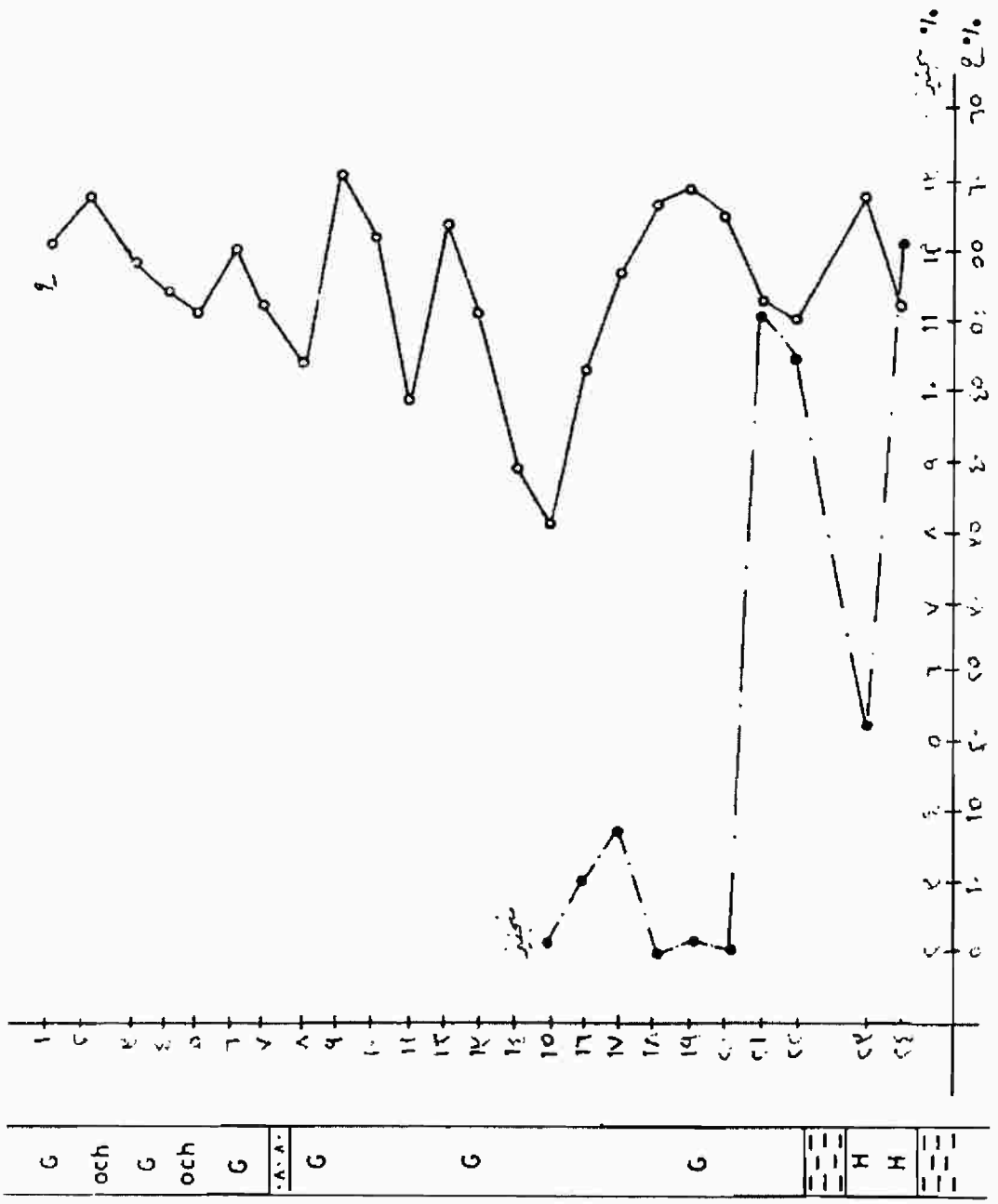
التغير الجانبى والرأسى فى نسبة الحديد قد يعزى لإثراء عناصر الحديد خلال عملية الإحلال. وعلى وجه العموم، فإن خامات الحديد من النوع الرسوبى كيميائيا توجد على هيئة صفائح وطبيقات، وكل طبيقة أو صفيحة لها نظامها الكيميائى المستقل. بمعنى أن الطبيقات المختلفة أو الوحدات الاستراتيجرافية ستحتوى على معادن خام مختلفة، 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 فى منطقة الحره والتى تتضح فيها التغيرات كبيرة فى تركيب الخام جانبيا ورأسيا (شكل -٢٤، ٢٥). وهذا يمكن تعليله بالفرق فى تركيب الصخر المضيف قبل الإحلال بمحاليل الحديد. وهذا يوجد بوضوح فى الحفر التى تم حفرها فى منطقة خام الحره، حيث نجد خام: صلد، سهل التفتيت والمكسر، وبنسب حديد مختلفة (شكل ٢٦-١ إلى ٢٦-٤).

الأشكال ٢٦-١ إلى – ٤ توضح الزيادة العامة فى نسبة المنجنيز نحو قاع الحفر، ولكن التغير فى النسبة قد يكون متذبذبًا جدًا فى 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 عدلا. وهذا يبدو واضحًا فى الشكل ٢٦-١ حيث تزداد نسبة المنجنيز والحديد على التوازى، وأيضًا نفس السلوك، بأية حال، يوجد فى العينات ٦، ٨، ١٠ و١١. وبرغم أن نسبة الحديد والمنجنيز فى العينات ٧ و٩ عكسية (فى نفس الشكل ٢٦-١) إلا أن هذا قد يتم شرحه نتيجة لوضعها حول طبقات الطين. وهذا يتضح جليا فى الأشكال ٢٦-٢ و٢٦-٤ (قاع الحفر H24 وH37 على التوالى).

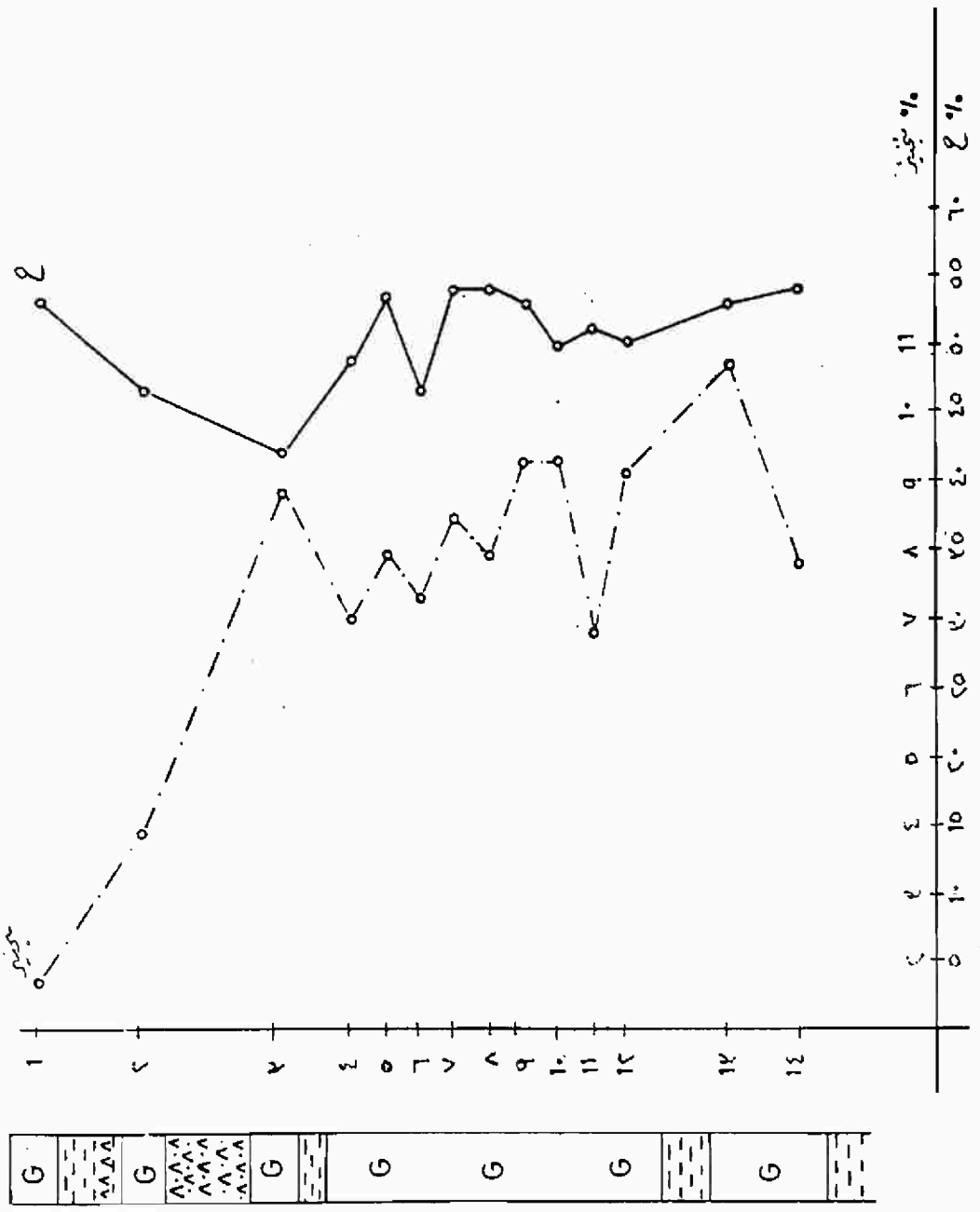
شكل ٢٥
لوحة مقارنة توضح التغيير
في نسبة الحديد على امتداد القطاع شمال ـ جنوب
منطقة الصره ، شكل ١٧



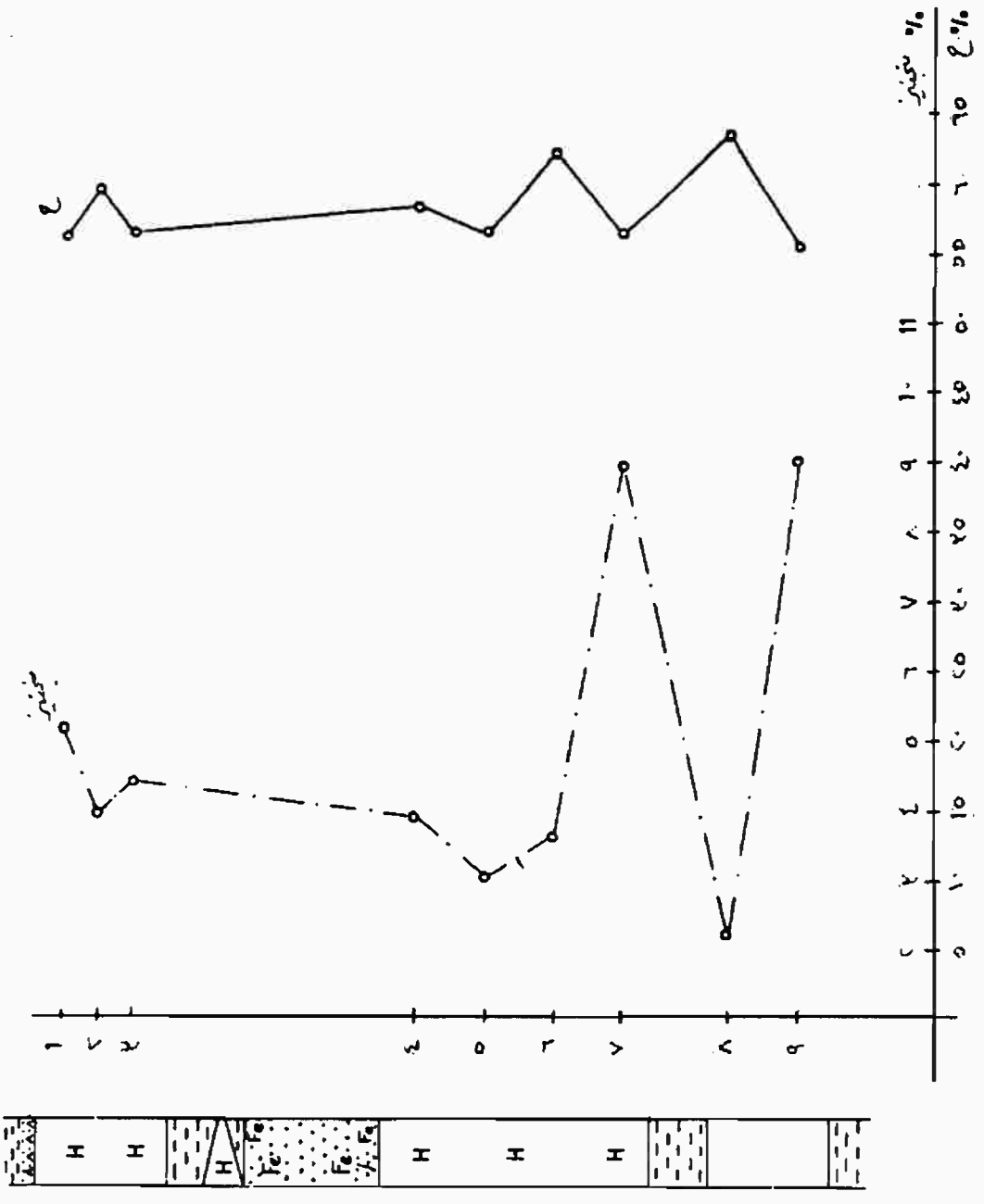
شكل ١:٢٦: التغير الجيوكيميائي الرأسي لنسبة الحديد والسليس في الحفرة ١٦، منطقة الحوه.



شكل ٢٠٢٦: التغير الجيوكيميائي الرأسي لنسبة الحديد والمنجنيز في الحفرة ٢٤، منطقة الخرة.



شكل ٣٠٢٦: التغير الجيوكيميائي الرأسي لنسبة الحديد والمنجنيز في الحفرة ٣٢، منطقة الحرة.



شكل ٤،٢٦: التغير الجيوكيميائي الرأسي لنسبة الحديد والمنجنيز في الحفرة ٢٧، منطقة الحرة.

إن نسبة المنجنيز عمومًا تزداد نحو قاع الخام بالحفر، ولكن التغير فى النسبة قد يتذبذب جدًّا فى جوار تداخلات الطين. لذلك فالأشكال توضح تأرجح نسبة المنجنيز مستقلا عن التغير 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 مترًا - فوق منسوب سطح البحر - أعلى نقطة ارتفاعًا فى منخفض الواحات البحرية، وتحتل قمة جبل غرابى فى الركن الشمالى من منخفض البحرية. طبوغرافيًّا ينفصل جبل غرابى عن الهضبة المحيطة بالمنخفض من جميع الجهات بوادى عميق، يلتف حول الجبل، ويتصل بمنخفض البحرية جنوبا. يمر الطريق القديم (غير المعبد) من مدينة الباويطى - عاصمة الواحات البحرية - إلى القاهرة - شرق جبل غرابي - مرورًا 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

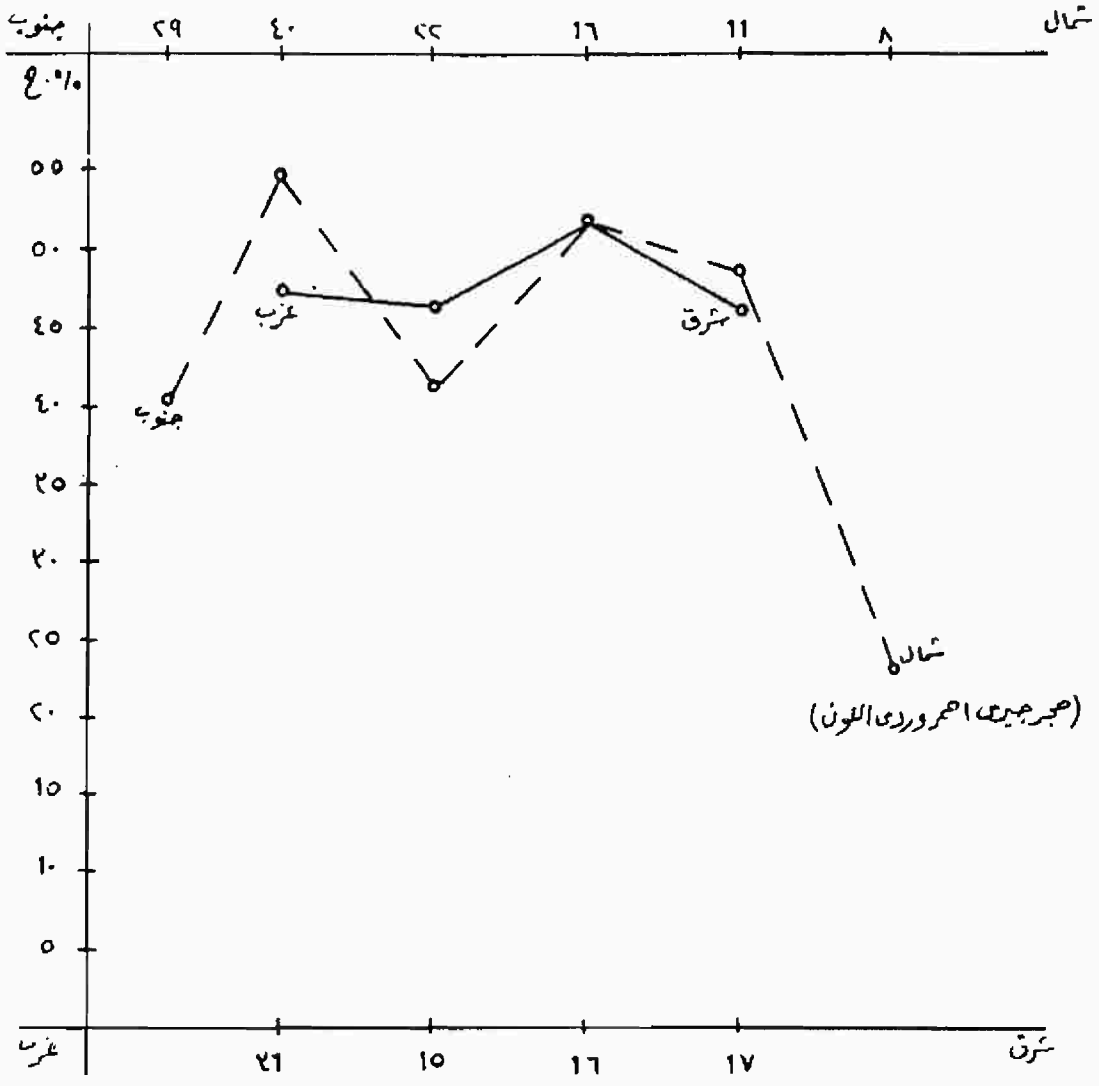
فى جبل غرابى والمناطق المجاورة، تعلو صخور الإيوسين مباشرة صخور عصر السينومانى. يوجد عدم تطابق واضح تمامًا بين صخور السينومينيان-التورونيان والإيوسين الأسفل. صخور السينومينيان مطوية ودرجة الثنى شديدة، بينما صخور الإيوسين فوقها ذات ميل خفيف. عدم التطابق هذا بين صخور عصر الإيوسين الأسفل والعصر الطباشيرى الأعلى يعتبر مرشدًا جيدًا للتعرف على رواسب خام الحديد، حيث إن عضو خام حديد الجديدة فى جبل غرابى والحمرة والجديدة يحتل جزءًا من الإيوسين الأسفل واحتمال احتلاله صخور الطباشير الأعلى الأخرى، فوق وتحت مستوى عدم التطابق المشار إليه عاليه.

تقطع الفوالق خام الحديد بجبل غرابى بدرجات مختلفة واتجاهات مختلفة مثل: شرق - غرب، شمال شرق - جنوب غرب، شمال غرب - جنوب شرق، شمال - جنوب، غرب شمال غرب - شرق جنوب شرق، شمال شمال غرب - جنوب جنوب شرق، شمال شمال شرق - جنوب جنوب غرب.

من الواضح أن منطقة الخام بجبل غرابى، قد تعرضت لعوامل التعرية لدرجة أن كمية كبيرة من الخام قد أزيلت. وديان كثيرة ذات أعماق مختلفة قطعت منطقة الخام؛ حيث يقل سمك الخام قرب الوديان، ما عدا فى الحالات التى يوجد فيها غطاء صلد من الصخور. يوجد غطاء رفيع نسبيًّا من الرواسب الوديانية والرمال الربحية، تغطى جزءًا من سطح منطقة خام الحديد.

كثير من المشتغلين فى الحقل الجيولوجى درسوا خام الحديد بجبل غرابى. ويرجع التركيز على خام الحديد بجبل غرابى وليس الحمرة؛ وذلك لوجود جبل غرابى شامخا فى مواجهة المسافر عند نزوله نقب غرابى ولمرور الطريق الوحيد إلى البحرية بهذا الجبل، فكان ذلك سهلًا 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 والتى تنتمى لتكوين البحرية. الحد الفاصل بين طبقات الحديد وتكوين البحرية أسفله غير واضح فى أماكن كثيرة؛ نتيجة لوجود الرمال السفياء والحصى على ميول الجبل.



شكل ـ ٢٧: التغيير الجيوكيميائي الجانبي لنسبة الحديد علي امتداد البروفيل شمال ـ جنوب ، والبروفيل شرق ـ غرب ، منطقة الحره

فيما يلى قطاع مثالى فى الجزء الشمالى لجبل غرابى: (سعيد وعيسوى- ١٩٦٤).

قمة القطاع	السمك بالمتر

١٠- كوارتزيت؛ صلد، اصفر، كتل متحجرة مع جيوب من الجوتيت،
حفرى به محارات جوفمعاوية والمرجان ٥.٠

٩- خام حديد؛ يتكون أساسًا من الجوتيت، حبيبى، مصمت، به خيوط طحلبية ٣.٠

٨- خام حديد؛ جوتيت، تطابق تيارات مائية، يحتوى على جيوب جبسية
ورملية مع عروق رفيعة طينية. غير حفرى ٣.٠

٧- طين؛ رملى وأحيانًا جيرى، قاع متموج مع طبقات حديد فوقها وتحتها توضح
عدم تطابق «diastem» ما لم تكن سطح عدم تطابق، بقع وجيوب غير منتظمة من
خام الحديد تتخلل مستويات القمة والقاع ١.٣٠
هذه الطبقة من الطين تفصل خام الحديد إلى وحدة عليا وأخرى وحدة سفل.

٦- خام حديد؛ يتكون من الهيماتيت مع جيوب من الجوتيت، أسود إلى محمر، سهل التفتيت،
مسامى، منجنيزى، حفرى تحتوى على: ١.٠
Carbis Lamellosa, Corbula aff. *galica, Spondylus aegyptiacus, Velates schmiedeli, Turretella* sp., *Cerithium* sp., *Cytherea* sp., *Bulla laevissima & Nerita affinis.*

٥- خام حديد؛ هيماتيت، به عدد كبير من جيوب صغيرة من الرمل والجبس
تمثل عدم تطابق ١.٠

٤- خام حديد؛ جيوتيت، أوليتى وبيزوليتى أصفر، منجنيزى أصفر مسود، مع
جيوب هيماتيت حمراء، حفرى يحتوى على: ١.٩٠
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؛ هيماتيت، 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 هيماتيت تدريجيا تتداخل فى الطين المحيط، حفرى به: ٦٠ر-
Operculina discoidea (abundant) & *Nummulites atacicus*

عدم تطابق

١- طينة رملية؛ أصفر مخضر، مع طبقات من الصخر الرملى – تكوين البحرية ..... + -ر١٠

الوضع الجيولوجى لعضو خام حديد الجديدة بمنطقة جبل غرابى (شكل – ٢٩)

يكوّن خام الحديد الجزء العلوى من جبل غرابى بغطاء من الرمل والحصى سمكه حوالى ٤٠ سم، بينما فى الجزء الشمالى ووسط غرابى يغطى الحديد طبقة سميكة نوعًا من الكوارتز والصخر الرملى. فى موقع القطاع المثالى بشمال جبل غرابى، يعلو الخام طبقة طين تحتوى على جيوب من الهيماتيت تتداخل تدريجيا فى الطين، هذه الطبقة حفرية تحتوى على *Operculina discoidea* & *Nummulites atacicus* (?) تنتمى لعصر الإيوسين الأسفل. بينما فى هضبة الجوافى ونقب غرابى يستقر عضو خام حديد الجديدة فوق طبقة الحجر الجيرى لتكوين الحيز بعدم تطابق.

كما توجد طبقة طين تفصل خام الحديد إلى وحدتين: الوحدة العليا تتكون من جوتيت صلد مع قليل من كاسيد المنجنيز، بينما الوحدة السفلى تشتمل على هيماتيت منجنيزى سهل التفتيت، ويحتوى على الأوليت والبيزوليت فى جزئه الأسفل قرب القاع وبصفة خاصة فى الأجزاء الشمالية والوسطى لجبل غرابى. توجد الحفريات فى الوحدة السفلى موضحا أسماءها فى القطاع المثالى تنتمى إلى الإيوسين الأسفل. أى أن خام الحديد فى جبل غرابى – مثل ما هو فى منطقة الجديدة ومنطقة الحره يكوّن الجزء الأسفل من قطاع تكوين النقب الذى ينتمى للعمر إيوسين أسفل.

طبقة الطين التى تفصل الخام إلى وحدتين فى القطاع المثالى بشمال جبل غرابى، تتغير جانبيا نحو وسط غرابى إلى عدد من الطبقات الرفيعة من الطين والصخر الرملى. هذه الطبقات تقل فى السمك حيث تتلاشى باتجاه الجنوب ولا يبقى منها إلا جيوب غير منتظمة من الطين والصخر الرملى، بينما فى الغرب تتكون من الصخر الرملى.

يتغير خام الحديد بجبل غرابي إلى صخر رملى حديدى نحو الغرب. فى الجنوب والشمال يختلط الخام بمعادن المنجنيز بنسبة عالية، بينما فى قمة تركيب محدب غرابى فى الغرب والوسط فإن نسبة المنجنيز فى الخام يمكن إهمالها.

شمال جبل غرابى حيث يمتد خام الحديد فى التلال المبعثرة (تلال ناصر) على هيئة شريط من الشرق إلى الغرب لمسافة حوالى ٥ كم. فى شمال التلال المبعثرة يوجد وادى أخدودى – مثل الوادى الغربى الأخدودى بمنطقة الجديدة – ولكن هنا يوجد الخام فى الوادى الأخدودى شمال التلال المبعثرة بسمك ٢,٩ مترا، بينما فى الجديدة يصل إلى حوالى ٢٧,٠ مترًا وأحيانًا إلى ٣٠ مترًا، يعلو الخام فى كلتا الحالتين غطاء من الطين والرمل والصخر الرملى بسمك كبير نوعًا ما. فى حائط الهضبة الشمالية للتلال المبعثرة، يمتد خام الحديد على هيئة تداخلات متبادلة مع الحجر الجيرى لتكوين النقب.

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

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

شكل ـ ٢٨: منطقة جبل غرابي

رواسب خام الحديد بجبل غرابي وتلال ناصر ـ الواحات البحرية

شبكة الآبار: دكتور أ.م.الشاذلي (١٩٥٨) . رسم الخريطة : جيولجي م.ع. زعطوط (١٩٥٨)

بمقياس رسم ١ ــ ١٠٠٠٠

إيضاحات

- ترسيبات وديانية و رمال ريحية
- حجر جيري أيوسين أوسط وأسفل؟
- رواسب خام الحديد
- طفله وصخر رملي ، سيتوماني
- حدود رواسب خام الحديد
- فوالق رئيسية
- فوالق صغيرة

- آبـار الحفـر المقترحـة ○
- آبار الحفر التي تم حفرها ●
- نقطـة مثلثات المساحـة ▲ ٣١٦ متر
- الارتفاع بالمتر فوق منسوب البحر ·
- طـرق صحراويـــة

الشاذلى (١٩٦٢) قسم خام الحديد بجبل غرابى – بعد دراسة عشرة آبار حفر آلى (شكل – ٢٩) إلى ثلاثة أحزمة رئيسية (على أساس اللون) تحتوى على: الأصفر، البنى، البنى الداكن، وفيما يلى جدول يبين بيانات عن أحزمة خام الحديد فى الآبار العشرة:

جدول رقم – ٢٧

	أصفر	البنى (شاملا البنى المصفر والمخضر)	بنى داكن
العدد الكلى للأحزمة فى الآبار	٥	١٨	١٠
نسبة العدد الكلى	٪١٥	٪٥٥	٪٣٠
التكرار/ بئر	٠,٥	١,٨	١
السمك الكلى (متر)	٤٤,٦	٦٧,٣	٤٤,٨
نسبة السمك الكلى	٪٢٨	٪٤٣	٪٢٩
السمك الأعظم لكل نوع (متر)	١٤	١٠	١٠
السمك الأدنى لكل نوع (متر)	٣,٦	١,١	١,٣
متوسط السمك (متر)	٨,٩	٣,٧	٤,٥

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 الخام، أما أحزمة الخام البنى الداكن، فإنه يكثر وجودها نسبيا نحو القاع. وفيما يلى سمك الخام فى آبار الحفر الآلى العشرة:

جدول رقم – ٢٨

رقم البئر	١٣١	١٣٣	١٣٥	١٤١	١٥١	١٦١	١١٠١	١١٠٣	١١١١	١١١٣
السمك (م)	١٤,١	١٣,١	١٣,٥	١٧,٦	١٢,٩	١٣	١٩,٦	١٩,١	١٩,٥	١٤,٣

يمتد خام الحديد شرقا مكونا طبقة واحدة، تظهر فى هضبة «سيدى الجدافى»، كما تمتد شمالا حيث توجد بالتلال المبعثرة – شمال جبل غرابى – نتيجة لفالق يمتد شرق – غرب، تقع التلال المبعثرة فى مرماه شمالا، وهى ما يطلق عليها حديثا «تلال ناصر». هذه الإمتدادات شرقا وشمالا قد تعرضت لعوامل التعرية والتصدع.

امتداد خام الحديد فى هضبة الجدافى يظهر مكشفه على سطح الهضبة فى منطقة النتق «horst» الموضح فى الصورة – ٣، حيث نجد طبقة الحجر الجيرى الدولوميتية والتى تنتمى لتكوين الحيز وكذلك طفلة تكوين البحرية قد تم تصدعها مكونة ضهرًا أو نتقًا «horst» وهو عبارة عن كتل صدع مستطيلة ومرتفعة بسبب وجود صدوع أو فوالق عادية على جانبيها، وقد

أثرت فيها عوامل التعرية بشدة حتى ساوت طفلة النتق لتكوين البحرية مع مستوى الحجر الجيرى الدولوميتى لتكوين الحيز على الجانبين، ثم جاء فوقها – بالإحلال – طبقة خام الحديد النيمولیتى الأفقية السوداء. يظهر مكشف طبقة الحديد السوداء هذه أيضًا شمال هذا الموقع فى منطقة نقب غرابى تعلو طبقة الحجر الجيرى الدولوميتى لتكوين الحيز.

التركيب الجيولوجى لمنطقة جبل غرابى (شكل – ٢٨)

جميع الدراسات السابقة حتى ١٩٧٨، اعتبر جبل غرابى ممثلا الطرف الشمالى لمحدب البحرية وهو ما أطلق عليه «محدب غرابى» ممتدا من وسط منخفض البحرية – غرب جبل الهفهوف – باتجاه شمال شرق مارا بجبل غرابى، وبغاطس نحو الشمال. لقد نشر المؤلف مقال: تركيب الهضبة الشمالية الشرقية للواحات البحرية سنة ١٩٧٨[1] (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 الجيرى لتكوين الحيز على جانبى هذا الغاطس، فى هضبة الجدافى شرق جبل غرابى وفى منطقة الحره، مما يشير إلى أن المنطقة الشمالية الشرقية كانت مرتفعًا وقت ترسيب صخور تكوين الحيز.

* غياب حفريات الألفيولينا والأبركيولينا من الهضبة الشمالية الشرقية – حيث يمتد غاطس تركيب البحرية الشمالى – ووجودهما على جانبى التركيب فى منطقة الحره ومنطقة جبل غرابى.

لذلك تم فصل تركيب جبل غرابى على حدة كمحدب ذى الاتجاه شمال شرق – جنوب غرب. فمحدب 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 محدب جبل غرابى من صخور السينومانى لتكوين البحرية، يتبعها إلى أعلى – بعدم تطابق – عضو خام حديد الجديدة للعمر الإيوسين الأسفل.

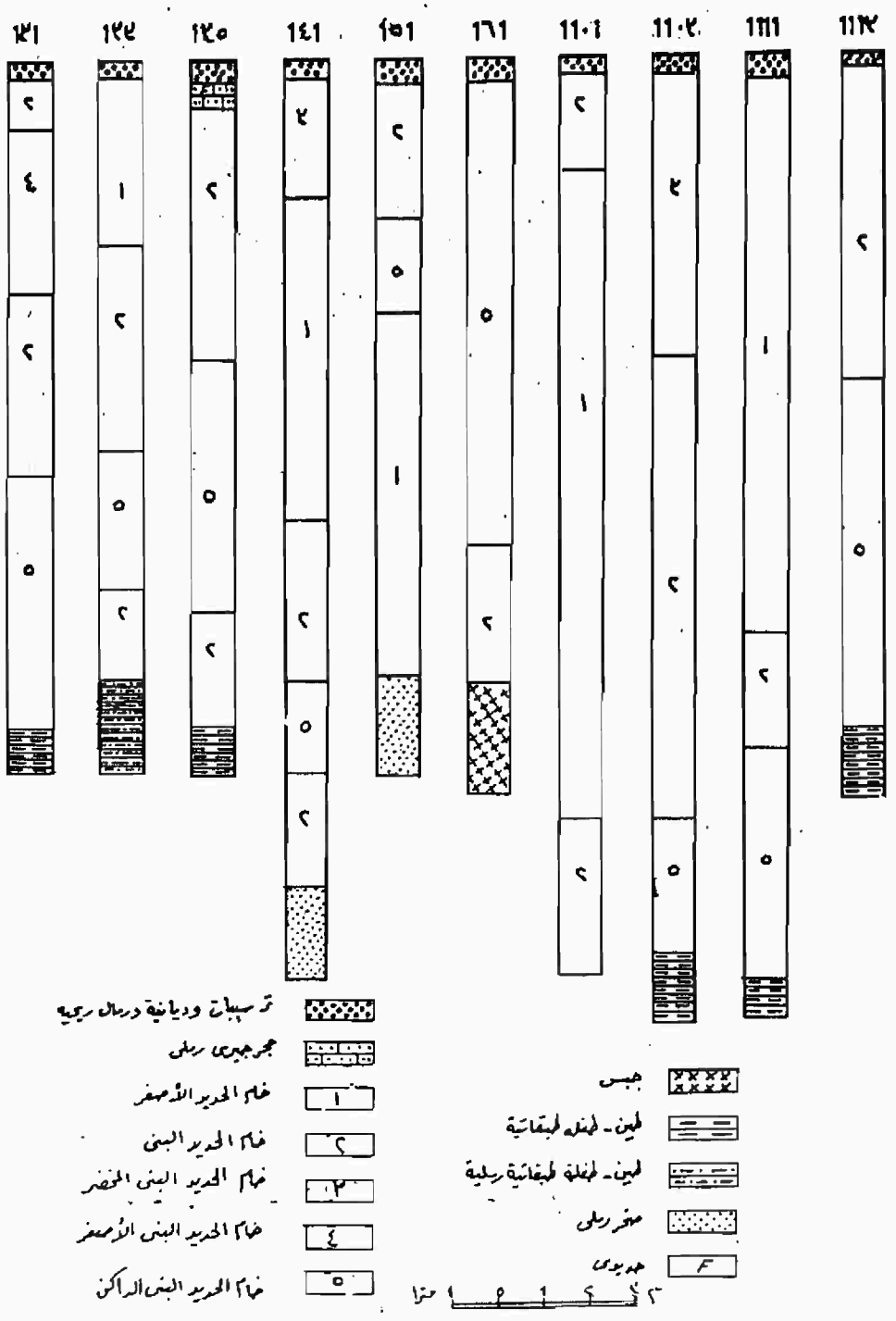
المحور الغربى لمحدب غرابى – تل دَمْبِل والمحور الشرقى لمحدب الحره – الجديدة تكونا نتيجة لحركة التضاغط التى حدثت فى ما بعد السينومانى وما قبل الكامبينيان وهى تعتبر جزءًا من القوس السورى. تمتد مجموعة تراكيب القوس السورى من واحة الفرافرة مرورًا بالواحات البحرية إلى محدب «أبو رواش» بالقرب من القاهرة. إقليميا فإنه يستمر فى اتجاه قطرى عبر شمال مصر إلى منطقة السويس ووسط سيناء. هذا القوس السورى يكوّن جزءًا من الفترة الزمنية الطويلة لتركيب «لارميد» العظيم، حيث يوجد الامتداد الجنوبى الغربى لهذا التركيب فى سوريا.

تركيب المحور الغربى للتحدب تقطعه الفوالق وتنتظم على نفس محور التحدب باتجاه شمال شرق – جنوب غرب. محدب جبل غرابى ومنطقة تَلّ دَمْبِل 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 : ٤٠٠٠٠، (شكل – ٣٠).

(1) Geologie en Mijnbouw, Vol. 57 (1), pp. 77-86.

شكل ٢٩: القطاعات الجيولوجية لآبار الحفر الميكانيكي بجبل فرابي

(الشاذلي والسعدي ــ ١٩٥٨)



الفوالق

أهم الفوالق المؤثرة فى منطقة جبل غرابى – تَلْ دَمْبِلْ 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 مرماه 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 بمحازاة الهضبة الشمالية بمرمى حوالى ٤٠ مترا نحو الجنوب؛ كما يتوقع وجود فالق شمال تلال ناصر ذى مرمي 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 مرماه مناطق شرق وجنوب جبل غرابى، مرمى هذا الفالق قد يصل إلى حوالى ٤٠ مترًا.

– بهضبة الجداف 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.

جدول رقم – ٢٩: التحليل الكيميائى للأحزمة الثلاث لتقسيم الشاذل (١٩٦٢).

	الطبقات الصفراء			الطبقات البنية (شاملاً البنى المصفر والمخضر)			الطبقات البنية الداكنة		
	الأعلى	الأدنى	المتوسط	الأعلى	الأدنى	المتوسط	الأعلى	الأدنى	المتوسط
حديد «ح» ٪ Fe	٤٧,١٧	٤٠,٨٤	٤٤,٢٧	٥٣,١١	٣٠,٧٠	٤٤,٩٩	٥٣,١١	٤٣,٤٦	٤٨,٤٤
أكسيد منجنيز $Mn\ O_2$	٦,١٥	٠,٦٩	٢,٢٧	١١,١٢	٠٠,٧٢	٥,٩٩	١٤,١٧	٣,٤٠	٧,٧٧
أكسيد سيليكون $Si\ O_2$	٢١,١٠	٨,٨٠	١٤,٦٠	٣٠,٨٠	٣,٨٦	١١,٢٩	١٢,٩٢	٥,٤٩	٧,٣٨
أكسيد كالسيوم $Ca\ O$	٤,٧٦	٠,٨٣	٣,٣٦	٦,٤٠	آثار	>٢,٢٤	٤,٦٢	آثار	>٢,٠٠
أكسيد ماغنيوم MgO	آثار	–	آثار	آثار	–	آثار	٢,٩٨	–	>٠,٣٧
أكسيد ألومينيوم $Al_2\ O_3$	٤,٢٢	٢,٤٨	٣,٤٩	٧,٢١	٢,٣٠	٤,٠٤	٦,٣٠	٢,٣٨	٣,٣٥
أكسيد تيتانيوم $Ti\ O_2$	٠,١٤	آثار	>٠,٠١	٠,١٦	آثار	>٠,٠٢	٠,١٦	آثار	>٠,٠٤
خامس أكسيد الفوسفور $P_2\ O_5$	آثار	آثار	آثار	١,٤٨	–	>٠,١٤	١,٢٥	–	>٠,٠٨
كلوريد CL^-	٠,٩٩	٠,٤٦	٠,٦٦	٣,٨٧	٠,٢١	٠,٦٦	١,٠٥	٠,١٨	٠,٥١
الرطوبة H_2O-	١,١٤	٠,٣٣	٠,٨٨	٣,٢٤	٠,٦٢	١,٢٥	١,٦٠	٠,٦٠	١,٣٩
الفاقد بالحريق ٪ L.L.	١٤١٠	٨,٢٣	١١,٤٠	١٤,٦٠	٦,١٩	١٠,٨٤	١١,٦٦	٥,٧٤	٥,٥٧

الحديد «ح» – يبلغ متوسط نسبة الحديد فى خام غرابى ٧٧ , ٤٥٪ مع تغيرات واسعة فى الطبقة الواحدة، تتراوح بين ١ , ٥٣٪ إلى ٧ , ٣٠٪. التغير بين العينات المجمعة للأبار ليس كبيرًا، حيث نجدها ٥٩ , ٥١٪ حديد و ٤٠ , ٤٣٪ حديد ممثلة النسبة الأعلى والصغرى على التوالى.

التغير الرأسى فى مكون الخام ليس ثابتا. 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.

جدول رقم – ٣٠: التحليل الكيميائى للبئر ١٣٣.

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 الكيميائى للبئر ١٣٥.

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

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، والتى بدورها أعلى مما هو فى المنطقة الجنوبية بجبل غرابى، ومن ناحية فإن التغييرات صغيرة ولا تمثل تغييرًا جانبيًا يذكر فى جبل غرابى.

أكسيد الحديديك Fe_2O_3 – الحديد الموجود فى الخام على هيئة أكسيد حديديك، يكون فى هيئة جوتيت وهيماتيت. لم يكن ممكنا اكتشاف أكسيد الحديدوز كيميائيًا، أو الحصول على معادن تحتوى على أكسيد حديدوز فى العينات.

أكسيد المنجنيز MnO_2 – متوسط نسبة المنجنيز فى عينات الآبار ٥.٢٩٪ مع تغييرات كبيرة بين كل بئر وآخر – النسبة الكبرى ١٢.٥٪ والصغرى ١.١٣٪ – وفى كل طبقة النسبة الكبرى ١٤.٧٪ والصغرى ٠.٦٩٪

أكسيد المنجنيز يوجد أساسًا فى معادن المنجنيز، والتى توجد كطبقات رفيعة 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).

التغيير 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

يكون العنصر أكثر التصاقًا بالطبقات البنية الداكنة، والتى توجد غالبًا تجاه قاع الخام.

التغييرات الجانبية واضحة ويبدو من البيانات المتغيرة أن المنجنيز يزداد نحو قاع الخام على وجه العموم إلا فى بعض الآبار مثل البئر رقم ١١٠٣ حيث تصل نسبة المنجنيز ٤٠ , ١٠٪ وهو يقع فى 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 فى الجزء العلوى من الخام البنى المخضر، بينما فى البئر ١١١١ وهو يقع غرب البئر ١١٠٣، قرب الحدود الغربية للمنطقة الجنوبية ورغم ذلك نجد نسبة المنجنيز فى البئر ١١١١ تساوى ٠ , ١٠٪ فى قاع البئر فى الخام البنى الداكن على عكس ما أورده الشاذلى.

أكسيد السيليكون SiO_2 – متوسط نسبة السيليكا فى عينات البئر ٤ , ١١٪ بينما بلغت النسبة العظمى ٩٨ , ١٦٪ والنسبة الصغرى ٥ , ٥٪ فى الآبار التى تم حفرها، بينما فى عينات الطبقة الواحدة فالنسبة العظمى للسيليكا ٨ , ٣٠٪ والنسبة الصغرى ٨٦ , ٣٪.

توجد السيليكا عادة فى عدسات وجيوب على هيئة كوارتز حُر، وعلى هيئة مكون فى الطين. فى الطبقات المختلفة، توجد السيليكا الأعلى فى الطبقات الصفراء نتيجة وجود الكوارتز الحبيبى الدقيق بكثرة مكونا نسيج البيزوليت، بينما توجد السيليكا الأدنى فى طبقات البنى الداكن. فى الطبقات البنية قد ترتفع السيليكا نتيجة اختلاطها بالطين.

من المألوف ملاحظة القيم العالية للسيليكا قرب الحد الفاصل السفلى للخام (آبار – ١٣٣، ١٣٥، ١٤١ و١٦١)، ولكنها عادة تقل نحو القمة (آبار ١٥١٠، ١١٠١، ١١١١)، وتقل أكثر تجاه الوسط كما فى البئر ١٤١، وبالرغم من وجود التغييرات الجانبية للسيليكا إلا أنها لا تخضع لقاعدة معينة.

أكسيد الكالسيوم CaO – متوسط نسبة أكسيد الكالسيوم فى عينات الآبار ٤٣ , ٢٪، وهى قريبة جدًا من قيمة العينات من المكشف. أكسيد الكالسيوم يوجد على هيئة كالسيت وجبس. فى الأجزاء العليا من الخام يوجد الكالسيت بوفرة، والتى قد تكون نتيجة للوجود الأصلى للحجر الجيرى على نفس المستوى. ومن ناحية أخرى، نلاحظ الجبس فى الأجزاء السفلى حيث يتكون فى ترسيبات البحيرات.

كقاعدة عامة يوجد أكسيد الكالسيوم بقيمة عالية باتجاه الأجزاء العليا للخام كما فى الآبار – ١٣١، ١٥١، ١٦١، ١١٠١، ١١٠٣، ١١١١، ١١١٣ (شكل – ٢٩).

التغييرات الجانبية موجودة حيث سجلت الآبار نسبة أعلى ٩٧ , ٣٪ ونسبة أدنى ١٤ , ٠٪، ومع ذلك فهى لا تتبع نظامًا منتظمًا.

متوسط نسبة أكسيد الكالسيوم فى الطبقات الصفراء أعلى فيها، عما هو فى الخام البنى أو الخام البنى الداكن.

أكسيد الماغنسيوم MgO – يوجد أكسيد الماغنسيوم فى بعض العينات التى أجريت عليها التحاليل. متوسط الماغنسيا فى عينات البئر ١١ , ٠٪، مع تغييرات فى الآبار تتراوح من ٨٣ , ٠٪ إلى العدم، وفى الطبقات من ٩٨ , ٢٪ إلى العدم. يوجد أكسيد الماغنسيوم فى الدولوميت والذى ينتمى للطبقات الدولوميتية الأصلية، وبالتالى تشير إلى التغير الجانبى للحجر الجيرى إلى الدولوميت.

تلاحظ وجود أكسيد الماغنسيوم فى الطبقات البنية الداكنة، رأسيا فإنها ترتبط الأجزاء العليا للخام حيث

يوجد الحجر الجيرى الأصلى بوفرة. وجود الماغنسيوم بكميات وفيرة فى وسط جبل غرابى (الآبار – ١٥١، ١٦١) تشير إلى أن الحجر الجيرى قد تغير جانبيًا إلى الدولوميت فى هذا الموقع بصفة خاصة.

أكسيد الألومنيوم Al_2O_3 – متوسط نسبة أكسيد الألومينيا فى عينات البئر ٣.٦٧٪ مع بعض التغييرات فى الآبار من ٤.٤١٪ إلى ٢.٨١٪، مع ملاحظة فروق أكثر فى عينات الطبقة الواحدة من ٧.٢١٪ إلى ٢.٣٪، الطبقات البنية تحتوى على أكسيد ألومينيوم أكثر؛ حيث إنها على وجه العموم تمتزج مع الطين أكثر من الطبقات الأخرى. يوجد أكسيد الألومينيوم أساسًا فى معادن الطين المصاحبة للخام. التغييرات الرأسية والأفقية فى نسبة أكسيد الألومينوم غير ثابتة.

أكسيد التيتانيوم TiO_2 – توجد عمومًا كآثار، ولكن توزيعها غير منتظم غريب الأطوار، وبعض القيم العالية نسبيا غير متوقعة. متوسط أكسيد التيتانيوم فى عينات البئر ٠.٠٣٪ وتتراوح فى الآبار من ٠.١٥٪ إلى آثار، وفى عينات الطبقة الواحدة تتراوح من ٠.١٦٪ إلى آثار. القيم العالية متوقع وجودها فى الطبقات البنية والبنية الداكنة. رأسيا أكسيد التيتانيوم لا يبدو متحيزا لأى مستوى معين، وجانبيًا فإنه أكثر ارتباطا بالآبار – ١٣١، ١١١١ و١١١٣ فى شمال وجنوب جبل غرابى.

خامس أكسيد الفوسفور P_2O_5 – يوجد عمومًا كآثار، نادرًا ما يمكن اكتشافه، ولكنه يوجد فى عينتين بكميات يمكن تقديرها. متوسط أكسيد الفوسفور ٠.٠٨٪ < فى عينات الآبار مع النسبة العظمى ٠.١٥٪ و١.٤٨٪ فى كل من الآبار، وفى كل من الطبقات على التوالى.

خامس أكسيد الفوسفور يكون مصاحبًا – بكميات يمكن تقديرها – فى الطبقات البنية والبنية الداكنة. فى توزيعها الرأسى، فإنها أكثر ارتباطا لأجزاء قاع الخام عن الأجزاء العليا. هذا يمكن فهمه، إذا ما افترضنا أن خامس أكسيد الفوسفور ينتمى لطبقات الفوسفات الموجودة سابقًا فى طبقات العصر الطباشيرى الأعلى.

يشير التوزيع الجانبى تركيزًا أعلى نسبيا فى الآبار بمناطق شمال وجنوب غرابى، قد يكون التغير الجانبى فى تكوين الصخور قد نتج عنه جيوب من التكوينات الفوسفاتية، هذه المعلومة تؤكدها حقيقة وجود قيم عظمى لأكسيد خامس الفوسفر تكافئ ١٢.٣٧٪ فى عينات المكشف.

الكلور Cl^- – يوجد الشق الحامضى للكلوريدات فى الأملاح موزعة فى الجيوب والطبقات، أو منتشرة فى خام الحديد. متوسط نسبة الكلوريد «Cl^-» فى عينات الآبار ٠.٦٢٪ مع زيادة معقولة فى أجزاء القمة للخام. فى عينات المكشف متوسط نسبة الكلوريد تعتبر عالية؛ إذ تصل إلى ٢.١٥٪. هذه الزيادة فى كمية الأملاح بمكاشف الخام بسبب الخاصة الشعرية. إذا أخذنا فى الاعتبار هذا العامل، فالقيمة المتوسطة الحقيقية للكلوريد «Cl^-» تكون – بأقصى احتمال – حوالى ١.٢٥٪.

الكبريت S – هذا العنصر لم يتحدد فى عينات الآبار. عينات المكشف تعطى ٠.٨٦٪ و٠.٦٥٪، هذه القيم قد تؤخذ كمتوسط جيد. الكبريت «S» يوجد كمكون للجبس، والذى نلاحظ تركيزه فى أجزاء القاع للخام. هذا المعدن هو المسئول عن نسبة الكبريت العالية نسبيا فى الخام.

ماء الرطوبة H_2O – متوسط الرطوبة فى عينات الآبار تساوى ١,٠٩٪ مع بعض التغيرات فى الآبار. طبقات الخام البنية والبنية الداكنة تمتلك متوسطات عالية من الرطوبة عن مثيلاتها الصفراء. المنابع الرئيسية للرطوبة هى الطين وأكاسيد الحديد.

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

المتوسط الأدنى (٥,٥٧٪) يوجد فى الطبقات البنية الداكنة، حيث يكون الهيماتيت مكونًا مهمًا، بينما الطبقات الصفراء والبنية تشير إلى قيم عالية (١١,٤٪ و١٠,٨٤٪ على التوالى) حيث يكون الجوتيت أكثر معادن الحديد وجودا.

فى التغير الرأسى، قيم الفاقد بالحريق تكون أعلى عمومًا فى أجزاء القمة للخام حيث الكربونات تكون أكثر شيوعا والهيماتيت يكون أقل كذلك.

حساب كمية خام الحديد فى المناطق الثلاث:

التلال المبعثرة، جبل غرابى ومنطقة الحره

خام الحديد، فى جبل غرابى والتلال المبعثرة شمال غرابى وكذلك الخام فى منطقة الحره يكاد يكون أفقيا ذا حدود غير منتظمة. لذلك يمكن القول أن سمك الخام فى الحفر يمثل السمك الحقيقى. الفرق الأساسى بين السمك فى الحفر وآبار الحفر الآلى والسمك الذى تم الحصول عليه من مكاشف الخام يمكن توضيحه نتيجة لعوامل التعرية التى أثرت بشدة على مكاشف الخام عند حواف الوديان أكثر من تأثيرها على الأجزاء الداخلية للخام.

فى جبل غرابى يتغير سمك خام الحديد من ١,١٠ إلى ٣٠,٢٠ مترًا، بمتوسط سمك ٨,٠٩٣ مترًا؛ بينما فى التلال يتغير سمك الخام من ١,٥ لى ٢٨,٧ مترا بمتوسط ٨,٧٦ مترا. وفى منطقة الحره يتغير السمك من ١,٦ إلى ٢٢,٣ مترابمتوسط سمك ٧,٠٣ مترا.

لقد تم تقييم الخام وذلك برفع حدود الخام بالمناطق الثلاث على خرائط ودراسة نتائج ٢٢٠ حفرة و٢٠ بئرًا آليًا فى الخام والمناطق المحيطة – وكانت النتائج كما يلى:

	التلال المبعثرة	جبل غرابى	منطقة الحره
المساحة بالمتر المربع	١٩٦٦٢٧٤	١٨٩٠٣٧٠	٢٣٠١٤٤٨
متوسط الكثافة النوعية	٢,٣٣٦	٢,٥٥٧	٢,٣٤٩
متوسط سمك الخام	٨,٧٦	٨,٩٣	٧,٠٣
كمية الخام (طن)	٤٠٢٣٦٥٧٢	٤٣١٤٧٨٤٦	٣٨٠٠٤٨٩٢

وفيما يلى متوسط نسبة تحاليل مكونات الخام فى المناطق الثلاث:

جدول رقم – ٣٢ : نسبة تحاليل مكونات الخام فى كل من التلال المبعثرة، وجبل غرابى، ومنطقة الحره

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 الحره	٤٩.٢٥	٩.١٢	٤.٠٣	٣.٩٠	٠.٣٥	٠.٦٥	٠.١١٩

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 الحره.

الدراسة المعدنية لمنطقتى الحره وجبل غرابى

التركيب المعدنى لخام حديد عضو الجديدة بمنطقتى الحره 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 ميكروسكوبيًا بالضوء المنفذ والمنعكس. لقد تم تقسيم المعادن إلى مجموعتين: (١) معادن الخام والتى تحتوى على الحديد والمنجنيز و(٢) الشوائب المعدنية شاملا المعادن الأخرى.

(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 والماجنيتيت بكميات ضئيلة فى جبل غرابى، بينما لم يعثر الشاذلى (١٩٦٢) على أثر لأى منهما فى جبل غرابى.

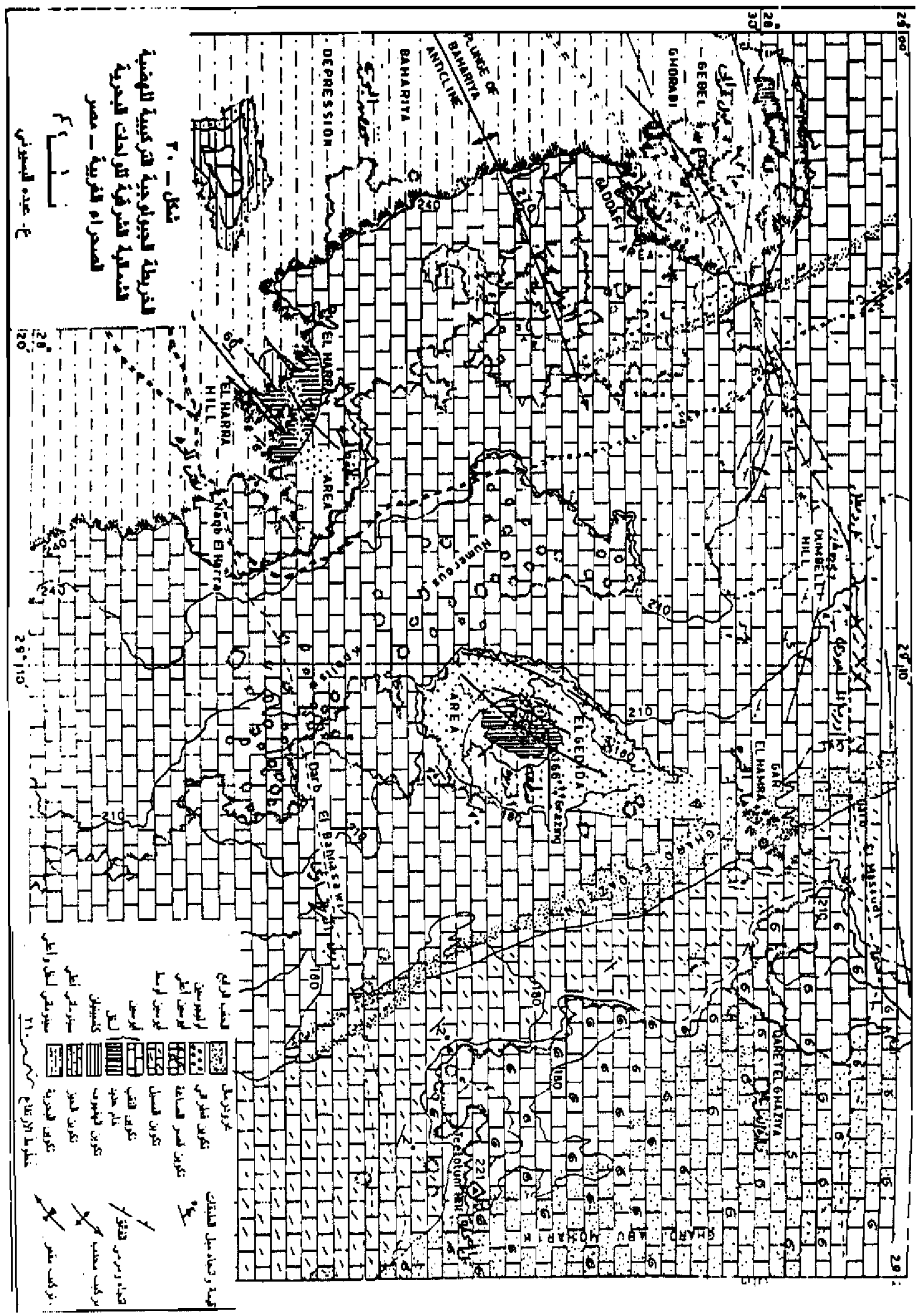
أما فى منطقة الحره ومنطقة جبل غرابى، فقد تم تقسيم أنواع خام حديد عضو الجديدة فى الحقل إلى ثلاثة أنواع رئيسية (المؤلف):

١ – هيماتيت: صلد (٦)، مصمت، بنى داكن، ذو لمعان معدنى.

٢ – جوتيت: متوسط الصلابة (٥)، بنى إلى بنى مصفر، طبقى ذو فجوات.

٣ – هيدروجوتيت: متغير الصلابة عادة أقل من ٣، هش وسهل التفتيت، 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.



شكل – ٣٠
الخريطة الجيولوجية التركيبية للهضبة الشمالية الشرقية للواحات البحرية
الصحراء الغربية – مصر
ع. عبده السيوفي

التركيب أو البنية السائدة تشير إلى ترسيب شبه غروى، ومع ذلك فإن البنية - نتيجة عملية الإحلال - تتضح جليا فى الخام الضعيف النسبي، حيث تجد معادن الحديد تحل محل المعادن الأصلية شاملاً الكوارتز، إلخ. توجد الفجوات بمقاييسها المختلفة فى الخام. فى الخام الأصفر يتراوح التركيب من بيزوليتى إلى ترابى، حبات البيزوليت قد تكون كبيرة جدًا أو ذات حجم عادى، وقد تتدرج فى الصغر إلى الحجم الأوليتى. الكوارتز يعتبر معدن الشوائب الشائع مصاحبًا للخام الأصفر.

فى الصورة - ١٨ - شكل - ١ قطاع ميكروسكوبى فى الخام الأصفر حيث توجد البيزوليت ذات القطر ٢ مم على هيئة: مستديرة، بيضاوية، مستطيلة، أو غير منتظمة. قد يظهر أحيانًا فى قلب البيزوليت نواة صغيرة من الكوارتز الدقيق المتبلور، وهو أيضًا يكوّن مادة النسيج للبيزوليت. بللورات الكالسيت توجد أيضًا مصاحبة نسيج الكوارتز السائد.

فى الخام البنى، تركيب الجوتيت قد يكون ترابيًّا ولكنه فى الأساس يتركب من بللورات دقيقة مكونة طبقات أو حلقات من المعدن متحدة المركز «colloform» . خام الجوتيت المصمت يرى فى 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 الحلقية الأخرى شاملًا شقوق التقلص والفجوات الكبيرة. لقد تلاحظ أحيانًا وجود مزيج أو خليط من الخام مع كميات كبيرةمن الطين والكوارتز.

فى الخام البنى الداكن، يوجد الهيماتيت كمعدن حديد سائد مع وجود الجوتيت المرافق كمعدن ثانوى.

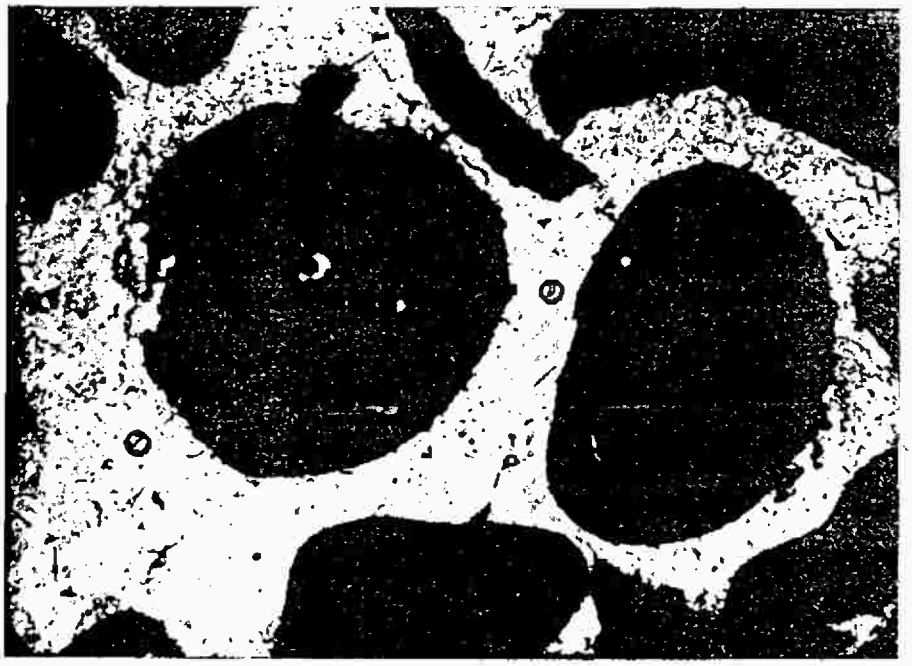
نلاحظ وجود فجوات صغيرة فى الخام توحى بتركيب مسامى، ورغم ذلك فإن الخام البنى الداكن صلد جدًا. ونسبة الحديد فى الخام البنى الداكن أعلى منها عما هى فى الخام الأصفر والبنى. خام الهيماتيت يوجد غالبًا قرب القاع، بينما الخام الجوتيتى مرتبط أكثر بالأجزاء العليا لكتلة الخام. القطاع الميكروسكوبى فى الصورة - ١٩، 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 فى خام الحديد. تركيب معادن المنجنيز غروىّ أساسًا، شاملاً وجود مواد ترابية ودقيقة التبلور، طبقات حلقية وشقوق التقلص.

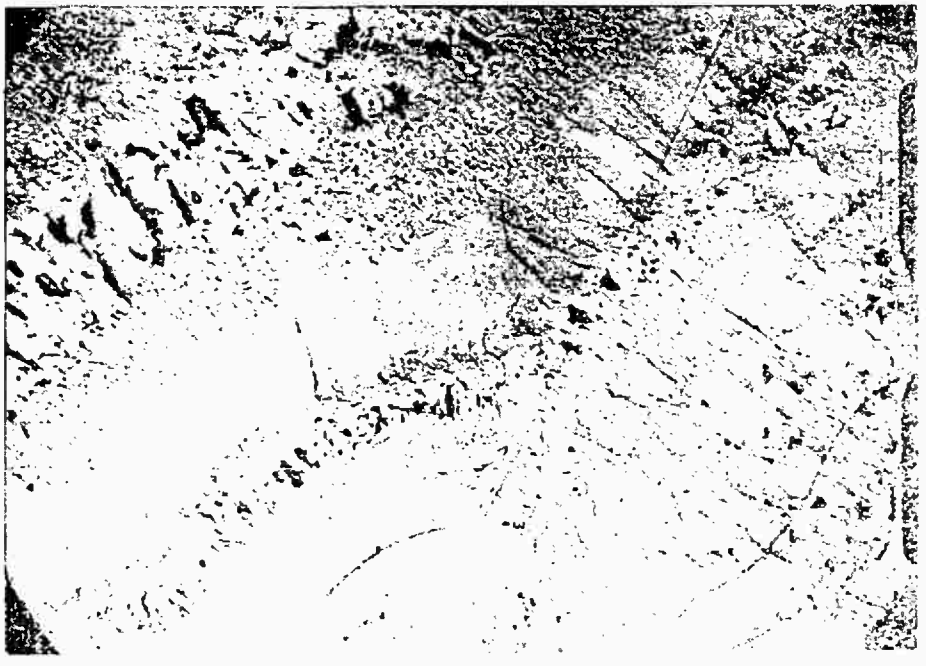
معادن المنجنيز تتمثل فى ترابى وبيرولوزيت دقيق، بزيلوميلين وكريبتوميلين مع طبقات حلقية (صورة - ١٩ - شكل - ٢) ومانجانيت. فى جميع الحالات، توجد معادن المنجنيز تحيط معادن الحديد.

جدير بالملاحظة أن نشير إلى أن معادن المنجنيز تتركز على الأطراف فى منطقتى الجديدة وجبل غرابى - مع نقصان نسبتها فى الجديدة، عما هى عليه فى جبل غرابى؛ بينما نجد معادن المنجنيز تتركز فى وسط خام حديد الحره، مع ازدياد نسبتها نحو قاع الخام بصفة خاصة. يفسر ذلك، بالنظرة على الخرائط التركيبية للمناطق الثلاث - حيث نجد معادن المنجنيز تزداد فى الأخدود التركيبى، مثل: أخدود التلال المبعثرة (تلال ناصر) وأخدود الوادى الغربى بمنطقة الجديدة وأخدود منطقة الحره؛ أى إن معادن المنجنيز تزداد فى مناطق الهبوط بين الفوالق.

صورة -١٨ : جبل غرابى



١- خـام بيزوليتى اصفر. حبات البيزوليت تتكون من الجوتيت بينما النسيج يتكون من كوارتز دقيق وبعض الكالسيت. ضوء عادى - تكبير × ٣٤.



٢- جوتيت يظهر النسيج الغروى، خام مصمت بنى. ضوء عادى٦٧X.

(٢) الشوائب المعدنية:

الكوارتز – هذا المعدن هو الأكثر شيوعًا من بين الشوائب المعدنية فى خام الحديد. لقد تلاحظ وجود تغييرات فى توزيع الكوارتز، فهو يوجد عمومًا أكثر نسبيًا بالقرب من قمة وقاع الخام، ومع ذلك، فهو يوجد أحيانًا بكميات أكثر فى الأجزاء الوسطى للخام.

قد يوجد الكوارتز كبللورات صغيرة فى تركيب حبيبى متحدا مع الخام، وبالتالى إما متبلورًا من مادة الجلّ «gel» أو بالإحلال كما فى الخام المنخفض النسبة حيث يوجد الكوارتز، وبه علامات الإحلال بمعادن خام الحديد.

طبيقات الشيرت ذات الكوارتز المتبلور غالبًا ما يلاحظ وجودها فى خام الحديد، هذه الطبيقات يوجد بها معادن الحديد والمنجنيز.

معادن الطين – يوجد عادة فى الخام، النسبة الكبيرة من الطين الموجود فى الخام هى بقايا صخور الطين الأصلية التى تم إحلال بعضها بمعادن الحديد. طبقات وعدسات من الطينة الحديدية توجد مصاحبة للخام.

الكربونات – الكالسيت هو أحد الشوائب المعدنية الشائعة، ويوجد بصفة خاصة فى الأجزاء العليا من الخام، بينما لا يوجد فى الأجزاء السفلى، إلا أنه قد يوجد فى وسط الخام فى أماكن قليلة بمنطقة الحره. برغم وجود نسبة كبيرة من الكالسيت فى الخام، متأصلة من أو بقايا من الحجر الجيرى والصخور الجيرية الموجودة سابقًا، ومع ذلك فقد خضعت لعملية إعادة البلورة بحجم كبير، وهذا يبدو جليا فى شمال الحافة الغربية لمنطقة الحره.

لقد تم تعريف معادن الدولوميت فى بعض المناطق من الخام؛ حيث يرجع مصدرها للحجر الجيرى الدولوميتى. هذا الحجر الجيرى الدولوميتى يعتبر فى هذه الظروف الموجودة كنتيجة للتغيير الجانبى فى تركيب مستويات الحجر الجيرى بجبل غرابى والجديدة. الدولوميت الموجود فى هذه المناطق أعيد بلورته، ويُظهر نفس الصورة التركيبية مثل الكالسيت.

المتبخرات – وهى المعادن التى نشأت عن طريق تبخر مياه البحر، وتتمثل الشوائب المعدنية للمبخرات فى الجبس والأملاح، وهى قد توجد مالئة الشقوق فى الخام، أو فى طبيقات موازية لخام الحديد أو منتثرة خلال الخام. الجبس يظهر ميله نحو التركيز فى الأجزاء السفلى والأملاح فى الأجزاء العليا للخام. والتفسير، أنه قد تترسب الأملاح فى أزمنة لاحقة فى فترات الأمطار الشديدة وحملها للأملاح من الصخور السطحية، فتترسب فى الطبقات العليا للصخور المكشوفة، أو قد تكون كما يرى الشاذلى (١٩٦٢) من التسلسل العادى لترسيب الأملاح فى البحيرات من حيث أقل المعادن (جبس) ذوبانا يترسب أولاً عند القاع وأكثر المعادن (الأملاح) ذوبانا تترسب أخيرًا على القمة، عندما يكون تركيزها بالكفاية التى تسمح بذلك.

الفوسفات – وجود خامس أكسيد الفوسفور (P_2O_5) بغير انتظام وأحيانًا بكميات كبيرة، مما يدعو للاستنتاج إن بعض معادن الفوسفات موجودة فى خام الحديد، ومع ذلك لم يتم تعريفها فى تحاليل العينات. من المفروض أن معادن الفوسفات قد جلبت من الطبقات الفوسفاتية بالعصر الطباشيرى الأعلى (جبل الهفهوف)، وهى تمثل التغييرات الجانبية فى الصخور الجيرية والطينية. توجد المساحات الصغيرة الفوسفاتية غير منتظمة التوزيع فى جبل غرابى بمنطقتى A و C.

الباريت – بللورات الباريت الصغيرة والمتوسطة تنتشر عشوائيا فى كل مكان من الخام بجبل غرابى،

ونادرًا فى منطقة الحره. عمومًا يوجد الباريت بكميات صغيرة وأحيانًا تكون بللورات كبيرة كاملة جيدة التبلور – توجد كميات كبيرة منها فى منطقة الجديدة حتى أصبحت كخام يجمع من الطبقات السفلى للخام. أحيانًا يوجد الباريت فى 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 ١٢َ ٢٨° شمالا وخط الطول ٤٢َ ٢٨° شرقا، وهى ما يطلق عليها جبل متيلع رضوان على خريطة الواحات البحرية (المساحة العسكرية ١٩٨٥). خام الحديد بمنطقة الحيز صنفه الشاذلى (١٩٦٢)[١] كخام حديد منخفض النسبة المئوية بالنسبة للخام الاقتصادى فى المناطق الثلاث: الجديدة، الحره، غرابى. فهى تمثل صخورًا 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 وبنى اللون، ينكسر إلى قطع ذات زوايا حادة. اللون لمسحوق العينات بنى مصفر.

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 تموجيًا. أما أكسيد الحديد المائى – جوتيت – فإنه يتكون من بللورات دقيقة جدًا[٢].

من الواضح أن الجوتيت يحل مكان الكوارتز على حواف الحصوات الكوارتزية وخلال الشقوق (صورة – ٢٠ – ١ و٢) مسببًا شكلاً متعرجًا لحصوات الكوارتز. ففى العينة بالصورة – ٢٥ – ١ يبدو الإحلال متقدمًا بالمقارنة بالعينة فى الصورة – ٢٥ – ٢. كلا العينتين تمثل تغيرات نموذجية فى نسب الجوتيت والكوارتز فى الصخر الرملى الحديدى.

بصرف النظر عن الجوتيت والكوارتز، فمن الواضح من التحاليل الكيميائية وجود كميات صغيرة من أكسيد المنجنيز، الجير والطين فى حالة دقيقة متحدة مع كتلة رواسب الجوتيت دقيق البللورات – لقد كان التحليل الكيميائى لخام الحيز بمعرفة الكيميائى يحيى عبدالعظيم بالمعامل المركزية للمساحة الجيولوجية كالتالى:

أكسيد سيليكون	أكسيد حديديك	أكسيد ألومينيوم	أكسيد كالسيوم	أكسيد ماغنيسيوم	أكسيد منجنيز	خامس أكسيد الفوسفور
٪٦١,٩٣–٥٩,٨٦	٪٣١,٧٨–٣٠,٦٨	٪٢,٥٨–٢,٢٤	٪٣,٤٣–٢,٨٦	٪٠,٨٨–٠,٣٤	٪١,٥٦–١,١٢	آثار

(١) قدمت الدراسة كتقرير داخلى، مصلحة المساحة الجيولوجية والأبحاث التعدينية، ١٩٥٨ – القاهرة.

(٢) اعتبر عاطف دردير (١٩٧٥) إن خام الحيز هو حجر رملى حديدى وليس خامًا للحديد؛ حيث إن نسبة أكاسيد الحديد أقل من ١٨٪ فى المتوسط مما لا يمكن اعتباره خامًا للحديد تقرير داخلى – هيئة المساحة الجيولوجية.

التحليل المعدنى (صورة – ٢٠)

تم تحديد نسبة حصوات الكوارتز والبللورات الدقيقة للجوتيت بخام حديد الحيز تحت الميكروسكوب؛ باستخدام القرص المندمج لليتز « Leitz Integrating stage»، وكانت نتائج التحليل المعدنى بالحجم كما فى الجدول رقم – ٣٣ التالى:

جدول رقم –٣٣: نتائج التحليل المعدنى بالحجم.

رقم العينة	حجم كتلة راسب الجوتيت	حجم الكوارتز الحصوى
١	٥٥٪	٤٥٪
٢	٤٥٪	٥٥٪
المتوسط	٥٠٪	٥٠٪

من هذا الجدول يتضح أن خام الحيز يحتوى فى المتوسط على نصف حجمه من كتلة راسب الجوتيت والنصف الآخر من الكوارتز الحصوى، حيث ترى الحصوات بعدسة التكبير العادى. ومع ذلك، فإن التحليل الكيميائى للعينة رقم ١٠ أعطى ٢٣.٢٥٪ حديد فى مقابل ٣٧٪ جوتيت وزنا و٢٧٪ حجما. علاوة على ذلك فإن تحليل العينة رقم – ٢ أعطى ٢٢.٥١٪ حديد، فى مقابل ٣٦٪ جوتيت وزنا و٢٦٪ حجما. وبالتالى ففى العينتين ١ و٢ تحتوى كتلة الراسب الجوتيتى على جوتيت ونسبة كبيرة من المادة الدقيقة التَّبلْور، والتى تحتوى أساسًا على الكوارتز مع قليل من الطين، الجير،... إلخ.

القياس الحجمى لحصوات الخام

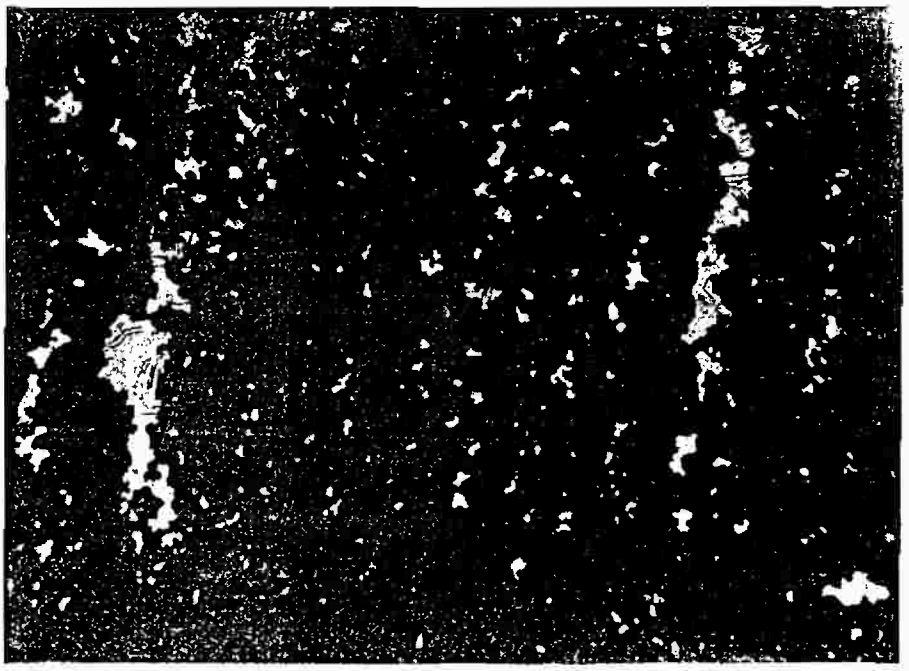
تم قياس القطر الأكبر لعدد ٣٠٠ حصوة كوارتز للعينتين ١ و٢، وكانت النتائج فى الجدول – ٣٣ تشير إلى أن أكبر قطر هو ٠.٧٢ مم. وكقاعدة عامة فإن حجم وشكل حصوات الكوارتز فى خام حديد الحيز المنخفض النسبة «ElHeiz lowgrade iron ore» يتحكم فيها أولاً أصل حجم وشكل حصوات الصخر النوبى، وثانيًا درجة الإحلال الأخيرة بالجوتيت.

القياسات بالجدول – ٣٤ ممثلة بالجدول – ٣٥ من خلال المناخل.

فضلاً عن ذلك يوجد الكوارتز الدقيق التبلور فى كتلة الراسب الجوتيتى والذى تم تقديره على وجه التقريب من التحليل الكيميائى مثل ٤ : ٩ فى العينة – ١ و ٢ : ١١ فى العينة – ٢ (حيث ٤ و٢ يقابل الكوارتز الدقيق التبلور بينما ٩ و١١ تقابل حصوات الكوارتز المرئية بعدسة التكبير العادى). فإذا أخذنا ذلك فى الاعتبار، فإن جدول – ٣٥ يمكن أن يعدل كما فى الجدول – ٣٦.

يجب أن نأخذ فى الاعتبار أن القيم الممثلة للنسبة بالوزن فى جميع الجداول هى فقط قيم تقريبية.

صورة -١٩ : جبل غرابى



١- خام بنى داكن، يظهر الهيماتيت الداكن مع جبس منبلور أبيض وكالسيت. ضوء عادى ٣٤X.

٢- بزيلوميلين وكربتوميلين فى نسيج غروى. ضوء عادى ٦٧X.

جدول رقم – ٣٤

القطر الأكبر مم	عينة رقم – ١		عينة رقم – ٢	
	نسبة عدد الحصوات	النسبة التجميعية (وزنا)	نسبة عدد الحصوات	النسبة التجميعية (وزنا)
± ٠.٠١	٢٨	٠.٠١	١٠	٠.٠٠١
٠.٠٥	١٢	٠.٢	١٢	٠.٠٥
٠.٠٦	٢٣	٢.٠	٢١	٠.٥
٠.٠٩	٨	٢.٠	٧	٠.٥
٠.١٢	٧	٣	٥	١
٠.١٥	٣	٣	٩	٣
٠.١٨	٣	٥	١٢	٨
٠.٢١	٢	٥	١١	١١
٠.٢٤	١	٣	٢	٣
٠.٢٧	١	٥	٣	٧
٠.٣٠	٢	١٤	١	٣
٠.٣٣	٢ ١/٣	٥	١	٥
٠.٣٦	١ ١/٣	٥	٣	١١
٠.٤٢	١ ١/٣	٥	١	٨
٠.٤٨	١ ١/٣	١١	١/٣	٥
٠.٥١	–	–	١/٣	٥
٠.٥٤	–	–	١	٢٢
٠.٥٧	–	–	١/٣	٧
٠.٧٢	١/٣	٣٢	–	–

جدول رقم – ٣٦
التحليل الحجمى للكوارتز

	عينة – ١	عينة – ٢
منخل + ٢٨	٪٢٢	-
منخل + ٦٠	٪٣١	٪٦٢
منخل + ٨٠	٪٩	٪١٨,٧
منخل + ١١٥	٪٢	٪٢,٦
منخل + ٢٠٠	٪٣,٥	٪١,٣
منخل – ٢٠٠	١,٥ (± ٠,١ جم) ٪٣١ (تبلور دقيق)	٠,٤ (± ٠,١ جم) ٪٢٥ (تبلور دقيق)

جدول رقم – ٣٥
التحليل الحجمى لحصوات الكوارتز

	النسبة التقريبية بالوزن	
	عينة – ١	عينة – ٢
منخل + ٢٨	٣٢	-
منخل + ٦٠	٤٥	٧٣
منخل + ٨٠	١٣	٢٢
منخل + ١١٥	٣	٣
منخل + ٢٠٠	٥	١,٥
منخل – ٢٠٠	٢	٠,٥

لقد تم إجراء اختبار على العينتين المذكورتين عاليه بواسطة «x-ray powder method» بالمركز القومى للبحوث، وكانت نتيجة هذا الاختبار أن الجوتيست والكوارتز هما المعادن الأساسية الموجودة فى خام حديد الحيز.

أصل خام حديد البحرية

«Origin of the Bahariya Iron Ore»

لقد ناقش كثير من الباحثين أصل خام حديد جبل غرابى بالواحات البحرية. منهم بول وبيدنل (١٩٠٣)، هيوم (١٩٠٩) وعطية (١٩٥٠) جميعهم اعتبروا الخام ترسيبًا بُحَيريًّا ضحل المياه فى عصر الأوليجوسين.

– بينما اعتقد الشاذلى (١٩٥٦، ١٩٦٢) أن رواسب خام الحديد قد تكونت خلال فترة البحيرات (أواخر الإيوسين – أوائل الأوليجوسين) بواسطة التعرية البطيئة واختزال الصخور الرملية الحديدية والتكوينات الأخرى الحاملة للحديد فى المناطق الوسطى والجنوبية للواحات البحرية، تحت ظروف طبوغرافية ذات ميل بسيط، تسمح بتفعيل التعرية الكيميائية. المواد المنقولة إما أنها ترسبت مباشرة فى البحيرة أو تخللت صخور الإيوسين – السينومانى بقاع البحيرة حيث تم إحلالها تفاضليا. 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 حَرْمَائى «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).

- بسطا وعامر (١٩٦٩) اقترحا إن خام حديد منطقة الجديدة قد تكون بواسطة الإحلال الميتاسوماتى، البطئ والكثيف، لصخور الحجر الجيرى للعصر الإيوسين الأوسط، مع إحلال جزئى للأجزاء العليا من الصخر الرملى لتكوين البحرية والجزء الأسفل من تكوين رضوان؛ أما السوائل الحاملة للحديد فقد أتت «من تحت» وقد جلبت من أصل بركانى (أُفْتِيدَاهْل – ١٩٥٨). ثم أضافا العلاقة بين تمعدن الحديد والتراكيب الجيولوجية المحدبة حيث استنتجا أن خام الحديد بالجديدة والحرة ينحصر فى قمة التركيب المحدب، الحره – الجديدة، وبالمثل محدب جبل غرابى.

- لقد استهوى كثير من الباحثين اكتشاف منجم حديد الجديدة – فتحدثوا كثيرًا عن أصل خام الحديد فى أواخر القرن العشرين. نذكر منهم على سبيل المثال: العارف ولطفى (١٩٨٩)، حسين والشرقاوى (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، والسيليكا «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 الأوليجوسين بالبحرية. فعلاقة العمر المشتركة بين صخور الحديد مع الصخور المضيفة وقربها من الفعل البركانى، يبدو أنه حجر الزاوية لتفهم أصل تمعدن الحديد.

- من رسم خرائط منطقة الحره والدراسة الدقيقة للاستراتيجرافى والتركيب الجيولوجى، استطاع المؤلف (١٩٧٠) تعريف عضوين بتكوين الحديد الاقتصادى بمنطقة الحره: عضو حديد الحره ويتمثل فى الطبقات السفلى وينتمى للعمر الكامبينيان (عصر الطباشير الأعلى)؛ عضو حديد الجديدة ويشتمل على الطبقات العليا والأكبر سمكا وينتمى للعمر يِبْرِيزْيَان «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 وعامر (١٩٦٩) على أن خام حديد الواحات البحرية عمومًا ذو أصل إحلال حَرَّمَائِى 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 مناطق التصدع أسفل الصخور المضيفة «host rocks».

لقد تلاحظ وجود خامات الحديد (عضو الجديدة) بمناطق الجديدة وغرابى تعلو قمة التركيب المحدب لصخور الحجر الرملى 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 وعامر (١٩٦٩)، النقاط التالية تحت منشأ الحديد سوف تفسر هذه الظاهرة وتؤيد نظرية الإحلال بواسطة الإحلال بالمحاليل الحرمائية التحوالى « Slow & Intense Metasomatic Hydrothermal Replacement».

منشأ الحديد Source of Iron

فرضية المحاليل الحاملة لعناصر الحديد المكونة لخام الحديد عموما بالواحات البحرية، مصدرها العمليات البركانية بالمنخفض، تتضح من النقاط التالية:

١- وجود صخور البازلت فى كل من الهفهوف ومنديشة ومعيسرة على نفس محاور التراكيب الجديدة – الحره وجبل غرابى – تل دمبل على التوالى. لقد كان للفالق الرئيسى الذى وقعه بول وبيدنل (١٩٠٣) بوسط المنخفض والمار بجبل الهفهوف إلى الشمال الشرقى حتى حافة الهضبة بمنطقة الحره، علاقة وطيدة بالنسبة لانسياب محاليل الحديد إلى هذه المناطق.

٢- من التوزيع الجغرافى والاستراتيجرافى والتركيب الجيولوجى لمناطق خام الحديد فى منطقة البحرية يدعو 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 چيولوچى حاد، بينما المناطق المجاورة لها وعلى امتداد الهضبة المحيطة للمنخفض 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.

جـ- وجود علاقة بين تركيز الخام والفوالق، حيث نجد الخام العالى الجودة يشغل مناطق بين الفوالق، فى حين يوجد الخام المنخفض الدرجة كلما بعدنا عن هذه الفوالق.

٣- ظاهرة نشاط المحاليل الحرّمائية فى مصر تتضح من وجود الأنابيب الحديدية فى صخور عصر الأوليجوسين بالجبل الأحمر بمدينة نصر بالقرب من القاهرة، والتى تم تفسيرها على أنها نتيجة تصاعد المحاليل الحاملة للحديد والمنجنيز (شكرى ١٩٥٣). مثل هذه الظاهرة توجد أعلى طبقة الكونجلوميرات أسفل عضو الحجر الرملى الأوسط لتكوي البحرية بمنطقة الحره (صورة- ٨) ولكن بمقياس صغير بالنسبة لتلك بالجبل الأحمر. وكذلك توجد مثل هذه الأنابيب الحديدية فى الصخور الرملية الحديدية بجبل حديد بوادى النطرون (شكل ٣٣).

٤- يتفق المؤلف مع نظرية الشاذلى بالنسبة لمنشأ محتوى الحديد بالحجر الجيرى القرمزى. وقد تشارك – المجارى المائية الحاملة لمواد الحديد المائى وأكسيد المنجنيز والسيليكا – **الينابيع الحارة بالبحرية فى مراحل التعرية الأولى لمحدب البحرية، وخاصة وقد أشار كولب (Kolb, 1957) إلى وجود مثل هذه الينابيع الحارة المحتوية على ٦٩٪ حديد وأكسيد ألومنيوم فى الواحات البحرية** (بسطا وعامر ١٩٦٩). الحديد الذى انتشر فى مياه بحر الإيوسين الأسفل نتيجة اختزال وترشيح الطبقات الحديدية بمرتفع البحرية قد تركزت لدرجة معينة؛ خلال هذه الحقبة، يبدو أن عملية الإحلال المصاحبة، والتى تمت مباشرة بعد ترسيبات كربونات الحجر الجيرى بتكوين النقب «diagenetic replacement» قد جرت فى بحر الإيوسين الأسفل مكونة الحجر الجيرى القرمزى بشمال البحرية.

ظاهرة الينابيع الحاره هذه مازالت موجودة حاليًا فى شمال غرب الواحات الداخلية حيث توجد آبار الموهوب تضخ مياهها الساخنة (٣٧° م)[١]. من الملفت للنظر صعود كرات أكاسيد الحديد المائى فى حجم كرة التنس يغلفها سطح ترابى، تندفع مع المياه إلى قنوات الرى حيث تترسب على جوانبها. إذا ما تم الضغط على هذه الكرات، فإنها تلون اليد باللون الأحمر الوردى، الذى لا يمكن التخلص منه بسهولة، بل يستحسن استخدام الصابون، حيث إن له قوة التصاق كبيرة كما أن قوة التلوين عظيمة جدًا. إن أكسيد الحديد المائى هذا يذكرنا بوصف عطية (١٩٥٠، ص ١٠٧) لهيماتيت خام الحديد الأوليتى بشرق أسوان؛ وكأن كرات الحديد هذه جاءت من طبقة عميقة بتكوين النوبيا مماثلة لطبقة الهيماتيت بخام الحديد الأوليتى بشرق أسوان.

٥- خام الحديد الأوليتى الموجود فى الأطراف المرتفعة الجنوبية بمنطقة الحره (منطقة الحفرة - ٤٠) وبمنطقتى الجديدة وجبل غرابى، يعتبر ترسيبًا بحريًا ضحلًا. لقد تمت البرهنة تجريبيا على أن مياه الأنهار يمكنها حمل كمية معقولة من إيونات الحديد فى المحلول (بسطا وعامر ١٩٦٩). إذا ما تم دخول هذا المحلول بيئة بحرية حيث مادة كربونات الكالسيوم تكون فى حالة توازن مع مياه البحر، فإن الحديد سوف يتأكسد ويترسب على هيئة أكسيد حديديك، على حدّ سواء فى الماء وكإحلال لكربونات الكالسيوم. الخام الأوليتى يمكن - لذلك - اعتباره كإحلال مبكر (قبل التجمد) للأوليت الكلسى، والذى تم ترسيبه كيميائيا مباشرة، ثم تركيزه بإسهام عناصر الحديد الإضافى فى مرحلة لاحقة.

فى مرحلة لاحقة تم إثراء محتوى الحديد بالحجر الجيرى القرمزى بالإحلال التحوالى، والذى يعتقد أنه تم فى زمن الأوليجوسين - الميوسين، واحتمال ارتباطها بالمواقع البركانية فى وسط وشمال منخفض البحرية. الحقائق الحقلية لم تترك أى شك بخصوص الإحلال (الميتاسومانى) التحوالى، والذى أثرى طبقات خام الحديد وبصفة خاصة حول مستويات الفوالق والمناطق بينها. فوجود مجموعة الفوالق أسفل تكوين الهفهوف وتكوين النقب فى الأماكن الثلاث دون غيرها تؤيد نظرية الإحلال التحوالى بالمحاليل الحرمائية «metasomatic hydrothermal replacement»[٢].

٦- فى خامات حديد البحرية، متوسط محتوى Cr ، Ti ، Co ، Ni ، V ، Al ، تكون منخفضة بكل وضوح عن أولئك فى خام الحديد الرسوبى، بالإضافة إلى تطابقها جيدًا مع القيم الموجودة فى خام الحديد ذى الأصل البركانى (هَارْدَرْ - ١٩٦٤).

هذا بالإضافة إلى وجود أكسيد الألومنيوم بنسبة ضعيفة جدًا (غير موجود - آثار فى منطقة الجديدة، ٢.٢٤ - ٢.٥٨٪ أكسيد ألومنيوم بمنطقة الحيز، أقل من ٥٪ فى المتوسط أكسيد ألومنيوم بشرق أسوان)، مما يشكك فى نظرية العارف وآخرين، حيث لا يوجد خام حديد فى مصر ذي أصل متبقٍّ «of residual origin»، وهو ما يكون عمومًا أصل البوكسيت (غيث ١٩٥٥ ص ١١٣). كما توجد كهوف منخفض الفرافرة والكهوف المنهارة بين البحرية والفرافرة، كهف الأبيض

(١) استحم المؤلف فى بئر الموهوب (١٩٥٩) - البعثة الجيولوجية لدراسة الوادى الجديد - منطقة الواحات الداخلة

(٢) الإحلال التحوالى = metasomatic replacement ، بالمحاليل الحرمائية hydrothermal solution.

بالفرافرة، كهف المحجر بدرب البهنساوى بين البحرية ووادى النيل أمثلة لكارست قديمة (إمبابى – ٢٠٠٠). كلها توجد فى صخور الحجر الجيرى ورغم ذلك لا يوجد أثر لوجود عناصر حديد بها.

عمر التمعدن Age of Mineralization

محاليل الحديد التى انتشرت فى 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 فى الجنوب. فإذا كان التمعدن حسب نظرية الشاذلى، فلماذا تركز الخام العالى الجودة فى مناطق متفرقة دون بقية الحجر الجيرى القرمزى المكون للمناطق المجاورة لها وامتدادها بالهضبة الشمالية. إن التوزيع الجغرافى لهذه المناطق الثلاث (الجديدة، الحره، غرابى) وقربها من مواقع النشاط البركانى يدعو للتفكير فى انفراد هذه المناطق بنوعية الخام الاقتصادى دون غيرها – بدون شك ليس كونها أحواضًا متفرقة على تركيب محدب – بدليل حديد الحيز المنخفض الجودة بمحدب متيلع رضوان بغرب المنخفض، وكذلك محدب الصخور الحديدية بشرق المنخفض. بالدراسة التركيبية لهذه المناطق الثلاث (جديدة – حره – غرابى) نجدها تتميز بصدوع أسفل تكوين الهفهوف (عضو حديد الحره)، 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 الهفهوف ومنديشة ومعيسرة – هى حجر الزاوية لتمعدن وإثراء هذه المناطق الثلاث بعناصر الحديد. وهنا تجدر الإشارة إلى دراسة المنيسى والقليوبى (١٩٧٥) على بازلت البحرية؛ لقد حددا عمر صخور البازلت بالبحرية بين ١٦ مليون سنة و٢٠ مليون سنة، وانتهيا إلى أن حدثين متعاقبين من النشاط الزلزالى حدثا فى المنطقة خلال الأوليجوسين 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 الهفهوف وتكوين النقب، هى التى أدت إلى تكوين خام الحديد فى 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 فى 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 الأوليجوسين الأعلى – الميوسين الأسفل.

أما كون وجود الحفريات فى خام الحديد (عضو الجديدة)، سواء تم إحلالها بالكامل و/ أو جزئيا فهى تتبع عصر الإيوسين الأسفل، وكذلك الحفريات التى تم جمعها من عضو خام الحره تتبع الكامبينيان (كريتاس أعلى) وهى حفريات موجودة فى الصخر المضيف «Host rock»، وهو ما يوضح الوضع الجيولوجى للخام وليس بمعنى تمعدن الخام؛ حيث إن عملية التمعدن حدثت فى عصر لاحق للترسيب، وهو الأوليجوسين الأعلى، وهذا ما ينفى المقصود من مقولة الشرقاوى وسحيم (٢٠٠٢ ص ٨٥).

وفيما يلى ما يدعم نظرية الإحلال التحوالى هذه:

١- الصخور القريبة من الفوالق عادة ما تكون سيليسية وتقطعها عروق رفيعة من الكالسيت وهو ما يشير إلى أن محاليل السيليكا والكربونات قد صعدت خلال مجموعة الفوالق وتسببت فى سَلْيكة ودولوميتية صخور الإيوسين (dolomitization & silicification) بوجه البحث ٣١ و٣٢، بمنطقة الحره – بشمال الحافة الغربية. حقيقة أن عملية السَّلْيكة سبقت عملية التمعدن بالحديد كما توضحه الدراسة المعدنية، دليل أيضًا على أن عمر تمعدن الحديد كان مؤخرًا بعد التصدع.

٢- الأجزاء السفلى لتكوين قطرانى (أوليجوسين) فى منطقة الجديدة، قد تلاحظ أنها – فى أماكن – حديدية بشدة، وهو ما قد تنتمى إلى خام الحديد المنخفض الجودة مثل خام الحيز الذى يعلو مباشرة تكوين البحرية. التشابه فى المكونات المعدنية لخام الحديد بالجديدة، الحره، غرابى يشير إلى أن هناك احتمال وجود دورة واحدة لتمعدن الحديد، والتى امتدت من آخر الأوليجوسين إلى الميوسين الأسفل.

٣- غيث (١٩٥٩ ص ١٤) وصف بللورات الباريت الكاملة التكوين قرب مستويات الصدوع فى جبل غرابى. هذا النوع من الباريت قد تكون بواسطة البَلْوَرَةْ من المحاليل التى ارتفعت خلال الشقوق ومستويات الصدوع. بللورات الباريت قد تآكلت، وحدث لها إحلال جزئي بمعادن الحديد، وهذه حقيقة توضح قطعيا أن تمعدن الحديد أحدث من التصدع.

٤- وجود طبقات الطين والحجر الرملى والحطاميات الأخرى خلال عضو خام حديد الجديد، على هيئة عدسات، لن تعوق عملية الإحلال بالمحاليل الحارة الصاعدة، بينما كونها مغرية فهى فى جانب الأصل الحرّمائى «hydrothermal origin» . حتى طبقات الطين الخضراء بين الخام الأسود فى عضو حديد الجديدة، نجد سطوحها السفلى والعليا تتميز بالمغرة الصفراء نتيجة للمحاليل الحارة الحاملة لعناصر الحديد، بمعنى إحلال بعد تصلب الراسب الطينى. بينما طبقات الطين المستمرة فى الأجزاء العليا لتكوين الهفهوف، عملت كعازل، قد تسببت فى الإحلال التفاضلى لطبقات الصخر الرملى الحديدية (عضو حديد الحره). أقصى فرق بمكون الخام فى كلا الاتجاهين الرأسى والجانبى، يمكن اعتباره نتيجة للاختلاف فى مكون الصخر الأصلى «Host rock» قبل الإحلال. (الأشكال – ٢٤ و٢٥).

مما سبق يمكن أن نستنتج ما يلى بإيجاز:

١- جاء ذكر خام الحديد بالواحات البحرية فى جميع النشرات والدراسات العلمية السابقة وكذلك المؤتمرات والندوات العلمية على أنه خام به حفريات تنتمى لعصر الإيوسين...

٢- من الدراسات عاليه، يمكن اعتبار منطقة الحره الموقع النموذجى لدراسة عضوى خام الحديد بالواحات البحرية، حيث تمكن البسيونى (١٩٧٠) من فصل طبقة خام الحديد السفلى الخالية من الحفريات عن طبقة خام الحديد المحتوى على حفريات النيموليت والألفيولينا حيث تتبع المؤلف (١٩٧٠) سطح عدم التطابق بينهما خلال الخور الشرقى والخور الغربى، وعلى امتداد الحافة الغربية لمنطقة الحره.

٣- عناصر الحديد التى أضفت اللون الأحمر القرمزى على صخور الهضبة المحيطة للنصف الشمالى لمنخفض البحرية يرجع أصلها حسب نظرية الشاذلى (١٩٦٢) إلى ترسيبها خلال فترة وجود البحيرات فى المنخفض بواسطة التعرية البطيئة واختزال الصخور الرملية الحديدية فى المناطق الوسطى والجنوبية لمنخفض البحرية تحت ظروف طبوغرافية، ذات ميل بسيط يسمح بتفعيل التعرية الكيميائية. قد تشارك المياه الصاعدة من الينابيع الحارة الحاملة لأكسيد الحديد المائى فى ترسيب عناصر الحديد بهضبة الحجر الجيرى القرمزى. أما تركيز عناصر الحديد فى أماكن محددة، دون غيرها من الهضبة، لها ميزات وصفات خاصة من الناحية التركيبية غير موجودة فى باقى هضبة الحجر الجيرى القرمزى والأحمر الوردى، يرجع أصلها حسب نظرية الإحلال بالمحاليل الحرمائية (الميتاسوماتيك)[1]، والتى صاحبت طفح البازلت فى النصف الشمالى من منطقة الواحات البحرية.

٤- يتركز خام الحديد الاقتصادى فى مناطق الجديدة والحره وغرابى بين مستويات الفوالق والمناطق المحيطة لها بالمناطق الثلاث؛ أى إن وجود مجموعة الفوالق أسفل تكوين الهفهوف وتكوين النقب فى الأماكن الثلاث دون غيرها بهضبة الحجر الجيرى القرمزى «Pink limestone» يؤيد نظرية الإحلال بالمحاليل الحرمائية التحوالية[1] تحت ضغط مرتفع ودرجة حرارة مرتفعة والمصاحبة لطفح البازلت بمنطقة البحرية، «Slow and Intense Metasomatic Hydrothermal Solution».

٥- إذا أخذنا فى الاعتبار نظرية العارف والشرقاوى (١٩٩٩) وغيرهم، والتى جاء ذكرها سابقًا – فإننا نعود لنفس السؤال: لماذا يوجد خام الحديد فى هذه المناطق الثلاث بالذات دون غيرها؟!- علما بأنه لا توجد كهوف فى هضبة الصخور الجيرية القرمزية، بينما توجد كهوف جنوبًا بين البحرية والفرافرة (الكهوف المنهارة)، كهف دجارا «Djara» بين الفرافرة ووادى النيل، كهف المحجر بدرب البهنساوى بين البحرية ووادى النيل، كهف الأبيض بالفرافرة، الكهوف المنهارة بسهل الكراوين شرق الفرافرة، ورغم ذلك لا يوجد بها أى أثر لعناصر الحديد بها (إمبابى ٢٠٠٤).

وإذا أخذنا فى الاعتبار «لاتيريت»، فمصر فى عصر الإيوسين وما بعده من عصور مطيرة – مهما كانت شدتها – لم تكن مهيأة لتكوين اللاتيريت أو البوكسيت مثلما تجرى عملية التعرية والإحلال فى منطقة بحيرات النيل لعمق ٣٠ مترا تقريبًا. فلماذا تكون خام الحديد فى هذه المناطق الثلاث دون غيرها؟! إن انحسار تركيز خام الحديد فى أماكن ذات تركيب حاد (التواءات وفوالق) دون استمرارها على امتداد الهضبة يبرهن على ارتباط تركيز عناصر الحديد فى هذه المناطق من خلال الفوالق، وهو ما يؤيد نظرية الإحلال بواسطة المحاليل الحرّمائية التحوالية[1] «Metasomatic Hydrathermal Replacement.

اقتصاديات خام الحديد ومشاكل تصنيعه

يشير آخر تقدير للاحتياطات الجيولوجية المؤكدة من خامات الحديد فى مصر أنها تقدر بحوالى ٤٠٠ مليون طن، هذا بالإضافة إلى ما يزيد عن ٣٠٠ مليون طن خامات يجرى تقييمها تفصيليا وأخرى مكتشفة حديثا بمنطقة العوينات بالصحراء الغربية.

(١) metasomatism = التَّحوال : تحوّل ينطوى على تغيرات فى تكوين الصخور الكيميائى وفى نسيجها أيضًا.

هذه الخامات تم تصنيفها فى مجملها بأنها فقيرة أو متوسطة الجودة لوجود شوائب ضارة – تقلل من اقتصادياتها. مثل السيليكا والفوسفور والمنجنيز والأملاح، الأمر الذى يدعو إلى إجراء معالجات تكنولوجية متقدمة للتخلص منها. وقد واجهت شركة الحديد والصلب المصرية – ولا تزال – صعوبات بالغة ومشاكل بالأفران العالية بمصانعها من جراء استخدام خامات أسوان (١٩٥٧-١٩٧٣) وخامات الواحات البحرية (حاليًا) بسبب ارتفاع نسبة الشوائب المشار إليها عاليه.

نظرًا للموقف الحرج لاحتياطيات خامات الحديد الصالحة لصناعة الحديد والصلب، والتى تنحصر حاليًا فى الأرصدة المتبقية بمنجم الجديدة بالواحات البحرية (حوالى ٦٣ مليون طن عام ٢٠٠٩) وحيث إن الخامات الأخرى بمناطق الواحات البحرية وشرق أسوان ووسط الصحراء الشرقية، والتى تشكل احتياطيات كبيرة إلا أنها لا تصلح حتى الآن من الناحية التكنولوجية فى 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 الاقتصادى بها يبعث الأمل فى إمكانية استمرار تزويد مصانع حلوان بعد استغلاله.

وقد أورد المهندس محمد عبد الحميد مزيد (٢٠١٠) تجربة شركة الحديد والصلب المصرية من خلال نشاطها فى تعدين خامات الحديد وتصنيعها وفى الأبحاث وفى دراسات وتجارب المعالجة، وما واجهته فى مصانعها من صعوبات ومشاكل من جراء استخدام هذه الخامات.

أولاً: خامات حديد الواحات البحرية

تبلغ الاحتياطات الجيولوجية المؤكدة حوالى ٢٠٩ ملايين طن بما يوازى ٥٢٪ تقريبًا من إجمالى احتياطيات الخامات المؤكدة فى مصر، وتنحصر فى أربع مناطق هى الجديدة وغرابى وناصر والحره، 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، والذى يصل فى بعض المناطق إلى ٣٠-٣٥ مترًا (بمتوسط ١٠-١٢ مترًا). جزء كبير من خامات الحديد ظاهر على السطح تقريبًا. أمّا معظم خامات الحديد فتقع تحت غطاء صخرى بسمك يصل إلى ٢٥ مترًا، ويتكون فى 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 فى مناجم الجديد، والتى عادة ما تكون تكلفتها منخفضة كثيرًا.

يتصف خام حديد الواحات البحرية بتعدد الشوائب وتوزيعها غير المنتظم فى جسم الخام واختلاف نسبتها من منطقة إلى أخرى وفى المنطقة الواحدة، ومن هذه الشوائب ما يوجد بنسب عالية مثل السيليكا والمنجنيز، ومنها ما يوجد بنسب أقل، ولكنها مؤثرة مثل الباريوم والكلسور والألومنيوم والقلويات. أما بقية الشوائب، فموجودة غالبًا 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 (غرابى والحره) فضلاً عن كبر حجم الاحتياطى (١٤٣ مليون طن). ومع السنوات الأولى لتشغيل المنجم بدأ يتضح التوزيع المعقد وغير

المنتظم للخام – رأسيًا وأفقيًا – لمكونات الخام وخاصة الشوائب، وظهور حيود فى تحاليل الخام المنتج عما كان تم حسابه فى دراسة الجدوى للمشروع مثل ارتفاع السيليكا والكلور، وعلى العكس من ذلك انخفاض نسبة المنجنيز عن نسبته فى المتوسط العام للخام؛ مما يؤثر سلبيًا على الرصيد الكلى للمنطقة كمًا ونوعا، وكان ذلك مرجعه أصلاً إلى القصور فى بيانات التشغيل الأولية للمشروع وأهمها التحاليل الكيميائية وإلى خطة تشغيل المنجم، التى اعتمدت فى تصميمها على عنصرى الحديد والسيليكا فقط. وتداركًا لهذا الموقف، قامت إدارة المناجم بشركة الحديد والصلب بالإسراع فى تنفيذ برامج الحفر التفصيلية وإجراء تحاليل كيميائية كاملة لتوفير أقصى قدر ممكن من البيانات للتشغيل ولتوجيه عمليات الإنتاج وضبط الجودة. وفى حل عملى لتحسين جودة الخامات المنتجة اتبعت إدارة المناجم بالشركة طريقة التعدين الانتقائى والذى استمر بأسلوب محدود – مع التشغيل – بفصل المتداخلات الظاهرة من الرمال والطفلات، وكذلك الخامات التى تحتوى على تركيزات مرتفعة من بعض الشوائب مثل المنجنيز والباريت والتى تسوق وتباع – كمنتجات فرعية – إلى جهات خارجية مثل شركات الأسمنت والشركات الوسيطة التى تعمل فى 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 فى ضبط التحاليل طبقًا للمواصفات المطلوبة.

مشاكل خامات الحديد بالمصانع

على الرغم من الجهود الفائقة التى يبذلها العاملون بالمنجم فى مراحل استخراج وتجهيز الخامات ومشاق التعامل مع أكثر من عنصر فى الخام المنتج لضبط التحاليل والجودة، فقد تكرر حدوث مشاكل فى مراحل تجهيز واستخلاص فلز الحديد بالمصانع نتيجة حيود مفاجئ وغير متوقع لشائبة أو أكثر فى بعض شحنات خام الحديد المشحونة للمصانع. من أبرز هذه المشاكل ما حدث بمصنع التلبيد بسبب ارتفاع نسبة ملح كلوريد الصوديوم؛ مما أدى إلى تآكل حصيرة التلبيد وانسداد مسامها، وفى الأفران العالية تسبب ارتفاع القلويات (أكسيد البوتاسيوم وأكسيد الصوديوم) فى الإقلال من مسامية شحنة الخام وتكوين الرواسب مما ترتب عليه مشاكل، تؤثر على الاتزان الحرارى للفرن (ارتباك فى مناطق الاختزال)، هذا بالإضافة إلى إضعاف صلابة الفحم وتفتته، وزيادة معدل استهلاكه ونقص الإنتاجية. وتبدأ خطورة ارتفاع القلويات عندما تتعدى حد ٧ كجم/ طن زهر. وهذا يعنى ألا تزيد نسبة القلويات فى خام الحديد عن ٠,٦٪ وفى شحنة اللبيد عن ٠,٤٥٪.

أما تأثير ارتفاع نسب الشوائب الأخرى، نوجزه فيما يلى:

- **أكسيد الباريوم BO** : تؤثر كبريتات الباريوم (الباريت) الزائد على متغيرات عملية التلبيد نفسها بالإضافة إلى تأثير أكسيد الباريوم على مسار اختزال اللبيد بالفرن العالى، أيضًا تؤدى زيادة أكسيد الباريوم فى الخبث عن حد معين (٩ – ١٠٪) إلى زيادة شديدة فى لزوجة الخبث.

- **أكسيد الألومنيوم Al_2O_3** : تؤدى 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 القلويات.

- **أكسيد الزنك Zn O**: تتسبب زيادته فى حدوث الرواسب وفى انهيار البطانة الحرارية للفرن بالمناطق العليا منه. الحد الأقصى لنسبة أكسيد الزنك المسموح بها فى الخام هو ٠.٢٪ حيث يتم فى التلبيد التخلص منها جزئيًا بنسبة تتراوح بمن ١٠-١٥٪. وفى الأفران العالية يختزل أكسيد الزنك بواسطة الكربون أو أول أكسيد الكربون، وللتشغيل الآمن، يجب ألا يزيد أكسيد الزنك فى شحنة اللبيد عن ٠.٠٥٪.

- **السيليكا SiO_2** : نسبة السيليكا العالية تجعل شحنة الخام شديدة الحامضية مما يزيد من إضافة الحجر الجيرى لمعادلة هذه الحامضية؛ الأمر الذى 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 فى الخام غير مرغوب فيه ويتسبب أيضًا فى حدوث مشاكل.

- **الكبريت S** : للكبريت تأثيره الضار على خواص الصلب حيث يؤدى إلى حدوث تشققات بالمعدن عند طرقه أو عند معالجته حراريًا. وفى عملية التلبيد يحدث تخلص من معظم الكبريت وما تبقى يتم التخلص منه فى الفرن العالى.

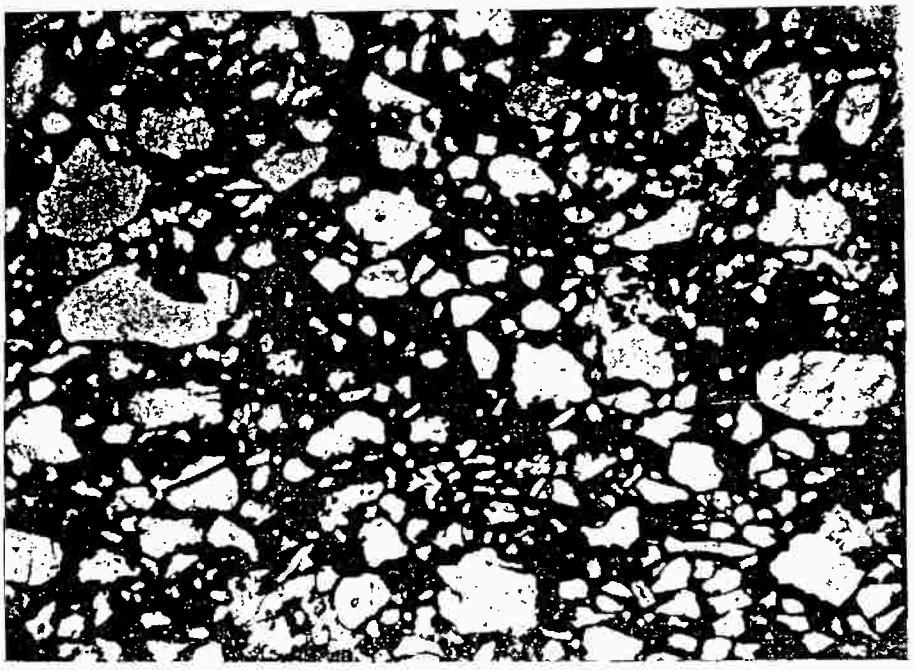
- **أكسيد المنجنيز MnO** : تؤدى زيادته إلى استهلاك عال فى الفحم، يؤثر فى بطانة المحولات، كما يتسبب المنجنيز فى زيادة نسبة الكربون فى المعدن لاتحاده مع الكربون مكونا كربيد المنجنيز الذى ينصهر فى المعدن. يتوزع المنجنيز فى الشمعة بين الخبث والحديد الزهر بنسب متقاربة تزيد قليلاً فى الزهر، متسببًا فى زيادة حجم الخبث وانخفاض الإنتاجية.

- **الفوسفور P** : وجود الفوسفور بنسبة مرتفعة يجعل الصلب سهل الخراطة ويقلل من قابليته للتشغيل على الساخن، أما فى حالة وجوده بنسب ضئيلة فى الصلب، فإنه يرفع من جهد الشد وحد المرونة ومقاومة الصدأ. لا تحدث إزالة للفوسفور أثناء عملية التلبيد؛ نظرًا لاحتياجه للحرارة العالية.

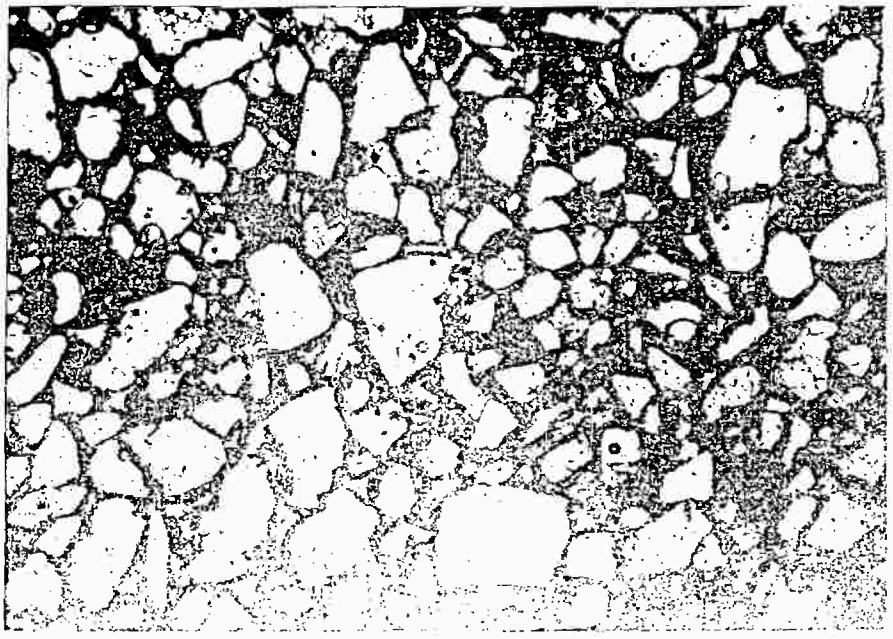
هذا وتعتبر المراحل اللاحقة التى تمر بها الخامات بعد وصولها للمصانع هامة؛ حيث إنها مكملة للمناجم مثل تجنيس الخامات وتمام عملية أخرى مثل غربلة شحنات اللبيد قبل دخولها إلى الأفران لفصل الناعم (ما يسمى براجع اللبيد) وعودته للتلبيد. كذلك دور التلبيد فى خفض أو إزالة بعض الشوائب فى شحنات اللبيد المتجهة للفرن العالى مثل القلويات والزنك. وأيضًا جودة المواد الأخرى المستخدمة ومطابقة مواصفاتها وفى مقدمتها فحم الكوك؛ مما يساهم جميعه فى تجنب العديد من هذه المشاكل.

ومن الخبرة المكتسبة فى التعامل مع خامات حديد منجم الجديدة بالمصانع بحلوان، جرت اختبارات أمكن منها تعديل حدود مواصفات الخام metallurgical constraints لبعض الشوائب، بحيث تقلل الشوائب الغنية. وفى هذا الصدد تم رفع الحد المسموح به فى نسبة أكسيد المنجنيز فى 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 بحلوان ٥٢.٥٪ و± ١٪ والسيليكا ٧.٥٪ و± ٠.٥٪ واتفق على أن وزن وحدة التعامل فى الخامات المصدرة للمصانع هى الشحنة ٤٥ ألف طن (٢ - ١٣ قطارًا).

صورة –٢٠ : منطقة الحيز



١- عينة خام تظهر حبيبات الكوارتز (بيضاء) وجوثيت (أسود) ضوء عادى X٣٤.



٢- عينة خام حديد بها جوثيت أقل مما هو فى الصورة العليا. ضوء عادى X٣٤.

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 فى دراسة الجدوى، وذلك لقيام إدارة الأبحاث بالشركة بتتبع امتدادات للخام خارج الحدود المعروفة فى 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/ سنويًا.

• **بلغ الرصيد المتبقى من خام الحديد بالمنجم** فى يونيه ٢٠٠٩ حوالى ٦٣ مليون طن تقريبًا 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 حاليًا إعادة حساب احتياطيات الخام المتبقية بالمنجم بمختلف نوعياته من واقع بيانات شركة الحديد والصلب، وقد وجد أن الخامات العالية المنجنيز بمنجم الجديدة تتركز بالوادى 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 و٦٣٪ أما خام الحديد بالوديان الشرقية والشمالية وبياناتها كالتالى:

- خام عالى المنجنيز: ٤٩.٠٪ حديد، ٨.٨٤٪ سيليكا، ٤.٢٪ أ. منجنيز، ٠.٣٦٪ كلور، ٠.٧٠٪ أ. باريوم.
- خام منخفض المنجنيز: ٥٤.٣٪ حديد، ٦.٧٪ سيليكا، ١.٥٪ أ. منجنيز، ٠.٥٣٪ كلور، ٢.٣٪ أ. باريوم.

مع ملاحظة وجود خام الحديد العالى المنجنيز بالوداى الغربى، بينما منخفض المنجنيز بالهضبة الوسطى والوديان الشمالية والشرقية.

مناطق غرابى وناصر والحره (شكل – ٣٢)

لما كانت الأبحاث التى جرت بهذه المناطق بواسطة هيئة المساحة الجيولوجية نوفمبر ١٩٦٠–١٩٦٢ مقتصرة على شبكية ٢٠٠م × ٢٠٠م، ١٠٠م × ١٠٠م، بالإضافة إلى القصور فى التحاليل، 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 تحاليل السيليكا 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 تحاليل كيميائية كاملة بغرض توفير معلومات متكاملة عن هذه المناطق لإمكانية تشغيلها – تبعًا لمكونات الخام من العناصر الرئيسية والشوائب – إلى نطاقات، يمثل كل منها نوعية متماثلة مثل الخامات التى تحتوى على المنجنيز العالى...

وإلى الخامات التى تتميز بمواصفات مقبولة تسمح باستغلالها ودخولها فى الإنتاج مع خامات منجم الجديدة؛ مما يطيل من عمر تشغيل المنجم وسنوات إمداد المصنع بخامات الحديد. هذا بالإضافة إلى أهمية هذا التصنيف عند اختيار العينات الممثلة كمًا ونوعًا لغرض دراسات وتجارب المعالجة فى مجال تركيز الخامات، وفى اختبارات التصنيع (التلبيد والصهر). وعلى ضوء ما تقدم، بادرت شركة الحديد والصلب للحصول على تراخيص بحث واستغلال من الجهات المختصة لمناطق غرابى وناصر والحره.

حساب الاحتياطيات

بعد أن قطعت الأبحاث التفصيلية بمناطق الواحات البحرية مرحلة كبيرة، وأيضًا بعد استكمال التحاليل الكيميائية لبعض المناطق، جرى تقييم منطقتى الحره وناصر، وامتدادات الخام بهما، وذلك بحساب الأرصدة الجيولوجية والأرصدة القابلة للاستغلال، والتى روعى فيها أسس مهمة مثل الحد الأدنى لسمك طبقة الخام وحدود التحاليل وسمك المتداخلات وكيفية معالجتها فى حساب سمك طبقة الخام القابل للتشغيل، هذا بالإضافة إلى حساب كميات الغطاء الصخرى ونسبة الإزالة.

وكانت نتائج هذه الأعمال كما يلى:

- قدرت الاحتياطيات الجيولوجية بمناطق الامتدادات للخامات المعروفة بحوالى ٢١ مليون طن (١١,٥ مليون طن فى ناصر، ٩,٥ مليون طن فى الحره) تم حساب الاحتياطيات القابلة للاستغلال بعد استبعاد الخامات الضعيفة (أقل من ٣٠، ٤٠٪ حديد أو سمك خام صغير يعلوه غطاء صخرى سميك (يزيد على ٢٥ مترًا) وبيانها كالتالى:

  * امتدادات منطقة الحره: ٤,٢ مليون طن بتحاليل ٤١,٩٪ حديد، ١٤,٨٪ سيليكا، ٠,٤٣٪ كلور، ١,٧١٪ أكسيد منجنيز.
  * امتدادات ناصر: ٦,٩ مليون طن بتحاليل ٤٤,٦٪ حديد، ١١,٥٪ سيليكا، ٠,٦٧٪ كلور، ٢,٤٩٪ أكسيد منجنيز.

- بيان الأرصدة والتحاليل لمناطق حديد الواحات البحرية مبين بالجدول المرفق، مع ملاحظة أن منطقتى غرابى وناصر، اعتمد فى بياناتها على تقرير هيئة المساحة الجيولوجية لسنة ١٩٧٥؛ نظرًا لعدم استكمال التحاليل فى ذلك الوقت.

هذا وقد جرى تصنيف خامات حديد مناطق غرابى وناصر والحره؛ تبعًا لنسبة المنجنيز إلى خامات عالية المنجنيز وأخرى منخفضة المنجنيز كالتالى:

- خام عالى المنجنيز: ٨٤,٨ مليون طن بتحاليل ٤٧,٠٦٪ حديد، ٨,٨٧٪ سيليكا، ٤,٨٤٪ أ. منجنيز، ١,١٪ كلور.
- خام منخفض المنجنيز: ٦١,٢ مليون طن بتحاليل ٤٥,٥٪ حديد، ١٢,٢٨٪ سيليكا، ٢,٧٣٪ أ. منجنيز، ٠,٧٩٪ كلور.

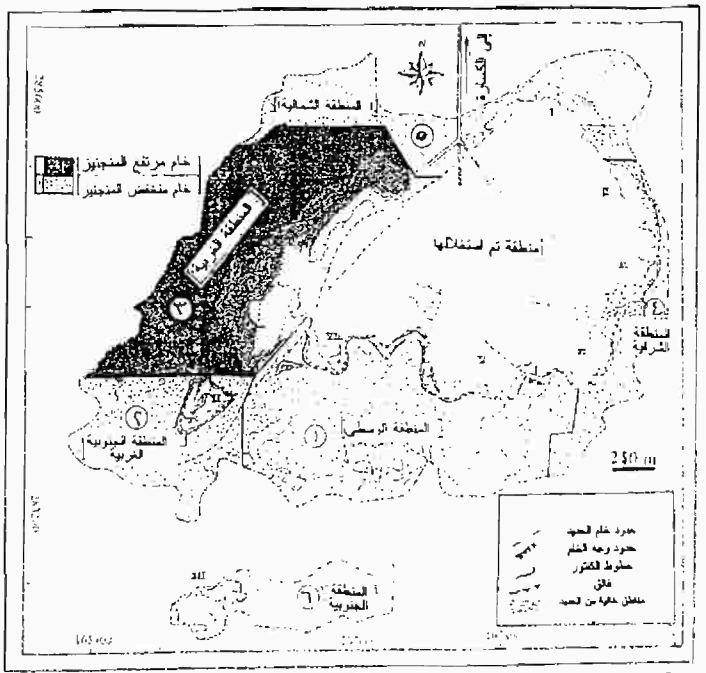
مما سبق يتضح:

- تشكل أرصدة الخام العالى المنجنيز بمناطق غرابى وناصر والحره ٦٥٪ من إجمالى الرصد (الخام المنخفض المنجنيز ٣٥٪).
- انخفاض فى نسبة الحديد وارتفاع فى نسبة السيليكا بالخامات المنخفضة المنجنيز مع ارتفاع نسبة الكلور فى كلا النوعين.

شكل - ٣١: منجم الجديدة – الواحات البحرية
إجمالي خام الحديد المنتج منذ بدأ التشغيل عام ١٩٧٣ وحتى ٢٠٠٩/٦/٣٠ والرصيد المتبقي في ٢٠٠٩/٦/٣٠

البيـــان	الخام المنتج	الرصيد المتبقي
الكمية مليون طن	٧٥ *	٦٣ **
حديد %	٥٣,١١	٥٢,١
سيليكا %	٧,١١	٧,٦
أ.منجنيز %	٢,١٣	٢,٢
كلور %	٠,٥٣	٠,٤٦
أ.باريوم %		٠,٥
أ.الومنيوم %		٢

* المنتج الفعلي
** الرصيد المتبقي (حساب ميزوحي)

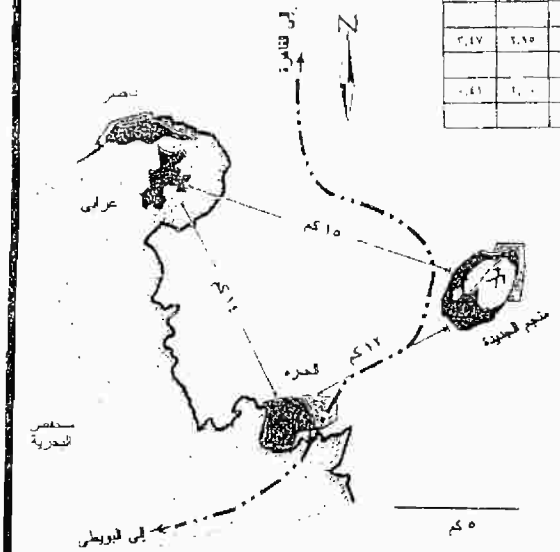


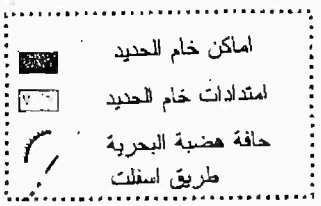
المصدر: شركة الحديد والصلب المصرية. ع.مزيد ٢٠١٠

شكل - ٣٢
مواقع واحتياطيات خام حديد الواحات البحرية

الخامات	احتياطي مليون طن	التحليل الكيميائي % حديد Fe	أ. سيليكا Si	أ. منجنيز	كلور Cl	كبريت S	فاقد الحديد فوسفور	أكسيد باريوم	أكسيد فوسفور	أكسيد الالومنيوم
عزالي	٥٥,٥	٤٨,٠٥	٩,٠٩	٢,٩٢	٠,٩٧	٠,٧٠	٠,١٣			
ناصر	٣٣,٥٠	٤٧,٦٦	٧,٥٥	٤,٨٣	١,١٢	٠,٦٦	٠,٣٧			
الحمرة	٥٧,٠٠	٤٤,٠٦	١٣,٠٩	٣,٤٨	٠,٧١	٠,٣٠	٠,٢٦	٠,٨٠	٢,٩٥	٣,٤٧
المجموع/متوسط	١٤٦,٠٠	٤٦,٤٠	١٠,٣٠	٣,٩٦	٠,٩٢					
منجم الجديدة*	٩٣,٠٠	٥١,١٠	٧,٦٠	٢,٧٠	٠,٤٦	٠,٨٠	٠,٤٨	١,٥٠	١,٠	٠,٤١
المجموع/متوسط	٢٠٩,٠٠	٤٨,٠٠	٩,٥٠	٣,٥٥	٠,٧٨					

* الاحتياطي المتبقي في ٣٠ يونيه ٢٠٠٩





المصدر: شركة الحديد والصلب المصرية. ع.مزيد ٢٠١٠

- فى تجارب التركيز التى قامت بها هيئة الصلب الأمريكية على خامات البحرية (١٩٧٨-١٩٨٠) أمكن رفع نسبة الحديد وخفض بعض الشوائب مثل كلوريد الصوديوم والسيليكا، الأمر الذى يعطى أملاً فى 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 صخورا رملية ذات نسبة من الحديد تزيد أحيانًا عن ٢٣٪، قدرت بعض المراجع احتياطياتها بحوالى ٣٩ مليون طن، وبتحاليل: ٠,٢٣٪ حديد، ٥٥٪ سيليكا، ٠,٢٪ كلور، ٠,٤٪ أكسيد منجنيز، ٠,٣٥٪ خامس أكسيد الفوسفور، ٠,٢٣٪ كبريت، ٠,٢٧٪ أكسيد باريوم، ٠,٧٪ أكسيد الألومنيوم، ١,٥٪ أكسيد كالسيوم.

وعلى أساس هذه التحاليل وشدة صلابة الرمال بها، فقد اعتبرت غير اقتصادية لانخفاض الجودة وعدم ثبوت جدوى عمليات التركيز، حسبما ظهرت من نتائج تجارب التركيز التى أجرتها هيئة الصلب الأمريكية (كما أن هناك رسائل فى كلية الهندسة بجامعة القاهرة قامت بمحاولات لتركيز هذه الخامات).

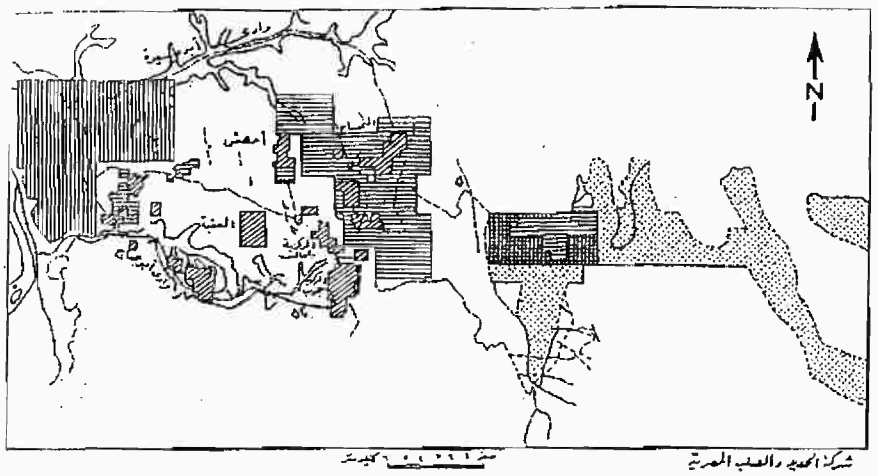
ثانيًا: خامات حديد شرق أسوان (شكل - ٣٣)

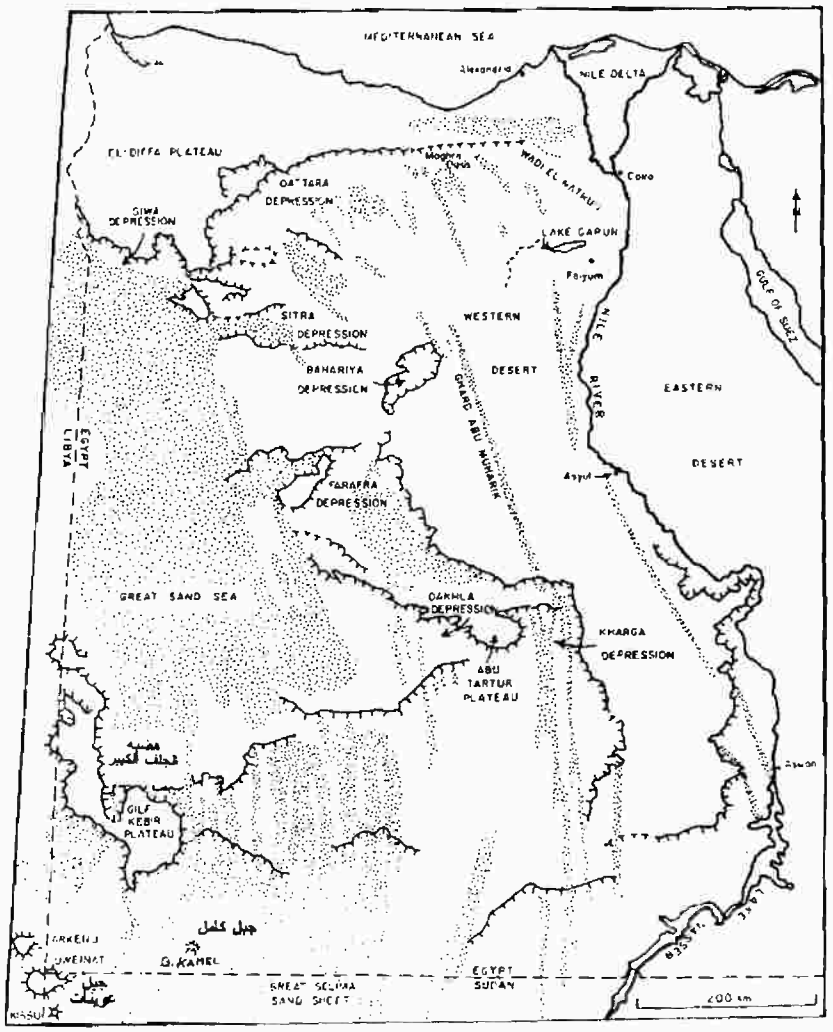
تعتبر خامات حديد شرق أسوان من أقدم خامات الحديد، التى عرفت فى مصر منذ عصور الفراعنة، حيث استخدموا هذه الخامات فى تلوين التماثيل ورسومات المعابد وغيرها. ينتشر الخام فى مساحات شاسعة شرق أسوان وجنوب شرق أسوان، وبسمك صغير يتراوح فى الغالب بين ٠,٦ - ١ مترا. ويتصف الخام بارتفاع نسبة السيليكا وشوائب أخرى مثل الفوسفور والألومنيوم. يظهر الخام فى كثير من المناطق على السطح؛ ولذلك تستخرج الخامات التى لا يزيد فيها سمك الغطاء الصخرى عادة عن ٤-٥ أمتار بطريقة المنجم المكشوف، أما إذا زاد سمك الغطاء الصخرى عن ذلك، فمن المربح أن يتم استخراجه عن طريق مناجم تحت الأرض، حيث يصل سمك الغطاء الصخرى فى بعض الأماكن؛ وخاصة فى منطقة أبو صبيرة إلى أكثر من ٤٠ مترًا.

احتياطيات خامات الحديد (شكل - ٣٣)

- قدرت إجمالى الاحتياطيات الجيولوجية بحوالى ١٢١,٥ مليون طن فى ١٣ موقعا بصحراء شرق أسوان بتحاليل، تراوحت بين ٤٢,٨٪ - ٥٠٪ حديد بمتوسط ٤٦,٨٪، ١٠-٢٦٪ سيليكا بمتوسط ١,١٤٪ (المساحة الجيولوجية ١٩٥٥).
- قامت شركة الحديد والصلب المصرية بأبحاث تفصيلية بمنطقة الاستغلال (٦٠ كم شرق/ غرب - ٢٠ كم جنوب/ شمال) قدرت الاحتياطيات الجيولوجية المؤكدة منها بحوالى ٣٠ مليون طن بمتوسط ٤٣٪ حديد و١٧٪ سيليكا استخرج منها (١٩٥٥-١٩٧٥) حوالى ٩ ملايين طن، ومتبقى منها حوالى ١٧ مليون طن منها حوالى ٥ ملايين طن، يمكن تعدينها عن طريق المنجم المكشوف و١٢ مليون طن، توجد تحت غطاء سميك من الصخور الرملية، وقدرت احتياطيات الخام غير الصالحة فى ذلك الوقت بحوالى ٣١,٥ مليون طن.
- فى أواخر السبعينيات قامت هيئة المساحة الجيولوجية بأبحاث تفصيلية بمناطق اللاوى والعويرشة وأم حقبان، وقدرت الاحتياطى بحوالى ٧٤ مليون طن (١٩٧٨) يبلغ متوسط سمك الخام فى بعض هذه الأماكن فى حدود ١٨٠ سم، بينما تصل نسبة الحديد إلى حوالى ٥٣٪ ونسبة السيليكا حوالى ٦,٥٪.

مواقع الاستكشاف والاستغلال بمناطق الحديد شرق أسوان





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

- مع نهاية عام ١٩٩٦ أسفرت دراسات وأبحاث المشروع القومى لاستكشاف خام الحديد عن الامتداد الطبيعى لخام حديد شرق أسوان جنوبا، قدر مبدئيًا بما يزيد على ٣٠٠ مليون طن بنفس نوعية ومواصفات الخامات المعروفة، يجرى فى هذه المناطق أبحاث تفصيلية لحصر وتقييم الخامات الصالحة للاستغلال الاقتصادى والتى يراعى فى تقديرها الأسس المهمة السابق ذكرها، مثل تحديد سمك طبقة الخام القابل للتشغيل (مع استبعاد المتداخلات أو دخولها بمواصفاتها فى حالة تعذر فصلها أثناء عمليات الاستخراج). هذا ومع توافر معدات المناجم العملاقة، يمكن دخول هذه الخامات فى حيز الاستغلال – والتى كانت مستبعدة من قبل بسبب ارتفاع سمك الغطاء الصخرى، أو عدم ثبات صخور الغطاء (unstable roof) وبنسب إزالة تصل إلى ٢٠ مترا أو يزيد.

- قدرت الاحتياطيات الجيولوجية المؤكدة بمنطقة شرق أم حبال – من واقع الأبحاث التفصيلية التى قامت بها شركة الحديد والصلب – بحوالى ١٠ ملايين طن وبتحاليل: ٥٨ , ٤٨٪ حديد، ٢٢ , ١٠٪ سيليكا، 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٪ سيليكا ± ١٪، إلا أنه حدث حيود فى التحاليل الفعلية لهذه الخامات حيث انخفضت نسبة الحديد إلى أقل من ٤٤٪ وارتفعت نسبة السيليكا إلى حوالى ١٧٪ أو أكثر، مع ارتفاع فى شوائب أخرى ضارة مثل الفوسفور؛ مما تسبب فى صعوبات بالغة، واجهت مصانع حلوان لسنوات عديدة تمثلت فى 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 والتى تتطلب إنتاجًا كبيرًا من الخام يتعذر تحقيقه من خلال مناجم أسوان لأسباب، منها انتشار الخامات فى مساحات شاسعة وبسمك صغير، وكان من حسن الحظ اكتشاف خام حديد «الجديدة» بمنطقة الواحات البحرية، الذى يصل فيه سمك الخام إلى ما يزيد عن ٣٠ مترًا (ومتوسط ١١-١٢ مترا) فضلاً عن تفوق خاماتها كمًا ونوعا، مما دعا إلى إصدار القرار لتشغيل منجم الجديدة لإمداد المصانع بخاماتها بديلا لخامات مناجم أسوان التى توقفت تمامًا عام ١٩٧٥.

ثالثًا: خامات حديد وسط الصحراء الشرقية

من المعروف أن خامات حديد وسط الصحراء الشرقية بمنطقة البحر الأحمر بحثت تفصيليا، منذ نهاية الخمسينيات من القرن الماضى بواسطة هيئة الجيولوجية، تركزت الأبحاث فى ستة مواقع هى: وادى كريم، جبل الحديد، وادى الدباح، أم نار، أم غميس الزرقاء وأبو مروات 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 تجريبى، وأجريت تجارب التركيز وتجارب الاستخلاص[1].

(١) أرسلت عيناتها التكنولوجية إلى ألمانيا (معامل كروب) عام ٦٢-١٩٦٣.

قدرت الاحتياطيات فى مجمل المناطق بحوالى ٥٣.١ مليون طن. تراوحت نسبة الحديد بين ٣٥-٤٥٪، ونسبة السيليكا بين ٢٥-٣٥٪، وحسبت الأرصدة القابلة للتعدين منها بحوالى ٣٣ مليون طن لأربع مناطق: ١٧.٧ بوادى كريم، ٦ بوادى الدباح، ٥.٦٪ بأم غمبس الزرقاء، ٣.٦ بجبل الحديد، بالإضافة إلى ١٣.٧ بأم نار و٦.٥ بأبو مروات. هذا وقد اختير وقتها موقع لإقامة المصنع بجنوب مدينة القصير بالشرق القبلى (بئر إثل) لتوسطه بين مواقع مناطق الخام. إلا أنه تبين من الدراسة أن طريقة القرن العالى ليست اقتصادية لهذه النوعية من الخامات؛ بسبب الارتفاع الكبير فى نسبة السيليكا، وقد اقترح مؤخرًا إقامة مصنع يقام على أساس طريقة كروب رين Kropp-Renn بتحويل الخام إلى كريات حديدية Pellets ، تضاف جزئيا إلى شحنات الفرن العالى على اعتبار أنها نوع من خردة الحديد.

ونظرًا لما تتميز به هذه الخامات – بالمقارنة بخامات الواحات البحرية – من انخفاض كبير فى نسبة عدد من الشوائب مثل المنجنيز والكلور والكبريت والباريوم والصوديوم والبوتاسيوم (أقل من ٠.١٪) فقد اهتمت شركة الحديد والصلب بهذه الخامات ودراسة إمكانية استغلالها؛ وخاصة مع ما تعانيه من مشاكل فى 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 الماجنيتيت إلى الهيماتيت من منطقة إلى أخرى (أعلى فى كل من وادى كريم وجبل الحديد وأقل فى أم نار) ويمثل الكوارتز والكالسيت الشوائب الرئيسية فى الخام، وترتبط معه فى صورة معقدة عند درجة نعومة كبيرة .

٢- الخام على درجة كبيرة من الصلابة عند استخراجه، كما أنه يحتاج فى تكسيره وطحنه إلى جهود كبيرة ومعدات بمواصفات معينة، وأيضًا فى عمليات التخريم أثناء تعدين الخام.

٣- نظرًا لتراكيب الخامات المعقدة لتعرضها لحركات أرضية شديدة؛ مما أدى إلى وجود تصدعات وميل الطبقات بدرجة كبيرة تتراوح بين ٥٥° و٨٠° 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 التجريبى لشركة كروب)..

٤- تتراوح الكثافة بين ٣.٦ – ٤.٠ جم/ سم٣ (بمتوسط ٣.٨) مما يجعله مناسبا لاستخدامه فى قطاع البترول، الذى يقوم باستيراد كميات تزيد على ١٠٠ ألف طن سنويا من خام الحديد المجروش؛ لدخوله فى خلطة تغليف أنابيب البترول والغاز فى الحقول البحرية.

٥- تنفرد خامات وسط الصحراء الشرقية دون الخامات الأخرى بانخفاض كبير فى بعض الشوائب (أقل من ٠.١٪) – باستثناء السيليكا والكالسيوم – مما يجعل خاماتها بعد التركيز أنسب فى إنتاج الصلب العالى الجودة (المخصوص)، الذى يشكل المادة الأساسية في تصنيع أجزاء المعدات الاستثمارية فى الصناعات المدنية والحربية.

والجدول المرفق رقم ٣٧ يلخص الاحتياطى الجيولوجى والتحليل الكيميائى لرواسب خام الحديد بالصحراء الشرقية والواحات البحرية.

جدول – ٣٧: ملخص الاحتياطى الجيولوجى والتحليل الكيميائى لرواسب خام الحديد بوسط الصحراء الشرقية، شرق أسوان والبحرية

حدود مواصفات الخام المعدنية	الواحات البحرية					شرق أسوان			وسط الصحراء	
	منجم الجديدة		منطقة الحره	منطقة ناصر	جبل غرابى	هيئة المساحة الجيولوجيا المصرية والتعدين	شركة الحديد والصلب	عطية		
	المتبقى	متوسط عام								
السمك «م»	١,٥-٢٥	١,٥٠-٣٥	٨,٠٠	١,٥٠	١١,١٠	٠,٣٥-١,٥٠	٠,٣٠-٠,٩٠	٠,٤٠-٢,٥	٠,٢٠-١٠	
الاحتياطى مليون جنيه	٦٣	١٤٣	٥٧	٣٣,٥	٥٥,٥	٧٤,٧	٣٠	١٢١,٦	٥٣,١	
Fe%	٥٢,١	٥٢,٦٤	٤٤,٠٦	٤٧,٦٦	٤٨,٠٥	٤٦	٤٣-٤١	٦٢,٣-٣١,٢	٥٤-٥٣	١٥٢,٢% ± ١
Sio_2%	٧,٦	٧,٤٨	١٣,٠٩	٧,٥٥	٩,٠٩	١٥,٠١	١٩-١٧	٣١,٠-٥,٢	٣٥-٢٥	٧.% ± ٠,٥
MnO%	٢,٧	٢,٥٥	٣,٤٨	٤,٨٣	٣,٩٢	٠,٣٢	٠,٧	١,٧٧-٠,٠	٠,١٥-٠,٠٣	عظمى ± ٣,٠
Cl%	٠,٤٦	٠,٥	٠,٧٤	١,١٣	٠,٩٧		٠,٤-٠,١		٠,٠١ -Nil	عظمى ± ٠,٦٠
P_2O_5%	٠,٤٨	٠,٤٦	٠,٢٦	٠,٣٧	٠,٤٣	٢,١	١,٩	٨,٠١-٠,٠٩	١,٢-٠,٥	٠,٥٤
S%	٠,٨	٠,٨٦	٠,٣٠	٠,٦٦	٠,٧	٠,١	٠,٣	٠,٣ -Trace	٠,٠١-٠,٠٥	٠,٧٠
BaO%	١,٥	١,٦٣	٠,٨						Nil	عظمى ± ٢,٠
Al_2O_3	٢,٠	١,٨٧	٢,٩٥				٤,٢	٩,٩-٣,٤	٣,٥-٠,٧	عظمى ± ٢,٠
CaO%	٠,٤١	٠,٤	٣,٤٧				٣,٥	٨,٦-٠,٢٥	٥,٥-٣,٠	٠,٥٠
Na_2O_2	٠,٣٦	٠,٣٦					٠,٣٥		٠,٣-٠,٠٧	عظمى ± ٠,٦٠
K_2O%	٠,٢٢	٠,٢	٠,٢٥						٠,٠٥-٠,٠١	
MgO%	٠,٣٧	٠,٣٨	٠,٦١				١,٥	١,٨١-٠,٨	١,٣٠-٠,٢٠	
ZnO%	٠,٢٠	٠,١٤	٠,٢						٠,٠٣ - Nil	عظمى ± ٠,٢٠
ملاحظات	احتياطى متبقى فى يونيو ٢٠٠٩					علاوى/ عويرشة أم حقبان	احتياطى حتى ٢٦كم رصيد متبقى ١٩	متوسط % ٤٦,٨ Fe % ١٤,١ SiO2	احتياطى تعدينى ٣٣ مليون طن	

دراسات وتجارب المعالجة

نظرًا لأن الغالبية العظمى من خامات الحديد المعروفة فى مصر تتصف بانخفاض جودتها المتمثل فى انخفاض محتوى الحديد، وارتفاع نسب الشوائب وما تسببه من مشاكل فى مراحل التصنيع من جراء استخدامها، فقد خضعت لعمليات المعالجة بهدف تركيزها وتخليصها من الشوائب، بما يناسب عمليات التلبيد 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 فى 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) التى أجرت تجارب للتركيز وتجارب الصهر على خامات وسط الصحراء الشرقية، وكذلك هيئة الصلب الأمريكية، التى أجرت دراسات وتجارب بمقر الهيئة بأمريكا (١٩٧٨-١٩٨٠) على عينات حجمية (٢٠ طنًا) جمعت من مناطق غرابى وناصر والحره والجديدة بالواحات البحرية، ممثلة لنوعيات الخام المختلفة. وقد تركزت التجارب حول طرق الغسيل أو الفصل المغناطيسى فى مجال مغناطيسى رطب «WHIMS» والفصل المغناطيسى بالتحميص.

وكان من أهم نتائج هذه التجارب:

(١) أمكن بطريق الغسيل إزالة ٨٠ - ٩٠٪ من كلوريد الصوديوم مع عدم حدوث تغيير فى المكونات الأخرى مثل الحديد والسيليكا والمنجنيز والألومنيوم. (٢) لم يتحقق تخفيض فى نسبة البوتاسيوم للحد المقبول. (٣) استجابت الخامات التى تتميز بنسب حديد منخفضة (٣٧ - ٤٠٪) إلى طرق الفصل المغناطيسى فى مجال مغناطيسى رطب «WHIMS»، وأمكن الحصول على ركاز بنسبة حديد ٥٠-٥٦٪ وبعائد مقبول. (٤) أمكن بطريقة الفصل المغناطيسى بالتحميص إزالة نسبة من الكلور، بينما تبقى نسبة كبيرة من القلويات لم تزال تتبقى. (٥) لم يتم فى أى من هذه الطرق التخلص من المنجنيز العالى (وذلك لارتباطه مع الحديد فى صورة دقيقة جدًا ومعقدة)، علمًا بأن الخامات العالية المنجنيز تمثل الجزء الأكبر من احتياطيات خامات الحديد بمنطقة الواحات البحرية. ولقد كان لمركز بحوث وتطوير الفلزات بالتبين دور فى متابعة هذه التجارب؛ حيث قام بعمل بعض التعديلات فى لوحة التشغيل، وقد أجرى المركز - ولايزال - العديد من التجارب فى مجال معالجة خامات الحديد سواء فى التركيز أو تجهيز الخامات للاختزال (تجارب التلبيد والتكوير). وفى عام ١٩٩٨ استقبل المركز عينات من مناطق الخام المختلفة أخذت ضمن أعمال المشروع القومى لأبحاث الحديد، وقام بعمل الدراسات والتجارب التى خلصت إلى خفض بعض الشوائب مثل السيليكا والفوسفور فى 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 فى تقرير هذه الدراسات (التقرير النهائى فى يونيو ١٩٩٨) إلى ضرورة اختيار أكثر من عينة من كل موقع تمثل النوعيات المختلفة لخامات الحديد وبكميات تسمح بتصميم وحدة تجارب نصف صناعية

(عينة منطقة اللاوى بشرق أسوان، 250kg grab sample) وقد تلاحظ أيضًا فى عينة الحديد من منطقة الحره أنها منخفضة جدًا فى نسبة الحديد (٣٥٪) ونسبة السيليكا (٢٩,٨٪) ومن المعروف أن متوسط نسبتى الحديد والسيليكا لخام حديد منطقة الحره ٢,٤٤٪، ١٢,٩٪ على التوالى للمنطقة الأصلية و٤٢٪ حديد، ١٤,٨٪ سيليكا للامتداد شمال وشرق الحره.

هذا وقد أجريت تجارب بمعهد المعادن بالتبين وجهات أخرى بهدف فصل الباريت المصاحب لخام الحديد فى بعض مناطق الواحات البحرية وخاصة بالهضبة الوسطى بمنطقة الجديدة؛ حيث يظهر الباريت فى تجمعات بالخام تتراوح نسبة أكسيد الباريوم فيها تقريبا من ٧-١٤٪ (متوسط ٩,٥٪) وبكمية حوالى ١,٥-٢ مليون طن. أمكن فى هذه التجارب الحصول على ركاز مزدوج: ركاز الحديد بنسبة ٦٧٪ يستفاد به فى خلطه بالخام المنتج بالمنجم، وركاز الباريت بنسبة ٩٧,٥٪ كبريتات الباريوم (كثافة ٤,٥ جم/ سم٣)، الذى له استخدامات كثيرة كإضافته مع طفلة الحفر لآبار البترول، وكذلك فى 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 عبدالحميد محمد فى تقريره ٢٠١٠ – شركة الحديد والصلب – إلى الآتى:

أ- محتوى الحديد والشوائب فى خامات الحديد المحلية تختلف نسبتها من منطقة إلى أخرى، وأن ارتفاع بعضها فى بعض المناطق يقابله انخفاض كبير فى 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 تفصيليا (خامتين أو أكثر) ومحاولة تحسين جودة هذه الخامات أثناء الاستخراج – إذا اقتضى الأمر، وإذا سمحت ظروفها – باتباع طريقة التعدين الانتقائى.

٢- معالجة الخامة الأكثر استجابة لعملية التركيز (لوحة تشغيل غير معقدة) مع دراسة دقيقة للجدوى الاقتصادية والتى يجب أن تأخذ فى الاعتبار احتياطيًا مناسبًا، ويستغل الركاز الناتج على النحو التالى:

- 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، والتى يستفاد منها فى إنتاج أنواع جيدة من الحديد تغذى العديد من الصناعات، مثل: الصلب المخصوص والصلب السبائكى.

٣- استيراد كميات محسوبة من خام حديد عالى الجودة لخلطه بخامات الحديد المحلية؛ لتحسين جودتها وتأهيلها للاستغلال، وإطالة عمر الخامات المناسبة المتبقية.

٤- دراسة الجدوى الاقتصادية والفنية للمقارنة

بين إنشاء مصنع تركيز خامات الحديد المحلية، أو استيراد خام حديد عالى الجودة مع الأخذ فى الاعتبار إمكانية التركيز ومواصفات الركاز المنتج وفترة تشغيل مصنع التركيز.

ب- التوسع فى اختبارات وتجارب التلبيد على خامات الحديد لدراسة مدى استجابتها فى عملية التلبيد لإمكان الحصول على لبيد يصلح للفرن العالى، وكذلك دراسة سلوك شحنات لبيد الخام بالفرن العالى لإنتاج الحديد الزهر، على أن تشمل الدراسة تأثير الشوائب، وما يحدث لها من إزالة فى هذه المراحل، وكذلك إمكانية تعديل الحدود مما يزيد من استخدام خامات الحديد.

جـ- مع استكمال الأبحاث التفصيلية والتقييم النهائى لمناطق الخام المختلفة وخاصة مناطق شرق أسوان بما فيها المناطق المأمولة بالعويرشة واللاوى والامتدادات شرقا وجنوب شرق أسوان، فإن الصورة سوف تكون أكثر وضوحًا 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 فى بعض الدول العربية والأجنبية والاستفادة من نتائج دراستها ونذكر منها على سبيل المثال الآتى:

- مشروع حديد وادى صواوين بالمملكة العربية السعودية (استخراج – مصنع تركيز – إنتاج مكورات للاختزال المباشر) وهى تشابه فى تكوينها وتركيبها المعدنى خامات حديد وسط الصحراء الشرقية (الاحتياطى الجيولوجى ٤١١ مليون طن بتحاليل: ٤٢٪ حديد، ٢٨٪ سيليكا – Jaspilitic Iron ore).
- مشروعات خامات الحديد فى الجزائر وليبيا، وادى الشاطئ، التى تتشابه مع خامات الواحات البحرية فى ارتفاع بعض الشوائب مثل الفوسفور.
- خامات حديد مناجم اللورين فى فرنسا، وهى تماثل خامات حديد شرق أسوان.

ب- الحديد الشرائطى بمنطقة العوينات (شكل – ٣٤)

يقع جبل العوينات فى الركن الجنوبى الغربى لمصر عند تقاطع الحدود المصرية – الليبية – والسودانية شكل – ٢.

حسانين بك، كبير أمناء القصر الملكى سابقًا، أول من اكتشف جبل العوينات سنة ١٩٢٣، منذ ذلك الحين والمنطقة أصبحت معلمًا مميزًا للمكتشفين وعلماء المناطق الجافة. بوسط ونهاية سنة ١٩٣٠، كان علماء الآثار الأفراد الهامة فى هذه البعثات، شواهد بارزة لإقامة واسعة الانتشار للإنسان فى 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 فى ١٩٦٠ بمجموعات بريطانية، مصرية، بلجيكية وليبية، مع علماء الآثار العنصر الهام فى البعثة البلجيكية. لقد شهد عام ١٩٧٠ بعثتين مشهورتين للجلف الكبير – جبل العوينات قبل بعثة المساحة الجيولوجية المصرية ومعهد سمبشونيان الأمريكى فى سنة ١٩٧٨. بعثة ١٩٧٨ هذه إلى الجلف الكبير –

العوينات، كان هدفها التحقق من الاستنتاجات الجيولوجية لصور أبوللو – سويزر. هذه الصور وصور الأقمار الصناعية أظهرت تفاصيل المعالم التى ظهرت بالصور التى أخذت خلال المهام العلمية لمارينر وسفينة الفضاء ڤايكنج إلى المريخ. لذلك كان الهدف من هذه البعثة فى ١٩٧٨ إلى الجلف الكبير إجراء دراسة حقلية لهذه المعالم؛ من أجل فهم أحسن للتضاريس المماثلة على سطح المريخ. فى هذه البعثة إلى الجلف الكبير كأنما وقف علماء ناسا الأمريكية على سطح المريخ (انظر صورة – ٢١).

تتكون صخور منطقة العوينات من صخور نارية فى الركن الجنوبى الغربى، وهى صخور ذات اللون الفاتح felsic وأخرى اللون الداكن mafic، جرانيوليت، بارانيس والصخور المتحولة والأُرثونيس. صخور الجرانيت تخللت الصخور المتحولة القديمة، بينما صخورالفانيروزويك تعلو هذه الصخور القديمة. الصخور البركانية للعصر الثلاثى تخللت صخور القاعدة وصخور الفا نيروزويك على هيئة صفائح وسدادات بركانية.

خلال الصخور المتحولة، يتكشف تكوين الحديد الشرائطى فوق صفائح جبل كامل شرق العوينات وجبل نظر، وهى توجد على هيئة راقات – محدبة جدًا وذات صدوع – تمتد فى اتجاه شمال شمال شرق – جنوب جنوب غرب، شمال شرق – جنوب غرب. سمك هذا التكوين يتراوح من بعض الأمتار حتى ٥٠ مترا مع بعض قليل من الشاذات (تصل إلى ٣٠٠ متر) وتمتد فى اتجاه المضرب لعدة كيلومترات، وتتكون من راقات متبادلة من أكاسيد الحديد (الهيماتيت – الجوتيت – الماجنتيت) مع السيليكا (الكوارتز – الشرت – الجاسبر) وتحيط بها صخور الأمفيبول – البرانيس والأرثونيس «Para&Orthogneiss». تم تعريف ثلاثة أنواع مختلفة من الحديد الشرائطى: أ- النوع الطبقى، ب- نوع البريشيا، جـ- الشيرت الحديدى.

خطاب وآخرون (٢٠٠٢) عرفوا نوعين من الحديد الشرائطى: أ- النوع الطبقى، ب- نوع البريشيا، حيث قسموا الخام إلى ثلاثة نطاقات فى حوض جبل كامل: ١ – النطاق الغربى، ٢ – النطاق الأوسط، ٣- النطاق الشرقى. لقد أشاروا إلى أن تكوين الحديد الشرائطى يوجد على هيئة طبقات رفيعة تصدعت ومحدبة بشدة خلال الأركيان إلى بروتيروزويك السفلى. تحاليل المذهب وضحت إثراء النطاق الأوسط نسبيا من الذهب؛ حيث يحتوى على ٢ , ٧ جرام/ طن[1]، بينما النطاق الغربى أغنى بالحديد (٣٩ , ٣٢٪ ح).

هيئة المساحة الجيولوجية قامت بالدراسات الاستكشافية لهذا الخام الشرائطى؛ حيث أثبتت الدراسات الاستكشافية لهذا الخام وجود الذهب بنسب من ٦ , ٠ جم/ طن حتى ١٤ جم/ طن[1] (٧٠٠ عينة) وبمتوسط ٠٣ , ٨ جم/ طن، وأن أكاسيد الحديديك 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 ½ طن حتى ٥ , ٢ طن) حيث تم فصل الذهب بالسيانيد مع التقليب، وأعطى من ٢جم/ 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 فى الهند على أساس اللون. تكاوين الحديد بالهند قد ترسبت خلال زمن

(١) خطاب وآخرين (٢٠٠٢).

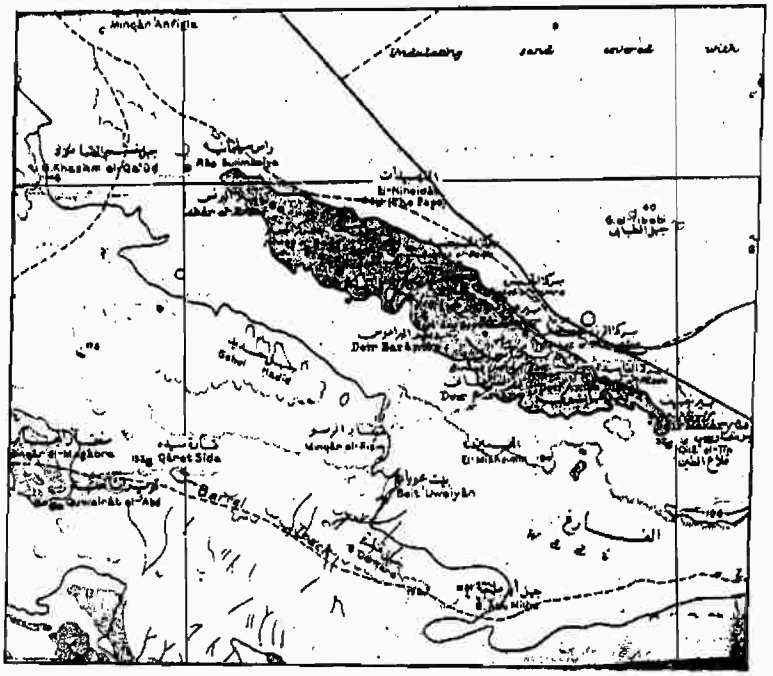
الأركيان (سيككا – ١٩٦٣ «sikka»). لقد عَرَّف چيمس (١٩٥٤) تكوين الحديد على أنه «ترسيب كيميائى شرائطى رفيع أو طبقات مضغوطة تحتوى على ١٥٪ أو أكثر حديد ذو أصل رسوبى، عادة وليس ضروريا أن يحتوى على طبقات من الشيرت». يودور (١٩٥٧) وأبلسون وآخرون (١٩٥٩) قد وضحوا أن كل طبيقة مضغوطة أو شرائط من الخام تسلك نظامًا كيميائيًا مستقلًا يفسر تركيب كل طبيقة. ومعنى ذلك أن كل طبيقة أو كل وحدة استراتيجرافية معينة ستنتج نوعًا واحدًا من الخام، وأن درجة الخام تكون أكثر انتظامًا على امتداد الطبقة عما هو عليه عبر حدود الوحدات الاستراتيجرافية. وهذه الصفات هى مميزات خامات الحديد الرسوبى فى مناجم تكوين الحديد بالهند، وفى سلسلة بحيرة كنوب «Knob Lake Range» بكندا، ومن منطقة بحيرة سوبيريور «Superior Lake» بالولايات المتحدة. أصل خامات الحديد الطبقية هذه رسوبى، تكونت فى ما قبل العصور القديمة «pre-Paleozoic». وكذلك خام الحديد الشرائطى فى الصخور المتحولة بمنطقة العوينات بمصر. بينما خام حديد البحرية ليس به مواصفات الخام الرسوبى، وما به من طبقات وعدسات متداخلة من الطين والصخر الرملى هى، فى الأصل، تتابع فى الصخر المضيف «Host rock».

جـ- خام حديد جبل الحديد بوادى النطرون

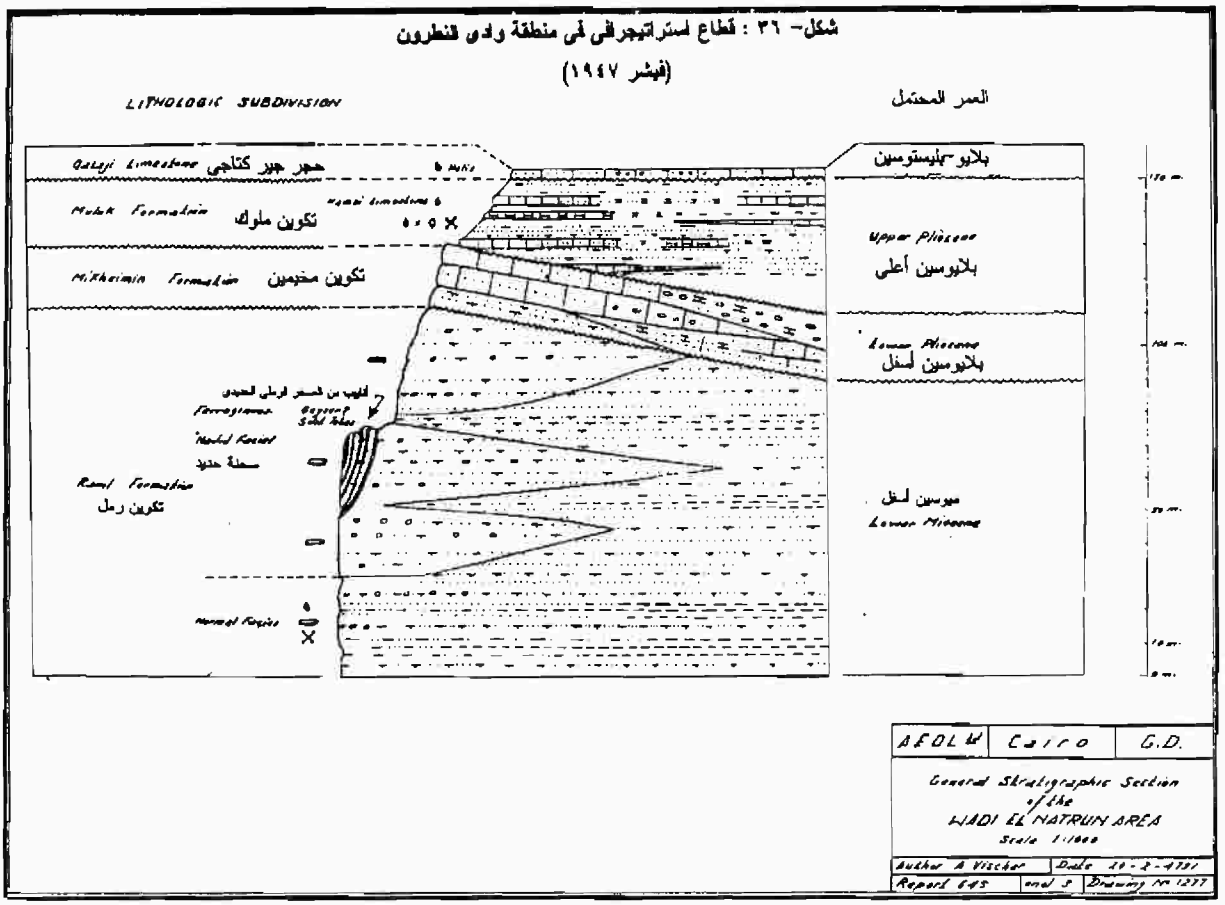
أثناء عمل المؤلف لتقييم خام الرمل الأبيض لصالح مصنع الزجاج بوادى النطرون – أوائل ١٩٦٢ – زار جبل الحديد الذى يقع غرب وادى الفارغ بمنطقة وادى النطرون (شكل – ٣٥). أول من سجل وجود الصخور الرملية الحديدية بهذه المنطقة هو برورر «Brower» (١٩٤٢) – شركة استاندر أويل، حيث وقع على الخريطة الچيولوچية مقياس رسم ١ : ٢٥٠٠٠٠، جبل الحديد غرب وادى النطرون، تقرير رقم ١٠٣، بينما فيشر «Vischer» (١٩٤٧) – شركة أنجلو إيجيبشيان للبترول «AEO» (تقرير رقم ٦٤٥)، وصف چيولوچية المنطقة (مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠) حيث أطلق اسم «سحنة حديد» ضمن «تكوين رمل» للعمر ميوسين أسفل، والشكل – ٣٦ لفيشر، يوضح فيه «تكوين رمل» وبه صخور الرمل الحديدية. من الملفت للنظر وجود أنابيب من صخر الرمل الحديدية «Geyser» مثل ما هو بالجبل الأحمر قرب القاهرة، من خلال صعود المياه الحرمائية الحاملة لعناصر الحديد «hydrothermal solution» حيث رسبت عناصر الحديد حول حبات الكوارتز، ويمكن أن تكون قد غزت حبات الكوارتز كما جاء فى وصف الشاذلى (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 فى دراسة خام الحديد بجبل حديد بوادى النطرون من الناحية الچيولوچية والمعدنية، وتقدير كمية هذا الخام على غرار دراسة خام الحيز. ونتيجة لنتائج هذه الدراسة، يتم التفضيل بين منطقتى الحيز ووادى النطرون، مع الأخذ فى الاعتبار قرب جبل الحديد بوادى النطرون بالنسبة لمصانع الحديد والصلب بالتبين.

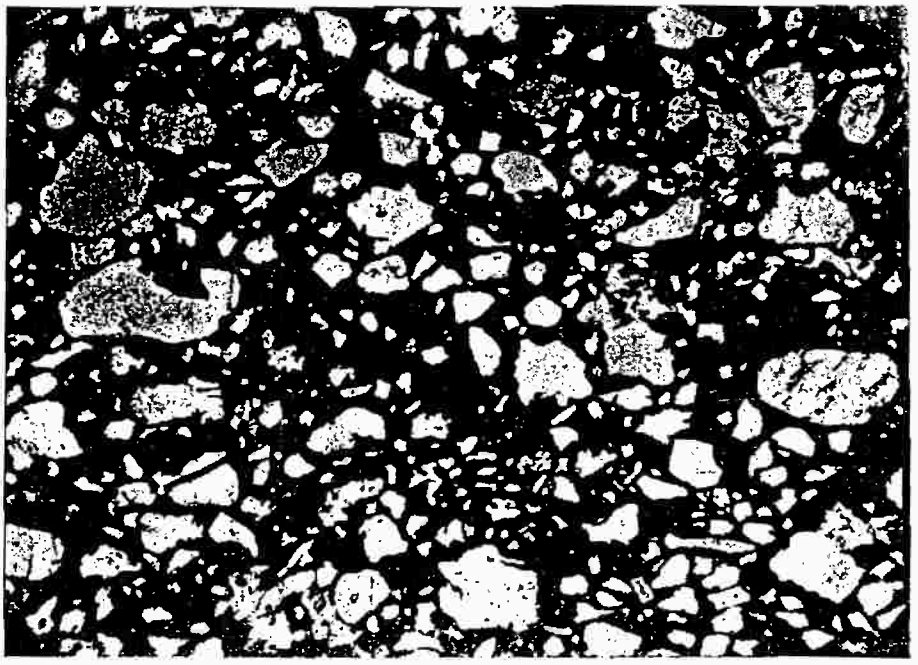
شكل- ٣٥ : موقع جبل حديد بوادى النطرون



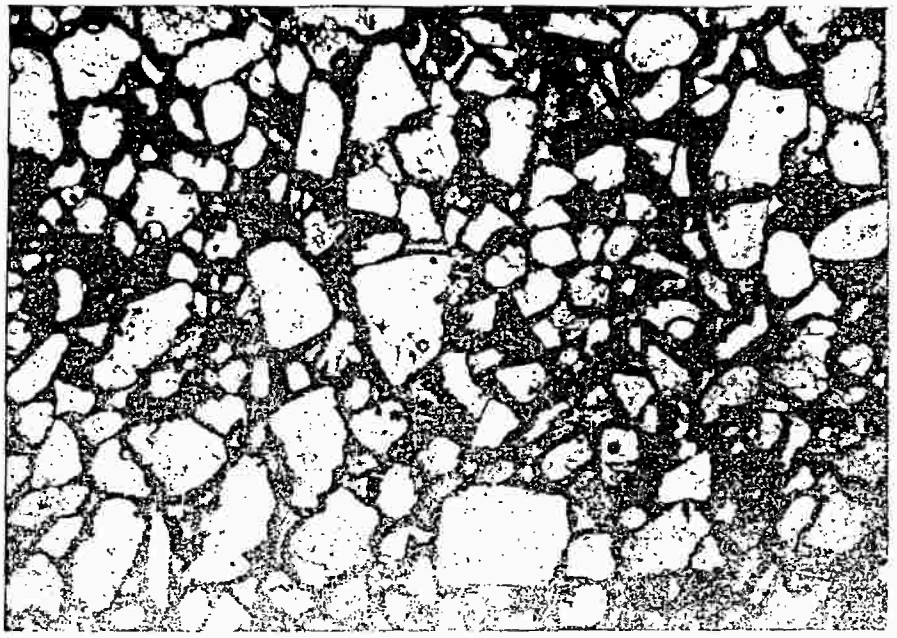
شكل- ٣٦ : قطاع استراتيجرافى فى منطقة وادى النطرون
(فيشر ١٩٤٧)



صورة -٢٠ : منطقة الحيز



١- عينة خام تظهر حبيبات الكوارتز (بيضاء) وجوثيت (أسود) ضوء عادى X٣٤.



٢- عينة خام حديد بها جوثيت أقل مما هو فى الصورة العليا. ضوء عادى X٣٤.

صورة -٢١ : شرق العوينات والمريخ

(a) الخطوط البيضاء والسوداء بشرق جبل العوينات؛ (b) الخطوط البيضاء والسوداء في منطقة سيربيروس بالمريخ؛ (c) الظلال السوداء في الجانب المحجوب عن الريح لجبل العوينات؛ (d) الظلال السوداء في الجانب المحجوب عن الريح لفوهة بركان على المريخ.

المراجع باللغة العربية

- د. أحمد عاطف دردير؛ أغسطس ١٩٧٦ – تقرير عن خامات ومناجم حديد أسوان (تقرير داخلى – المساحة الجيولوجية).
- ـــــــــــــ؛ ديسمبر ١٩٩٠ – خامات الحديد فى مصر. ندوة حاضر ومستقبل صناعة الحديد والصلب فى مصر. المؤتمر الدولى الثالث فى هندسة الإنتاج والتصميم للتنمية.
- ـــــــــــــ؛ ٢٠٠٤ – الإطار التشريعى المؤسس للثروة المعدنية. ندوة الثروات المعدنية فى مصر – الحاضر والمستقبل. وزارة البحث العلمى، أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا (أكتوبر ٢٠٠٤).
- ـــــــــــــ؛ ٢٠١٠ – الثروات المعدنية فى العالم العربى وحتمية التنسيق – الملتقى الثانى لاقتصاديات المناجم والمحاجر بالوطن العربى. 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 – ٣٠/ ٥/ ٢٠٠٧.
- أ. سليم حسن؛ موسوعة مصر القديمة. الأجزاء ٤-٩. مكتبة الأسرة – مهرجان القراءة للجميع. القاهرة.
- أ. عبدالحميد محمد مزيد؛ ٢٠١٠ – خامات الحديد فى مصر وصناعة الحديد والصلب. الملتقى الثانى لاقتصاديات المناجم والمحاجر بالوطن العربى. القاهرة ٢٣ – ٢٥ فبراير ٢٠١٠.
- د. عبده عبده البسيونى؛ ١٩٦١ – تقرير مبدئى عن اكتشاف حديث لرواسب خام الحديد بمنطقة الجديدة، الواحات البحرية. مسجل تحت رقم ٣٤/ ١٩٦١ – وثائق هيئة المساحة الجيولوجية.
- د. عبده عبده البسيونى؛ ٢٠٠٣ – بنو إسرائيل والخروج من مصر بين الأسطورة والتاريخ. رقم الإيداع: ٢٠٢٤٩/ ٢٠٣، X ١١٣٩-١٧- I.S.B.N :٩٧٧ ، دار الكتب المصرية.
- د. عثمان عبد المنعم، د. ع. قرنى، د. عباس يوسف؛ ٢٠١٠ – تواجد ومواصفات الباريت المصاحب لخامات الحديد - الواحات البحرية. الملتقى الدولى الثانى لاقتصاديات المناجم والمحاجر بالوطن العربى. القاهرة ٢٣-٢٥ فبراير ٢٠١٠.
- ج. محمد سميح عافية؛ ٢٠٠٦ – التعدين فى مصر قديمًا وحديثًا. مكتبة الأسرة – سلسلة العلوم والتكنولوجيا – الأجزاء الأول والثانى والثالث، ٢٠٠٦.
- الرواسب المعدنية فى مصر (تحت التنمية)، تقرير رقم ٦١ – الهيئة العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية، مايو ١٩٧٤.
- أهم الإنجازات التى حققتها الهيئة المصرية العامة للمساحة والمشروعات التعدينية فى مجال البحث الجيولوجى والكشف التعدينى خلال الأعوام ١٩٧٠-١٩٧٦، (التخطيط والمتابعة).

المراجع باللغة الأجنبية

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 Aegypteus. 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 Universitatsb – uch-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 complementaire 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, Genéve, 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 Qattrani 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, Mixico.

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 Petrolium 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 Ausfuhrungen uber die geologische Geschinchte Aegyptens. Aby. Bayer. Akad. Wissensch, Math-Naturw. El., lb. 1-78.

98- Stromer, E. and Weiler, W.; 1930 – Beschreinung Ven Wirbeltur-Resten aus dem Nubischen Sandsteine. Oberagyptens und aus Agyptischen Phosphaten nebst Bemerkungen uber 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.