بحث أصلي

أ عمار ، أ الصيرفي، ع إسماعيل ، ع عارف

انشاء وتأويل الخرائط الثلاثية المركبة للبيانات الإشعاعية الطيفية الجيمية الجوية بالصحراء المصرية

المستخلص: تهدف خطة البحث إلى إنشاء وتأويل الخرائط الثلاثية المركبة لبيانات المسح الإشعاعي الطيفي الجيمي الجوي التي تم جمعها لرسم الخرائط الجيولوجية، والاستكشاف المعدني لمنطقة الدراسة، "أبو حاد في الصحراء الشرقية الوسطى، مصر" بين خطي عرض ′20 °26 و′35 °26 شمالاً وطول ′40 °32 و′20 °33 شرقاً، في مساحة 2800 كلم^2. تتكون جيولوجية المنطقة من صخور العصر الطباشيري، ورواسب كل من الحقب الثلاثي والدهر الرابع ، والتي تغطي جزءاً كبيراً من المنطقة وتنكشف الصخور البركانية المتحولة لدهر ما قبل الكامبري ، بالإضافة إلى كل من الجرانيت الأقدم و الأحدث، قرب الحافة الشرقية لمنطقة الدراسة. تضمن مشروع المسح الجوي الإشعاعي الطيفي الجيمي ، الذي تم بواسطة قسم المسح الجوي "إيروسرفيس" في الشركة الغربية الأمريكية ، 1983، لتغطية معظم أجزاء الصحراء الشرقية ومنها منطقة الدراسة، كجزء من برنامج تقدير المعادن، البترول والمياه الجوفية. ثم كان تحويل المعطيات الجوية الإشعاعية الطيفية الجيمية، وكذلك نسبها إلى بعضها البعض لمنطقة البحث، على هيئة صور ملونة، بإستخدام تقنية معالجة الصور. وتبعاً لذلك، إنشاء أربع خرائط ثلاثية مركبة ذات دلالة ، وذلك بالإعتماد على خلط صور الألوان الزائفة المختارة للعناصر الإشعاعية الثلاثة (اليورانيوم، الثوريوم والبوتاسيوم) ونسبهم إلى بعضهم البعض. ساهمت هذه الخرائط الثلاثية المركبة في تمييز الوحدات الصخرية إعتماداً على إختلاف الألوان ، بالإضافة إلى تحديد بعض النطاقات الشاذة عالية التركيز الإشعاعي ، والتي تحتاج إلى مزيد من الأبحاث والمتابعة الحقلية الجيولوجية، الجيوفيزيائية والجيوكميائية. وإعتماداً على تباين الألوان في الخرائط الثلاثية المركبة، تم تحديد تسعة نطاقات إشعاعية طيفية جيمية مفسرة، وواضحة تماماً. أظهرت هذه النطاقات التسعة إرتباطها الوثيق بالخريطة الجيولوجية للمنطقة قيد البحث. تميز النطاق الأول، بتركيزات يورانيومية مرتفعة نسبياً تصل إلى 19.4 جزء في المليون. الثاني والثالث، بتركيزات ثوريومية عالية نسبياً تصل إلى 12.5 ، 11.9 جزء في المليون على التوالي. كما تبين تميز النطاقات الثاني، الثالث والتاسع بتركيزات بوتاسيومية مرتفعة نسبياً تصل إلى 2.6 ، 1.5 ، 2.0 في المائة على الترتيب. تم التوصل، من خلال هذا البحث، إلى أن بقية النطاقات تتميز بقيم متوسطة إلى متدنية من العناصر الإشعاعية الثلاثة.

كلمات مدخلية: جيولوجيا – خرائط ثلاثية مركبة– بيان نطاقات إشعاعية – الصحراء الشرقية – مصر

أحمد أبو بكر عمار ، أبو الهدى محمود الصيرفي، عاطف علي إسماعيل ،
علاء الدين أحمد عارف
هيئة المواد النووية ، قطاع الاستكشاف
ص.ب(530) المعادي ، القاهرة
جمهورية مصر العربية

Generation and Interpretation of Ternary Images of the Aerial Gamma-Ray Spectrometric Survey Data, Egyptian Desert,.

Ahmed A. Ammar, Aboulhoda. M. Elserafy, Atef A. Ismail and Alaa A. Aref

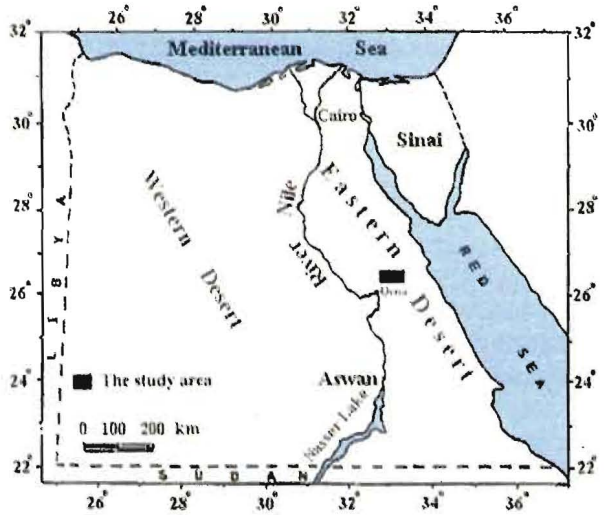
Abstract: High-sensitivity multi-channel aerial gamma-ray spectrometric survey conducted over the studied Abu-Had area, Central Eastern Desert, Egypt (Lat. 26°:20′ and 26°: 35′ North, long. 32°:40′ and 33°:20′ East) provides reliable measurements of the apparent surface lithologic concentrations of potassium (K), equivalent uranium (eU), and equivalent thorium (eTh). These data can be expressed in the form of nine radiospectrometric parameters of absolute, ratio and reverse ratio values: K, eU, eTh, eU/eTh, eU/K, eTh/K, eTh/eU, K/eU and K/eTh.

Because the nine parameters taken three at a time result in a total of 84 combinations, the choice of which combination to use should include consideration of the purpose of the aerial geophysical survey and geochemical models of interest to the interpreter. In the present research, the ternary images were produced from the four following combinations: eU, eTh and K (three radioelement composite colour image), eU, eU/eTh and eU/K (uranium composite colour image), eTh, eTh/eU and eTh/K (thorium composite colour image) and K, K/eU and K/eTh (potassium composite colour image).
The ternary (three- component) image method is an effective method for displaying in a single image any three radiospectrometric parameters. Since a distinct colour hue is used to represent each ternary ratio on the map, zones with similar ternary ratios will be represented by a unique colour. This distinct relationship between colour hue and ternary ratio allows the map to represent the surface lithologic radioelement distributions better than any one alone of the nine radiospectrometric parameters. The generated four ternary radioelement maps provide a partial synthesis of the radiospectrometric data that can be used as an aid to lithologic discrimination based on colour differences. Furthermore, they highlight zones of preferential radioelement enrichment and potassic alteration zones. Consequently, they enabled narrowing down favourable target areas for detailed ground geological, geophysical and geochemical follow-up for mineral exploration purposes.

Keywords: Geology - ternary images, aerial-ray spectrometric survey data, Eastern Desert, Egypt.

المقدمة

تقع منطقة أبو حاد في الصحراء الشرقية الوسطى لمصر بين خطي عرض 20 °26 و 35 °26 شمالاً وبين خطي طول 40 °32 و 20 °33 شرقاً. في مساحة 2800 كلم^2 شمال شرق مدينة قنا، على الجانب الشرقي لنهر النيل على مسافة تبلغ حوالي 40 كلم .



شكل (1) :خريطة توضح منطقة أبوحاد في الصحراء الشرقية مصر

تتميز منطقة البحث بظاهرة طبوغرافية واضحة ، حيث تتدرج المنطقة في الإرتفاع من جهتها الشرقية، الأعلى إرتفاعاً، إلى الغرب. ويعتبر جبل (حاداربيا) في الركن الشمالي الشرقي للمنطقة أعلى قمة، حيث يصل إرتفاعه إلى 759 م. في وسط المنطقة هناك جبل (أبو حاد) وجبل (القرية) ، ويبلغ إرتفاعهما 630 و 595 م على التوالي. أما جبل (عرس) الموجود في الجهة الغربية للمنطقة لا يزيد إرتفاعه من 520 متراً. أهم الوديان بمنطقة البحث ثلاثة، أطولهم جزء من وادي قنا، بطول 40 كلم في الجهة الغربية للمنطقة وله ميل عام بإتجاه الجنوب، عكس الإتجاه العام لنهر النيل شمالاً. وفي الجهة الشرقية للمنطقة هناك وادي نقع الطير، بطول يبلغ حوالي 20 كلم ، أما في الجهة الجنوبية وادي الشهدين، بطول 13 كلم تقريباً. في السابع عشر من شهر ديسمبر عام 1982 ، تم التعاقد بين الهيئة المصرية العامة للبترول (Egyptian General Petroleum Company."EGPC") والهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية (Egyptian Geological Survey and Mining Authority) "EGSMA" وشركة إيروسيرفيس الأمريكية (.Service Comp-Am. Aero) للقيام بمسح مغناطيسي و إشعاعي طيفي جيمي جوي على معظم مناطق الصحراء الشرقية و جزء من الصحراء الغربية المصرية. وذلك للحصول على بيانات جيوفيزيائية جوية، يمكن أن تساعد في الكشف عن المعادن و البترول و المياه الجوفية في الصحاري المصرية. إتخذت خطوط الطيران إتجاه الشمال الشرقي بزاويتين قدرهما 45 مع الشمال و (225 مع الشمال بفواصل بينية قدرها 1.5 كلم تقريباً ، وإتخذت خطوط الربط إتجاه الشمال الغربي بزاويتين قدرهما (135 مع الشمال و (315 مع الشمال بفواصل بينية قدرها 10 كلم تقريباً. بلغ إرتفاع الطيران حوالي 120 متراً من سطح الأرض ، وبسرعة 222 كلم إلى 314 كلم في الساعة (Service, 1984-Aero). تهدف خطة البحث أساساً إلى إنشاء وتأويل الخرائط الثلاثية المركبة زائفة الألوان لبيانات المسح الإشعاعي الطيفي الجيمي الجوي التي تم جمعها فوق المنطقة –قيد البحث– لإنجاز غايتين رئيسيتين هما: رسم الخرائط الجيولوجية والاستكشاف المعدني.

الجيولوجيا العامة للمنطقة

تعتبر الجيولوجيا العامة لمنطقة الدراسة جزءاً من الخريطة الجيولوجية لمنطقة قنا، إعداد الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية ، (EGSMA, 1978). يغطي الجزء الشرقي منها، صخور نارية ومتحولة مكونة جزءاً من سلاسل جبال البحر الأحمر ، في حين يغطي بقية المنطقة صخور رسوبية. وفيما يلي الوصف الموجز للوحدات الصخرية الموجودة في منطقة البحث إبتداءً من الأقدم عمراً.

1- حقبة ما قبل الحياة (Precambrian Era)

1-1 بركانيات الشادلي المتحولة (Shadli Metavolcanics)

يرجع تسميتها إلى منطقة الشيخ الشادلي في الصحراء الشرقية المصرية، ويبلغ سمكها حوالي 10 كلم. تتكون من صخور بركانية متحولة إقليمياً، متداخلة ومصاحبة بصخور رسوبية متحولة . توجد في الجزء الشرقي فقط لمنطقة البحث (أنظر الشكل (2)).

2-1 الجرانيتات الأقدم والأحدث (Older & Younger Granites)

توجد هذه الوحدات الصخرية في الجزء الشرقي لمنطقة الدراسة أيضاً ولقد لخص(Hussien *et al.*, 1982) الظواهر المميزة لهذه الوحدات الصخرية كما هو مبين في الجدول (1):

جدول 1: الظواهر المميزة للجرانيتات الأقدم والأحدث.

الجرانيتات الأقدم	الجرانيتات الأحدث
جميعها "كالك – ألكلين" في طبيعتها	جميعها "كالك إلى ألكلين" أو "الكلين" في طبيعتها
تكون عادة طفحا كبيرا	تكون عادة طفحا صغيرا
تتغير من الديورايت إلى الجرانيت	تتكون عادة من الجرانيت
يوجد بها من أكاسيد الحديد الماجنيتيت	يوجد بها من أكاسيد الحديد الإلمنيت
نسبة الإشعاع بها منخفضة نسبياً	نسبة الإشعاع بها مرتفعة نسبياً وأعلى من الجرانيتات الأقدم

2- العصر الطباشيري (Cretaceous Period)

1-2 الحجر الرملي النوبي (Nubian Sandstones)

أول من أطلق اسم رواسب الرمل النوبية على هذا الحجر النوبي، هو العالم روسِّيجر (Russegger, 1873) نسبة لوجودها بمنطقة النوبه، جنوب مصر. درس سعيد، (Said, 1962) تكوين الرواسب الرملية النوبية في الصحراء الشرقية المصرية ، وإعتبر تبعيتها للعصر الطباشيري المتأخر. ترسبت هذه الأحجار الرملية النوبية في مناخ

مداري إستوائي إلى شبه مداري إستوائي ، وتكونت تحت ظروف قارية مختلفة (El-Shazly *et al.*, 1973). تغطي هذه الوحدة الصخرية جزءاً كبيراً من الجنوب الغربي لمنطقة الدراسة (أنظر الشكل (2)).

2-2 تكوين الضوّي (Duwi Formation)

ينكشف تكوين الضوي الفوسفاتي عند جبل أبو حاد، وسط منطقة الدراسة، من صخر رملي فوسفاتي وطين وفوسفات وطباشير ساحلي (Amstutz *et al.*, 1984). يتناقص سمك تكوين الضوي من 8.0 م جنوباً إلى 4.5 م شمالاً. تشير الدراسات السحنية والمعدنية والوصفية لصخور ورواسب الفوسفات الطباشيري العلوي بمنطقة وادي قنا إلى أنها ترسيبات تمت في بيئة بحرية محدودة أثناء تقدم البحر ، حيث تكوّن الكللوفين (Collophane) بعوامل ما بعد الترسيب وإختلط بعظام الحيوانات البحرية والفضلات والرواسب الطينية الدقيقة. تعرض هذا الخليط إلى غسيل بواسطة التيارات والأمواج البحرية التي أدت إلى تركيز المكونات الفوسفاتية وإعادة ترسيبها في مكانها (موضعها) الأصلي (Amstutz *et al.*, 1984).

3-2 تكوين الداخلة (Dakhla Formation)

ينكشف تكوين الداخلة حول جبل أبو حاد و جبل أبو قرية ، هذا إلى جانب وجوده في جزء صغير عند جبل عرس في منطقة البحث (أنظر شكل (2)). يتركب الجزء السفلي لتكوين الداخلة (Maestrichtian) من سحنتين رئيسيتين: الأولى كربونية في الجزء الشمالي والأخرى طينية في الجزء الجنوبي (EGSMA, 1978).

3- الحقب الثلاثي (Tertiary Period)

1-3 عصر الباليوسين (Paleocene Epoch)

تشتمل الأنواع الصخرية لعصر الباليوسين في منطقة الدراسة على طين وطفل وطباشير ترواني في الجزء العلوي لتكوين الداخلة والجزء السفليّ لطين إسنا (Esna Shales). بسمك يبلغ 6.0 م في جبل أبو حاد وجبل عرس (Bandel *et al.*, 1987).

2-3 عصر الإيوسين السفلي (Lower Eocene Epoch)

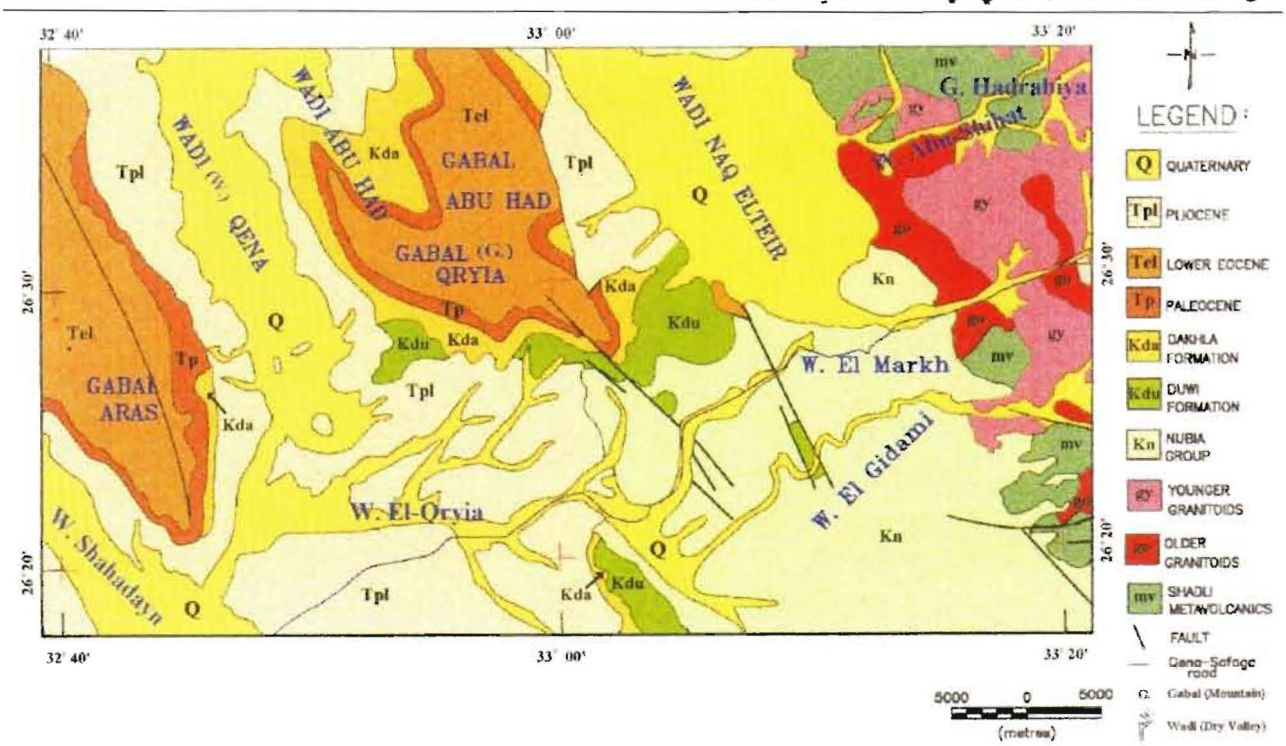
ينكشف تكوين طيبة (Thebes Formation) لعصر الأيوسين السفلي (Ypresian) على نطاق واسع في وسط و جنوب مصر. لقد سمي تكوين طيبة بواسطة سعيد (Said, 1960) ، وذلك لوجوده عند جبل جورنا غرب مدينة الأقصر و قرب طيبة عاصمة مصر القديمة عند الفراعنة المصريين. لقد تكون تكوين طيبة أثناء العصر السينوماني (Cenomanian) خلال الوقت البارتوني (Partonian) بسمك كبير من تتابعات الصخور الرسوبية وذلك أثناء أحداث الطغيان والإنحسار الإقليمي للبحر عبر الحد الشمالي الشرقي للدرع العربي النوبي. يبدأ تكوين طيبة في منطقة الدراسة بحوالي 35 م من الطباشير ثم يتبع ذلك 25 م من الطباشير الطفلي و في الجزء العلوي يوجد طفل طباشيري. ينكشف تكوين طيبة في منطقة الدراسة عند جبل أبو حاد و جبل عرس (أنظر الشكل (2)).

3-3 عصر البليوسين (Pliocene Epoch)

توجد رواسب البليوسين في ثلاثة أماكن في مصر: الصحراء الغربية ووادي النيل وساحل البحر الأحمر. تكون سحنة التكاوين المرتبطة بعصر البليوسين إما بحرية أو غير بحرية. لقد تكونت رواسب البليوسين في منطقة الدراسة بسحنة غير بحرية في وادي قنا (EGSMA, 1978).

4- الدهر الرابع (Quaternary Period)

توجد رواسب الدهر الرابع في منطقة الدراسة في ثلاثة وديان رئيسية وهي: وادي قنا ووادي نقع الطير ووادي الشهدين. تتكون أساساً من رواسب النيل القديمة وبعض الشعب المرجانية وحصى الشواطئ (EGSMA, 1978) (أنظر الشكل (2)).



شكل (2) : الخريطة الجيولوجية العامة لمنطقة أبو حاد ، أواسط الصحراء الشرقية مصر

طريقة البحث

تم إنشاء خرائط محسنة من الخرائط التقليدية المنسوبية بإستخدام تقنية الراسم الملون في مجال المسوح الإشعاعية الطيفية الجوية. تعتمد هذه التقنية أولاً على تحويل البيانات إلى هيئة تتناسق مع معالجة الصور. ويتطلب هذا إعادة تدرج قيم المتغير، التي يمكن أن يكون مداها من قيم سالبة إلى قيم موجبة، إلى مدى موجب فقط ، يتراوح من صفر إلى 255, حيث يتلاءم هذا المدى الموجب مع وحدات العرض والحاسب الدقيق في برامج معالجة الصور (Drury *et al.*, 1987). تعتبر شدة الألوان المرقمة من الأنواع الشائعة في إنتاج الصور ، وتتم بواسطة تلوين الوحدات بشبكة ألوان مختلفة، إعتماداً على قيمة العامل الجيوفيزيائي. هناك بعض العوامل التي يجب أن تؤخذ في الإعتبار قبل تلوين الخرائط، منها إختيار الألوان وعددها، وإختيار اللون المناسب للمدى الرقمي للعامل الجيوفيزيائي. ومن الأفضل إختيار عدداً ثابتاً من الألوان للخرائط حتى يتسنى سهولة تأويلها. هناك عدة عوامل تتحكم في عدد الألوان المستخدمة، منها أجهزة العرض، نوعية الألوان والبيانات الجيوفيزيائية. عادة ما يستخدم من 16 إلى 64 لوناً (Broome), 1990. لإنشاء صورة واضحة التباين، يجب إيجاد أعلى وأسفل 2 % من القيم وإعتبارهم أقصى وأدنى مدى لقيم العرض على التوالي. أما بقية القيم فتقسم خطياً لتأخذ المدى من صفر إلى 255 (Cordell *et al.*, 1987 & Duval, 1983).

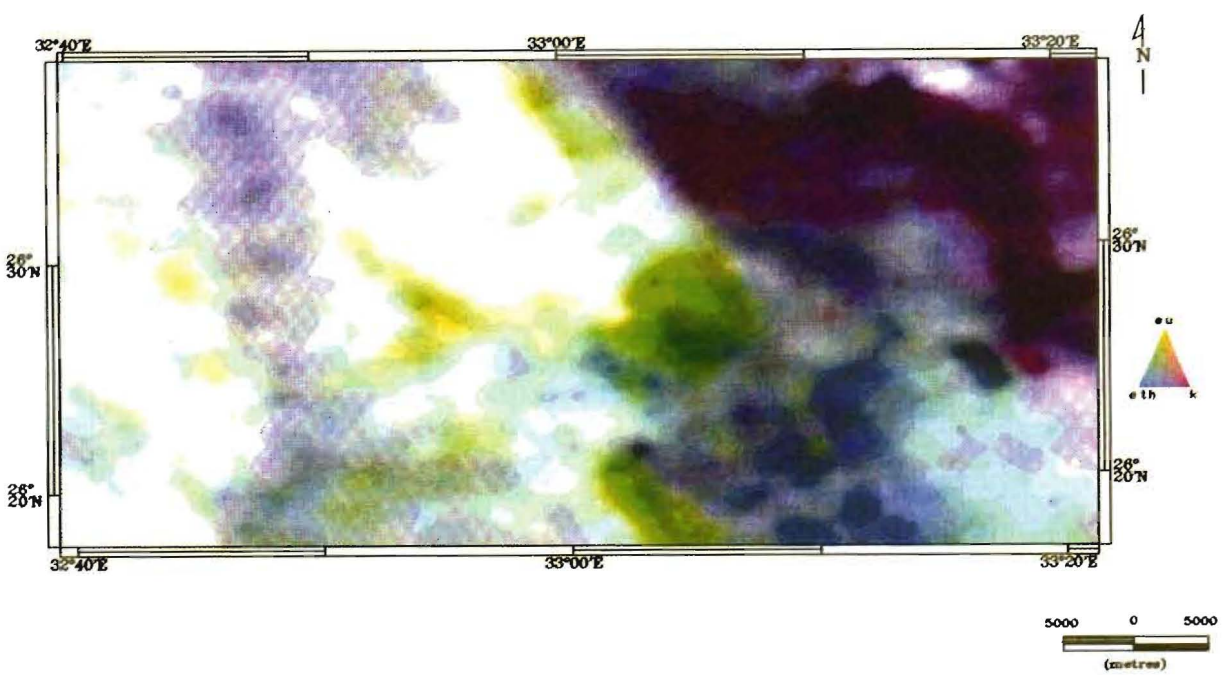
تنشأ الخرائط المركبة من خلط حزمتين أو أكثر من البيانات لتعرض في خريطة واحدة ، حيث تُلون كل حزمة من البيانات بلون إبتدائي، ثم تخلط ألوان هذه الحزم فتنتج الخرائط المركبة. تجدر الإشارة إلى أن عدد الألوان الإبتدائية هي ثلاثة ، عليه يتقلص عدد حزم البيانات المختلطة إلى ثلاثة. هناك نوعان من الألوان الإبتدائية، الأول يتركب من ألوان سماوية، قرمزية وصفراء حيث أن خلطهم بقيم مرتفعة يعطي اللون الأسود ، في حين أن خلطهم بقيم منخفضة يعطي اللون الأبيض. وتسمى هذه التقنية بالتقنية المباشرة. أما التقنية الأخرى فهي غير المباشرة، وتتركب من الألوان الحمراء، الخضراء والزرقاء، حيث أن خلطهم بقيم مرتفعة يعطي اللون الأبيض ، وخلطهم بقيم متدنية يعطي اللون الأسود. إعتمد في هذا البحث على إستخدام التقنية المباشرة في تلوين الخرائط المركبة.

تشتمل بيانات المسح الإشعاعي الطيفي الجوي على أربعة متغيرات هي، الإشعاع الجوي الكلي (TC) ويقاس بوحدة الميكرورونتجن /ساعة ، والتركيزات المطلقة للعناصر الإشعاعية الثلاثة وهي: البوتاسيوم (K) ويقاس بوحدة النسبة المئوية ، واليورانيوم المكافئ (eU) ويقاس بوحدة الجزء في المليون، والثوريوم المكافئ (eTh) ويقاس أيضاً بوحدة الجزء في المليون. بالإضافة إلى ما تقدم، هناك ستة متغيرات (نسب ثنائية) مشتقة من العناصر الإشعاعية الثلاثة تم حسابهم من قيمها وهي:

(أ) نسبة اليورانيوم المكافئ إلى الثوريوم المكافئ (eU/eTh).
(ب) نسبة اليورانيوم المكافئ إلى البوتاسيوم (eU/K).
(ج) نسبة الثوريوم المكافئ إلى البوتاسيوم (eTh/K).
(د) معكوسات هذه النسب وهي (eTh/eU) ، (K/eU) و(K/eTh).

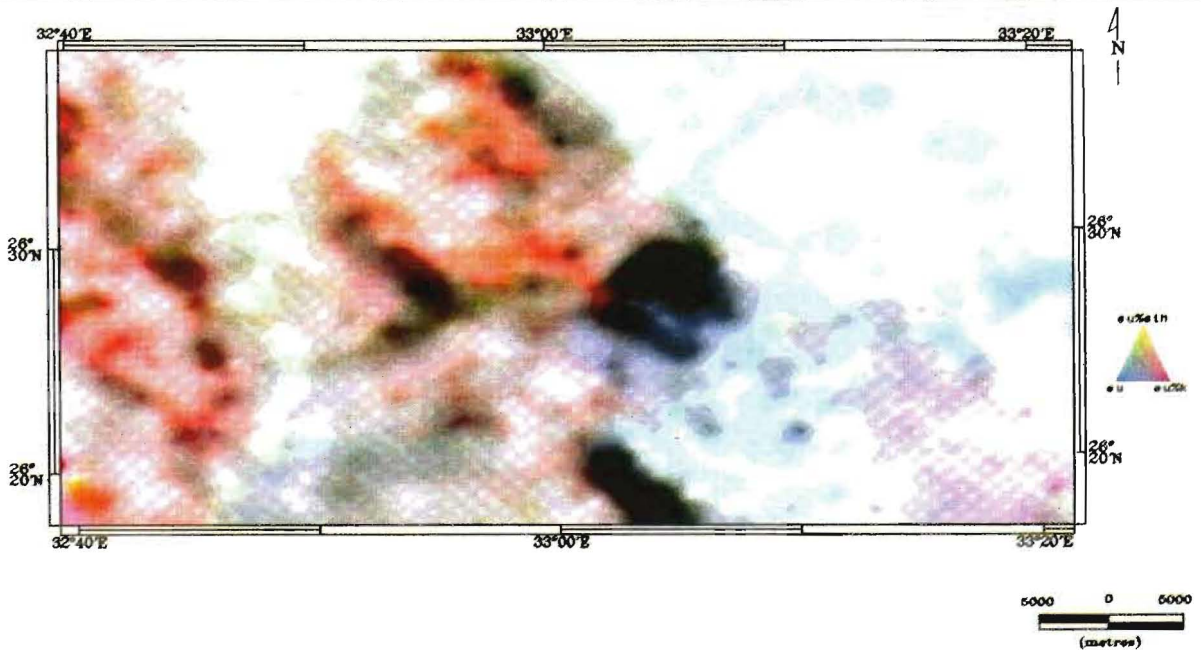
واستخدمت هذه المتغيرات في إنشاء أربع خرائط ثلاثية مركبة للبيانات الإشعاعية الطيفية الجيمية الجوية، بياناتها كالتالي :

1- خريطة العناصر الإشعاعية المركبة زائفة الألوان، وتتكون من خلط اليورانيوم المكافئ (eU) مع الثوريوم المكافئ (eTh) مع البوتاسيوم (K) (شكل 3).



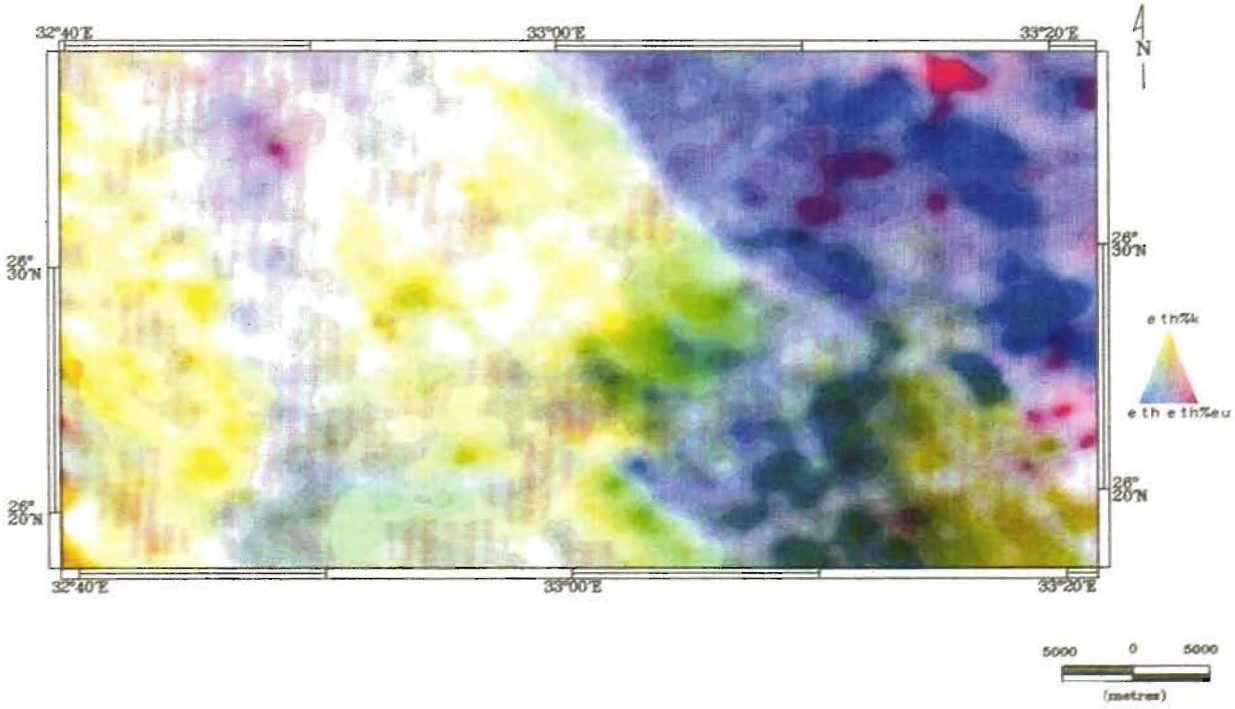
شكل (3) : خريطة العناصر الإشعاعية المركبة زائفة الألوان

2- خريطة اليورانيوم المركبة زائفة الألوان، وتتكون من خلط اليورانيوم المكافئ (eU) مع نسبة اليورانيوم المكافئ إلى الثوريوم المكافئ (eU/eTh) ونسبة اليورانيوم المكافئ إلى البوتاسيوم (eU/K) (الشكل (4)).

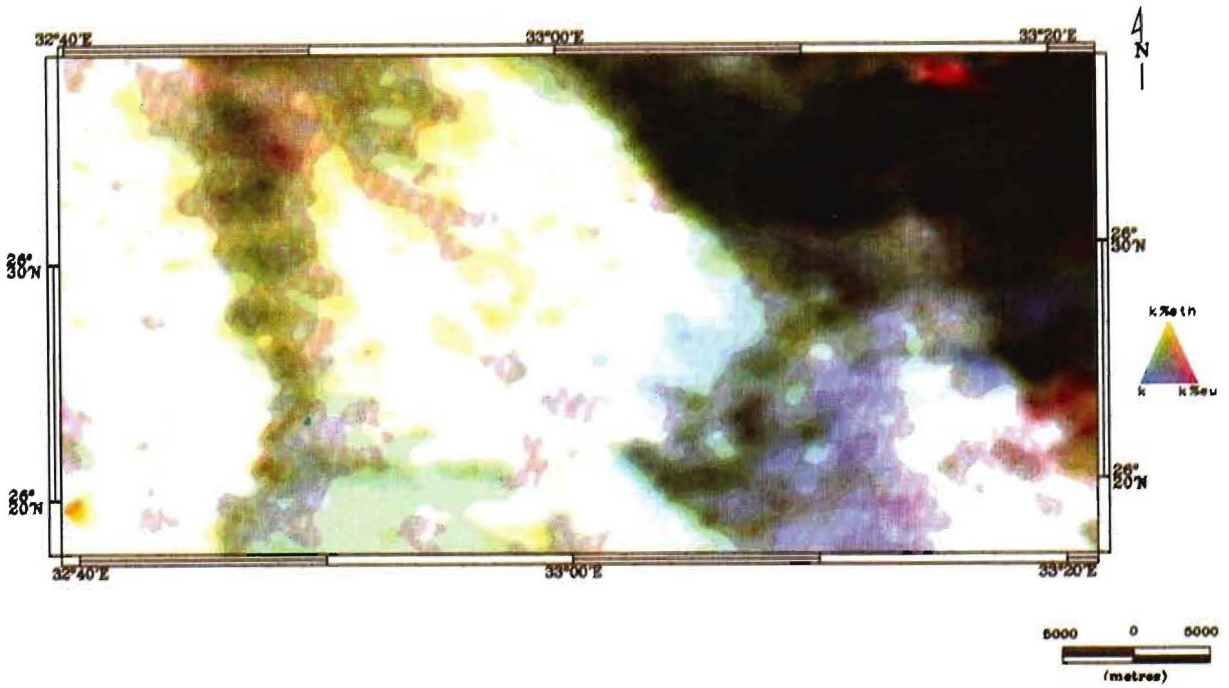


شكل (4) : خريطة اليورانيوم المركبة زائفة الألوان

3- خريطة الثوريوم المركبة زائفة الألوان، وتتكون من خلط الثوريوم المكافيء (eTh) مع نسبة الثوريوم المكافئ إلى اليورانيوم المكافئ (eTh/eU) ونسبة الثوريوم المكافئ إلى البوتاسيوم (eTh/K) (شكل5).



شكل (5) : خريطة الثوريوم المركبة زائفة الألوان



شكل (6) : خريطة البوتا سيوم الركبة زائفة الألوان

4- خريطة البوتاسيوم المركبة زائفة الألوان، وتتكون من خلط البوتاسيوم (K) مع نسبة البوتاسيوم إلى اليورانيوم المكافئ (K/eU) ونسبة البوتاسيوم إلي الثوريوم المكافئ (K/eTh) (شكل 6).

لقد ساهمت خريطة العناصر المركبة زائفة الألوان للبيانات الإشعاعية الطيفية الجيمية الجوية كثيراً في تحديد الوحدات الصخرية المختلفة (أنظر، شكل (3))، في حين ساهمت بقية الخرائط الثلاثية المركبة زائفة الألوان (أنظر، الأشكال 4, 5, 6) في تحديد نطاقات تركيزات العناصر الإشعاعية الثلاثة: البوتاسيوم، واليورانيوم، والثوريوم (Duval, 1983).

النتائج والتأويلات

1- رسم الخرائط الجيولوجية

تستخدم طريقة القياس الإشعاعي الطيفي الجيمي في تحديد نطاقات تركيزات اليورانيوم والثوريوم والبوتاسيوم في الطبقات القريبة من سطح الكرة الأرضية. حيث تتميز الصخور بتركيزات مختلفة من العناصر الإشعاعية الثلاثة. حيث أن التركيزات الإشعاعية الطيفية المقاسة يمكن أن تساعد كثيراً في تحديد الوحدات الصخرية المختلفة (Charbonneau *et al.*, 1976). يمكن كذلك إستخدام هذه البيانات الإشعاعية الطيفية في الكشف عن العناصر المهمة إقتصادياً، ليس فقط عنصري اليورانيوم والثوريوم، بل أيضاً عنصري الاسترانشيوم (Sr) والزركونيوم (Zr) وعناصر الأرض النادرة (REE). وقد تكشف أيضاً عن عناصر تتزامن معهما أو نتيجة المعالجة المعدنية، مثل الذهب (Au)، الفضة (Ag)، الكوبالت (Co)، النيكل (Ni)، النحاس (Cu)، الموليبدنيوم (Mo)، الرصاص(Pb)، الزنك (Zn) (Darnley *et al.*, 1989).

أظهرت خريطة العناصر الإشعاعية المركبة زائفة الألوان (أنظر الشكل (3)) توزيعات قيم العناصر الإشعاعية الثلاثة (اليورانيوم والثوريوم والبوتاسيوم) والتي ساهمت في إظهار التوزيعات الصخرية في منطقة الدراسة. ولقد أمكن تحديد تسعة نطاقات إشعاعية طيفية مفسّرة (Interpreted Spectral Radiometric Zones) (ISRZ) مبينة على الخريطة (الشكل (7)). وهي مرتبطة إرتباطاً وثيقاً بالخريطة الجيولوجية (أنظر الشكل (2)). ويعتمد تحديد وتمييز هذه النطاقات المفسرة على عاملين رئيسيين هما: مدى تركيزات العناصر الإشعاعية الثلاثة (K)، (eU)، (eTh) ونسبها إلى بعضها البعض من حيث إرتفاع قيمها كلها أو تدني قيمها كلها أو إرتفاع بعضها أو تدني البعض الأخر، والذي يؤدي بدوره إلى تغيرٍ وتدرج الألوان على خريطة العناصر الإشعاعية المركبة زائفة الألوان ومن خلال هذا الإختلاف والتعدد في الألوان الزائفة التي تعكس تغيرات في التركيزات المركبة للعناصر الإشعاعية الثلاثة، أمكن تحديد النطاقات التسعة المفسّرة، والتي هي كما في (الشكل (7)).

1-1 النطاق الأول (ISRZ No. 1):

يوجد هذا النطاق في ثلاثة أماكن في منطقة البحث ، إثنان في وسط المنطقة عند الحافة الجنوبية لجبل القرية، والأخير في جنوب وسط المنطقة. ينطبق هذا النطاق تماماً مع الفوسفات الخاص بتكوين الضوي الذي يتسم بنسبة تركيز يورانيومية عالية، تصل إلى 19,4 جزء في المليون وبتركيزات منخفضة في كل من الثوريوم والبوتاسيوم تصل إلى 1,0 جزء في المليون و0.4 % على الترتيب. يأخذ هذا النطاق لوناً أصفراً داكناً فوق خريطة العناصر المركبة زائفة الألوان (أنظر شكل (3)) وله شكل شبه دائري في بعض الأماكن، ومستطيل في أماكن أخرى، متخذاً إتجاه الشمال الغربي تقريباً.

2-1 النطاق الثاني (ISRZ No. 2):

يمتد هذا النطاق في الركن الشمالي الشرقي من منطقة البحث، من جبل حداربيا حتى وادي الجدامي. يفصل ويعزل هذا النطاق وإلى حد كبير، الجرانيت الأحدث، الذي يتميز بتركيزات عالية نسبياً من

العناصر الإشعاعية الثلاثة ، حيث يصل محتوى الثوريوم إلى12.5 جزء في المليون، واليورانيوم إلى4.2 جزء في المليون والبوتاسيوم إلى 2.6 %. تتضح صورة هذا النطاق تماماً من لونه القاتم وشكله المستطيل الممتد في إتجاه شمال الشمال الغربي على خريطة العناصر المشعة المركبة زائفة الألوان (أنظر شكل (3)).

3-1 النطاق الثالث (ISRZ No. 3):

يمتد هذا النطاق من الحافة الجنوبية لوادي نقع الطير حتى الحافة الجنوبية لمنطقة الدراسة. ويغطي نصف مساحة إنكشاف مجموعة الحجر الرملي النوبي تقريباً ، والذي يتميز بتركيزات ثوريومية عالية نسبياً تصل إلى11.9 جزء في المليون ، وتركيزات يورانيومية وبوتاسيومية متوسطة تصل إلى2.5 جزء في المليون و1.5 % على التوالي. ويظهر بلون سماوي إلى سماوي قاتم على خريطة العناصر المشعة المركبة زائفة الألوان (أنظر شكل (3))، حيث يأخذ شكلاً شبه مستطيل متجه في إتجاه شمال جنوب.

4-1 النطاق الرابع (ISRZ No. 4):

يوجد هذا النطاق في الجزء الغربي لمنطقة البحث بين جبل عرس وكل من جبل أبو حاد وجبل القرية. لقد عزل وفصل هذا النطاق رواسب الدهر الرابع لوادي قنا. ويتميز بتركيزات إشعاعية متوسطة تقريباً، حيث يصل تركيز الثوريوم إلى 3.5 جزء في المليون وتركيز كل من اليورانيوم والبوتاسيوم إلى 2.0 جزء في المليون و1.2 % على الترتيب. يأخذ هذا النطاق شكلاً مستطيلاً تقريباً، ويتجه في إتجاه شمال الشمال الغربي وله لون البنفسج الغامق.

5-1 النطاق الخامس (ISRZ No. 5):

وجد هذا النطاق في منطقتين منفصلتين في منطقة البحث. المنطقة الأولى حول جبل عرس في الجزء الغربي لمنطقة الدراسة ، والمنطقة الأخرى تتمركز حول جبل أبو حاد وجبل القرية شمال وسط منطقة الدراسة . لقد فصل هذا النطاق رواسب الباليوسين، حيث يبدو باللون الأصفر فوق خريطة العناصر المشعة المركبة زائفة الألوان (أنظر شكل (3)). يتميز هذا النطاق بتركيزات منخفضة نسبياً في كل من عنصري الثوريوم والبوتاسيوم حيث يصل محتواهما إلى 2.0 جزء في المليون و0.1 % على التوالي ، في حين أنه يتميز بتركيزات يورانيومية متوسطة نسبياً تصل إلى3.5 جزء في المليون. تتصف مكاشف هذا النطاق بأنها قليلة السمك إلى حد ما، في منطقة الدراسة، حيث وتأخذ إتجاهاً عاماً نحو الشمال الغربي.

6-1 النطاق السادس (ISRZ No. 6):

يتمركز هذا النطاق فوق جبل عرس وجبل أبو حاد وجبل القرية في منطقة البحث. ويتميز بتركيزات إشعاعية طيفية منخفضة نسبياً ، حيث تصل تركيزات العناصر الإشعاعية الثلاثة: اليورانيوم إلى 1.2 جزء في المليون والثوريوم إلى 1.5 جزء في المليون والبوتاسيوم إلى 0.2 %. يظهر هذا النطاق بلون أبيض على خريطة العناصر المشعة المركبة زائفة الألوان (أنظر شكل (3)). لقد فصل هذا النطاق بوضوح، صخور الأيوسين السفلي حيث يأخذ إتجاهاً عاماً نحو الشمال الغربي.

7-1 النطاق السابع (ISRZ No. 7):

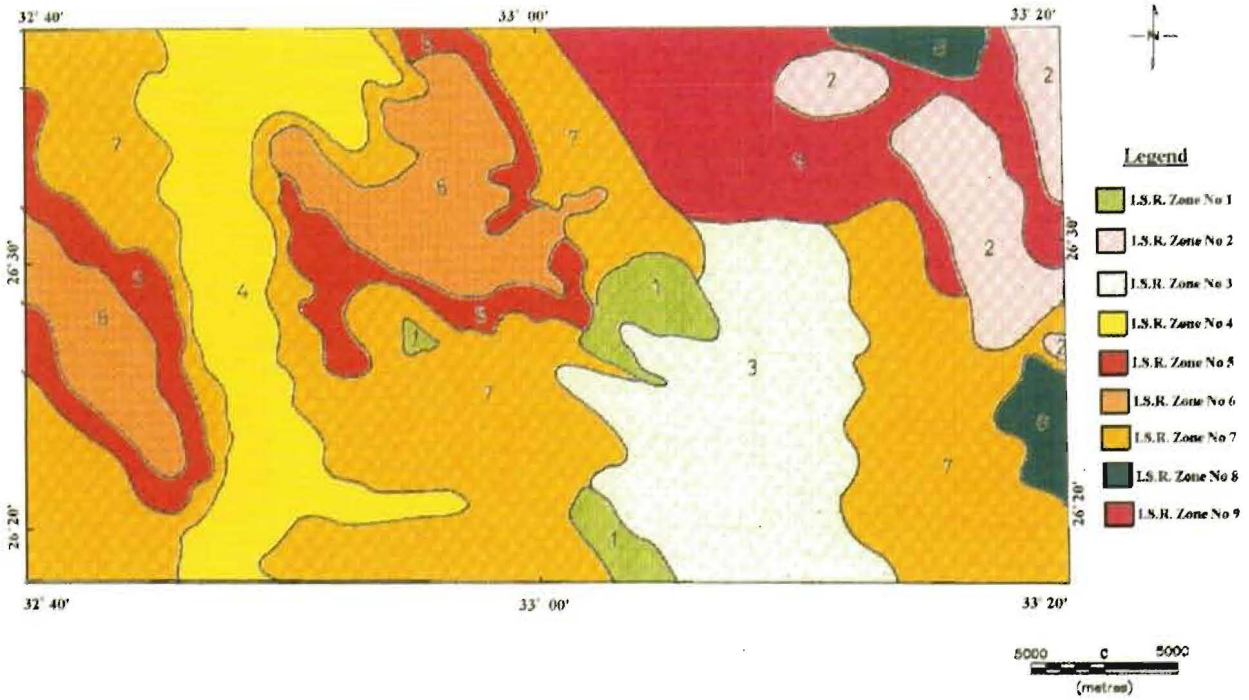
يظهر هذا النطاق في ثلاثة أجزاء كبيرة في منطقة البحث ، الجزء الأول في منتصف وشمال المنطقة، والثاني في شرقها ، والأخير في غربها. ظهر هذا النطاق باللون السماوي وفصلته رواسب الباليوسين وتكوين الداخلة وجزءاً من مجموعة الصخور الرملية النوبية. يتميز هذا النطاق بتركيزات ثوريومية متوسطة نسبياً تصل إلى 4.2 جزء في المليون وتركيزات يورانيومية وبوتاسيومية منخفضة تصل إلى 1.3 جزء في المليون و0.25 % على الترتيب.

8-1 النطاق الثامن (ISRZ No. 8):

يتميز هذا النطاق باللون البنفسج الفاتح، ويوجد في شمال منطقة الدراسة عند جبل حداربيا ، وجنوبها عند الحافة الجنوبية لوادي الجدامي في الجزء الشرقي للمنطقة. لقد فصل هذا النطاق صخور بركانيات الشادلي المتحولة. يتميز هذا النطاق بتركيزات ثوريومية ويورانيومية منخفضة تصل إلى 0.3 و 1.4 جزء في المليون على الترتيب ، وتركيزات بوتاسيومية متوسطة تصل إلى 0.8 %.

9-1 النطاق التاسع (ISRZ No. 9):

يوجد هذا النطاق في الجزء الشمالي الشرقي لمنطقة الدراسة بين جبل أبو حاد وجبل حداربيا باللون الأزرق الغامق. لقد فصل هذا النطاق رواسب الدهر الرابع لوادي نقع الطير والجرانيتات الأقدم. ويتميز بتركيزات ثوريومية وبوتاسيومية عالية تصل إلى 6.5 جزء في المليون ، 2.0 % على التوالي وتركيزات يورانيومية منخفضة نسبياً تصل إلى 2.5 جزء في المليون.



شكل (7) : خريطة التسعة نطاقات الإشعاعية الطيفية المسفر (ISRZ)

2- الاستكشاف المعدني

1-2 تعد تركيزات عنصر اليورانيوم منسوبة إلى كل من عنصري الثوريوم و البوتاسيوم أهم عاملين يمكن من خلالها تحديد أماكن تمعدنات اليورانيوم (International Atomic Energy Agency) "IAEA"، 1988. بناءً على ذلك، فان خريطة اليورانيوم المركبة زائفة الألوان (أنظر شكل (4)) تتضمن معلومات مفيدة جداً في تحديد النطاقات ذات التركيزات اليورانيومية المرتفعة. تنشأ هذه الخريطة من خلط ثلاث خرائط زائفة الألوان هي، خريطة اليورانيوم المكافئ باللون السماوي، خريطة اليورانيوم المكافئ منسوباً إلى البوتاسيوم باللون القرمزي وخريطة اليورانيوم المكافئ منسوباً إلى الثوريوم المكافئ باللون الأصفر. لقد أظهرت هذه الخريطة أماكن تركيزات اليورانيوم الممثلة باللون الأسود، ووجد أن هذه الأماكن مرتبطة برواسب الفوسفات " تكوين الضوي "، وكذلك بعض الأماكن المرتبطة برواسب الباليوسين .

2-2 تتركب خريطة الثوريوم المركبة زائفة الألوان (أنظر شكل (5)) من خلط كل من بيانات عنصر الثوريوم المكافئ بلون سماوي وبيانات نسبة الثوريوم المكافئ إلى اليورانيوم المكافئ بلون قرمزي وبيانات نسبة الثوريوم المكافئ إلى البوتاسيوم بلون أصفر. وتستخدم هذه الخريطة في تحديد الأماكن الغنية بالثوريوم، حيث تشير الألوان القاتمة إلي هذه الأماكن التي تعبر عن التركيزات المرتفعة لهذا العنصر بالنسبة إلي تركيزات كل من اليورانيوم المكافئ والبوتاسيوم في منطقة البحث. ترتبط هذه الأماكن بصخور الجرانيتات الأحدث و بعض المناطق المرتبطة بصخور المجموعة الرملية النوبية ورواسب نقع الطير. يمكن أن تشير هذه الخريطة كذلك إلى أن الأماكن الغنية بالثوريوم من الجرانيتات الأحدث يمكن أن تكون غنية أيضاً برواسب المعادن الثقيلة ، والمعادن الأرضية النادرة (Duval, 1983). تعكس هذه الخريطة (أنظر الشكل (5)) إلي حد كبير الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة (أنظر الشكل (2))، حيث أن إختلاف ألوانها يميز الإختلاف الصخري الذي أظهرته خريطة العناصر الإشعاعية المركبة زائفة الألوان (أنظر الشكل (3)).

3-2 تتكون خريطة البوتاسيوم المركبة زائفة الألوان (أنظر شكل (6)) من خلط كل من بيانات عنصر البوتاسيوم بلون سماوي مع بيانات نسبة البوتاسيوم إلي اليورانيوم المكافئ بلون قرمزي مع بيانات نسبة البوتاسيوم إلي الثوريوم المكافئ بلون أصفر. تظهر هذه الخريطة أماكن البوتاسيوم مرتفعة التركيز، وأيضاً أماكن التغيرات الحرارية الغنية بالبوتاسيوم . يمكن أن ترتبط هذه الأماكن أيضاً بتمعدنات لعناصر غير مشعة، ولكنها مهمة إقتصادياً مثل الذهب و النحاس ، حيث يشير اللون القاتم فوق هذه الخريطة إلى هذه الأماكن. لقد وجد أن هذه الأماكن مرتبطة بصخور الجرانيتات الأحدث وبرواسب الدهر الرابع بوادي نقع الطير. يشير إختلاف ألوان هذه الخريطة أيضاً إلى إختلاف السحنات الصخرية والتي قد أظهرتها خريطة العناصر الإشعاعية المركبة زائفة الألوان (أنظر الشكل (3)).

الخلاصة ونتائج الدراسة

1- هذا البحث أن إستخدام الخرائط الثلاثية المركبة زائفة الألوان للبيانات الإشعاعية الطيفية الجيمية الجوية بدلاً من العناصر الإشعاعية منفردة، يكون أقوى وأبرز في فصل الوحدات والسحنات الصخرية وأيضاً تحديد أماكن التمعدنات المشعة.

2- تعتبر خريطة العناصر الإشعاعية المركبة زائفة الألوان (المتكونة من خلط كل من اليورانيوم المكافئ والثوريوم المكافئ والبوتاسيوم) صورة واضحة لتوزيعات هذه العناصر الإشعاعية الثلاثة التي يمكن أن تساعد كثيراً في حل بعض المشاكل الجيولوجية.

3- تتميز خرائط كل من اليورانيوم المركبة الثلاثية زائفة الألوان (تتكون من خلط كل من اليورانيوم المكافئ مع اليورانيوم المكافئ

منسوباً إلى الثوريوم المكافئ واليورانيوم المكافئ منسوباً إلى البوتاسيوم) ، والثوريوم المركبة الثلاثية زائفة الألوان (تتكون من خلط كل من االثوريوم المكافئ مع الثوريوم المكافئ منسوباً إلى اليورانيوم المكافئ والثوريوم المكافئ منسوباً إلى البوتاسيوم) ، والبوتاسيوم المركبة الثلاثية زائفة الألوان (تتكون من خلط البوتاسيوم مع البوتاسيوم منسوباً إلى اليورانيوم المكافئ والبوتاسيوم منسوباً إلى الثوريوم المكافئ) كثيراً في تحديد نطاقات تمعدنات كل عنصر إشعاعي على حدة. بالإضافة إلى ذلك ، فإن هذه الخرائط تعكس إلى حد كبير الإختلاف الصخري ، كما يمكن أن تستخدم في حل بعض المشاكل المرتبطة برسم الخرائط الجيولوجية.

المراجع

Aero-Service (1984) Final operational report of airborne magnetic/ radio-metric survey in the Eastern Desert, Egypt. For the Egyptian General Petroleum Corporation (EGPC): Aero-Service Division, Western Geophysical Company, Houston, Texas, USA, six volumes.

Amstutz, G. C., El-Gaby, S., Habib, M. E., Soliman, M. A. and Ahmed, E. A. (1984) The phosphorites of Wadi Qena, Egypt, origin and conditions of sedimentation. Bull. Fac. Sci., Assiut Unv., **13** (2): 207-228.

Bandel, K., Kuss, J. and Malchus, N. (1987) The sediments of Wadi Qena, Eastern Desert, Egypt. J. of African Earth Sciences, **6** (4): 427-455.

Broome, H. J. (1990) Generation and interpretation of geophysical images with examples from the Rae Provinces, Northwestern Canada Shield. Geophysics, **55** (8): 977-997.

Charbonneau, B. W., Killeen, P. G., Carson J. M., Cameron, G. W. and Richardson, K. A. (1976) Significance of radioelements concentration measurements made by airborne gamma-ray spectrometry over the Canadian Shield. In Exploration for Uranium Ore Deposits: International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna, Austria, pp. 35-53.

Cordell, L. and Knepper, D. (1987) Aeromagnetic images: Fresh insight to the buried basement, Rolla Quadrangle, Southeastern Missouri, USA. Geophysics **52** (2): 218-231.

Darnley, A. G. and Ford, K. L. (1989) Regional airborne gamma-ray surveys, a review. Proceedings of Exploration, 87; Third Decennial International Conference on Geophysical and Geochemical Exploration for Minerals and Groundwater, Edited by G. D. Garland, Ontario, Canada, Geol. Sur. Can., Special Vol. 3 pp. 229-240.

Drury, S. A. and Walker, A. S. D. (1987) Display and enhancement of gridded aeromagnetic data of the Solway Basin. International Journal of Remote Sensing, V. 8, pp. 1433-1444.

Duval, J. S. (1983) Composite colour images of aerial gamma-ray spectro-metric data. Geophysics, **48**, (16): 722-735.

Egyptian Geological Survey and Mining Authority (EGSMA) (1978) Geologic map of Qena Quadrangle, Egypt, Scale 1:500,000. EGSMA, Abbassiya, Cairo, Egypt.

El-Shazly, E. M. and Krs, M. (1973) Paleogeography and paleomagnetism of the Nubian Sandstones, Eastern Desert of Egypt. Geol. Rundschau, Stuttgart, Germmany, **62**: 212-225.

Hussien, A. A., Ali, M. M. and El-Ramly, M. F. (1982) A proposed new classification of the granites of Egypt. J. V. C., Geoth. Res.,187-198

International Atomic Energy Agency " IAEA" (1988) Geochemical exploration for uranium. Technical Reports Series No. 284, IAEA, Vienna, Austria, 96 p.

Russegger, J. (1837) Kreide und Sandstien Einflub Von Granit auf Letezeren- Neues Jahrb. Mineral., pp. 665-669.

Said, R. (1960) Planktonic foraminifera from the Thebes Formation, Luxor, Egypt. Micropaleontology, V. 6, pp. 277-286.

Said, R. (1962) Geology of Egypt. Elsevier Publ. Co., Amsterdam and New York, 377 p.

Ref. 2119
Received 3/01/2002.
In revised form18/11/2002