مجلة مركز بحوث ودراسات

# المدينة المنورة

العدد التاسع عشر / شوال - ذو القعدة ١٤٢٧هـ أكتوبر - ديسمبر ٢٠٠٦م


- حب الوطن عند النبي ﷺ وأصحابه رضي الله عنهم
- المخطوطات التي نسخت في المدينة المنورة
- من أعلام المدينة المنورة في العصر الحديث
  الشيخ عطية محمد سالم رحمه الله
- النشاط الإشعاعي في المدينة المنورة


١٩

# النشاط الإشعاعي في المدينة المنورة

دراسة ميدانية

**أ. محمد الأحمد الهلال**

هيئة الطاقة الذرية السورية -قسم الجيولوجيا

## تمهيد

تقع حاضرة المدينة المنورة في وسط الإقليم الغربي من المملكة العربية السعودية عند خط عرض ٢٤.٢٨° شمالاً وخط طول ٣٩.٣٦° شرقاً، ويبلغ متوسط ارتفاع حوضها المركزي عن سطح البحر حوالي ٦٢٥ م تقريباً. وتبعد عن مكة المكرمة بحوالي ٤٣٠كم شمالاً، وعن الرياض (العاصمة) بنحو ٩٩٢كم غرباً، وعن شاطئ البحر الأحمر بخط مستقيم ١٥٠كم شرقاً..

وبالرغم من مناخها القاري والصحراوي الجاف، إلا أنها واحة زراعية خصبة تشتهر بزراعة النخيل وتحتوي على الكثير من المساحات الخضراء المزروعة نظراً لخصوبة تربتها من جهة ولوفرة مواردها المائية من جهة أخرى. كما تتميز بكثرة الأودية الموسمية التي تسيل إليها في فصل الشتاء قادمة من مختلف الاتجاهات، الأمر الذي يحسن باستمرار طبيعة تربتها ويجدد خصوبتها ويزيد قابليتها للزراعة. وللاطلاع على المزيد من المعلومات حول

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

جغرافية المدينة المنورة وبيئتها الطبيعية يمكن الرجوع إلى الرويثي (١٩٨٨) [١] و مكي (١٩٨٥) [٢] .

ونظراً لموقعها الجيولوجي الهام ضمن الدرع العربي، فان المدينة المنورة تحتوي على الكثير من المجموعات الصخرية المتنوعة من حيث تراكيبها وخصائصها والتي تمتد أعمارها من أبد الحياة الخافية وحتى دهر الحياة الحديثة.

**هدف الدراسة:**

تهدف هذه الدراسة إلى تنفيذ مسح إشعاعي أولي لقياس مطيافية أشعة جاما داخل محيط الخط الدائري الثالث أو ضمن النطاق العمراني الذي حددته أمانة المدينة المنورة، بغية تحديد النشاط الإشعاعي لكل أنواع الصخور وذلك باستخدام جهاز قياس الإشعاع موديل: ( GR-130M Surveying Gamma –Ray Spectrome)

**النشاط الإشعاعي الطبيعي:**

النشاط الإشعاعي ظاهرة قديمة أوجدها الله سبحانه وتعالى منذ خلق هذا الكون، إلا أن الإنسان لم ينجح في اكتشافها إلا منذ زمن قريب. ويعتبر العالم هنري بيكرل أول من اكتشف النشاط الإشعاعي [٣] في خامات اليورانيوم عام ١٨٩٦م، ثم أضاف بعده بعامين كل من ماري وكوري عنصرين مشعين جديدين هما البولونيوم والراديوم. وتتالت بعدها الاكتشافات وتنامت المعلومات بسرعة نحو معرفة بنية الذرة ومكوناتها وتفسير ماهية الإشعاع. فقد أصبح من

(١) الرويثي ، محمد أحمد و خوجلي ، مصطفى محمد (١٩٨٨م) : المدينة المنورة : البيئة والإنسان، (البيئة الطبيعة).دراسة علمية محكّمة.

(٢) (١٩٨٥م) : أطلس المدينة المنورة : من إصدارات جامعة الملك سعود ، قسم الجغرافيا.

(٣) النشاطية الإشعاعية: هي عدد النويات المنحلة من العنصر في الثانية الواحدة، وتقاس النشاطية الإشعاعية بوحدة البيكرل أو انحلال/ثانية.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

المعلوم الآن بأن جميع النظائر التي يتجاوز عددها الذري[٤] ٨٢ تعتبر نشطة إشعاعياً، وذلك لأنه عندما يكون العدد الذري للعنصر كبيراً تصبح قوى التنافر الكهربائي بين البروتونات داخل النواة كبيرة مما يجعل هذه النظائر أقل استقراراً.

يوجد في الطبيعة العديد من النظائر[٥] المشعة (أو غير المستقرة)، وهي العناصر التي تتحلل نواها بشكل تلقائي مع مرور الوقت لتكوين نوى أكثر استقراراً، وتتحول النواة الجديدة بدورها إلى نواة أخرى قد تكون مستقرة أو غير مستقرة، وهكذا تتكون السلاسل الإشعاعية بصورة مستمرة في الطبيعة حتى الوصول في نهاية المطاف إلى العنصر المستقر. ويترافق مع كل تحول إصدار طاقة على هيئة إشعاعات مؤينة، وتطلق صفة الإشعاعات المؤينة على جميع الإشعاعات القادرة على تأيين الذرات أو الجزيئات التي تتكون منها المادة بما في ذلك الأنسجة الحية، وتشمل جسيمات ألفا وجسيمات بيتا وإشعاعات جاما والأشعة السينية والنيوترونات وغيرها.

**أنواع الإشعاعات المؤينة**

تصدر جميع الإشعاعات المؤينة من نواة الذرة باستثناء الأشعة السينية التي تنطلق من الذرة ذاتها نتيجة إعادة ترتيب الالكترونات المدارية حول الذرة بسبب تفاعل الجسيمات النووية مع إلكترونات الذرة[٦]. ويوجد في الطبيعة العديد من الإشعاعات المؤينة التي يصدر معظمها نتيجة التحولات أو التغيرات الطبيعية التي يمكن أن تحدث للنواة، ومن أهم هذه الجسيمات أو الإشعاعات:

١ - **جسيمات ألفا :** جسيم ألفا هو عبارة عن نواة ذرة الهليوم التي تتكون من بروتونين ونيوترونين. وهي جسيمات مشحونة بشحنة كهربائية موجبة،

---

(١) العدد الذري: هو عدد البروتونات الموجودة داخل نواة الذرة ويرمز لها عادة بالرمز **Z** ، والعدد الذري للعنصر الواحد ثابت لا يتغير.

أما العدد الكتلي: فهو مجموع عدد البروتونات والنيوترونات الموجودة في النواة ويرمز لها عادة بالرمز **A** ، والعدد الكتلي للعنصر غير ثابت.

(٢) نظائر العنصر: هي ذرات من هذا العنصر تتفق في عدد البروتونات وتختلف في عدد النيوترونات أو تتفق في العدد الذري وتختلف في عدد الكتلة.

(٣) محمد فاروق أحمد (١٩٩٩م): الإشعاعات وأجهزة القياس النووية.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وتتميز عن الجسيمات المؤينة الأخرى بكبر كتلتها، وبقدرتها الضعيفة نسبياً على النفاذ من خلال المواد. ولكن لجسيمات ألفا قدرة فائقة على تأيين ذرات المادة تفوق بكثير قدرة جسيمات بيتا على التأيين.

٢ - **جسيمات بيتا :** وهي عبارة عن جسيمات خفيفة بالمقارنة مع جسيمات ألفا، فكتلة جسيم ألفا أكبر من كتلة جسيم بيتا بحوالي ٧٣٠٠ مرة. ويوجد نوعان من جسيمات بيتا هما:

- جسيمات بيتا السالبة: وهي عبارة عن شحنات سالبة أو (إلكترونات).
- جسيمات بيتا الموجبة: وهي عبارة عن شحنات موجبة كتلتها مساوية لكتلة الإلكترون وتسمى بوزيترونات. وتصدر جسيمات بيتا سواء السالبة (إلكترونات) أو الموجبة (البوزيترونات ) عن التفكك التلقائي لنوى بعض النظائر المشعة.

٣ - **إشعاعات جاما :** هي عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية (فوتونات) ذات طاقة عالية جداً، تصدر عن النواة بعد تفككها وانطلاق جسيمات ألفا وبيتا منها فتتكون نتيجة لذلك نواة وليدة مثارة (غير مستقرة) لديها كمية إضافية من الطاقة التي تنطلق على شكل أمواج كهرومغناطيسية يطلق عليها اسم إشعاعات جاما. وبمعنى آخر، فإن إشعاعات جاما لا تنبعث عن نفس النظير المشع الذي يصدر جسيمات ألفا وبيتا بل تصدر بعد ذلك عن النواة المثارة المتكونة نتيجة لتفكك ألفا وبيتا، فتفقد هذه النواة إثارتها عن طريق التخلص من الطاقة في شكل إشعاعات جاما. وتعتبر إشعاعات جاما من أعلى الموجات الكهرومغناطيسية تردداً وأكبرها طاقة ويتميز إشعاع جاما بقدرة عالية على النفاذ من المواد أكبر بكثير من قدرة جسيمات ألفا وبيتا، ولذلك فهي تشكل خطراً على الكائنات الحية إذ يستطيع إشعاع جاما اختراق جدار خرسانة سمكة ١٠ سم تقريباً.

٤ - **الأشعة السينية :** هي عبارة عن أشعة كهرومغناطيسية (فوتونات) ترددها عال وطاقتها عالية ولها قدرة كبيرة نسبياً على النفاذ عبر المواد. إلا أن طاقة الأشعة

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

السينية أقل عموماً من طاقة أشعة جاما وبالتالي فإن ترددها أقل من تردد أشعة جاما أيضاً. تنبعث الأشعة السينية من الذرات ذات العدد الذري المتوسط نتيجة انتقال الإلكترون من أحد مستويات الطاقة الخارجية إلى مستوى داخلي قريب من النواة مما يجعل الإلكترون يتخلص من فرق الطاقة بين هذين المستويين على شكل فوتونات عالية الطاقة والتردد هي الأشعة السينية.

٥ - **النيوترونات:** وهي عبارة عن جسيمات نووية عديمة الشحنة (غير مشحونة)، ولا تسبب تأيناً للمادة التي تنفذ من خلالها لأنها لا تتفاعل مع الكترونات المادة مهما اقتربت منها. وتمثل النيوترونات أحد المكونات الرئيسة للنواة، ولا يوجد في الطبيعة مواد مشعة تصدر نيوترونات ولكن يتم تحضير مصادر النيوترونات صناعياً لاستخدامها في مجالات تطبيقية متعددة.

**مصادر الإشعاعات الطبيعية:**

يوجد في الطبيعة ثلاث سلاسل إشعاعية أساسية، تبدأ الأولى بنظير اليورانيوم ٢٣٨، وتبدأ الثانية بنظير الثوريوم ٢٣٢، وتبدأ السلسلة الثالثة بنظير اليورانيوم ٢٣٥ وتنتهي جميعها بنظير الرصاص المستقر، الجدولين (٢ و ٣ ) في نهاية البحث .

وتعتبر الصخور من أهم مصادر الإشعاع في الطبيعة، وبخاصة الصخور النارية الحامضية[٧] التي تتميز بغناها بالعناصر المشعة كاليورانيوم أو الثوريوم أو الراديوم، سواء كانت تلك الصخور من النوع الجوفي الذي يتكون في الأعماق تحت السطح مثل صخور الجرانيت والجرانوديوريت أو صخور نارية تكونت على السطح كالريوليت والداسيت. ويتضمن الجدول (١) معدل تركيز عناصر الثوريوم ٢٣٢ والراديوم ٢٢٦ في بعض أنواع الصخور الشائعة معبراً عن محتواها بوحدة البيكرل:

جدول (١)

**(1) Durrance (1986): Radioactivity in Geology.**

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

معدل تركيز عناصر

الثوريوم ٢٣٢ والراديوم ٢٢٦ في بعض أنواع الصخور الشائعة[٨]

| الصخر | ثوريوم ٢٣٢ (بيكرل /كجم) | راديوم ٢٢٦ (بيكرل /كجم) |
|---|---|---|
| جرانيت عادي | ٢٠ -٨٠ | ٢٥ -٨٠ |
| جرانيت غني باليورانيوم | ٤٠ -٤٠٠ | ١٠٠ -٥٠٠ |
| نيس *Gneiss* | ٢٠ -٨٠ | ٢٥ -١٢٥ |
| الجابرو والدوليريت | ٥ -٤٠ | ١ -٢٥ |
| الحجر الجيري (الكلسي) | ٠.٥ -١٠ | ٥ -٤٠ |
| الطفل الصفيحي *Shale* | ٥ -٦٠ | ١٠ - ١٢٥ |

**أثر الإشعاع على الخلايا الحية:**

تتفاوت نسبة الأضرار الناتجة عن تعرض الجسم للإشعاع من أضرار جلدية مشابهة للحروق العادية إلى التسبب في حدوث إصابات سرطانية خطيرة في بعض الأحيان. وتعتمد نتائج التأثير الإشعاعي على جسم الإنسان على عدة عوامل مثل نوع الإشعاعات وكثافتها وطاقتها ومدة التعرض لها. فعند سقوط الإشعاعات المؤينة على النسيج الحي فإنها تنقل طاقتها إلى الجزيئات المكونة لخلايا هذا النسيج فتؤدي إلى إثارة أو تأين[٩] هذه الجزيئات، وبالتالي فإنها تسبب تغيراً في تركيب الخلايا وتلفاً لبعض مكوناتها الأساسية مما يؤدي في النهاية إلى موت الخلايا. وفي بعض الأحيان تقوم الجزيئات المكونة للخلايا بامتصاص الإشعاعات الساقطة عليها

(1) Durrani (1997): Radon Measurements by Etched Track Detectors.

(١) تأين الذرة: يعني تفاعل الإشعاعات المؤينة مع الكترونات المادة فتمتص الالكترونات طاقة تجعلها تنتقل من مستواها الطبيعي في الذرة إلى مستوى أبعد عن النواة ( مستوى ذي طاقة أكبر) فتثار الذرة أو تتأين.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

فتتكون جُذر حرة داخل الخلايا تؤدي إلى موتها أو تغير معدل انقسامها أو حدوث تغيرات مستديمة فيها. فعند مرور الجسيمات المشحونة الثقيلة مثل جسيمات ألفا في خلايا الجسم تتأين الجزيئات بشكل مباشر ويكون التأين مركزاً حول نقطة مرور هذه الجسيمات. كما وتعمل جسيمات بيتا على تأيين جزيئات الخلايا بشكل مباشر ولكن هذا التأين لا يكون مركزاً حول نقطة انطلاقها وإنما يتوزع في حيز أوسع. وتعمل الأشعة الكهرومغناطيسية كالأشعة السينية وأشعة جاما على تأيين جزيئات الخلايا ولكن بشكل غير مباشر حيث تتفاعل هذه الإشعاعات مع جزيئات الخلايا فتكتسب الالكترونات طاقة تجعلها تنطلق بعيداً عن ذراتها الأم، الأمر الذي يؤدي في النهاية إلى تأيين جزيئات المادة.

منهجية العمل:

نظراً لكون الصخور بتراكيبها المختلفة تمثل المصدر الرئيس للعناصر المشعة في الطبيعة، فإنه من الضروري الاطلاع على أهم المجموعات الصخرية المنتشرة في محيط المدينة المنورة والتعرف على أنواعها ودراسة خصائصها ومراحل نشأتها وتطورها خلال الزمن الجيولوجي. ومن أجل ذلك، فقد عمدت إلى دراسة الخارطة الجيولوجية لمنطقة المدينة المنورة وهي بمقياس (١:٢٥٠.٠٠٠) والمذكرات الإيضاحية التابعة لها[١٠]، إضافة لقيامي بتدقيق حقلي مباشر لمعظم المواقع الجيولوجية الواقعة ضمن محيط الخط الدائري الثالث الذي يمثل الحدود الإدارية والعمرانية للمدينة المنورة، وذلك لمطابقة بعض معطيات الخارطة الجيولوجية على الواقع الميداني.

## أولاً: الوضع الجيولوجي للمدينة المنورة:

(١٠) الخارطة الجيولوجية - رقعة المدينة المنورة - مقياس ١:٢٥٠.٠٠٠ **Complied by Claude Pellaton (1981).**

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

تقع منطقة المدينة المنورة، من وجهة نظر جيولوجية، في الجزء الشمالي من الدرع العربي بين خطي عرض ٢٤ ° و ٢٥ ° شمالاً وخطي طول ٣٩ ° و ٤٠.٣٠° شرقاً، وبالتالي فإن بنيتها الجيولوجية تعكس التركيب الجيولوجي العام للدرع العربي الذي يتكون من صخور نارية ومتحولة كانت أساساً صخوراً رسوبية وبركانية قديمة تعود لزمن ما قبل الكامبري (الشكل١). تعرضت هذه الصخور منذ نشأتها إلى أحداث جيولوجية هامة وعمليات تكوينية ضخمة تضمنت حركات رفع وخفض وعمليات طي وتصدعات كبيرة ونشاط بركاني ومحقونات جوفية من الحمم المصهورة تحت درجات عالية جداً من الضغط والحرارة أدت إلى تحولات كبيرة في الصخور وتطوراً في تركيبها الكيميائي فتغيرت معظم صفاتها الأصلية (الشنطي، ٢٠٠٣م)[١١].

وقد تم من خلال هذا العمل، وبمشيئة الله، إنجاز خارطة جيولوجية مبسطة، (الشكل٢)، موضحاً عليها كافة أنواع الصخور الموجودة ضمن محيط الخط الدائري الثالث للمدينة المنورة، والتي يمكن تصنيفها إلى المجموعات الصخرية التالية:

١ -**صخور ما قبل الكامبري** ( *Upper Proterozoic* ) وتقسم إلى مجموعتين هما:

أ -المجموعة الأولى ويرمز لها على الخارطة الجيولوجية الخاصة بهذه الدراسة بالحروف: ( *au* ) و ( *ur* ) وهي الأقدم ويمتد عمرها بين (٦٩٠ – ٨٠٠ مليون سنة). ويتكون جزئها السفلي ( *au* ) من صخور نارية قاعدية إلى حمضية تشمل الأنديزيت والداسيت والتراكيت والريوليت، وصخور فتاتية متنوعة تكونت من إعادة ترسيب مواد بركانية قديمة متكسرة تلاحمت مع بعضها بشكل غير متجانس. تنتشر هذه الصخور بشكل واسع في شمال المدينة المنورة وغربها وخاصة في المناطق الجبلية الممتدة إلى الشمال من جبل أحد، وفي غرب جبال الوعيرة على جانبي طريق تبوك القديم، وفي جبال الجرف. يتوضع

(١) الشنطي، أحمد محمود سليمان ( ٢٠٠٣م ): جيولوجية الدرع العربي، مركز النشر العلمي، جامعة الملك عبد العزيز بجدة.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

فوق هذه الصخور وبعدم توافق بسيط جزء علوي يأخذ الرمز ( *ur* ) وتتكون صخوره من الريوليت والداسيت والبريشيا الريوليتية والطف، وتنتشر هذه الصخور في جبل أحد الواقع شمال المدينة على بعد ٥.٥كم شمال المسجد النبوي، وفي جبل الوعيرة الممتد إلى الغرب من مطار المدينة على الجانب الغربي لمجرى وادي قناة.

ب ـ المجموعة الثانية ويرمز لصخورها على الخارطة بالحروف: (*fq* ) و (*fd* )، ويمتد عمرها بين ( ٦١٠ – ٦٩٠ مليون سنة ). تتوضع صخور هذه المجموعة لا توافقياً فوق مجموعة الصخور السابقة، ويتكون قسمها السفلي (*fq* ) من صخور بركانية قاعدية (مافية) تشمل الأنديزيت والبازلت والبريشيا البركانية والطف البركاني، وتشغل صخورها الزاوية الجنوبية الغربية من الخارطة الجيولوجية (الشكل٢). أما الجزء العلوي (*fd* ) فيتكون من حجر رملي و رصيص كونجلوميراتي ذو حبات شبه مستديرة، ومن طبقات رقيقة من الجريواكي ذو حبات متوسطة وناعمة يربط بينها ملاط كلسي. وتظهر هذه الصخور على بعد حوالي ٣كم إلى الشرق من مطار المدينة على جانبي الطريق المؤدية إلى القصيم، حيث تمتد تحت الصبات البازلتية (*b2*) هناك. كما وتحيط هذه الصخور (*fd* ) بجبل عير من كل الاتجاهات عدا الجهة الشمالية الغربية، كما وتنتشر شمال وغرب حرة رهط ويحتمل أنها تمتد تحت الصخور البركانية البازلتية لحرة رهط في الجنوب.

**٢ -صخور المحقونات الجوفية:**

تعرضت المجموعات الصخرية القديمة السابقة إلى عمليات اختراق وحقن بسوائل سيليكاتية حارة وحمم مهلية مصهورة تداخلت ضمن صخور القشرة الأرضية ثم تجمدت مكونة صخوراً نارية جوفية مثل الجرانوديوريت والجرانيت والديوريت والجابرو. يرمز لصخور الجرانيت والجرانوديوريت على الخارطة الجيولوجية بالرمز (*mg*)، وهي تنتشر بشكل أساسي في الجهة الغربية من المدينة المنورة وخاصة في جبال الجماوات الواقعة إلى الشرق من مستشفى أحد

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وفي الجهة الجنوبية من طريق السلام، كما وتنتشر هذه الصخور في جبل جمة المطل على مدينة حجاج البر وجامعة طيبة من جهة الغرب، وتوجد أيضاً في جبل أم سالمة الذي يبعد حوالي ١٧ كم شمال غرب المدينة المنورة. تتداخل ضمن صخور الجرانيت عروق وأحزمة سوداء قاتمة اللون يمكن ملاحظتها بوضوح في جبال الجماوات وجبل جمة، تتراوح ثخانتها من أقل من المتر إلى بضعة أمتار وتظهر أحياناً على هيئة كتل كبيرة مندسة ومتداخلة ضمن الصخور أو على شكل عروق مكونة من الديوريت أو الجابرو أو الأنديزيت أحياناً. تمتد هذه الأحزمة والعروق السوداء باتجاه شمال غرب متوازية مع بعضها تقريباً وموازية بشكل عام لاتجاه الصدوع الفالقية التي ضربت جبال الجماوات في المنطقة.

والجرانيت هو صخر ناري لونه أحمر فاتح (زهري)، وتركيبه حمضي أي غني بالسيليكا وبالمعادن فاتحة اللون مثل الكوارتز والفلسبار البوتاسي والبلاجيوكلاز، ومصدره جوفي أي تكون في الأعماق تحت السطح. كما وتوجد بعض الجبال المحلية الناتجة عن المحقونات الجوفية داخل محيط المدينة المنورة نفسها والتي تتكون بشكل أساسي من صخور الجابرو وتأخذ الرمز (*agb*) على الخارطة الجيولوجية (الشكل٢)، وتشمل جبل سلع الذي يقع على بعد أقل من ١٠٠٠ متر شمال غرب المسجد النبوي، وبعض التلال الأخرى المجاورة لجبل سلع والمماثلة له في التكوين الجيولوجي والتي يطل أحدها على طريق أبي بكر الصديق قرب مركز التدريب المهني، ويظهر الآخر على شكل تل صغير ارتفاعه حوالي ٦٦٨متر ويبعد حوالي ٥٠٠ متر إلى الشرق من مسجد القبلتين.

يشير الوصف الجيولوجي لعينات صخرية من جبل سلع والتلال الأخرى القريبة منه والمذكورة آنفاً بأنها مكونة بشكل أساسي من الجابرو وهو عبارة عن صخر ناري قاعدي (مافي) قاسي وصلد، مصدره بلوتوني جوفي (أي تكون تحت السطح)، ولونه رمادي قاتم يميل للأسود، ويحتوي على معادن مكونة من بلاجيوكلازكلس وبيروكسين و أولوفين، وهو غني جداً بالمعادن المافية القاتمة مثل الحديد والمغنسيوم.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

**٣ - مجموعة الصخور البركانية الحديثة (الحرات):**

يعـود عمر الحمم البركانية المحيطة بالمدينة المنـورة إلى الزمنين الثلاثي[١٢] والرباعي[١٣] وتتكون صخورها بشكل أساسي من البازلت[١٤] والانـديزيت[١٥] وتعتبر الأكثر انتشاراً حول المدينة المنورة ويطلق عليها اسم الحرات. تكونت هذه الصخور أساسـاً نتيجـة لنشـاط بركـاني مكثـف حصـل في المنطقـة خـلال العصـرين الثلاثـي والرباعي فأحاطت مسكوباته البازلتية بالمدينة المنورة من كل الاتجاهات ما عدا الجهة الشمالية الغربية. يرمز للصخور البازلتية العائدة للزمن الثلاثي على الخارطة الجيولوجية بالحروف (*b1*) و (*b2*) و (*b3*) حسب تسلسل قدمها، حيث (*b1*) هي الأقدم.

تنتشـر الصـخور البازلتيـة (*b2*) بشـكل واسـع في الجهـة الجنوبيـة للمدينـة المنورة، وتوجد أيضاً متاخمة للحرة الشرقية من جهة الشرق، كما وتظهر صخور هـذه المجموعـة البازلتيـة علـى جانبي الطريـق المؤديـة إلى منطقـة القصـيم إلى الشـرق قليلاً مـن مطـار المدينـة. أمـا مجموعـة الصـخور البازلتيـة (*b3*) فتعـود لنهايـة الـزمن الثلاثي وهـي عبـارة عـن حمـم بركانيـة سـوداء مكونـة مـن صـخور البازلـت وتحيـط بالمدينـة المنـورة علـى شـكل ذراعـين يطوقهـا الأول مـن جهـة الشـرق ويعـرف بـالحرة الشرقية (حرة واقم)، ويطوقها الثاني من الجهة الغربية ويعرف باسم الحرة الغربية (حرة الوبرة). وجدير بالذكر أن الحرة الغربية أوسع انتشاراً من الحرة الشرقية حيث تمتد بعيداً نحو الجنوب حتى تصل إلى شرق جبل عير.

---

(١) الزمن الثلاثي **Tertiary** : هو الزمن الجيولوجي الممتد في الفترة من ٦٥ مليون سنة إلى ما قبل ٢ مليون سنة تقريباً.

(٢) الزمن الرباعي **Quaternary** : هو الزمن الجيولوجي الحديث الممتد في الفترة من ٢ مليون سنة وحتى العصر الحالي تقريباً .

(٣) البازلت **Basalt** : صخر بركاني سطحي، لونه أسود قاتم،(قاعدي)، نسبة السيليكا فيه أقل من ٥٢ ٪ ، ونسبة المعادن المافية أكثر من ٦٠٪ ويحتوي على بلاجيوكلاز كلس وبيروكسين وأولوفين.وللبازلت نفس تركيب الجابرو، عدا أن صخر الجابرو جوفي تكون في الأعماق.

(٤) الانديزيت **Andesite** : صخر بركاني سطحي ، لونه وسط بين الفاتح والقاتم، متوسط التركيب: نسبة السيليكا فيه ٥٢ -٦٢ ٪ ، و يحتوي على بلاجيوكلاز كلسي صودي وهورنبلاند ومعادن داكنة اللون كالأمفيبول.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وفي الزمن الرباعي *(Quaternary)* كانت أرض الجزيرة العربية مرتفعة فتعرضت المناطق البارزة للتعرية وتكونت مساحات واسعة من السهول ورُدمت العديد من المنخفضات بالرسوبيات القارية، واستمر تدفق الصهارة المجماتية (*magma*) وانبثاق البراكين في المنطقة خلال هذا العصر. يرمز للصخور البازلتية العائدة للزمن الرباعي على الخارطة الجيولوجية بالحروف (*b4* ) و (*b5* ) ، وهي واسعة الانتشار في الجنوب والجنوب الشرقي من المدينة، حيث تتكشف الصخور البازلتية الأحدث (*b5* ) إلى الجنوب من مطار المدينة وفي المناطق المتاخمة لسد العاقول من جهة الغرب وتمتد بعيداً نحو الجنوب. وقد بينت نتائج بعض الدراسات السابقة بأن أحدث نشاط بركاني مؤرخ في المنطقة يعود إلى عام ١٢٥٠م أو ٦٥٤هـ ، *(Claude Pellaton 1981)* .

يمكن تمييز الصبات البركانية القديمة من خلال لونها الرمادي وكتلها المستديرة وحوافها المستوية نتيجة تعرضها للحت والتعرية خلال فترة طويلة من الزمن. أما الصبات البازلتية الأحدث فتكون أقل تعرضاً لعوامل الحت ولذلك يكون لونها أغمق وأكثر سواداً من الصخور القديمة وتكون نهاياتها حادة وحوافها زاوية الشكل.

**٤ - مجموعة رسوبيات الزمن الحديث :**

أنتجت عمليات الحت والتعرية للصخور كميات كبيرة من الحجارة والحصى المتفاوتة في أحجامها والرمال الخشنة والناعمة والغرين والطين ترسبت ضمن الوديان و المنخفضات. لاسيما وأن المدينة المنورة المبنية حالياً تقع في تجويف رباعي كبير يمتد بشكل متطاول باتجاه شمال غرب -جنوب شرق، ويرتفع عن سطح البحر بحوالي ٦٢٥متر، وهو مملوء بالرسوبيات الحديثة وتحيط به صخور الحرات البازلتية من الشرق والغرب والجنوب. نشأت الرسوبيات الحديثة عن تراكم مواد أزيلت أساساً من الصخور النارية والبركانية القديمة بواسطة عوامل الحت والتعرية المختلفة ثم ترسبت في المناطق المنخفضة ومجاري الوديان القديمة مكونة هذا الحوض الكبير الذي تشغله المدينة المنورة حالياً. وجدير

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

بالذكر أن مصدر هذه الرسوبيات الحديثة ليست فقط المرتفعات والجبال المحيطة مباشرة بالمدينة، بل أن معظمها قد نُقل إلى أرض المدينة من مناطق بعيدة بواسطة الأودية التي تشكل شبكة من المسيلات المائية الموسمية التي تصب باتجاه حوض المدينة قادمة من مختلف الاتجاهات.

**ثانياً: تحديد شبكة القياس**

حددت شبكة قياس مكونة من ثلاث خطوط رئيسة تضمنت (٤٨) نقطة قياس إشعاعي. تتقاطع جميع خطوط القياس عند المنطقة المركزية للمدينة (قرب المسجد النبوي)، ثم تتوزع الخطوط نحو محيط المدينة وبمختلف الاتجاهات (الشكل ٢). يرمز لخط القياس الأول بالحرف (A)، ويتضمن (١٤) نقطة قياس إشعاعي، وهو يمتد من شرق المدينة المنورة مروراً بطريق الملك عبدالعزيز ثم المنطقة المركزية فطريق السلام وحتى جبل جمة ومخطط السلام غرباً. ويرمز لخط القياس الثاني بالحرف (M)، وهو يتضمن (١٨) نقطة قياس إشعاعي، ويمتد من شمال شرق المدينة المنورة مروراً بمنطقة المطار ثم المنطقة المركزية، فالعنبرية وحي عروة وحتى مسجد الميقات في الجنوب الغربي. أما خط القياس الثالث فيرمز له بالحرف (Q)، ويتكون من (١٦) نقطة قياس إشعاعي ويمتد من جنوب المدينة المنورة مروراً بمنطقة قباء ثم المنطقة المركزية فطريق العيون ثم مجمع الأسيال ومزارع العيون وحتى سد البيضا شمالاً.

وبهذه الطريقة يكون المسح الإشعاعي قد غطى مختلف أنواع الصخور والتربة المنتشرة ضمن حدود النطاق العمراني للمدينة المنورة. وقد نفذت كافة القياسات باستخدام جهاز قياس الإشعاع موديل: ( GR-130M Surveying Gamma Ray Spectrome).

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

## ثالثاً: تحديد الخلفية الإشعاعية الطبيعية في المنطقة (١)

لحساب قيمة الخلفية الإشعاعية الطبيعية لمطيافية أشعة جاما ضمن محيط النطاق العمراني للمدينة المنورة اعتمدنا على مبدأ المتوسط الحسابي لمستوى النشاط الإشعاعي المسجل في عدة مواقع من الصخور القاعدية (المافية) كالبازلت والجابرو، وفي رسوبيات الأودية كالرمال والحصى والغرين. وبالتالي تم تحديد هذه الخلفية الإشعاعية الطبيعية أو (Background) بحدود (٧٥) عدة في الثانية. أي أن هذا الرقم يمثل العتبة الطبيعية للنشاط الإشعاعي في المدينة، وعليه فإن كافة القراءات الإشعاعية التي تقترب قيمها من ثلاثة أضعاف هذا الحد (أي فوق ٢٠٠ عدة في الثانية) تدخل ضمن حدود الشذوذ الإشعاعي، أما القراءات الواقعة دون ذلك فإنها تعتبر مقبولة أو غير شاذة إشعاعياً.

دونت كافة نتائج القياسات الإشعاعية المسجلة في هذه الدراسة في الجداول المرفقة (٤، ٥، ٦) معبراً عنها بوحدة CPS أو عدة في ثانية. كما وتضمنت هذه الجداول أيضاً وصفاً جيولوجياً لمواقع القياسات يبين طبيعة التربة وأنواع الصخور المقاسة إشعاعياً.

## رابعاً: مناقشة النتائج

وبناء على ما سبق، وفي ضوء نتائج القياسات الإشعاعية لمطيافية أشعة جاما لمختلف أنواع التراكيب الصخرية الموجودة بمنطقة الدراسة، يمكن توزيع النشاط الإشعاعي ضمن نطاق المحيط العمراني للمدينة المنورة على النحو التالي:

### ١) منطقة ذات نشاط إشعاعي منخفض:

(١) الخلفية الإشعاعية الطبيعية أو **Background** : مصطلح يعبر عن مستوى النشاط الإشعاعي الطبيعي في منطقة ما، أو العتبة الطبيعية للنشاط الإشعاعي، واعتبار كل القراءات التي تتجاوز ثلاثة أضعاف هذا الحد تقريباً بمثابة قيم إشعاعية شاذة.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

تتراوح القيم الإشعاعية لهذه المنطقة بين ٥٠ إلى ٦٠ عدة في الثانية، وهي قيم تمثل الحدود الإشعاعية الطبيعية الدنيا أو ما يسمى بالخلفية الإشعاعية الطبيعية (Background)، وتشمل معظم صخور البازلت البركاني المحيطة بالمدينة المنورة مثل صخور الحرات الشرقية والغربية والجنوبية، وكذلك صخور الجابرو في جبل سلع والتلال الأخرى المماثلة له في التكوين الجيولوجي. وعلى الرغم من أن النشاط الإشعاعي المسجل في بعض المواقع الأخرى داخل المدينة يبدي ارتفاعاً طفيفاً يصل إلى ١٠٠ وأحياناً ١٢٥ عدة في الثانية في رسوبيات مجرى وادي العقيق ووادي قناة وغيرها من الأودية العابرة للمدينة، وفي رسوبيات الترب الحديثة المجاورة لها والتي تشكل بمجملها الحوض المركزي الواقع تحت المدينة المنورة المبنية حالياً، إلا أن هذه القيم لا تعتبر شاذة وتبقى ضمن حدود النشاط الإشعاعي الطبيعي في المنطقة، وبالتالي فإنها تصنف على أنها آمنة أو منخفضة النشاط الإشعاعي.

**٢) منطقة ذات نشاط إشعاعي متوسط:**

تبدي صخور هذه المنطقة ارتفاعاً نسبياً من حيث قيم النشاط الإشعاعي، حيث تراوحت القيم المسجلة فيها بين ١٦٠ إلى ٢٠٠ عدة في الثانية، وتشمل صخور الريوليت والبريشا الريوليتية والداسيت المنتشرة بشكل أساسي في جبل أحد شمال المدينة المنورة وفي جبال الوعيرة الممتدة إلى الغرب من مطار المدينة. وهي بذلك تقترب من الحدود الإشعاعية الحرجة كما أوضحنا سابقاً، وخاصة في بعض النطاقات الصخرية المشوهة ذات اللون المائل للأخضر في جبل أحد حيث تصل القراءات الإشعاعية فيها إلى حوالي ٢٢٥ عدة في الثانية. ويعود السبب في الارتفاع النسبي للنشاط الإشعاعي المسجل في جبل أحد وجبل الوعيرة إلى الطبيعة الحمضية لصخور الريوليت وغناها بالسيليكا Sio2 . وعلى كل حال، فإن هذا الارتفاع في قيم مطيافية أشعة جاما هو مجرد مؤشر أولي، ولمعرفة حقيقة الآثار البيئية والصحية الناجمة عن ذلك لابد من متابعة الموضوع من خلال

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

تنفيذ قياسات دقيقة لمحتوى غاز الرادون المشع في المنطقة، وإجراء تحاليل مخبرية لصخور الريوليت لتحديد التركيز الدقيق لبعض النظائر المشعة فيها.

**٣) منطقة ذات نشاط إشعاعي مرتفع نسبياً:**

تعتبر صخور هذه المنطقة الأعلى من حيث قيم النشاط الإشعاعي المسجلة ضمن محيط النطاق العمراني للمدينة المنورة، والتي تراوحت بين ٢٥٠ إلى ٣٠٠ عدة في الثانية. وتتركز مناطق الشذوذ الإشعاعي هذه في صخور الجرانيت والجرانوديوريت ذات الانتشار الواسع في الجزء الغربي من المدينة المنورة وبخاصة في جبال الجماوات. كما وسجلت قيم إشعاعية مماثلة تراوحت شدتها بين ٢٠٠ إلى ٢٥٠ عدة في الثانية في بعض التلال الجرانيتية الصغيرة المنتشرة على جانبي طريق ينبع وجدة القديم قبل مسجد الميقات.

وعلى الرغم من أن الصخور النارية الحامضية كالجرانيت[١٧] والريوليت[١٨] تعتبر حواضن طبيعية أو مصادر معروفة للعناصر المشعة في الطبيعة عموماً، إلا أننا يجب أن لا نهمل الدور الهام للصخور الرسوبية الناتجة عن تآكل وحت الصخور النارية السابقة بفعل عوامل التجوية المختلفة وإعادة ترسيبها في الأحواض المجاورة وفي المناطق المنخفضة ومسيلات الأودية القديمة. سيما وأن المدينة المنورة تتميز بكثرة الأودية الموسمية التي تسيل إليها في فصل الشتاء قادمة من مختلف الاتجاهات ومخلفة ورائها العديد من أنواع الترب الحديثة مثل التربة الصلصالية الثقيلة والخفيفة والتربة الغرينية وغيرها. الأمر الذي يمكن أن يساهم في توفير الشروط الجيوكيميائية اللازمة لتركيز وحفظ المواد المشعة ضمن الرسوبيات، والمقصود بالشروط الجيوكيميائية هو: توفر صخور المصدر المناسبة، وتوفر شبكة تصريف لنقل نواتج الحت والتعرية كالأودية والمسيلات

---

(١) الجرانيت : هو صخر ناري جوفي حمضي، نسبة السيليكا فيه أكثر من ٦٦٪ ، لونه فاتح وبلوراته خشنة (نسيجه بورفيري)،ويحتوي على الكوارتز والفلسبار البوتاسي و البلاجيوكلاز الصودي والميكا .

(٢) الريوليت : هو صخر بركاني حمضي ، لونه فاتح وبلوراته ناعمة ( نسيجه دقيق التبلور)، وله نفس تركيب الجرانيت ، لكن الريوليت سطحي التكوين، بينما الجرانيت جوفي.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وغيرها، ثم توفر البيئة الجيولوجية المفضلة لاستضافة وحفظ العناصر المشعة كالمنخفضات والأحواض الرسوبية الحديثة. ولكن هذا مجرد نموذج افتراضي نظري لا يعني فعلياً بالضرورة وجوداً أكيداً للمواد المشعة تحت الحوض المركزي للمدينة المنورة، لأن تأكيد ذلك يتطلب سبراً إشعاعياً للمكونات الرسوبية الموجودة تحت السطح. وتعتبر تقنية قياسات غاز الرادون وتحديد مستوياته الإشعاعية في المباني والمياه والتربة من أفضل الطرق لتحقيق ذلك الهدف.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

**جدول (٢)**

سلسلة تحلل اليورانيوم ٢٣٨

| النظير | الإشعاع الناتج |
|---|---|
| يورانيوم ٢٣٨ | ألفا وجاما |
| ثوريوم ٢٣٤ | بيتا وجاما |
| بروتاكتينيوم ٢٣٤ | بيتا وجاما |
| يورانيوم ٢٣٤ | ألفا وجاما |
| ثوريوم ٢٣٠ | ألفا وجاما |
| راديوم ٢٢٦ | ألفا وجاما |
| رادون ٢٢٢ | ألفا وجاما |
| بولونيوم ٢١٨ | ألفا |
| رصاص ٢١٤ | بيتا وجاما |
| بزموث ٢١٤ | ألفا وبيتا |
| بولونيوم ٢١٤ | ألفا وجاما |
| رصاص ٢١٠ | بيتا وجاما |
| بزموث ٢١٠ | ألفا وبيتا |
| بولونيوم ٢١٠ | ألفا وجاما |
| رصاص | مستقر(غير مشع) |

**جدول (٣)**

سلسلة تحلل الثوريوم ٢٣٢

| النظير | الإشعاع الناتج |
|---|---|
| ثوريوم ٢٣٢ | ألفا وجاما |
| راديوم ٢٢٨ | بيتا وجاما |
| اكتينيوم ٢٢٨ | بيتا وجاما |
| ثوريوم ٢٢٨ | ألفا وجاما |
| راديوم ٢٢٤ | ألفا وجاما |
| رادون ٢٢٠ | ألفا وجاما |
| بولونيوم ٢١٦ | ألفا وجاما |
| رصاص ٢١٢ | بيتا وجاما |
| بزموث ٢١٢ | ألفا، بيتا، جاما |
| بولونيوم ٢٢٠ | ألفا |
| ثاليوم ٢٠٨ | بيتا وجاما |
| رصاص ٢٠٨ | مستقر(غير مشع) |

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

**جدول (٤)**

نتائج قياسات المسح الإشعاعي لنشاط أشعة جاما في الصخور والتربة على طول خط القياس (A) الممتد من شرق المدينة المنورة، مرورا بطريق الملك عبد العزيز، فالمنطقة المركزية ثم طريق السلام وحتى جبل جمة ومخطط السلام غرباً.

| رمز موقع القياس | إحداثيات الموقع | | النشاط الإشعاعي لمطيافية أشعة جاما (CPS) | الوصف الجيولوجي لموقع القياس |
|---|---|---|---|---|
| | E | N | | |
| A01 | 039°41.608 | 24°28.443 | 50-65 | بازلت العصر الرباعي (b4) |
| A02 | 039°39.917 | 24°28.364 | 50-65 | بازلت العصر الثلاثي (b2) |
| A03 | 039°38.874 | 24°28.237 | 110-120 | رسوبيات حديثة: حصى، رمل، طين |
| A04 | 039°38.666 | 24°28.360 | 110-130 | رسوبيات حديثة: حصى، رمل، طين |
| A05 | 039°37.353 | 24°28.180 | 110-120 | رسوبيات حديثة: حصى، رمل، طين |
| A06 | 039°36.240 | 24°28.059 | 110-115 | رسوبيات حديثة: حصى، رمل، طين |
| A07 | 039°34.974 | 24°28.226 | 50-60 | بازلت العصر الثلاثي (b3) |
| A07` | 039°34.974 | 24°28.226 | 90-110 | رسوبيات رملية وطينية (وادي العقيق) |
| A08 | 039°34.347 | 24°27.616 | 100-120 | صخر متحول (فيلليت) |
| A09 | 039°33.094 | 24°27.990 | 250-300 | صخور الجرانيت (جبال الجماوات) |
| A10 | 039°32.185 | 24°28.847 | 250-275 | صخور الجرانيت (جبل جمة) |
| A11 | 039°32.185 | 24°28.847 | 75-130 | عروق ونطاقات صخرية سوداء قاتمة اللون مندسة ضمن الجرانيت |
| A12 | 039°31.965 | 24°28.955 | 80-130 | عروق ونطاقات صخرية سوداء قاتمة اللون مندسة ضمن الجرانيت |
| A13 | 039°31.454 | 24°29.06 | 250-275 | صخور الجرانيت (جبل جمة) مخطط السلام |

❖ **ملاحظات:**

١- جهاز قياس الإشعاع المستخدم هو: GR-130M Surveying Gamma Ray Spectrome

٢- الوحدة (CPS) تعني: عدة في الثانية الواحدة أو انحلال في الثانية Count Per Second

٣- حددت الخلفية الإشعاعية الطبيعية لمطيافية أشعة جاما في المدينة المنورة بحوالي: 75 CPS

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

**جدول (٥)**

نتائج قياسات المسح الإشعاعي لنشاط أشعة جاما في الصخور والتربة على طول خط القياس (M) الممتد من شمال شرق المدينة المنورة، مروراً بمنطقة المطار، فالمنطقة المركزية ثم العنبرية وحي عروة وحتى مسجد الميقات في الجنوب الغربي.

| رمز موقع القياس | إحداثيات الموقع | | النشاط الإشعاعي لمطيافية أشعة جاما (CPS) | الوصف الجيولوجي لموقع القياس |
|---|---|---|---|---|
| | E | N | | |
| M01 | 039°40.808 | 24°33.975 | 170-190 | صخور الريوليت والبريشا الريوليتية ( جبل الوعيرة ) |
| M02 | – | – | 90-110 | رسوبيات فتاتية من سفح جبل الوعيرة |
| M03 | 039°41.163 | 24°33.620 | 90-120 | رسوبيات رملية وطينية (وادي العقيق) |
| M04 | 039°40.691 | 24°31.835 | 170-190 | صخور الريوليت والبريشا الريوليتية ( جبل الوعيرة ) |
| M05 | – | – | 90-110 | رسوبيات رملية وطينية (مجرى وادي قناة) |
| M06 | 039°38.763 | 24°31.197 | 100-120 | رسوبيات فتاتية من سفح جبل أحد |
| M07 | 039°39.113 | 24°30.379 | 175-225 | صخر الريوليت (تلعة الهبوب، جبل أحد) |
| M08 | 039°38.390 | 24°29.763 | 160-175 | صخور الريوليت والبريشا الريوليتية: (جبل أحد) |
| M08` | 039°38.39 | 24°29.763 | 220-225 | صخور الشيست الأخضر المتورق والريوليت والداسيت: (جبل أحد) |
| M09 | 039°38.279 | 24°29.475 | 90-110 | رسوبيات رملية وطينية (مجرى وادي قناة) |
| M10 | 039°38.066 | 24°29.068 | 50-60 | بازلت من العصر الثلاثي (حرة شرقية) |
| M10` | 039°38.066 | 24°29.068 | 70-75 | رسوبيات فتاتية حديثة (طين و رمال) |
| M11 | 039°35.955 | 24°27.461 | 110-120 | رسوبيات فتاتية حديثة (طريق العنبرية) |
| M12 | 039°35.268 | 24°27.368 | 50-60 | بازلت من العصر الثلاثي (حرة غربية) |
| M13 | 039°34.485 | 24°27.044 | 90-110 | رسوبيات فتاتية من سفح جبل غرابة |
| M14 | 039°33.761 | 24°26.181 | 100-120 | رسوبيات رملية وطينية (مجرى وادي قناة) |
| M15 | 039°33.492 | 24°25.873 | 210-230 | تلال جرانيتية لونها أحمر زهري تقع بمحاذاة طريق ينبع القديم، قبل الميقات |
| M16 | 039°32.539 | 24°25.022 | 225-250 | تلال جرانيتية تقع قبل مسجد الميقات |

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

**جدول (٦)**

نتائج قياسات المسح الإشعاعي لنشاط أشعة جاما في الصخور والتربة على طول خط القياس (Q) الممتد من جنوب المدينة المنورة، مروراً بمنطقة قباء، فالمنطقة المركزية ثم طريق العيون ومزارع العيون وحتى سد البيضا شمالاً.

| رمز موقع القياس | إحداثيات الموقع | | النشاط الإشعاعي لمطيافية أشعة جاما (CPS) | الوصف الجيولوجي لموقع القياس |
|---|---|---|---|---|
| | E | N | | |
| Q01 | 039°73.560 | 24°24.670 | 70-75 | رسوبيات حديثة: حصى، رمل، طين |
| Q02 | 039°37.357 | 24°25.277 | 75-85 | رسوبيات حديثة: حصى،رمل، طين |
| Q03 | 039°37.305 | 24°25.971 | 110-130 | جنوب مسجد قباء:رسوبيات حديثة (عمق ٣ متر) |
| Q04 | 039°36.927 | 24°26.522 | 110-125 | قرب مسجد قباء: رسوبيات حديثة (عمق ٣ متر ) |
| Q05 | 039°36.688 | 24°27.394 | 110-130 | منطقة قباء: رسوبيات حديثة (خندق عمقه ٢ متر) |
| Q06 | 039°36.607 | 24°27.813 | 110-120 | موقع بناء جديد قرب باب السلام ( الحرم ) |
| Q07 | 039°36.287 | 24°28.748 | 100-115 | موقع بناء جديد أول طريق العيون (عمق ٤م) |
| Q08 | 039°36.165 | 24°29.159 | 110-120 | طريق العيون: رسوبيات فتاتية (عمق ٣ متر ) |
| Q09 | 039°36.148 | 24°29.481 | 100-120 | تقاطع طريق العيون مع طريق الدائري الثاني |
| Q10 | 039°35.982 | 24°30.121 | 90-110 | رسوبيات رملية وطينية (مجرى وادي قناة) |
| Q11 | 039°35.834 | 24°30.872 | 150-175 | طريق العيون: مشروع الصرف الصحي (عمق٧م) |
| Q12 | 039°35.560 | 24°32.513 | 180-190 | طريق العيون: رسوبيات (السفح الغربي لجبل أحد) |
| Q13 | 039°35.181 | 24°33.300 | 125-135 | رسوبيات فتاتية حديثة (منطقة زغابة، مجمع الأسيال) |
| Q14 | 039°35.258 | 24°34.179 | 130-140 | رسوبيات فتاتية حديثة (مجرى وادي الحمض ) |
| Q15 | 039°35.214 | 24°35.144 | 100-110 | رسوبيات فتاتية حديثة (مزارع طريق البيضا ) |
| Q16 | 039°31.263 | 24°38.040 | 120-130 | رسوبيات تربة طينية ورمال ناعمة: (سد البيضا ) |

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

## النتائج والتوصيات

١ -اعتماداً على المعطيات الإشعاعية المسجلة لمطيافية أشعة جاما والموثقة في هذا البحث، فقد تم تقسيم البيئة الجيولوجية للمدينة المنورة إلى ثلاث مناطق إشعاعية هي:

أ) منطقة ذات نشاط إشعاعي منخفض أو طبيعي، وتشمل معظم أراضي الحوض المركزي الواقع تحت المدينة المبنية حالياً بما في ذلك المنطقة المحيطة بمجرى وادي العقيق والأزهري ومنطقة قباء والمنطقة المركزية والحرتين الغربية والشرقية وطريق العيون والخليل وحتى سد البيضا شمالاً.

ب) منطقة ذات نشاط إشعاعي متوسط تفوق ضعفي الحد الطبيعي بقليل، وتتمثل أساساً بصخور الريوليت في جبل أحد وجبل الوعيرة.

ج) منطقة ذات نشاط إشعاعي مرتفع، وتتركز في صخور الجرانيت المنتشرة في جبال الجماوات وبعض التلال الجرانيتية الصغيرة المنتشرة حول طريق ينبع القديم قبل مسجد الميقات.

٢ -نوصي بضرورة تنفيذ برنامج متكامل لقياسات غاز الرادون المشع في المياه والتربة والهواء ضمن حدود الخط الدائري الثالث أو النطاق العمراني الذي حددته أمانة المدينة المنورة. وذلك للتأكد من عدم تجاوز تركيز الرادون للحدود المسموح بها عالمياً حفاظاً على الصحة العامة وسلامة البيئة، واقتراح الحلول المناسبة في حال وجود تركيز إشعاعي عالي في بعض المواقع.

٣ -نوصي بضرورة الحفاظ على جبل أحد ومنع التوسع أو الزحف العمراني العشوائي باتجاهه نظراً لخصوصية هذا الجبل الدينية

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

والتاريخية من جهة، وحرصاً على سلامة السكان من التعرض للنشاط الإشعاعي المحتمل انبعاثه من صخور هذا الجبل من جهة أخرى. حيث نعتقد بأن الارتفاع الملحوظ لمستوى النشاط الإشعاعي في الصخور المكونة لجبل أحد هي من عوامل القوة الكامنة فيه والتي يمكن أن تساهم في حمايته والحفاظ على هيئته الطبيعية مع مرور الزمن.

٤ - نوصي بعدم استخدام نواتج تكسير الصخور الجرانيتية في جبل جمة أو الجبال المماثلة لتمهيد وتسوية الأرض في مخطط السلام السكني أو غيره، لأن هذه الصخور تتميز بسويات إشعاعية مرتفعة نسبياً، الأمر الذي يمكن أن يلحق أضراراً صحية في سكان المشروع مستقبلاً. كما ويفضل عدم استخدام هذه الصخور الجرانيتية في مكونات الخرسانة الجاهزة أو مواد البناء الأخرى أيضاً.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

## المراجع العربية


١. الشنطي ، أحمد محمود سليمان، (٢٠٠٣م): جيولوجية الدرع العربي، الطبعة الثانية، مركز النشر العلمي، جامعة الملك عبد العزيز، جدة.

٢. الرويثي، محمد أحمد و خوجلي، مصطفى محمد، (١٩٩٨م): المدينة المنورة، البيئة والإنسان، (البيئة الطبيعة). دراسة علمية محكّمة، كلية التربية، جامعة طيبة، من إصدارات النادي الأدبي في المدينة المنورة.

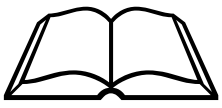
٣. مكي، محمد شوقي، (١٩٨٥): أطلس المدينة المنورة، من إصدارات جامعة الملك سعود، قسم الجغرافيا.

٤. إدارة المساحة العسكرية، (١٤٠٩هـ): خارطة مجسمة للمدينة المنورة مقياس ١: ٢٥.٠٠٠ لوحة رقم (٢٤ - ٣٩٢٤).

٥. محمد فاروق أحمد و خالد محمد سليمان (١٩٩٩): الإشعاعات وأجهزة القياس النووية. مطبوعات معهد بحوث الطاقة الذرية، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، الرياض.

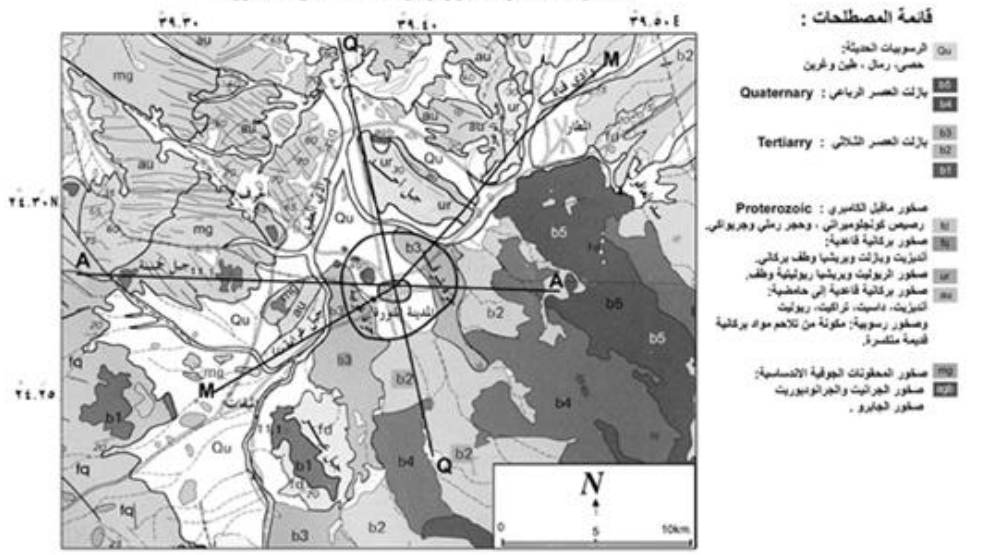

## المراجع الأجنبية

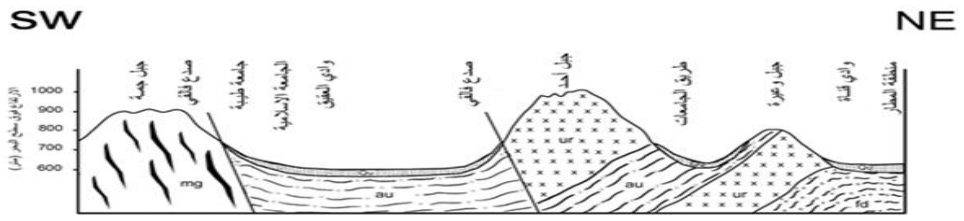

6. Claude Pellaton, (1981): Geologic Map of the AlMadinah, Sheet 24D, Scale: (1:250,000).
7. Durrance E. M. (1986): Radioactivity in Geology. Principles and Applications.
8. Manual on procedures and application guides, International atomic Energy Agency (IAEA), Vienna, March 1992.
9. Saeed A. Durrani and Radomir Ilic (1997): Radon Measurements by Etched Track Detectors.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

**الشكل (٢) خارطة جيولوجية لمنطقة المدينة المنورة**



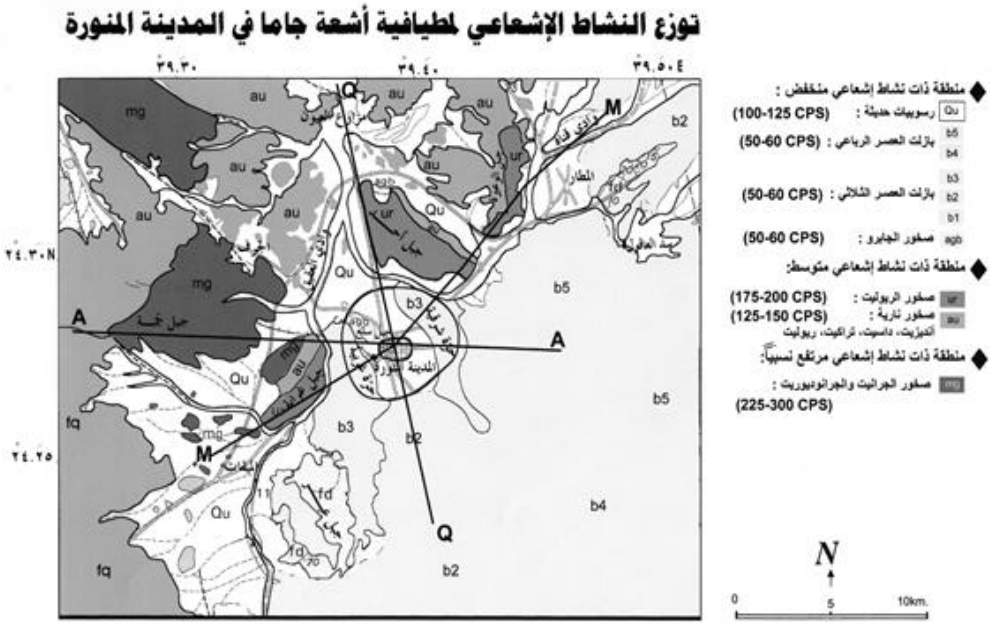

الشكل (٣) مقطع جيولوجي يمتد عبر أهم المجموعات الصخرية شمال المدينة المنورة.

المصطلحات :

Qu صخور الرسوبيات الحديثة Quaternary حصى ، رمال ، طين وغرين

صخور ما قبل الكمبري Proterozoic:
- fd رصيص كونجلوميراتي، وحجر رملي وجريواكي.
- ur صخور الريولايت وبريشيا ريولايتية وتف.
- au صخور بركانية قاعدية إلى حامضية: (أنديزيت، داسيت، تراكيت، ريولايت)، وصخور رسوبية متلاحمة مع بعضها مكونة من اعادة ترسيب مواد بركانية قديمة متكسرة.
- mg صخور المقذوفات الجوفية الاندسامية: جرانيت وجرانوديوريت تتخللها قواطع قاتمة من الديوريت والجابرو والانديزيت.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة




المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة