تحليل جيومورفولوجي لتأثير الإنسان في هضبة المقطم باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية والنمذجة

د. مدحت سيد أحمد الأنصاري
أستاذ مساعد لجغرافية بكلية التربية
جامعة دمنهور

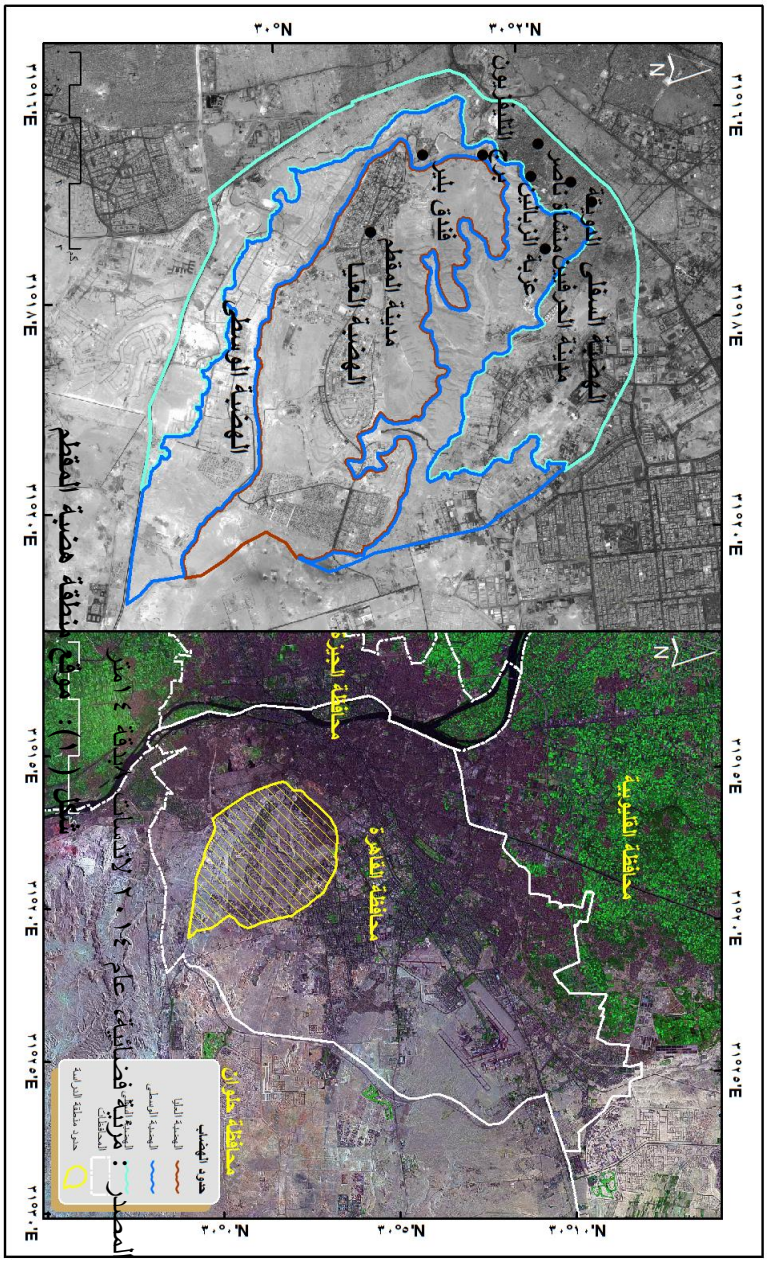
العدد السادس والأربعون
يناير ٢٠١٦ م

مقدمة:

نظرًا للنمو والتكدس السكاني الشديد بوادى النيل ودلتاه فى مصر خاصة مدينة القاهرة الكبرى فقد أصبحت هضبة المقطم هدفًا للامتداد الطبيعي للزحف العمراني لها ناحية الشرق، مما أدى إلى استغلالها استغلالاً سلبيًا أدى إلى العديد من المشكلات البيئية والاجتماعية تمثلت في الامتداد العشوائي للعمران في منطقتى الدويقة ومنشأة ناصر وتعدد المشاكل بهما، إضافة إلى وجود محرقة النفايات التي تم إزالتها الآن مع تسرب مياه الصرف الصحي على الهضبة وتسرب مياه ري الحدائق وحمامات السباحة مع الأخذ في الاعتبار الهزات الأرضية الناتجة عن تفجيرات المحاجر وانعكاس ذلك على زيادة معدل سرعة الانزلاقات الصخرية وسقوط الصخور بأحجامها المختلفة وتراجع حواف الهضبة، مما هدد المناطق السكنية أعلى الهضبة وأسفلها بكوارث طبيعية و دعا إلى ضرورة دراسة الإنسان كعامل جيومورفولوجي أثر سلبًا علي مورفولوجية الهضبة.

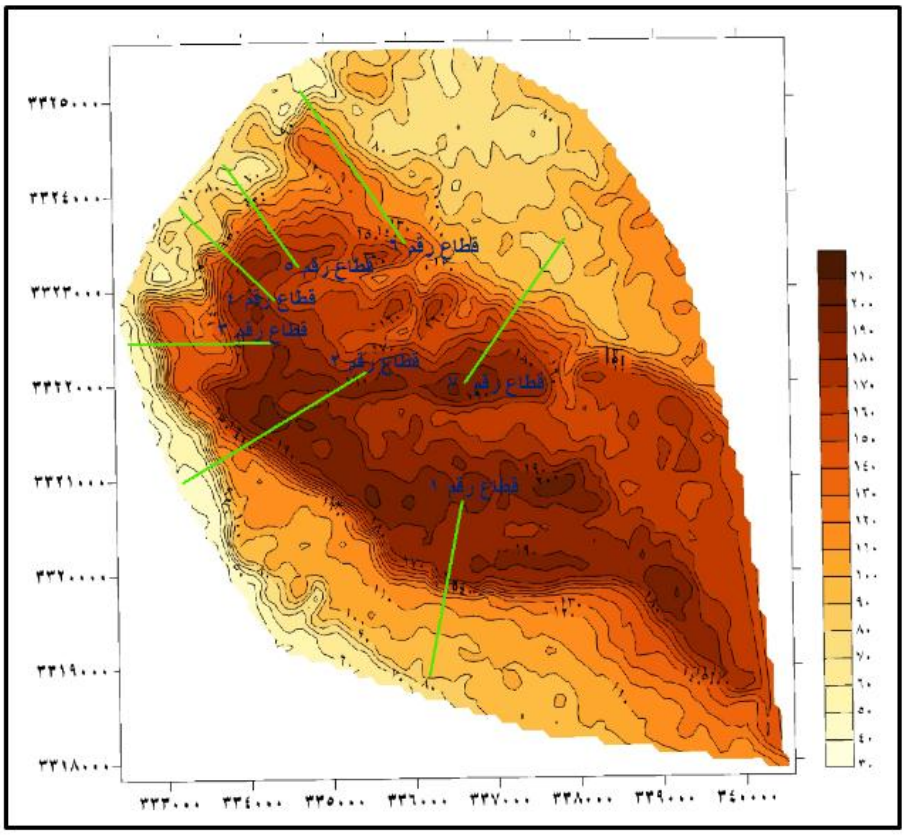
تحديد منطقة الدراسة:

تقع منطقة المقطم في الجزء الشرقي من مدينة القاهرة الكبرى بين دائرتي عرض ٥٨ ° ٢٩ ْ ، ٣ ° ٣٠ ْ وبين خطي طول ١٥ ° ٣١ ْ ، ٢١ ° ٣١ ْ (شكل ١) بمساحة ٤٣كم٢ تقريبًا، وهى تمثل الطرف الغربي لهضبة المعازة بالصحراء الشرقية، ويبلغ أقصى ارتفاع للمنطقة ٢١٣م (شكل ٢)، وتنقسم حسب ارتفاعاتها إلى ثلاثة أقسام تضاريسية هي: الهضبة



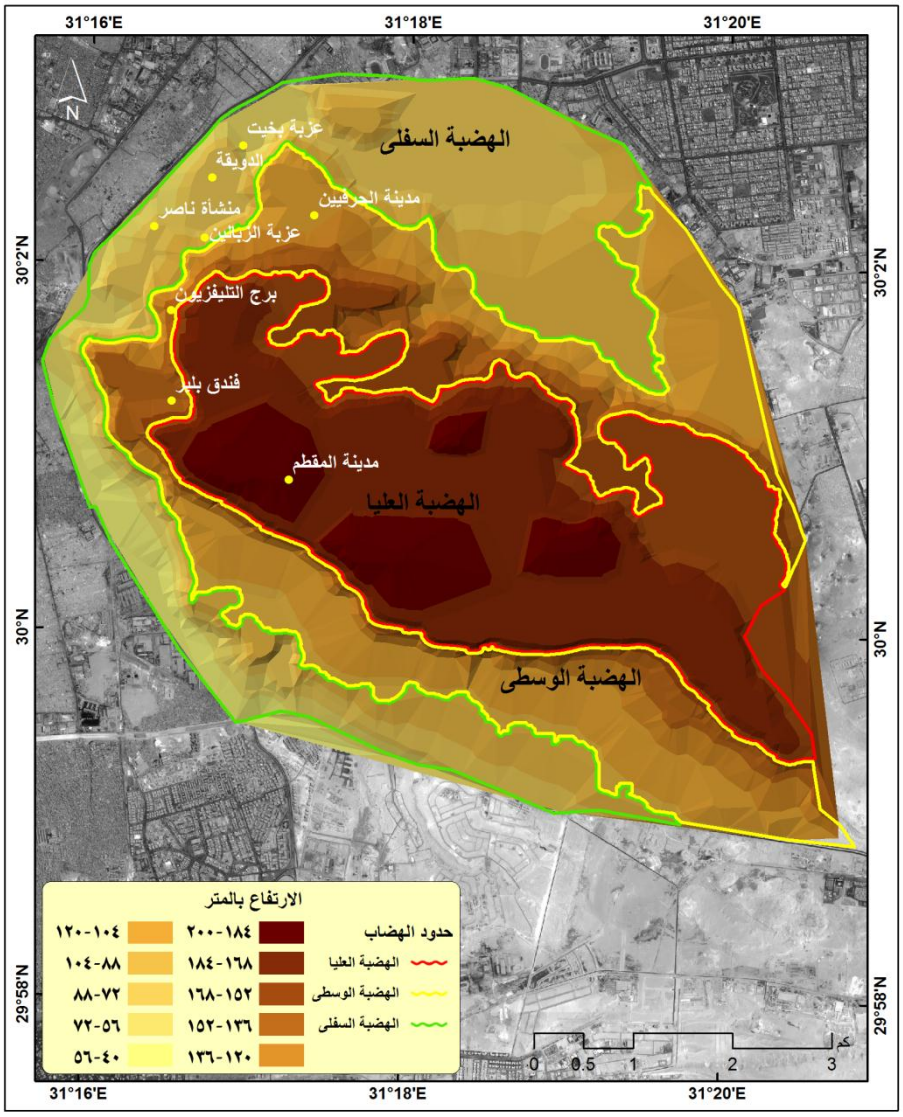
السفلى وترتفع عن مدينة القاهرة بحوالى ٥٠-٨٠ م، والهضبة الوسطى ويتراوح ارتفاعها بين ١١٠- ١٥٠م، وتصل إلى ١٨٥م عند فندق بلير فوق

مستوى سطح البحر، و الهضبة العليا ويتراوح ارتفاعها بين ١٩٠– ٢١٠م فوق مستوى سطح البحر (شكل ٣).



المصدر : مرئية فضائية، عام ٢٠١٤ لاندسات ٨بدقة ١٤متر

شكل (٢): خريطة كنتورية لهضبة المقطم في مدينة القاهرة ومواقع القطاعات التضاريسية عام ٢٠١٤م



المصدر : مرئية فضائية، عام ٢٠١٤ لاندسات ٨بدقة ١٤متر

شكل (٣): مناسيب هضبة المقطم وأقسامها التضاريسية

مبررات اختيار الموضوع :

- يعد المقطم الآن أحد أجزاء القاهرة الكبرى ذات الكثافة السكانية العالية وزاد عليها بالامتداد العمراني فوق هضبة المقطم العليا والوسطي .
- التعامل الخاطئ للإنسان مع البنية الجيولوجية والذي أدى إلى العديد من الانهيارات الصخرية على حواف الهضبة خلال الأعوام السابقة .
- عدم توفردراسة منفردة لتأثير الإنسان المهم والأساسي في كوراث المنطقة .

الدراسات السابقة:

يمكن تقسيمها إلى ما يلى:

- باللغة العربية :

الهيئة القومية للاستشعار :

تتمثل الدراسات التي قامت بها فيما يلي :

- دراسات جيولوجية لمواقع مختارة من الهضبة بهدف بناء خزانات المياة ودراسة الانزلاقات الصخرية المحتملة في مواضع البناء (١٩٧٩)، وأثبتت الدراسة أن سبب الانهيارات الصخرية الممكن حدوثها بالمنطقة هي العوامل الجيولوجية مثل التتابع الصخري للهضبة .
- التقرير العلمي عن الانهيار الصخري أسفل الهضبة بعزبة الزبالين (١٩٩٣)، والذي يرجع إلى عدة عوامل أهمها الجيولوجية والبيئية الناتجة عن التدخل العشوائي للإنسان في هذه البيئة .
- الدراسات العلمية لمنطقتي منشأة ناصر، والدويقة بهضبة المقطم (١٩٩٤)، حيث قدمت توصيات لعلاج الكوارث التي قد تحدث والمحددة على خرائط الأخطار .

- التقرير العلمي عن الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية واستخدامات الأراضي لمنطقتي منشأة ناصر، والدويقة (١٩٩٤)، حيث خلصت إلى خريطة للأخطار بالمنطقة محدد عليها الاماكن المعرضة للمخاطر الجيولوجية المختلفة .
- دراسة تفصيلية للأخطار البيئية بالهضبة العليا للمقطم (١٩٩٥)، اشتمل التقرير على خرائط وصور حقلية توضح خطوات الدراسة وخطورة المواقع مع تقديم التوصيات اللازمة.
- الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية واستخدامات الأراضي الأقليمية لمنطقة هضبة المقطم (١٩٩٦)، اشتمل التقرير على الدراسات الجيولوجية الإقليمية بالمنطقة وتأثرها بمياه الامطار .
- تقرير عن بعض المناطق المعرضة للانهيار بالجرف الجنوبي لهضبة المقطم العليا (١٩٩٦)، حيث يلاحظ وجود مجموعة من الشقوق والفواصل الحديثة المؤثرة في الهضبة.
- تقرير عن الدراسات الجيولوجية و المورفولوجية والبيئية للمنحدر الجنوبي لهضبة المقطم العليا (يونيه ١٩٩٦)، حيث أوضحت أسباب الانزلاقات الصخرية وسقوط الصخور، كما أثبتت استمرار تسرب مياه الصرف الصحي على حافة الهضبة في بعض الأماكن.

هيئة المساحة الجيولوجية:

تناولت الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية دراسات للمنطقة تمثلت فيمايلى:

- إعداد دراسة ميدانية لمساحة ٨كم٢ من الجزء الشمالي لهضبة المقطم (١٩٩٤)، حيث تم تحديد مناطق الخطورة والكامنة في أربع مناطق.

- دراسة الأخطار الجيولوجية التي تهدد الطريق الصاعد إلى هضبة المقطم (١٩٩٥)، وقد أثبتت أن الكتل الصخرية المنفصلة عن الهضبة على جانبي الطريق هي أساس هذه الخطورة .
- دراسة جيولوجية مكثفة لهضاب المقطم الثلاث (١٩٩٦)، وخلصت إلى تصنيف المناطق من حيث الخطورة إلى مناطق شديدة الخطورة ومتوسطة.
- دراسة الأخطار الجيولوجية لمنطقة منشآت الإذاعة والتليفزيون بمنطقة المقطم (١٩٩٦)، وكذلك المغارة بمحطة الإذاعة ومناطق الكتل الصخرية المنفصلة وحددت هذه المناطق علي خريطة مقياس رسم ١ : ٥٠٠٠ .
- دراسات حقلية وإعداد تقرير جيوهندسي عن الهضبة المقام عليها مساكن الحرفيين بمنشأة ناصر (١٩٩٦).

هيئة بحوث السكان :

أعدت الهيئة العامة لبحوث السكان والبناء والتخطيط العمراني ستة تقارير صدرت في مارس (١٩٩٤) كالآتي :

- أولها : بعنوان التتابع الطبقي للترسيبات المكونة لمنطقتي منشأة ناصر والدويقة.
- ثانيها: عن الإتزان الإنشائي للصخرة المنهارة بمنطقة منشأة ناصر بهضبة المقطم، وقد أوصى هذا التقرير بإخلاء كافة المنشآت المهددة فورًا بطريقة آمنة وبمعرفة متخصصين.
- ثالثها: تناول طبيعة تربة التأسيس وأساسات المباني في منطقتي منشأة ناصر والدويقة وخلصت إلى فشل طبقات تربة ما تحت الأساس نتيجة لإنهيارها أو ضعف مكوناتها بسبب لوصول المياه المستمر اليها .

- رابعها: عن بحوث البناء والسلامة الإنشائية في منطقتي منشأة ناصر والدويقة، والذى أثبت أن الإنشاءات تمت بمعرفة الأهالي والمقاولين المحليين دون أية استشارة هندسية من متخصصين.
- خامسها: بعنوان إستعمالات الأراضي ومقترحات التنمية بتركيز علي النواحي التخطيطية.
- سادسها: تقديم مخطط مبدئي للتنمية الجزئية لمنطقة الزبالين.

قسم الجيولوجيا بكلية العلوم – جامعة عين شمس :

دراسة عن التراكيب الجيولوجية بجبل المقطم وتأثيرها فى مظاهره الطبوغرافية بالإضافة إلى التعريف بالمشاكل الجيولوجية الهندسية التي أدت إلى عدد من الانهيارات بمدينة المقطم .

قسم الجغرافيا بجامعات مصرمنها دراسات:

- أسامة حسين شعبان (٢٠١١): بعنوان الانهيارات الصخرية في منطقتي منشأة ناصر والدويقة بهضبة المقطم حيث ناقش أسباب الانهيارات الصخرية بالمناطق العشوائية وأثرها علي جيومورفولوجية المنطقة.
- ريهام وسيم (٢٠٠٤): عن هضبة المقطم دراسة فى الجيومورفولوجية التطبيقية (ماجستير)، وقد عالجت العمليات المؤثرة في سطح الهضبة والتحليل المورفومتري لشبكة التصريف المائي، وكذالك التحليل المورفولوجي للمنحدرات وانتهت بفصل عن الجيومورفولوجية التطبيقية لهضبة المقطم .
- فتحي محمد الشرقاوي (١٩٩٤): بعنوان جبل المقطم دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية، وقد تناولت الدراسة الظاهرات الجيومورفولوجية بالهضبة والعوامل المؤثرة على منحدرات وسطح الهضبة، وكذلك الأخطار الجيومورفولوجية التي تتعرض لها .
- باللغة الاجنبية:

منها دراسات:

- Awad G.H., (1953) عن دور التتابع الاستراتيجرافي لجبل المقطم شرق القاهرة، وقد تناولت أثر هذا التتابع في التعرية التفاضلية لجبل المقطم وأثر ذلك على تغير جيومورفولوجية المنحدرات .
- Said, R., (1971) بعنوان الملاحظات الدقيقة للخريطة الجيولوجية لمصر وقد تعرضت إلى التكوينات الجيولوجية والبنية الجيولوجية، وكذلك التتابع الصخري لهضبة المقطم .
- El-Leboudy, A.M., (1985) عن المشكلات الناجمة عن تكهفات الحجر الجيرى لهضبة المقطم، الطبيعية والصناعية والتي كانت عاملاً مسببًا لتساقط الصخور، خاصة إذا كانت بالقرب من الجروف .
- Strougo, A., (1985) عن التتابع الطبقي الأيوسيني شرق القاهرة الكبرى (جبل المقطم – حلوان)، حيث عرضت ثلاثة مكونات تتبع عصر الأيوسيني وهي مكون المقطم والجيوشي والمعادي ، كما استعرضت سمك المكونات في مناطق مختلفة من جبل المقطم، ورسم خرائط جيولوجية تفصيليه عن هذا العصر .
- El-Sohby M .A., (1988) عن عدم استقرار أو ثبات المنحدر الذي يتكون من صخور الحجر الجيري والطفلة، وقد عالجت دور التكوينات الصخرية وعدم ثبات المنحدر حيث تتسرب المياه بأنواعها خلال تكوينات الحجر الجيري من خلال المسام والفواصل حتي تصل إلى طبقة الطفلة فتنتفش ويتفكك الصخر ويتعرض للتساقط والانزلاق .
- El-Sohby M .A., (1988) عن خصائص النشع المائي ومقارنة لنسب طبقات الطفلة، وتناولت أسباب تسرب مياه الصرف الصحي ومياه الشرب إلى داخل الصخور ونشع طبقات الطفلة بهذه المياه وانتفاشها، مما أدى إلى تفككها .

- Abdel Tewab, S., (1989) عن الجيولوجيا الهندسية لبعض مناطق القاهرة الكبرى (دكتوراه) حيث عنيت بمنحدرات الهضبة العليا من المقطم والتي تتأثر بمشاكل هندسية عديدة مسئولة عن حدوث الانهيارات المسببة للاخطار على مدينة المقطم.
- Moustafa et al., (1991) بعنوان الجيولوجية الهندسية للمقطم شرق القاهرة الكبرى ، وقد تناولت منحدرات الهضبة الوسطى والعليا الأشد انحدارًا.
- EGSMA (Geological Survey of Egypt),(1996) عن ديناميكية نحت منحدرات جبل المقطم وأسباب انهيار الفندق العالمي (بل إير) حيث أن الكتل الصخرية وصلت إلى حافة الفندق وتراكمت في شكل عمود من الكتل المعلقة .
- Nicholson, D.T. & Hencher, S., (1997)عن التقدير الاحصائي والطبيعي لتدهور المنحدرات ، حيث يعزى تدهور ٦٠% منها لقابليتها للتساقط الصخري .
- Yehia, M.A., Naim, G.M., and Ramadan, A.M., (1997) عن جيولوجية وأخطار جبل المقطم، حيث تناولت الأخطار التى يتعرض لها من إنهيارات صخرية وتساقط صخور وإنزلاقات صخرية وأسبابها وتحديد مناطق الخطورة ودرجتها.
- Kikuchi, K., (1999) بعنوان هندسة تساقط الصخور، حيث تناولت دور الفواصل والإنكسارات في تسرب المياه ومحاولة إنشاء شبكة صرف جيدة لمنع النشع والتسرب المائي الذي له تأثير في تساقط الصخور .
- El-beih, S.F., (2002) بعنوان أخطار البيئة الجيوهندسة باستخدام تقنيات الاستشعار من بعد والتطبيقات على منطقة جبل المقطم وقد تناولت المشكلة والأخطار الجيو هندسية فى المناطق الجبلية وأمثلة الإنهيارات الصخرية، واستخدام النماذج الرياضية للتنبؤ بانهيار الحواف.

- El-Sohby M .A., & Aboushook M.I., (2004) عن تحليل ونحت منحدر جبل المقطم، حيث تم دراسة مشكلة أخطار التساقط الصخري وأسبابها وأشارت إلى أن المشكلة ترجع إلى عوامل جيولوجية وجيومورفولوجية وبيئية وبشرية.
- Frattini, P., et al., (2008) عن التقييم الاحصائي والطبيعي عن التساقط الصخري باستخدام المناهج الطبيعية والفيزيائية، حيث تناولت الطرق الكمية والمعادلات الإحصائية التى تفسر تساقط الصخور والعوامل الفيزيائية الموثرة فيها.
- Park, H.D., Shin, G.H., (2009) عن الخصائص الجيولوجية والأرضية (التربة) للحجر الجيري للمقطم ، وتناولت خصائص التكوينات الصخرية والبنية الجيولوجية لعينات الحجر الجيري بمحجر المقطم، والتكوين الكيميائي والمعدني لهذه الصخور، وأثر المياة فيها وعلاقتها بانهيارات الصخور وتساقطها .

أهداف الدراسة :

تهدف الدراسة إلى رسم خرائط للفترة من (١٩٨٤ –٢٠١٤) لكل من : الامتداد العمراني وتطوره، والكثافة السكانية وشبكة الطرق، والمناطق الغير مخططة عشوائيًا ومناطق الحدائق والأشجار، ومناطق النباتات الناشئة عن تسرب مياه الصرف الصحي، والكهوف باستخدام مرئيات فضائية لأعوام ١٩٨٤ لاندسات ٥، وعام ٢٠٠٠ ايكونس IKonos، وعام ٢٠٠٩ لاندسات (٧)، وعام ٢٠١٤ لاندسات ٨، بالاستعانة GIS . RS، إضافة إلى تقديم نموذج لتحديد درجة الخطورة ومواقعها في الهضبة المتأثرة باستغلال الإنسان سلبًا من خلال تحديد وزن كل متغير من المتغيرات .

مناهج الدراسة وأساليبها :

نظرًا لما تتصف به منطقة الدراسة من شخصية جيومورفولوجية مميزة فقد اتجه الباحث إلى معالجة الظاهرات باتباع المنهج الموضوعي القائم على

التحليل والتركيب، كذلك تضمن البحث المنهج التاريخي لدراسة تطور الظاهرة عبر فترات زمنية، والمنهج التطبيقي من أجل دراسة الأنشطة البشرية وعلاقتها بجيومورفولوجية الهضبة، و كان المنهج الوصفي أساسيًا في البحث حيث وصف الباحث الظاهرات والأنشطة البشرية كما شاهدها في الميدان ومن المرئيات الفضائية و الخرائط .

استخدم الباحث عدة أساليب أهمها :

- الكمي : في تحديد مساحات فئات الانحدار واتجاهه والإرتفاعات بمنطقة الدراسة.
- الخرائطي :
  - واستخدام صور الأقمار الصناعية خلال الفترة من (١٩٨٤-٢٠١٤) باستخدام أربع مرئيات فضائية عام ١٩٨٤ لاندسات ٥، وعام ٢٠٠٠ ايكونس IKonos، وعام ٢٠٠٩ لاندسات ٧، وعام ٢٠١٤ لاندسات ٨ وبدقة ١٤م، لدراسة التطور العمراني واتجاهه، والكثافة السكانية، وتطور مناطق الحشائش والنباتات خلال الفترة من (١٩٨٤- ٢٠١٤)، والنباتات التي نشأت عن الصرف الصحي ومواقع المحاجر والكهوف .
  - استخدام خرائط طبوغرافية مقياس ١: ٥٠٠٠٠ لعام ١٩١٠ لمنطقة الدراسة، ومرئية أخرى فضائية لعام ٢٠١٥ لاندسات ٨، لتحديد مقدار تراجع حافة هضبة المقطم خلال الفترة من (١٩١٠ – ٢٠١٥)، بعد أن تم تصحيح الخريطة من ١٢ نقطة للتأكد من دقة التصحيح، وقد تم استخدام نظام إحداثيات جغرافية بمجسم هلمرت ١٩٠٦، ثم تم تحويلها إلى نموذج WGS ١٩٨٤ ليتناسب مع النموذج المستخدم في المرئية الفضائية .
  - قام الباحث بتصميم نموذج لتحديد أماكن الخطورة ودرجاتها وعمل خرائط لتحديد درجات الخطورة وأماكنها معتمدًا في عمله على

المعايير التالية بعد أن حدد وزن كل متغير منها وهي: الحافات، ونموذج الارتفاع الرقمي، ومعدل الانحدار، والجروف، والمناطق المحددة لأخطار السيول، الكتلة العمرانية، أماكن الحدائق والأشجار ، وأماكن تسرب مياه الصرف، ومواقع المحاجر، حيث بلغت نسبة وزن المتغيرات الخمس الأخيرة والناتجة عن السلوك البشري ٦٠% من جملة المتغيرات .

- استخدام الخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة عام ١٩٨٦ من إنتاج إدارة المساحة العسكرية من أجل إنتاج نموذج الارتفاع الرقمي، حيث تم اشتقاق الخريطة الكنتورية منه باستخدام برنامج Arc Map، وبرنامج Arc Scene، كما تم إنتاج خريطة الانحدارات بالدرجات باستخدام الاستشعار عن بعد "برنامج ERDAS Imagine ".

- الدراسة الميدانية : بدأت في عام ٢٠١٣ علي مرحلتين :

- آولاهما: في يناير ٢٠١٣ إلى فبراير وتمثلت في رصد الأنشطة البشرية بمنطقة جبل المقطم وإستخدامات الأراضي والأسلوب الخاطئ لسلوك الإنسان علي الهضبة.

- ثانيتها: من فبراير إلى مارس٢٠١٣، واختصت برصد الإنهيارات الأرضية والتساقط الصخري ومواضع التحجير القديمة والحديثة، وآثارها علي شكل المنحدرات، وكذالك رصد الضغط العمراني على الهضبة وآثاره السلبية .

- و التقط الباحث في المرحلتين صور للظاهرات والأخطار الناتجة عن الأنشطة البشرية .

ولتحقيق اهداف الدراسة تمت دراسة المحاور الاتية :-

- جيولوجية هضبة المقطم.
- جيومورفولوجية هضبة المقطم .
- الإنسان وتأثيره فى هضبة المقطم.

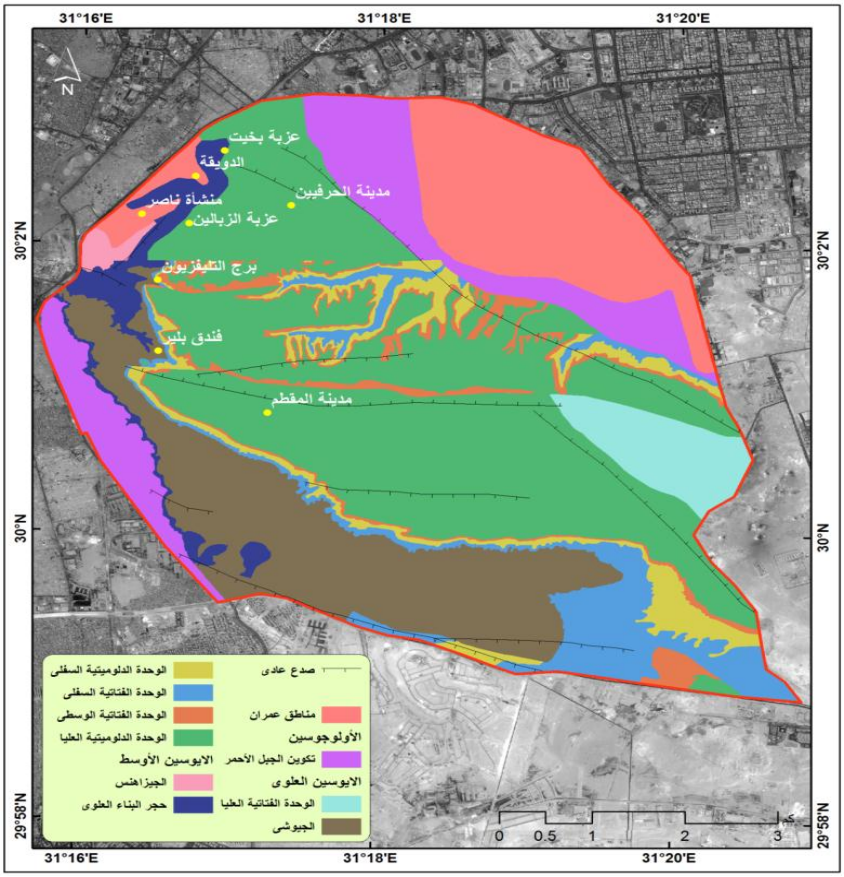
- الأنشطة البشرية وعوامل خطورتها.
- الأخطار الجيومورفولوجية الناجمة عن الأنشطة البشرية.

أولاً: جيولوجية هضبة المقطم

تتكون هضبة المقطم من صخور رسوبية جيرية وفتاتية تتبع عصر الأيوسين الأوسط والعلوي ويتكون من ثلاث هضاب، وتتكون الهضبة السفلى والوسطى من صخور تكوين جبل المقطم لعصر الأيوسين الأوسط والذي يتألف في أغلبه من صخور الحجر الجيري والجيري الدولوميتى، ويتكون سطح الهضبة الوسطى والجزء السفلى من الهضبة العليا من تكوين الجيوشي الذي يتألف من طبقات حديثة بيضاء، أما الجزء الاعلى من الهضبة العليا فيتألف من تكوين المعادي الذي تسود فيه الصخور الدولوميتية والجيرية، ويعزى كلا التكوينين الجيوشي والمعادي الي الإيوسين الأعلى (شكل ٤) .

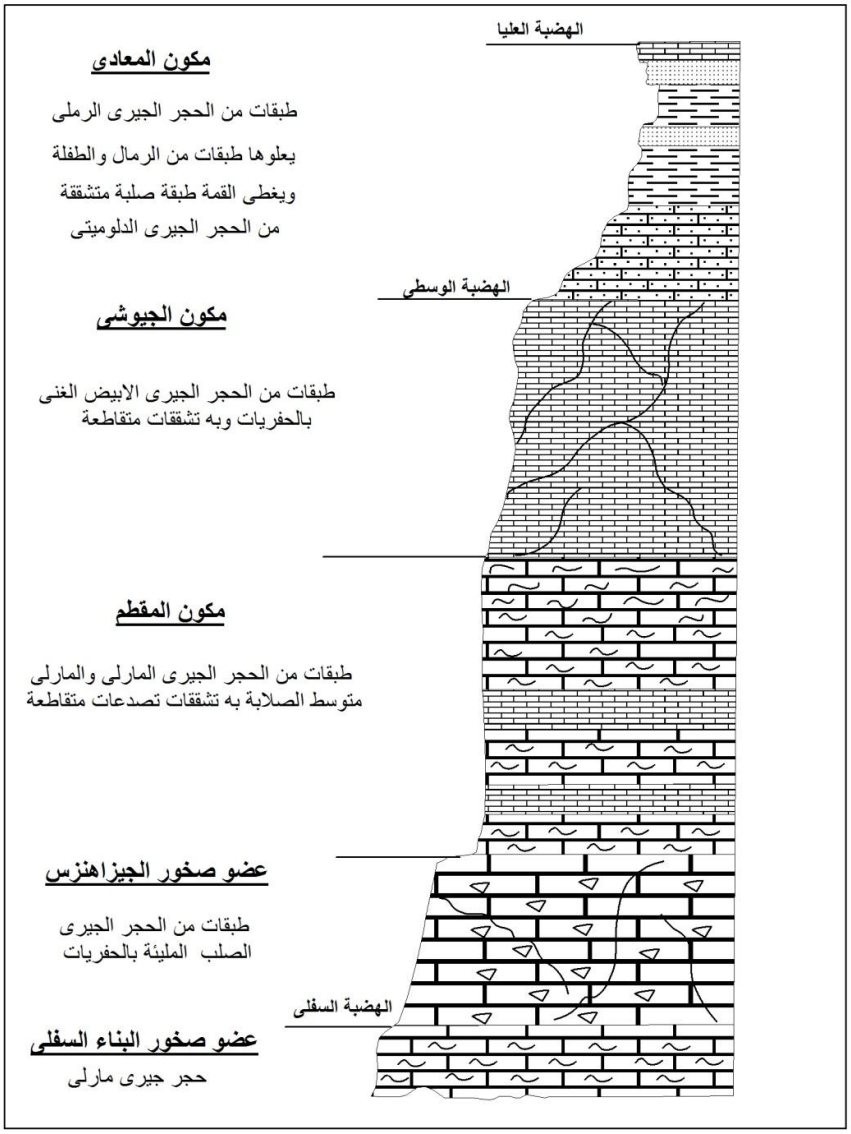
١- التتابع الطبقي لهضبة المقطم :

قام العديد من الدارسين بتعيين أعمار صخور الهضبة وما حولها ووجد أنها تتبع العصر الأيوسيني الأوسط والعلوي، وفي هذه الدراسة لن نتعرض لمشاكل أعمار الصخور ولكن سوف نذكر الأعمار والوحدات المتعارف عليها ووضعها من الناحية الصخرية والحجرية المكونة لها. وفيما يلي المكونات الصخرية التابعة لكل من عصر الإيوسين الأوسط، والإيوسين العلوي، عصر الأوليجوسين ورواسب الحقب الرباعي ، مرتبة من أسفل إلى أعلى (شكل ٥).



المصدر : Swedan , 1991

شكل (٤): جيولوجيةهضبة المقطم



المصدر :swedan , 1991

شكل (٥): التتابع الاستراتيجرافي لصخور هضبة المقطم

أ- عصر الإيوسين الأوسط : تعرف الصخور المنكشفة لهذا العصر بتكوين المقطم وتغطي صخوره معظم حافة الهضبة الوسطي، وكذلك كل الهضبة السفلي، ويتكون من طبقات جيرية مع تداخلات من راقات من

الطفلة والمارل ويصل سمكه ١١٠م، ويتألف هذا المكون من ثلاثة وحدات صخرية على النحو التالي (شكل ٦)، مرتبة من أسفل إلى أعلى :

-وحدة حجر البناء السفلى .

-وحدة صخور الجيزاهنسيس .

-وحدة حجر البناءالعليا .

ب- عصر الإيوسين العلوي : يتبع صخور هذا العصر تكوين المعادي وتكوين الجيوشي.

-تكوين الجيوشي: تغطي صخور هذا المكون السطح العلوي من حافة الهضبة الوسطى بالإضافة إلى سطحها، كذلك يكون الجزء السفلي من حافة الهضبة العليا بما لا يتجاوز خمسة أمتار ، يتألف هذا المكون من الصخور الجيرية البيضاء الغنية بالأحافير التي يتخللها راقات رفيعة من المارل المائل إلى اللون الأصفر.

-تكوين المعادي: تغطي صخور مكون المعادي صخور الهضبة العليا، وكذلك يكون الجزء الأكبر من حافة هذه الهضبة وتنتشر صخور هذا المكون لتغطي مساحة كبيرة بالقرب من مدينة صقر قريش ثم تمتد شرقًا حتى جبل العنقابيه، ويتكون من تتابعات فتاتية (طفل، غرين، رمل) (شكل ٦) تتبادل مع طبقات من الحجر الجيري الدولوميتي وتتصف صخور الطبقات الفتاتية بأنها هشة سهلة التآكل، أما الصخور الدولوميتيه فتتصف بأنها متوسطة الصلابة إلى صلبه، وتكثر بصخور هذا المكون الأحافير المختلفة كما تكثر بها الشقوق والفواصل المليئة بالجبس وكذلك راقات الملح، بالإضافة إلى ذلك وجود الفجوات الصغيرة والكهوف بأحجام مختلفة، أمكن تقسيم تكوين المعادي إلى الوحدات الصخرية التالية مرتبة من أسفل إلى أعلى:

- وحدة الصخور الفتاتية السفلي
- وحدة الصخور الدولوميتية السفلي
- وحدة الصخور الفتاتية الوسطي

- وحدة الصخور الدولوميتية العليا
- وحدة الصخور الفتاتية العليا

ج- عصر الأوليجوسين (تكوين الجبل الأحمر): يتألف هذا التكوين من طبقات رمل زاهية الألوان تكثر بها أكاسيد الحديد، وكذلك الأشجار المتحفرة، كما تتواجد بعض صخور الكوارتزيت الصلبة والتي تستخدم في أعمال الزخرفة، تنتشر هذه الصخور محيطة بجبل المقطم أو مترسبة على حوافة الشرقية والشمالية بمنطقة الجبل الأحمر ، ومدينة نصر ونادي المقاولين العرب (شكل ٤) .

د- الحقب الرابع: يتكون من رواسب الوديان والرواسب التي تغطي بعض مساحات من مسطحات الهضبة العليا والهضبة الوسطى، بينما الهضبة السفلى مغطاه تمامًا بالمساكن.

٢- البنية الجيولوجية (الصدوع):

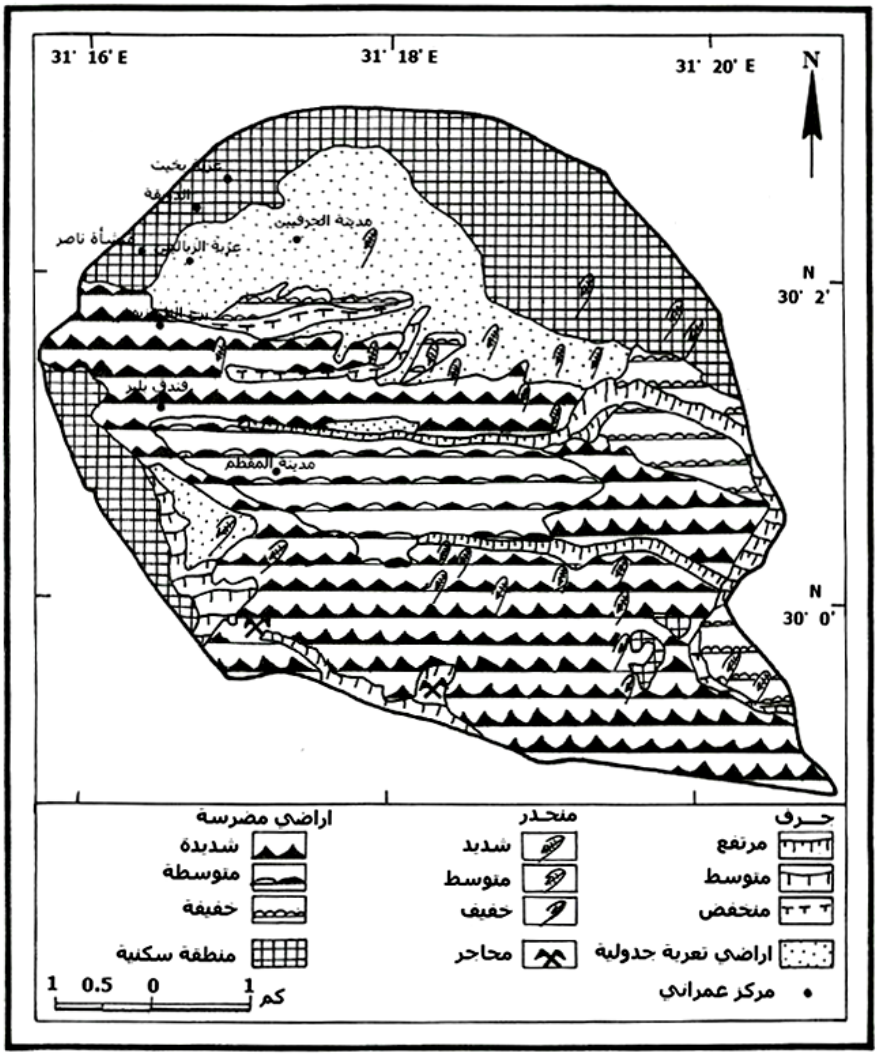
تتصف هضبة المقطم بتأثرها بمجموعة من الصدوع والفواصل والشقوق بأطوال مختلفة وتتقاطع مع بعضها ومن ثم تؤدي إلى تكسير صخور الهضبة إلى كتل مختلفة الأحجام ، كما أنها تكون وتحد بعض حافات الهضبة وتتخذ عدة اتجاهات هي :

أ- الاتجاه شرق / غرب: ويمثل ١١% من أطوال الاتجاهات بالمنطقة ويعتبر من الاتجاهات الرئيسة والمؤثرة على مورفولوجية الهضبة وتتصف صدوعه بطولها الذى يصل إلى أكثر من ٥ كم .

ب- الاتجاه شمال / جنوب : ويمثل أكثر التراكيب الجيولوجية عددًا ولكن أطوالها قصيرة، وتتراوح بين ٢٠٠م ، ١ كم.

ج- الاتجاه شمال غرب / جنوب شرق: ويتصف بصدوع طويلة وأعداده قليلة وأقل تكرارًا من الاتجاه السابق ويمتد تأثيره فى المنطقة لمسافات أطول نسبيًا.

د- الاتجاه شمال شرق /جنوب غرب: ويظهر على جروف الهضاب (شكل ٥).



شكل (٦): جيومورفولوجية هضبة المقطم

ثانيًا: جيومورفولوجية هضبة المقطم

تتكون هضبة المقطم من وحدات جيومورفولوجية (شكل ٦) مختلفة أبرزها الهضاب المتباينة التعاريج والإرتفاعات، يفصل الهضاب عن بعضها جروف شديدة الانحدار وتنقسم إلى الهضبة السفلى، والهضبة الوسطى، والهضبة العليا، وقد أقيم على الأولي جزء من عزبة الزبالين، والثالثة مدينة المقطم أما الوسطى فا متدت إليها يد التخطيط كبداية لتعميرها، ويفصل بين الهضاب جروف شديدة الانحدار بعضها تكون نتيجة الإزاحة الرأسية للصدوع العادية (شكل ٤).

هضبة المقطم السفلى :

ترتفع عن مدينة القاهرة بحوالي ٥٠ ، ٨٠م، وتتكون صخورها من مكون المقطم وتنحدر الهضبة من جهة الشرق انحدار خفيف يصل الي ٣.٥°، ويقام عليها جزء من عزبة الزبالين مغطية لسطحها تقريبًا بطريقة عشوائية مما ساعد مياه الصرف على التسرب أسفلها (شكلا ٤ ، ٨).

هضبة المقطم الوسطى:

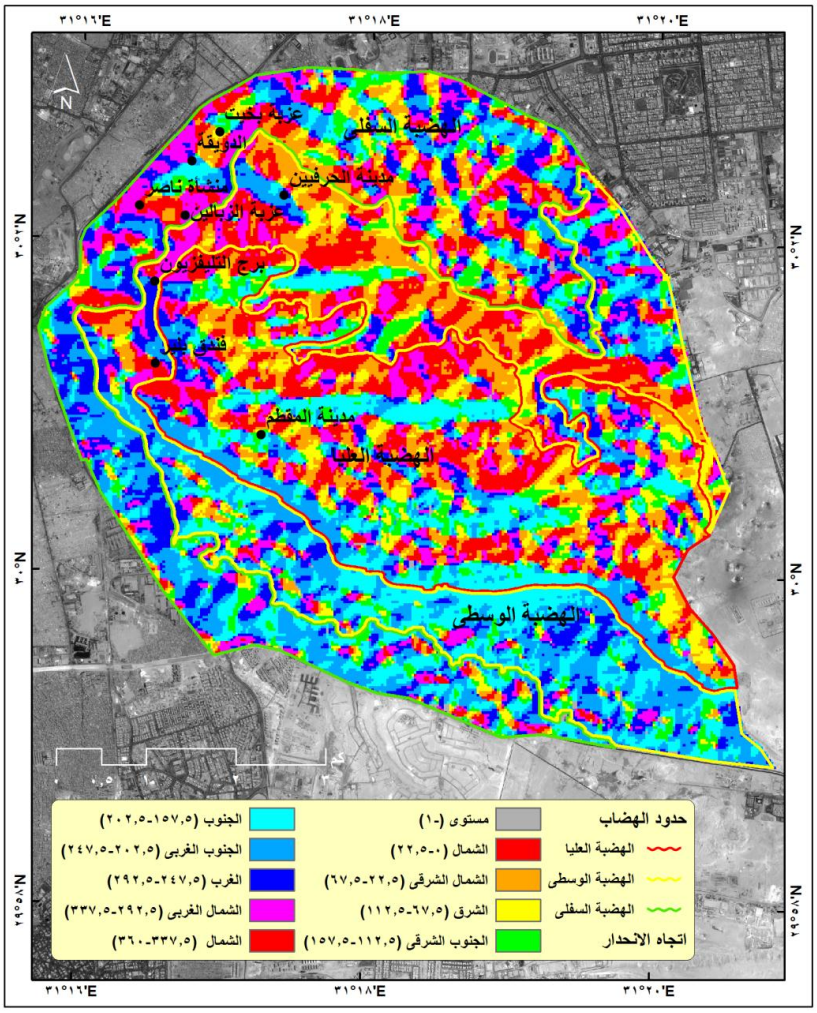
تمتد أسفل الهضبة العليا وتحيط بها من الشمال الشرقي والغرب والجنوب الغربي والجنوب، ويتكون سطحها من تكوين الجيوشي (حجر جيري)، ويبلغ أقصى اتساع لها في الجنوب ويقل في اتجاه الشمال الغربي، ويتراوح ارتفاعها بين ١١٥-١٥٠م، ويصل ارتفاعها عند فندق بلير إلى ١٩٠ م.

وتظهر حافتها الجنوبية والجنوبية الغربية مركبة بانحدار شديد يتراوح بين ٦٥ ، ٨٥° ويصل إلى ٩٠° أمام حي البساتين بحافة شديدة الانحدار إرتفاعها ٨٣م فوق الهضبة السفلى للمقطم وتقطع الهضبة وديان جافة عند سقوط الأمطار تصب معظمها من خلال حافة الجرف إلى الهضبة السفلى، وينتشر بسطحها الشقوق والفواصل وتوجد بعض المحاجر على الحافة الرئيسة لها، التى تزيد من شدة انحدار الحافات المتشققة وسقوط صخورها

وتراجعها، مع ملاحظة قلة انحدار حافتها في اتجاه الجنوب الشرقي حتى يتلاشى عند طريق المعادي / القطامية.

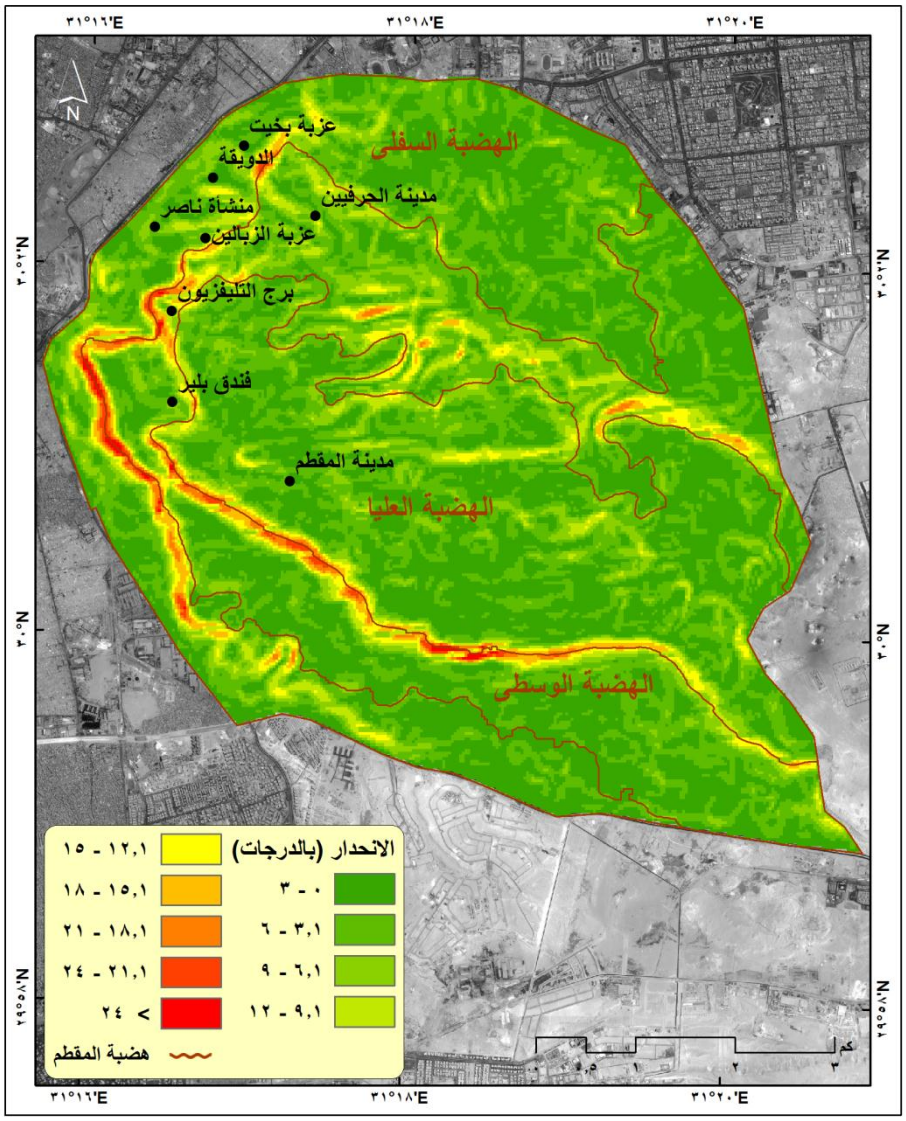
هضبة المقطم العليا :

تتصف هذه الهضبة بحافات شديدة الانحدار تفصلها عن الوسطى ويتراوح ارتفاعها بين١٩٠، ٢١٠ م (شكلا ٢، ٣) وترتفع عن الهضبة الوسطى بحوالي ٦٤ م ويميل سطحها إلى الشرق والشمال الشرقي ويتموج سطحها بانحدار خفيف من ٢- ٥ درجات (شكلا ٧ ، ٨)حيث تنخفض الأرض عند ميدان النافورة، مما يساعد على تجميع مياه الأمطار عند سقوطها على الهضبة، كما تنخفض الأرض في موضع آخر في مدينة المقطم السكنية نتيجة لتلاقي انحدار خفيف حوالى ٦ درجات من الجنوب الشرقي وآخر من الجنوب الغربي في الاتجاه شمالي جنوبي وينحدر فى اتجاه الشمال، حيث تقام المساكن على طبقة من الصخور الجيرية تعرف بعين موسى، يقع أسفلها طبقات من الطفل والمارل، وتطل الحافة الشمالية الغربية من جزئها الشمالي على عزبة الزبالين، في حين يميل انحدارها اتجاه الشمال الشرقي، حيث منشأة ناصر والدويقة، مما يعرض مساكنها للأخطار الناتجة عن حدوث سيول، ويحد الهضبة العليا الجنوبية من الجنوب الغربي والجنوب حافات شديدة الانحدار تعد أخطر منحدرات جبل المقطم، وقد تعرضت لأخطار تساقط الكتل والإنزلاقات الصخرية (شكل ٧)، كما تمتد شبكة من الطرق في هذا الجزء من الهضبة منها طريق الكورنيش الذي تعرض لسلسلة من الإنزلاقات وأصبح جزء كبير منه غير صالح للمرور.



المصدر : مرئية فضائية، عام ٢٠١٤ لاندسات ٨بدقة ١٤متر

شكل (٧): اتجاهات الانحدار بهضبة المقطم



المصدر : مرئية فضائية، عام ٢٠١٤ لاندسات ٨بدقة ١٤متر

شكل (٨): درجات انحدار سطح هضبة المقطم

ثالثًا: الإنسان وتأثيره فى هضبة المقطم

زادت خلال الخمسون عامًا الماضية سرعة التغير في شكل الوحدات المورفولوجية لجبل المقطم، حيث أقيمت مدينة المقطم السكنية على الجزء الجنوبي الغربي من الهضبة، وامتدت الطرق على سطح الهضبة وجرفها الشمالي الغربي، وبمرور الأعوام زادت نسبة الإنشاءات وحجمها والحياة البشرية على الهضبة، مما أدى إلى زيادة معدل استخدام المياه وتسربها إلى الجبل، كما زادت عدد المحاجر بالمنطقة، حيث أقيمت أسفل الجرف الشمالي الغربي للجبل عزبة الزبالين، فزادت الحياة البشرية والحيوانية والنباتية في هذه المنطقة وامتد الإسكان حتى جرف الهضبة، كما امتد العمران العشوائي في منطقتي الدويقة، ومنشأة ناصر حتى داخل الوديان (شكل ٩)، وعلى منحدرات الأراضي المرتفعة، كما في منشية ناصر، وبناء على هذا زاد معدل الانزلاقات الصخرية وسرعتها وسقوط الصخور بأحجامها المختلفة وتراجع حواف الهضبة، مما هدد المناطق السكنية أعلى الجبل وأسفله بكوارث ناتجة عن التدخل السريع العشوائي للإنسان في مراحل مختلفة أثرت سلبًا على تدهور الهضبة، مما يتطلب دراسة توزيع السكان وكثافتهم وتطور مساحة العمران عبر فترات زمنيه مختلفة توضح مراحل تدخله السلبي في تدهور حالة الهضبة.

ومن ثم قام الباحث بدراسة توزيع السكان وتطور مساحة العمران واتجاهه على هضبة المقطم خلال الفترة من (١٩٨٤-٢٠١٤) من خلال اربع مرئيات فضائية للأعوام ١٩٨٤ (لاندسات TM) ، ٢٠٠٠ (IKonos) ، ٢٠٠٩ (لاندسات ٧) ، ٢٠١٤(لاندسات ٨)، وذلك على النحو التالى:

١- توزيع السكان وكثافتهم:

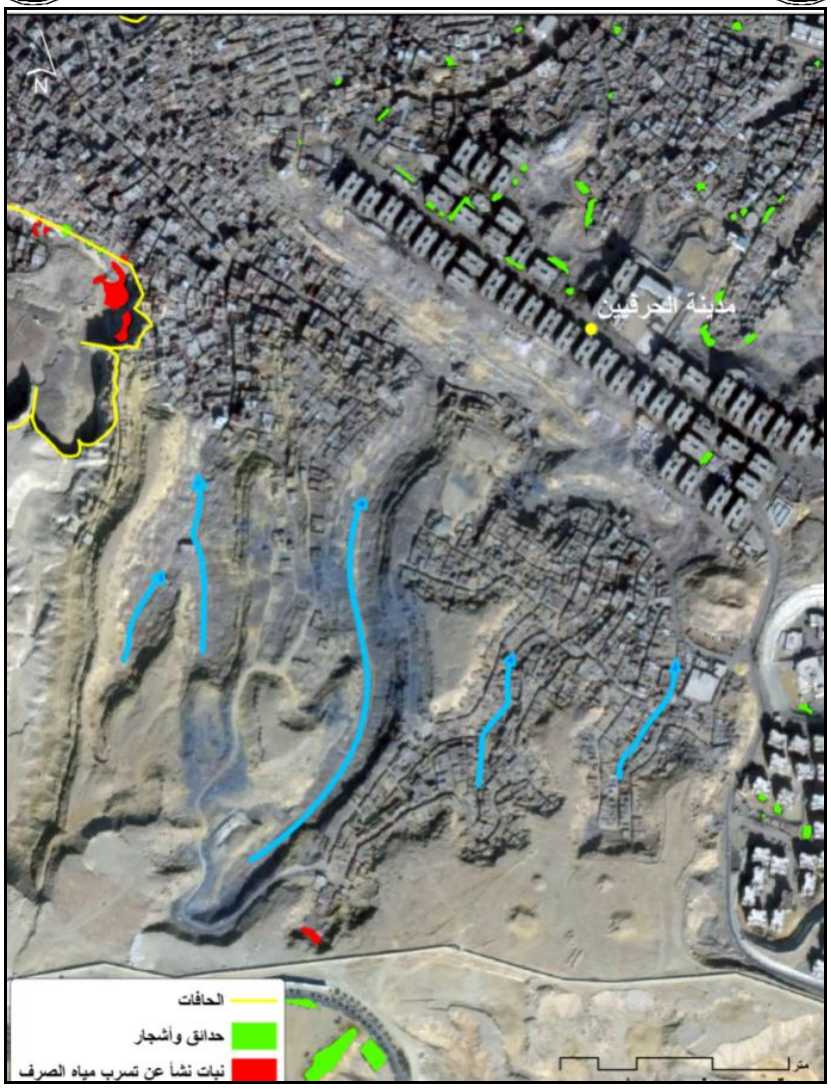
تباين توزيع السكان وكثافتهم بشياخات هضبة المقطم (جدول ١)، (شكل ١٠) حيث أمكن استنتاج الحقائق التالية :

- تباينت شياخات هضبة المقطم في أعداد سكانها، حيث جاءت المحاجر بأكثرها سكانًا (٧٢٠١٦ نسمة)، في حين جاءت نادي السكة الحديد بأقلها عددًا للسكان (٢٢٣١ نسمة).
- شهدت الشياخات العشوائية مثل المحاجر، منشأة ناصر، المعدسة، سوزان مبارك تزايدًا سكانيًا ملموسًا خلال الفترة من ١٩٨٤-٢٠١٤ أدى إلى أرتفاع الكثافة السكانية بها مقارنة ببقية شياخات الهضبة ومرد ذلك إلى صغر مساحتها مقارنة بأعداد سكانها، حيث تصدرت المحاجر شياخات هضبة المقطم فى كثافتها السكانية التى زادت على ١٠٠ ألف نسمة/كم٢ رغم تفوق المحاجر عليها فى أعداد سكانها بسبب زيادة عدد سكانها نسبة إلى مساحتها مقارنة بنظيرتها في كل من المحاجر وسوزان مبارك .
- توزعت الكثافة السكانية العامة بشياخات الهضبة إلى خمس فئات هى: مرتفعة جدًا وتضم أربع شياخات هى المحاجر، منشأة ناصر ، المعدسة، سوزان مبارك، ومرتفعة وتضم شياختين هما: العبد وأطلس ج، ومتوسطة وتضم شياختين هما: الجيزة والخزان، والمنخفضة وتضم شياختين هما: الصعيد وصبحى حسين والمنخفضة جدًا وتضم بقية شياخات الهضبة ونسبتها ٤٦% (شكل ١٠).
- أثر ارتفاع الكثافةالسكانية بالشياخات العشوائية سلبًا على الهضبة فنشأت مناطق شديدة جدًا في خطورتها، وشديدة، حيث يعد كل من عزبة بخيت والدويقة والزبالين ومدينة الحرفيين شديدة جدًا فى خطورتها، أما عزبة العرب والخزان وحافات الهضبة الوسطى والسفلى فهي مناطق شديدة الخطورة.

جدول رقم (١): توزيع اعداد السكان وكثافتهم بشياخات هضبة المقطم عام ٢٠١٤

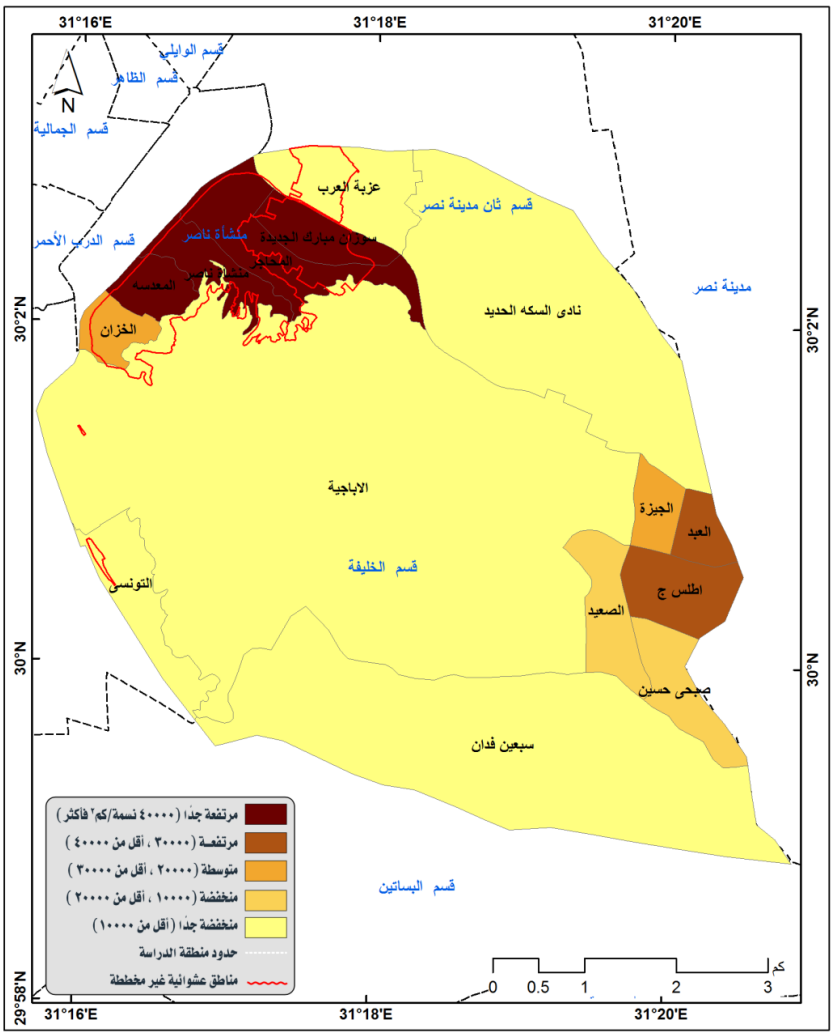
الشياخات	عدد السكان (نسمة)	المساحة (كم^2)	الكثافة السكانية (نسمة /كم^2)
سوزان مبارك الجديدة	٥٤٠٤٨	٠.٦٣٨	٨٤٤٥٠
الجيزة	١٢٥٠٤	٠.٤٣٢	٢٩٠٧٩
الصعيد	١٠٥٢٣	٠.٨٤٥	١٢٥٢٧
الأباجية	٤٩٥٤٧	١٩.٦٣	٢٥٢٤
التونسي	٨٤٢٤	١.٠١٥	٨٢٥٩
السبعين فدان	١٠١٦٢	٩.٠٧١	١٢٥٩
صبحي حسين	١٢٠٣٤	٠.٧٩١	١٥٢٤٤
أطلس ج	٣٤٢٥٠	٠.٩١٢	٣٧٦٣٧
العبد	١٢٠٢٣	٠.٣٩٤	٣٠٨٢٨
نادي السكة الحديد	٢٢٣١	٦.١١٨	٣٦٥
عزبة العرب	٨٦١٩	١.٣١٧	٦٥٣٠
المحاجر	٧٢٠١٦	١.٣١٦	٥٤٥٥٨
منشأة ناصر	٦٩٢٢٧	٠.٦٤٦	١٠٦٥٠٣
الخزان	١١٦٠٨	٠.٤٣٢	٢٦٩٩٢
المعدسة	٤١٨٩٣	٠.٤٧	٨٩١٣٤

المصدر: مرئية فضائية لاندسات عام ٢٠١٤لحساب المساحات والجهاز المركزي للتعبئة والاحصاء.



المصدر: مرئية فضائية، عام ٢٠١٤ لاندسات ٨ بدقة ١٤متر

شكل (٩): إمتداد العمران العشوائي في منطقة الدويقة ومنشأة ناصر حتي داخل الوديان



المصدر : مرئية فضائية، عام ٢٠١٤ لاندسات ٨بدقة ١٤متر

شكل (١٠): الكثافة العامة لسكان شياخات هضبة المقطم

٢- العمران:

أ- نمو العمران واتجاهه وأثرة فى الهضبة:

شهدت هضبة المقطم تطورًا عمرانيًا مضطردًا خلال الفترة من ١٩٨٤-٢٠١٤ وتفاوتت المساحات العمرانية بشياخات هضبة المقطم (جدولا ٢ ، ٣ ، شكلا ١١ ، ١٢) حيث أمكن استنتاج الحقائق التالية :

جدول رقم (٢): تطور مساحة العمران بهضبة المقطم في الفترة (١٩٨٤-٢٠١٤م)

العمران / السنة	المساحة (كم٢)	مقدار الزيادة (١٩٨٤-٢٠١٤)
١٩٨٤	٦.٨١٣	٩.٢٣٤
٢٠٠٠	١٦.٠٤٨	٦.١٥٥
٢٠٠٩	٢٢.٢٠٣	١.٩٢٣
٢٠١٤	٢٤.١٢٦	

المصدر : مرئيات فضائية لأعوام ١٩٨٤ ، ٢٠٠٠ ، ٢٠٠٩ ، ٢٠١٤م

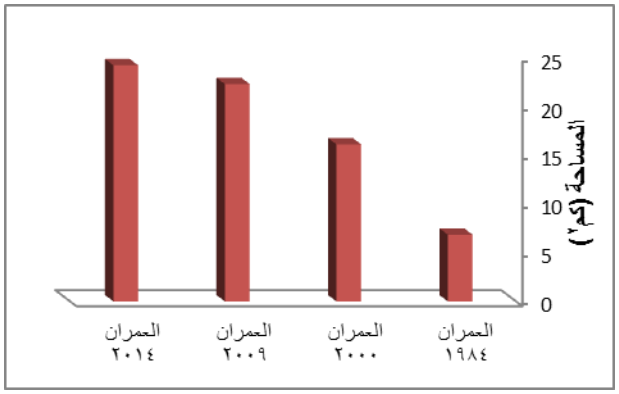
جدول رقم (٣): مساحة العمران ونسبتها بشياخات هضبة المقطم عام ٢٠١٤

الشياخات	مساحة العمران (كم٢)	نسبة المساحة العمرانية (%)	نسبة الفرد من العمران (%)
سوزان مبارك الجديدة	٠.٥٢٣	٨١.٩٧	٠.٠١
الجيزة	٠.٢٠٩	٤٨.٣٨	٠.٠٦
الصعيد	٠.٣٥١	٤١.٥٤	٠.٠٣
الأباجية	٧.٩٧٨	٤٠.٦٥	٠.٠١
التونسي	٠.٨٤	٨٢.٧٦	٠.٠١
السبعين فدان	٣.٨٤٩	٤٢.٤٣	٠
صبحي حسين	٠.٦٥٥	٨٢.٨١	٠.٠٢
أطلس ج	٠.٤٧٥	٥٢.٠٨	٠.٠٧
العبد	٠.١٧٣	٤٣.٩١	٠.٠٧

نادي السكة الحديد	٠.٨٨٨	١٤.٥١	٠
عزبة العرب	١.٠٦٤	٨٠.٧٩	٠.١
المحاجر	١.١٠٨	٨٤.١٩	٠.٧
منشأة ناصر	٠.٤٥٦	٧٠.٥٩	٠.١٥
الخزان	٠.٣٣٣	٧٧.٠٨	٠.٠٣
المعدسة	٠.٣٨٧	٨٢.٣٤	٠.١١

المصدر : مرئيات فضائية لاندسات عام ٢٠١٤ لحساب المساحات

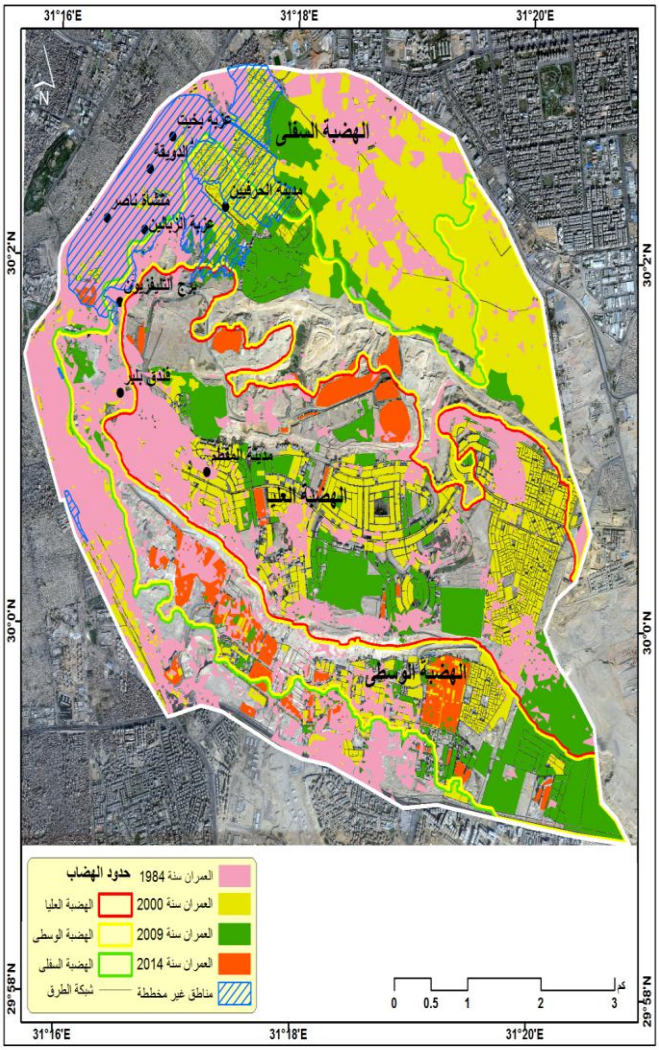
- اتساع مساحة العمران عام ٢٠٠٠ مقارنة بعام ١٩٨٤ بنسبة مقدارها ١٣٥% .



شكل (١١): تطورمساحة العمران بهضبة المقطم خلال الفترة من ١٩٨٤-٢٠١٤

- بالرغم من أن نسبة المساحة العمرانية ٥٥ % من إجمالي مساحة المنطقة،فإنها تتباين على مستوى الشياخات،حيث زادت عن ٨٠ % في كل من المحاجر ، صبحي حسين، المعدسة والتونسي، سوزان مبارك الجديدة، عزبة العرب وبالترتيب، مما أدى إلى ارتفاع الكثافة السكانية لبعضها إلى أكثر من ٤٠ ألف نسمة / كم ٢ مثل المعدسة (٨٩١٣٤ نسمة /كم٢) سوزان مبارك الجديدة (٨٤٤٥٠ نسمة / كم٢)، والمحاجر (٥٤٥٥٨ نسمة /كم٢)، في حين تراوحت هده النسبة بين ٤٠ -٨٠% في بقية الشياخات الأخرى باستثناء نادى السكة الحديد (١٤.٥%) مما سبب ضغطًا هائلاً سلبيًا على الحواف (شكل ١٠).

● تعد الفترة من (١٩٨٤ – ٢٠٠٠) هي أعلي الفترات للزحف العمراني وامتداده الشديد على هضبة المقطم، كما تعد بداية نشأة المناطق العشوائية في الشرق والشمال الشرقي والشمال، يؤكد ذلك ارتفاع الكثافة السكانية للشياخات الواقعة بهذه الاتجاهات مقارنة ببقية الشياخات الأخرى .



المصدر : أربع مرئيات لأعوام ١٩٨٤ لاندسات TM، و٢٠٠٠ ايكونس١م، و٢٠٠٩سبوت بدقة ١٠م ، ٢٠١٤لاندسات ٨ بدقة٣٠م

شكل (١٢): تطور نمو العمران بهضبة المقطم فى الفترة من ١٩٨٤–٢٠١٤

- نشأة المناطق العشوائية في اتجاه الشمال والشمال الشرقي والغربي بسبب زحف العمران بعد عام ١٩٨٤فى اتجاه هذه المناطق، مما ساهم في ارتفاع الكثافة السكانية بتلك المناطق مقارنة ببقية شياخات الهضبة، وتصدرت منشأة ناصر أعلى الكثافات السكانية حيث زادت عن ١٠٠ ألف نسمة / كم٢.
- كان للشياخات ذات المساحات العمرانية الكبيرة أثر واضح في ارتفاع كثافة السكان بها.

ب- طبيعة المبانى وأثرها على الهضبة:

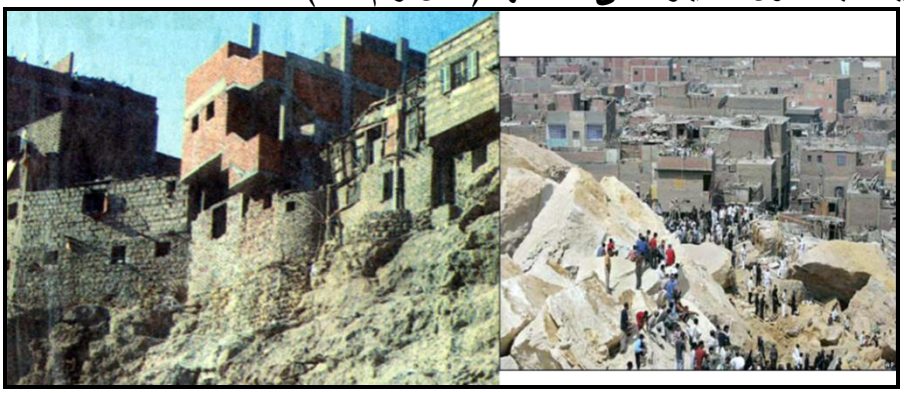
تمتد عشوائيات منشأة ناصر والدويقة موازية لطريق الأوتوستراد بطول ٣.٢٥كم بمتوسط عرض ١.٢كم، وتقام منازلها حتى الآن على مساحة أربعة أفدنة فوق طبقات الحجر الجيري لهضبة المقطم الذي يكون جروف عالية تفصل المصاطب الصخرية، وتتكون من عدة عزب وغالبية منازلها من دور واحد أو اثنين مبنية من الطوب الأحمر وشوارعها ضيقة جدًا يصعب دخول السيارات بها وانعطافها (صورة ١).

صورة (١): مباني عزب منطقة الدويقة بهضبة المقطم عام ٢٠١٤م

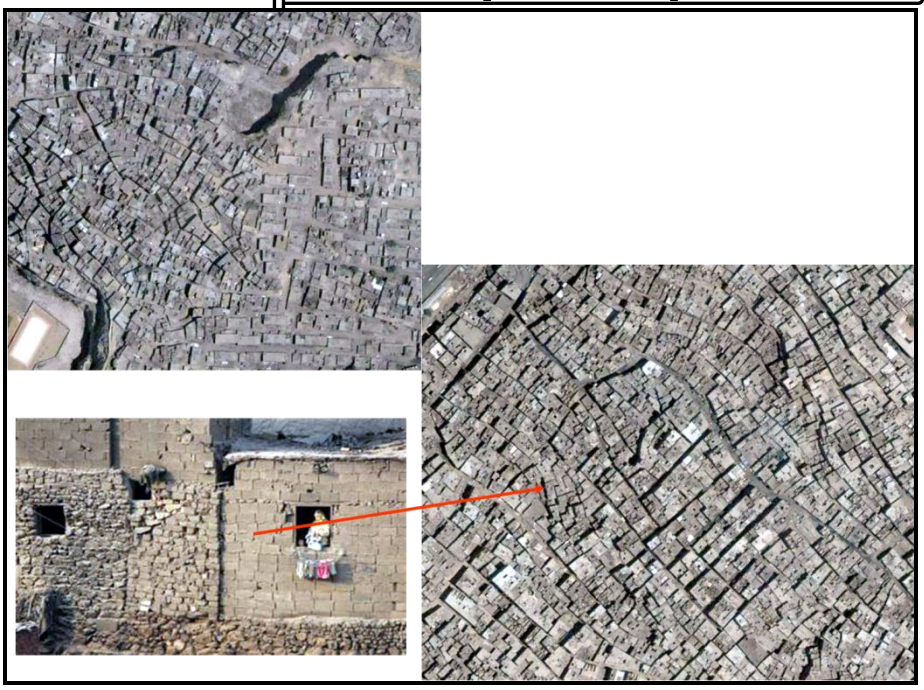
ونظرًا لما تمثله كل من منشأة ناصر والدويقة من أهمية كبرى في التأثير سلبًا على الهضبة وسوف يتم تناولها كمثال سلبي لأثر المبانى والمنشآت على هضبة المقطم، وفيما يلى دراسة لطبيعة المبانى والمنشآت:

- نوعية المنشأت:

تؤثر نوعية المنشآت بهضبة المقطم سلبًا عليها، حيث تتنوع المنشآت في شياخة منشأة ناصر، والحرفيين، والدويقة فيما بين مباني سكنية، ومدارس، أو ورش لصناعات صغيرة، وتتكون أغلب مبانيها من طابق أرضي وطابقين آخرين من الطوب الأحمر بعضها يقع على حواف هضبة المقطم وبعضها الآخر على أسفل الهضاب الثلاثة (صورة ٢) وشوارعها ضيقة جدًا يصعب دخول السيارات فى معظمها (شكل رقم ١٣).



صورة (٢): كثافة المبانى بأعلى الجروف الصخرية فى منشأة ناصر بهضبة المقطم وسيادة الطابقين



شكل (١٣): كثافة المنازل وضيق الطرقات في عشوائية الدويقة

- أسلوب الإنشاء :

تم إنشاء أغلب المباني بالأسلوب الهيكلي من أسقف وأعمدة من الخرسانات المسلحة، وبعض المباني تم إنشأها بنظام الحوائط الحاملة من الطوب الأحمر مثل منشأة ناصر، وقد تم تنفيذ الأساسات في المباني الجاري إنشائها بالأسلوب الهيكلي من الخرسانة المسلحة التى تبدو فى شكل قواعد منفصلة من الخرسانة، وتقام المباني على مصاطب صخرية سليمة الشكل، تفصلها جروف شديدة الانحدار وأسقفها خشبية فى معظم الأحيان، أما أساسات المباني فكانت بنظام الحوائط الحاملة وهو عبارة عن قواعد شريطية من الخرسانة المسلحة أسفل الحوائط الحاملة .

- النظام الإنشائى والعيوب الإنشائية :

قام أهالى منطقة المقطم ببناء مساكنهم بأنفسهم عدا إسكان الحرفيين والمباني الخدمية فبمعرفة المحليات، وقد ظهرت هذه المباني على شكل هيكل

خرساني من أعمدة وكمرات وبلاطات وحوائط من الطوب الأحمر مع بعض البلوكات الاسمنتية، والطوب الرملي فى بعض المباني، كما توجد بعض المباني ذات الحوائط الحاملة بإرتفاع بين ٢-٦ طوابق، وقد تم بناء هذه المباني بدون أي استشارات هندسية سواء فى التصميم أو التنفيذ وهذه إحدى سمات البناء في المناطق العشوائية، وبالرغم من ذلك لم يتم رصد أى عيوب إنشائية في المبانى مثل ظهور الشروخ أو فرق هبوط المبانى ربما لقلة عدد طوابقها، ولكن تم رصد عيوب ناتجة عن المصنعيات مثل التعشيش بالخرسانة و ملاحظات إنشائية تؤثر تأثيرًا مباشرًا على سلامة المنشآت مثل:

نظام الصرف الصحى:

ثبت ميدانيًا عدم وجود شبكة صرف صحى في معظم المناطق باستثناء إسكان الحرفيين الذى تم تزويده بشبكة مواسير للصرف الصحى، حيث تعتمد المباني المطلة على الحواف العليا للهضبة على صرف مخلفاتها مباشرة على جرف الهضبة، أما غالبية المنازل فتتخلص من الصرف الصحى الخاص بها عن طريق عمل ترنشات داخل الصخور، لذلك فإن أحجامها صغيرة لصعوبة عمل هذه الترنشات فى الصخور ، كما أنها تعتمد على تصريف مياه الصرف الصحى بها غالبًا عن طريق تسرب المياه من الترنشات إلى داخل الشقوق والفواصل بين الصخور، مما يؤدى إلى تأثير ضار على ترابط هذه الصخور ، فعلى سبيل المثال نجد حوالي أربعة أخماس مباني منشأة ناصر تصرف مياهها عن طريق ترنشات الصرف الصحى الذي يتم تفريغها بصورة غير دورية، لعدم وجود نظام صرف.

البناء على حواف الهضبة:

لوحظ من الدراسة الميدانية إمتداد البناء حتى حافة الهضبة مباشرة سواء فى أعلى الهضبة أو أسفلها، دون ترك مسافة مناسبة مقدارها ١٠٠م، تمثل حرمًا للهضبة تحسبًا لأى إنهيارات قد تحدث لحافة الهضبة.

التأسيس على مناسيب مختلفة:

وهى ظاهرة واضحة فى معظم المباني حيث أنه قد تم تهذيب مناسيب التأسيس في أقل قدر ممكن مما أدى إلى اختلاف فى مناسيب التأسيس للمبانى المجاورة،بل إنه قد اختلفت مناسيب الأساسات للمبنى الواحد، وقد تم استخدام الهضبه كأجزاء حاملة ضمن الهيكل الانشائي لبعض المباني بحيث حلت الهضبة محل الأعمدة، حيث ارتكزت عليها مباشرة الكمرات الممتدة من المبنى وبمعاينة الهضبة فى أماكن إرتكاز الكمرات عليها اتضح عدم سلامة الهضبة في هذه المناطق لوجود شروخ ظاهرة للهضبة، الأمرالذى يجعلها عرضة للانهيار ومن ثم تعريض سلامة المنشأ واتزانه للخطر.

البناء أسفل أجزاء من الهضبة:

تمتد الإنشاءات للمبانى عند حضيض الحواف ذات انحدار عكسى ممتد أعلى مبانيها (أى اتجاه أسفل المباني)، الأمر الذى يجعلها معرضة لأخطار انهيار بعض أجزاء الهضبة فوقها لفقد هذه الأجزاء لإتزانها، كما قد تم البناء فى عزبة الزبالين والحرفيين والدويقة فى الأجزاء السفلية المجاورة لجرف الهضبة والتى تتصف بشروخها مما ينذر بإنهيارها فى أى لحظه على المبانى أسفلها.

تأثير عوادم الورش ومحارق الزبالة على خرسانة المبانى:

تتركز الورش وسط مبانى الهضبة، كما أن نواتج حرق الزبالة تؤثر على خرسانة المبانى وعدم إتزانها واستقرارها نتيجة عملية الكربنة، والتى تؤثر فى حديد التسليح بسبب تفاعل ثاني أكسيد الكربون مع الجير الحي والذى يتحول إلى كربونات كالسيوم .

تصدعات المباني:

أكدت الدرسات الميدانية إلى أن حدوث التصدعات والعيوب بالمباني لايعتبرظاهرة أصيلة فى البناء وإنما هو نتيجة لتفاعل الظروف المحيطة مع

الوضع الجيولوجى العام واتزان الهضبة، ومصادر المياه التى تؤثر في الترسبات هى :

- تسرب المياه من خلال توصيلات مياة الشرب ومياه رى الحدائق وتسرب مياه المطر والتى لم يكن ليظهر تأثيرها قبل الإنشاء.
- أسلوب الصرف الصحى المتبع حاليًا والذى يتمثل في: التخلص من نواتج الصرف الصحى على جرف الطبقة العليا.
- الأسلوب المتبع فى تجميع نواتج الصرف الصحى وبخرها بمحطة الصرف الصحى القائمة حاليًا بمسطح الهضبة، مما يؤدى إلى تسرب جزء من هذه المياه إلى الطبقات الطفلية التى تلى الغطاء الصخرى المكون من ترسبات الحجر الجيرى.

والأمر يختلف بين المباني داخل الهضبة وعلى أطرافها على النحو الآتى:

المباني داخل الهضبة:

كشفت الدراسة الميدانية أن العيوب والتصدعات داخل الهضبة أقل من نظيرها في أطرافها ويظهر ذلك فى انتفاش الطفلة التي تقع أسفل الغطاء الصخري، كما يمكن أن تحدث عمليات الإذابة والإزاله والتي تساعد على حدوثها توفر الظروف السامحة بحركه المياة والمتمثلة فى الفواصل والفوالق المختلفة، ومن العوامل المساعدة على زيادة أو عدم مقاومة الانتفاش الاخطاء التنفيذية، حيث وضعت مواسير المياة محاطة بالطفله بمدينة التجاريين بالمقطم على سبيل المثال، مما يعرض الوصلات إلى تسرب المياه منها، وكذلك عدم الاهتمام الكافى بمرحلة ما قبل التأسيس.

المباني بأطراف الهضبة:

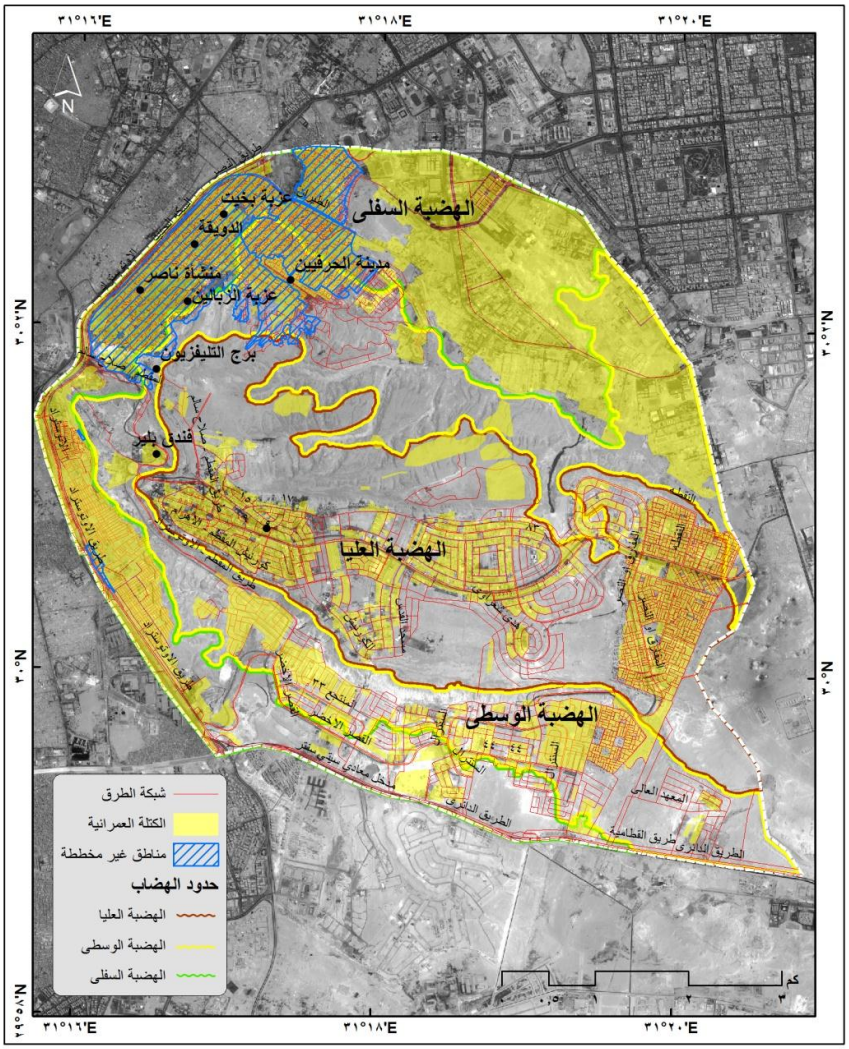
تتشابه بها نفس الأسباب والظروف نفسيهما للمباني داخل الهضبة مع إضافة سببين آخرين قد يكونا أكثر ديناميكية فى إحداث تغير حجم التربة وهما: تعرض الطبقات عند الحافة لتجمع المياه المتسربة من الصرف

وتدفقها من خلال الطبقات خارج الهضبة متسببة فى الإنزلاق للطبقة الصخرية العليا نتيجة لعمليات الإذابة وإنتفاش الطبقات الطينية التى تتلو الغطاء الصخرى، وهذه الآثار تؤدى إلى حدوث تصدعات فى المباني الواقعة بالقرب من الجرف نظرًا لإزالة الدعم للصخور التى يتم عليها التأسيس وأفضل مثال على ذلك التصدعات التى حدثت فى الفندق العالمى وكازينو فرجينيا.

٣- الطـــرق :

من المنطقي أن التطور العمراني السابق بالمنطقة كان لابد أن يصحبه مد الطرق والتي خضعت هي الأخرى لاتساق المظاهر المورفولوجية، حيث ترتبط مدينة المقطم بمدينة القاهرة الكبرى بعدة طرق رئيسة، كما يمتد على سطحها شبكة من الشوارع (شكل ١٤) وأهم هذه الطرق هى :

- الطريق الشمالي الصاعد لمدينة المقطم السكنية من طريق صلاح سالم في اتجاه الجنوب الشرقي فوق الهضبة الوسطى والعليا حتى مدينة المقطم صاعدًا المصاطب الصخرية المتتابعة بجبل المقطم ويعد هذا الطريق فرديًا، حيث سقطت صخور من الجروف التي تعلوه على أجزاء منه مسببة خطورة بالغة.



المصدر : مرئية فضائية، عام ٢٠١٤ لاندسات ٨بدقة ١٤متر

شكل (١٤): شبكة الطرق والكتلة العمرانية والمناطق غير المخططة(العشوائية) بهضبة المقطم

- الطريق الجنوبي الصاعد لمدينة الإيواء من الزلزال ويتفرع من طريق المعادي/ القطامية و هو مزدوج لمسافات طويلة ويمر هذا الطريق بأكبر مسافة له فوق الهضبة الوسطي وأسفل الجرف الجنوبي والجنوبي الغربي

للهضبة العليا، مما يجعله تحت تأثير سقوط الأحجار من منحدرات الهضبة العليا، ويصعد جزء من هذا الطريق إلى الهضبة العليا.

- طريق الكورنيش يمتد هذا الطريق من نهاية الطريق الشمالي الغربي الصاعد إلي مدينة المقطم علي سطح الهضبة العليا الجنوبية موازيا وقريب من الجرف الجنوبي الغربي بطول مدينة المقطم السكانية حيث تتفرع منه طرق فرعية ممتد شمالا داخل المدينة وهو طريق فردي ونظرا لحدوث انهيارات صخرية متتابعة للجرف الجنوبي الغربي للهضبة العليا فقد تقلصت المسافة بين الطريق وحدود الهضبة الى أمتار محددة واقل من المترفى بعض الاحيان حيث اغلق الطريق نتيجة انهيارات لبعض اجزائه وأصبح هذا الطريق خطرا .

- الطريق الممتد من الطريق الشمالي الغربي الصاعد وهو فردي فوق الهضبة العليا الجنوبية موازيا وبالقرب من الجرف الفاصل بين الهضبة الشمالية والجنوبية وتوجد بعض المناطق العمرانية تفصله عن هذا الجرف في بعض الأماكن .

- الطريق الممتد وسط المدينة السكنية وهو مزدوج يصل بين الطريق الصاعد للهضبة من جهة الشمال الغربي والاخر الصاعد من جهة الجنوب الشرقي ويمتد بطول الهضبة قاطعا المدينة السكنية حتي ميدان النافورة.

وقد تم حساب أطوال الطرق وكثافتها كمؤشر للضغط السكاني على الحافة (جدول ٤)، حيث يمكن استخلاص النتائج الاتية:

جدول (٤): أطوال الطرق وكثافتها ونصيب الفرد منها بشياخات هضبة المقطم عام ٢٠١٤

اسم الشياخة	المساحة (كم٢)	أطوال الطرق (كم)	كثافة الطرق (كم/كم٢)	نصيب الفرد من الطرق (م)
سوزان مبارك الجديدة	٠.٦٣٨	٢٨.٠٩	٤٤.٠٦	١.٩٢
الجيزة	٠.٤٣٢	١١.٠٨	٢٥.٦٧	١.١٣

الصعيد	٠.٨٤٥	١٤.٠٩	١٦.٦٨	٠.٧٥
الاباجية	١٩.٦٣	١٩٩.٥٩	١٠.١٧	٠.٢٥
التونسى	١.٠١٥	٣٢.٠٣	٣١.٥٧	٠.٢٦
سبعين فدان	٩.٠٧١	١٢٥.٩٨	١٥.٦١	٠.٠٨
صبحى حسين	٠.٧٩١	١١.٠٨	١٤.٠١	١.٠٩
اطلس ج	٠.٩١٢	٢٨.٨٩	٣١.٦٩	١.١٩
العبد	٠.٣٩٤	١١.٥٨	٢٩.٤٤	١.٠٤
نادى السكة الحديد	٦.١١٨	١٥.٦٧	٢.٥٦	٠.١٤
عزبة العرب	١.٣١٧	٢١.٣٦	١٦.٢١	٠.٤٠
المحاجر	١.٣١٦	٥٥.٢٢	٤١.٩٦	١.٣٠
منشأة ناصر	٠.٦٤٦	٢٢.٠٥	٣٤.١٣	٣.١٤
الخزان	٠.٤٣٢	١٢.١٣	٢٨.١١	٠.٩٦
المعدسة	٠.٤٧	١٧.٠١	٣٦.٢٠	٢.٤٦

المصدر : مرئية فضائية لاندسات عام ٢٠١٤ لحساب أطوال الطرق

- **ارتباط الكثافة السكانية المرتفعة بارتفاع كثافة الطرق بشياخات هضبةالمقطم، حيث سجلت شياختي سوزان مبارك والمحاجر أعلى قيمة لها، إذ بلغت ٤٤.٠٦ كم/كم٢، ٤١.٩٦كم/كم٢ لكل منهما على الترتيب، الأمر الذى أثر سلبًا في جعل هذه الشياخات أكثر مناطق الهضبة خطورة.**

- **تعرض الجزء السفلي من الطريق الشمالي الصاعد إلى هضبة المقطم إلى أخطار واضحة حيث يمتد على شكل شريط ضيق من الصخور الصلبة يفصل بين منخفضين، ومنحدرات هذا الشريط ذات زوايا مرتفعة تتراوح بين ٨٠ ، ٩٠ دون انحدارات لطيفة، مما ينعكس علي تكون جروف شديدة غير مستقرة، خاصة أن الصخور التي يمر عليها الطريق تكثر بها الشقوق، لذا يجب منع الاهتزازات الشديدة الناتجة عن مرور السيارات وملاحظة أي تغيرات تحدث على هذا الطريق أو الجروف المكونة له.**

- الارتباط الطردي بين اتساع المساحة للشياخات وأطوال طرقها، حيث تصدرت الإباجية والسبعين فدان أكبر الشياخات مساحة، مما أثر على ارتفاع قيمة أطوال طرقها بقيمتين هما ٢٠٠كم ، ١٢٦ كم على الترتيب .

رابعًا: الأنشطة البشرية وعوامل خطورتها

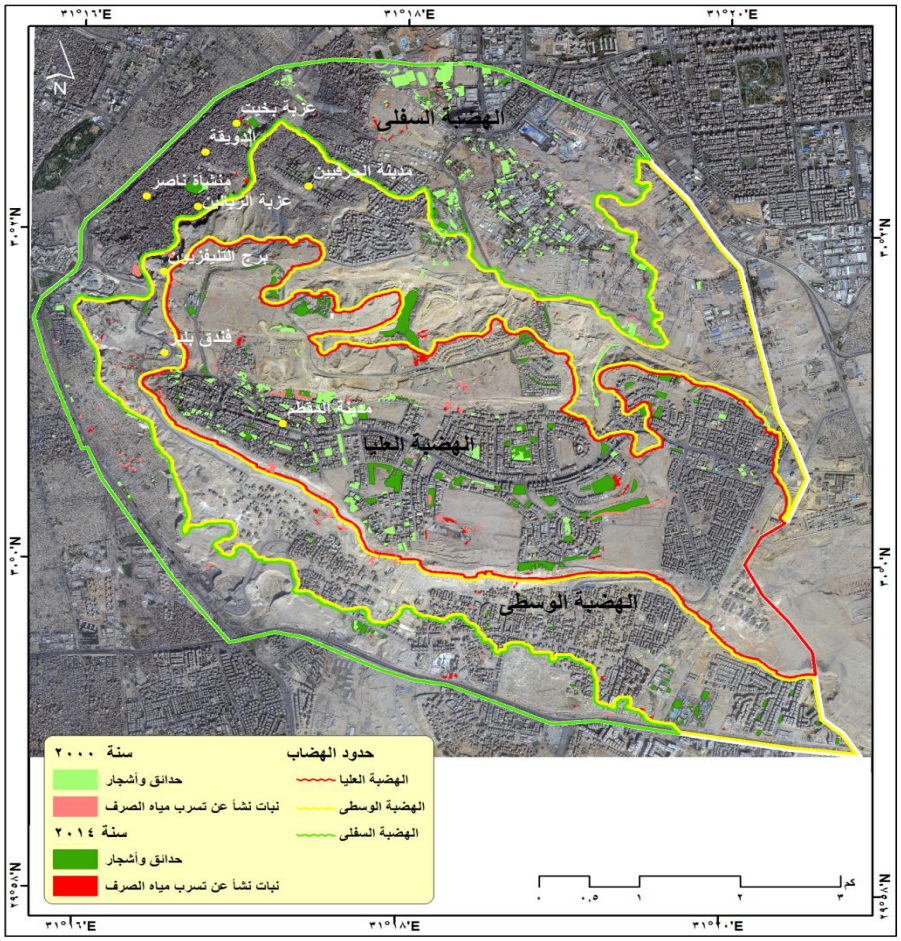
ينتج عن الأنشطة البشرية مشكلات بيئية نتيجة السلوك البشري الخاطئ في منطقة هضبة المقطم وقد امكن رصد بعضها فيما يلى :

١- ري الحدائق والأشجار والمتنزهات والملاعب بطريقة تقليدية:

حيث تغطي بعض المساحات من الهضبة العليا والشمالية زراعات تمثل حدائق الفيلات المنتشرة على الهضبة، كما تكثر الأشجار على جانبي الطرق وتوجد بعض المساحات الخضراء على الحافة الجنوبية للهضبة وبمقارنة الصور الفضائية يتبين اتساع المساحة المزروعة بمرور السنين على هضبة المقطم خلال الفترة من ١٩٨٤-٢٠١٤ بنسبة ١٠٧.٥% بسبب النمو السكاني التي شهدته الفترة من ١٩٨٤– ٢٠١٤، مما زاد الأنشطة البشرية في عام ٢٠١٤ بنسبة ٥٠% عن عام ١٩٨٤ الأمر الذى أدى إلى تسرب كميات كبيرة من المياه خلال الفواصل والشقوق المنتشرة في الطبقات العليا إلي طبقات الصخور الفتاتية (شكل ١٥). وتركزت المساحات الخضراء عام ٢٠٠٠ في الهضبة السفلى أكثر منها في الهضبة العليا في حين تطورت هذه المساحات الخضراء في عام ٢٠١٤ وتركزت في الهضبة العليا في مدينة المقطم ومناطق الحافات لكل من عزبة بخيت، والدويقة، ومنشأة ناصر، وعزبة الزبالين بالهضبة السفلى، وسبب ذلك ارتفاع الكثافة السكانية لهذه المناطق حيث تزيد عن ١٠ آلاف نسمة/كم٢ فى الإباجية بمدينة المقطم، وعن ٤٠ ألف نسمة/كم٢ فى كل من سوزان مبارك الجديدة، ومنشأة ناصر والمحاجر، والدويقة، والمعدسة، وعزبة بخيت، مما يؤدى إلى نشاط بشري زائد في هذه المناطق مقارنة ببقية مناطق هضبة المقطم والتى يندر فيها المساحات خضراء .

٢- تصريف مياه حمامات السباحة:

يتم تصريف مياه حمامات السباحة خارج مواسير الصرف الصحى بكميات كبيرة، حيث انها تكون من الكثرة والقوة نتيجة تجمعها في مكان معين، مما يؤدى الى تسربها بكميات كبيرة مسببة ضغطا على الحافة، إضافة إلى عملها على زيادة معدل الانزلاق .



المصدر : مرئيتان فضائيتان لعام ٢٠٠٠ إيكونس Ikonos ، وعام ٢٠١٤ لاندسات ٨ بدقة ١٤م شكل (١٥): مواضع نمو النباتات والحشائش بهضبة المقطم في الفترة ٢٠٠٠-٢٠١٤

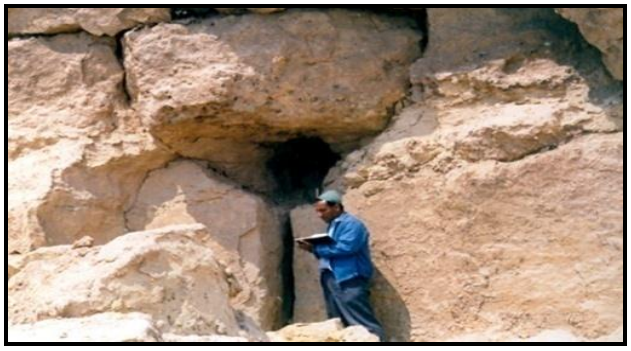
٣- زراعة الأشجار بطريقة عشوائية:

تمت زراعة الأشجار دون حسابات للفواصل بالطبقة العليا، حيث تمتد جذور الأشجار إلى أسفل وتؤدي إلى تفتت الطبقة التي تنمو عليها و إتساع الفواصل، مما يؤدي إلى سهولة انفصال الكتل الصخرية.

٤- الصرف الصحي:

تعتمد المباني المطلة على الحواف العليا للهضبة على صرف مخلفاتها مباشرة على حافة الهضبة، مما يسبب خطرًا كبيرًا، حيث تحتوي على أحماض عضوية تتفاعل مع طبقات الحجر الجيري وتعمل على إذابتها (صورة ٣، ٤)، وقد تكون كهوف أسفل المساكن، مما يضعف تماسك الطبقات والذي يؤدي إلى تصدع أساسات المباني وانهيارها، إضافة إلى أن ترنشات الصرف الصحي محفورة داخل الصخور بأحجام صغيرة تساعد على تسرب المياه من الترنشات إلى داخل الشقوق والفواصل بين الصخور، الأمر الذي يعكس تأثيرًا ضارًا على ترابط الصخور (صورة ٥)، كما ينتج عن هذا التسرب نمو بعض الحشائش التي تغطي أجزاء من الجروف بالهضبة خاصة الجرف الجنوبي الغربي للهضبة العليا أسفل طبقة عيون موسى، وكذلك المناطق العشوائية بجرف الهضبة السفلى، حيث ارتبط ظهور الحشائش التي نمت نتيجة الصرف الصحي مع هذه المناطق بسبب أنها تعد مناطق تركز سكاني مثل مدينة المقطم وفندق بلير وبرج العرب بالهضبة العليا، وعزبة بخيت، والدويقة، والحرفيين، وعزبة الزبالين، ومنشأة ناصر، والمعدسة، بالمناطق العشوائية بحافات الهضبة السفلى، حيث أدى تطور السكان عامي ٢٠٠٠ ، ٢٠١٤ إلى اتساع المساحات الخضراء نتيجة تسرب مياه الصرف الزائدة الناتجة عن زيادة السكان.

صورة (٣): تسرب مياه الصرف التي تحتوي على أحماض عضوية من الترنشات بحافة الهضبة العليا بشياخة المحاجر



صورة (٤): فتحة إذابة في صخور الحجر الجيري لواجهة جرف الهضبة العليا بشياخة المعدسة نتيجة تسرب مياه الصرف من المساكن أعلاه

صورة (٥): تسرب المياه من الترنشات إلى داخل الشقوق والفواصل بشياخة منشأة ناصر بهضبة المقطم

وتعد الفترة من ١٩٨٤-٢٠٠٠ أكثرها نموًا للسكان بنسبة ١٣٥.٥٤% مما أدى إلى زيادة مساحة الحشائش نتيجة تسرب مياه الصرف بنسبة ٩.٤% مقارنة بمساحتها عام ٢٠١٤ حيث بلغ ٠.٩٢ كم٢ (شكل ١٥)، كما تنمو الحشائش بالوديان الرئيسة مثل وادي بئر موسى والوادي الممتد من وادي البلدية فوق الهضبة الشمالية العليا، وتبين من صور القمر الصناعي خلو هذه الوديان من هذه الحشائش قبل عام ١٩٨٤، ثم نموها في الأعوام التالية، حتى ظهرت بوضعها الحالي، مما يدل على أن الحشائش قد نمت نتيجة الصرف الصحي بعد تعمير المنطقة.

٥- النشاط التحجيري:

ينتشر بجبل المقطم مجموعة من المحاجر توقف بعضها عن العمل ومازال الآخر يستخدم حتى الآن، بعضها يقع على الهضبة العليا، و الآخر على الهضبة الوسطى (شكل ١٦)، وقد أثرت هذه المحاجر في تغير شكل الأرض وزاويا الانحدار وأكبرها التي تستخدم كسارات تقع على طريق المعادي / القطامية وإحداها خاص بشركة الحديد والصلب، كما توجد على هذه الهضبة الوسطى بعض المحاجر التي تستخدم صخورها في تعمير المنطقة ويتمثل الخطر الناتج عن النشاط التحجيري في الهزات الأرضية الناتجة عن حدوث تفجيرات بالمحاجر تبعد عن جبل المقطم مسافات تتراوح بين ١١.٦ ، ١٦.٥ كم٢، وتقع في محاجر طرة الأسمنت – حلوان، والأسمنت – اجران النول بالقرب من معبد أبو الهول، والقومية للأسمنت – القطامية للأسمنت، مما جعل هذه الهزات تشكل خطورة على المنشآت بهضبة المقطم وعلى الهضبة العليا بصفة خاصة .

٦- حركة مركبات النقل الثقيل:

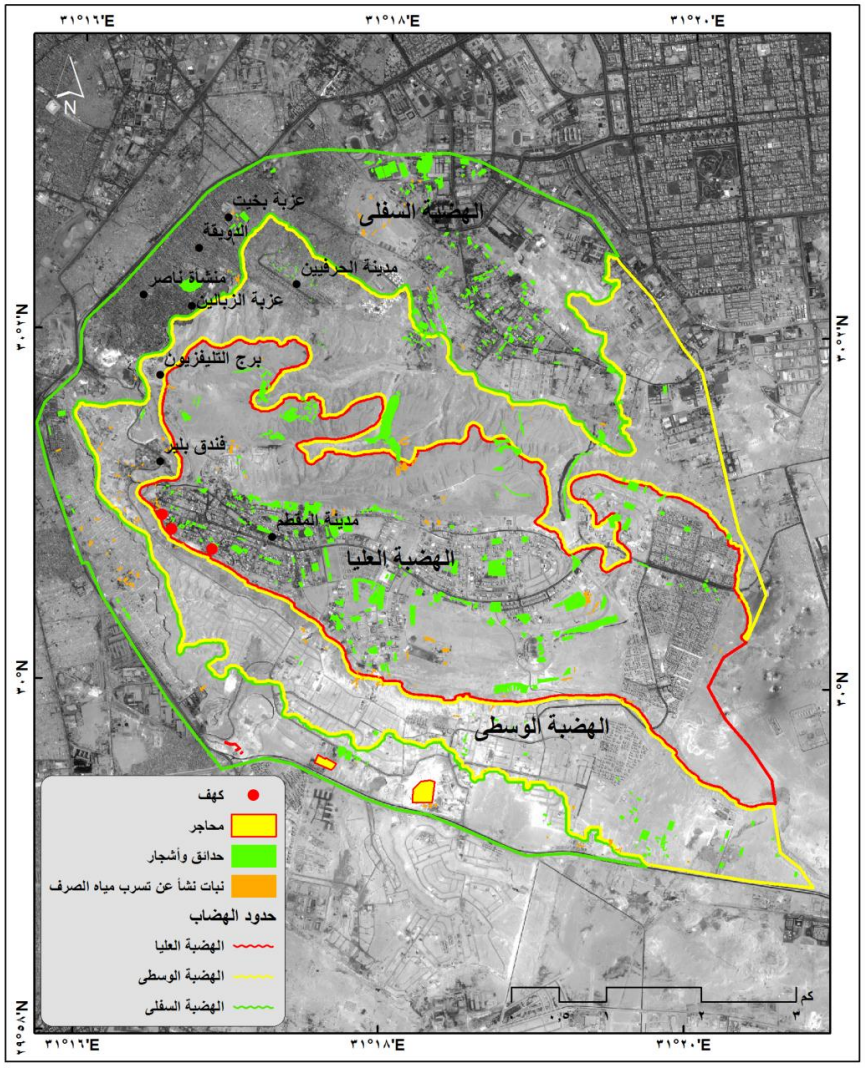
إن حركة مركبات النقل الثقيل بالقرب من مناطق إنزلاقات الصخور وسقوطها ليساعد علي سرعة انفصال الكتل الصخرية الأقل اتزاناً وسقوطها .

٧- الأدخنة المتصاعدة:

تعمل الأدخنة المتصاعدة من مصانع حلوان، وطرة للأسمنت، والمصانع الأخرى على تكون سحابة من الأتربة والأدخنة فوق جبل المقطم، كما أنها تسبب حموضة مياه الأمطار وعند سقوطها على الجبل تعجل من عمليات التفاعل الكيميائي، يؤكد ذلك صور الأقمار الصناعية، حيث اتجهت سحابة دخان المصانع إلى هضبة المقطم، مما أدى إلى تقليل نسبة الإنعكاسات من سطح الهضبة .

٨- حرق القمامة :

تؤدي عملية حرق القمامة إلى نواتج أساسية هى ثانى أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت، وكبريتيد الهيدروجين تتحول في وجود بخار الماء والرطوبة بالمنطقة إلى أبخرة أحماض الكربونيك والكبريتيك والتي تتفاعل سريعًا مع الصخور الجيرية في وجود الحرارة الناتجة عن الحرق مكونة أملاح بيكربونات الكالسيوم، وكبريتات الكالسيوم، وكبريتيد الكالسيوم القابلة للذوبان في الماء، وتؤثر هذه الأبخرة الحمضية على تدهور خواص الخرسانة المقامة على هذه الأنواع من التربة وتآكل حديد التسليح وبإضافة نواتج إحتراق المواد العضوية المتمثلة في الأمونيا ومركباتها، وكذلك مركبات الكلور والهيدروجين يتزايد الأثر السلبي على العناصر الإنشائية ويزيد معدلات تآكلها، ولا يمكن تجاهل تصاعد بعض الغازات السامة الناتجة عن حرق أنواع من القمامة مثل الكاوتشوك والبلاستيك ولهذه الغازات السابقة أثر واضح من خلال تقدمها خلال الشروخ إلى الداخل وتزايد أثرها، ومما يزيد الأمر سوءً إقامة العديد من المباني بمنطقة الدويقة ومنشأة ناصر على أو بالقرب من حواف المرتفعات بمناطق الحرق، حيث يظهر على أسطح هذه المباني العديد من التصدعات .



المصدر : مرئية فضائية عام ٢٠١٤ لاندسات ٨ بدقة ١٤ م.

شكل (١٦): مواضع الكهوف بالهضبة العليا والمحاجر بالهضبة السفلى والنباتات بهضبة المقطم عام ٢٠١٤

خامسًا: الأخطار الجيومورفولوجية الناجمة عن الأنشطة البشرية

١- أثر فعل استخدامات المياه على المنحدرات:

للماء بمصادرة المختلفة أثر واضح وكبيرعلى منحدرات الهضبة ويتضح ذلك من خلال دراسة كل من :

أ- ديناميكية عمل المياه وتقييم أثرها على اتزان سطح الهضبة:

تتكون الهضبة من ثلاثة مجموعات من الترسيبات هي الحجر الجيري (ويتكون من كربونات الكالسيوم والماغنسيوم)، والمارل وهو خليط من الحجر الجيرى، ومعادن الطفلة، والطفلة وينقسم تأثير المياه على هذه الترسيبات إلى شقين أولهما: الكيميائي متمثلاً في تفاعل المياه الحامضية مع المركبات القاعدية مثل المعادن الكربونية (صورة ٦)، والنتيجة هي إذابة هذه المركبات وازالتها، مما يؤدى إلى ضعف مقاومتها للضغط، أما الآخر: فيتمثل في التأثير على الخواص الطبيعية والميكانيكية متمثلاً في ظاهرة التفكك التي تحدث لبعض ترسيبات المنحدرات عند غمرها بالمياه بسرعات متباينة، مما يفقد هذه الترسيبات مقاومتها للإنضغاط عند تعرضها للبلل حيث أثبتت نتائج تحليل العينات التي تم جمعها من المقطم أنه بإستثناء الصخور الجيرية فإن ترسيبات الطفلة والطفلة الرملية والرمل الطفلي تتفكك بمعدل سريع فى حدود ٥- ١٠ دقائق (هيئة المساحة الجيولوجية ،مركز المعلومات والتوثيق،١٩٩٧ : ٣٠)، ويقل هذا المعدل في ترسيبات المارل حيث يتراوح بين ١٠- ٦٠ دقيقة، مما يدل على أن ثلاثة أرباع الترسيبات تقريبًا قابلة للتفكك عند غمرها بالماء فاقدة بذلك مقاومتها للإنضغاط مما ينعكس على انعدام مقاومتها للقص.

و يأخذ التأثير في الخواص الطبيعية والميكانيكية صورًا أخرى منها ظاهرة سريان الطفلة التي تتصف بها المواد الطفلية عند اختلاطها بالماء

وتتحرك بذلك من مواقع الضغط العالي إلى الأقل في الضغط وكذلك أيضًا خاصية الانتفاش لاحتواء ترسيبات الطفلة على معدن المونتموريلونيت. و بإجراء اختبارات على عينة طفلة المقطم على ارتفاع ٥٨ م، ثبت وجود هذا المعدن بها وعند تعرضة لجو مشبع ببخار الماء فإن الطفلات تزداد في الحجم وينتج عن هذه الزيادة ضغط يسمى بضغط الانتفاش.

صورة (٦):التعرية التفاضلية في هضبة المقطم

وتتصف الهضبة العليا بصخور جيرية بها العديد من الفواصل التي تساعد على تسرب المياه إلى الطين أو الطفلة التي تقع أسفله، مما يؤدي إلى حدوث :

- انتفاش الطفلة ينتج عنه ضغوط عالية على الصخر مما يؤدي إلى تحرك كتل الغطاء الصخري (صورة ٧)، ويقل سمك الغطاء الصخري في اتجاه الشمال الشرقي من حافة الجرف كما هو واضح في مدينة التجاريين بالهضبة العليا حيث تنتفش التربة الطفلية التي تكسي الغطاء الصخري منتجة ضغطًا يؤثر في أساسات المباني التي تقام على الطبقة السطحية.

صورة (٧):تسرب مياه الصرف الصحى خلال مكون المعادى وانتفاخ طبقات الطفلة وتآكلها بمدينة التجاريين بالهضبة العليا من هضبة المقطم

- تفاعل مع مركبات قاعدية ومواد عضوية وإزالتها نتيجة حركة المياه خلال الغطاء الصخري والطبقات التي تليه، مما يؤدي إلى تكوين فجوات أو فراغات في الطبقة الحاملة تعمل علي خفض مقاومتها للانضغاط وتؤدي إلى حدوث انهيارات محدودة.
- إزالة الحبيبات الدقيقة وسريان للطبقات المتبقية ناتج عن تسرب المياه إليها، مما يؤدي إلى دخول هذه الترسيبات في الفواصل والصدوع الموجودة في الطبقات المحاطة بها، مما يساعد على انزلاق الكتل الصخرية على أسطح هذه الشروخ، ويظهر تأثير الظواهر السابقة خاصة في جرف الهضبة العليا متمثلاً في :

- حدوث ظاهرة نشع المياه على جرف الهضبة العليا، خاصة عند السطح الفاصل بين طبقة الحجر الجيري العليا، وطبقة الطفلة التي تليها، ونمو النباتات البرية وتتكرر هذه الظاهرة على منحدرات السلسة المرتفعة الشمالية المكونة لقمة هضبة المقطم.
- حدوث ظاهرة الانزلاق للكتل الصخرية المكونة لطبقة الحجر الجيري العليا والتي تساعد حدوثها توفر ترسيبات الجبس المختلفة مع ترسيبات الطفلة .

ب- الآثار الجيومورفولوجية الناتجة عن أثر المياه على المنحدرات

تحدث الإنزلاقات الصخرية وسقوط الصخور وإذابة الحجر الجيري وتكوين كهوف الطفله نتيجة تسرب المياة إلى ما تحت السطح مسببة أخطار بدرجات مختلفة للعديد من المنشآت والطرق والأفراد، حيث يعد إنزلاق الكتل الصخرية وسقوطها وتراجع الحافات حاليًا على منشآت الهضبة وطرقها خطورة من الدرجة الأولى فى حين يعد تكوين كهوف وفجوات في الطبقة المقام عليها منشآت نتيجة تجمع مياه الصرف والري إلى الطبقات تحت السطحية خطر من الدرجة الثانية، كما قد يؤدي التسرب إلى سريان الطفلة نتيجة زيادة الضغط على الطبقات التي تعلوها، مما يسبب خطرًا من الدرجة الثالثة.

- سقوط الكتل وأثرها فى المنحدرات:

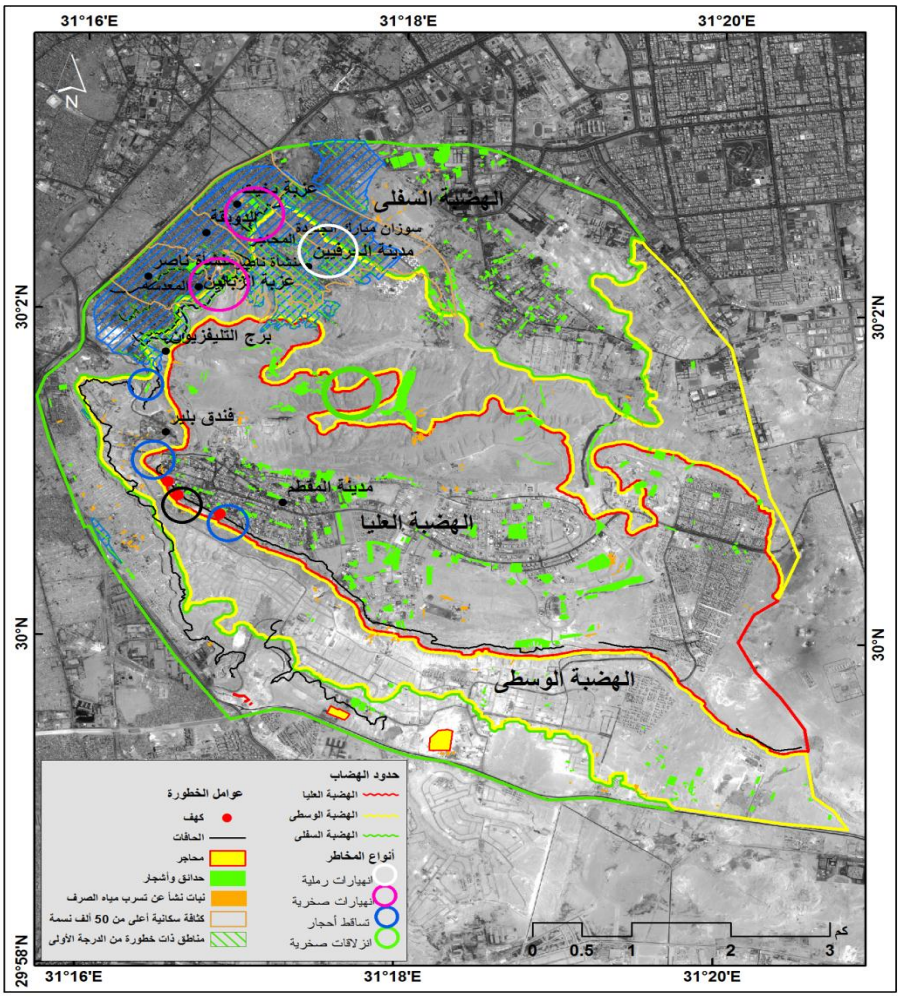
تساعد الطبيعة الجيولوجية، والموروفولوجية (شكل ٦) لهضبة المقطم على انفصال كتل صخرية بأحجام مختلفة نتيجة تسرب مياه الشرب والصرف الصحي في الفواصل والشروخ الصخرية مما ينتج عنه تجوية كيميائية للصخور، وتسقط الكتل من إرتفاعات مختلفة لتنتشر على منحدرات الهضبة والمنشأت المقامة أسفلها، حيث تنفصل الكتل الصخرية من الحجر الجيري الصلبة على مستوى الفواصل والكسور ومناطق الضعف بها (شكل ١٧).

حيث تتابع طبقات الطفلة والمارل والحجر الجيري لتكوين هضاب المقطم الثلاث وتزداد نسبة طبقات الطفلة والمارل في تتابع هضبة المقطم العليا التي يتكون سطحها من طبقة من الحجر الجيري الصلب والمشقق (شكل ٥)، والتي يسهل تجوية ما تحتها وإنفصال الكتل نفسها بفعل تسرب المياه لتستقر على منحدرات الهضبة، حيث ينتقل بعد ذلك إلى أسفل المنحدر مستقرة على الهضبة الوسطى.

المنحدر الغربي :

تسقط الكتل الصخرية من المنحدر المطل على الطريق الصاعد الشمالي إلى مدينة المقطم والإذاعة وفندق بلير لتستقر على هذا الطريق، حيث حدث

فى أعوام سابقة لعام ٢٠١٤ سقوط بعض من صخور الحجر الجيري المكونة للجروف لتستقر على المنحدرات الشديدة مسببة خطورة من الدرجة الثانية (شكل ١٧).

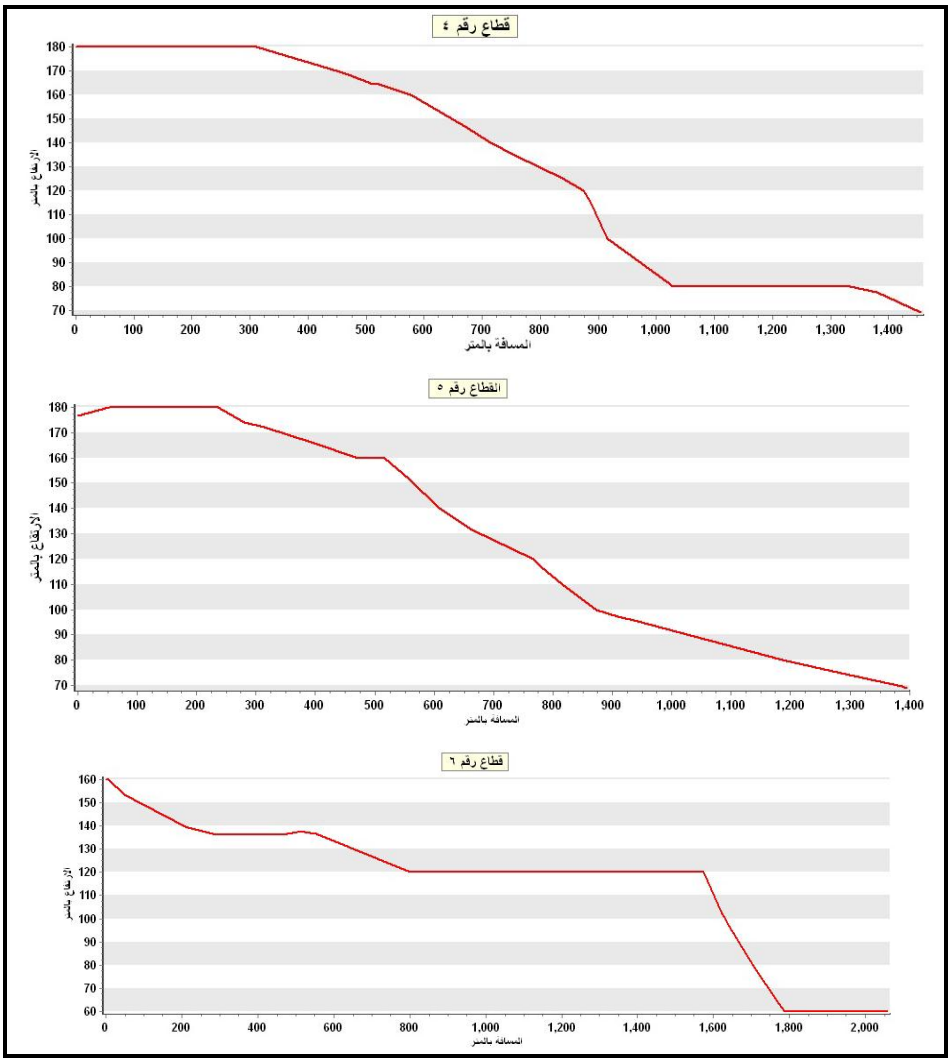


المصدر : مرئية فضائية عام ٢٠١٤ لاندسات ٨ بدقة ١٤ م.

شكل (١٧): أنواع الأخطار بهضبة المقطم في الفترة ١٩٨٤-٢٠١٤

المنحدر الشمالي الغربي:

يمثل هذا المنحدر الحدود الشمالية الغربية لهضبة المقطم لمسافة ٣.٢٥كم فى الاتجاة شمال شرق /جنوب غرب، ويتكون هذا المنحدر من مصاطب صخرية مكونة حافات شديدة الانحدار(شكل ٦)، يمتد بينها صخور غير متماسكة تكون انحدارات طفيفة، ويقام على أولها عزبة الزبالين على إرتفاع ١٠٠م فوق سطح البحر ويرتفع فوقها جرف شديد الانحدار بزاوية تتراوح بين ٨٠ ، ٩٠° ولمسافة ٤٠م ينتهى بانحدار خفيف ويتكون من طبقات رقيقة ومتبادلة من الحجر الجيرى والطفلة مكونة لسطح الهضبة على إرتفاع من ١٦٠، ١٨٠م فوق سطح البحر (شكل ١٨) وتكمن الخطورة في هذا المنحدر في تساقط الأحجار الجيرية من الحافة على عزبة الزبالين والدير، حيث يعد التتابع الصخري الذى يعلو هذا الدير هو مصدر هذا التساقط، إذ تنهار الصخور المجاورة وتتدحرج من هذا التتابع أثر تسرب المياه في الصخور حتى تسقط على الجرف الشمالي الغربي مشكلاً خطرًا من الدرجتين الأولى والثانية، ويتصف الجرف السفلي لهذا المنحدر بانحداره الشديد الناتج عن عمليات التحجير في الأزمنة السابقة.



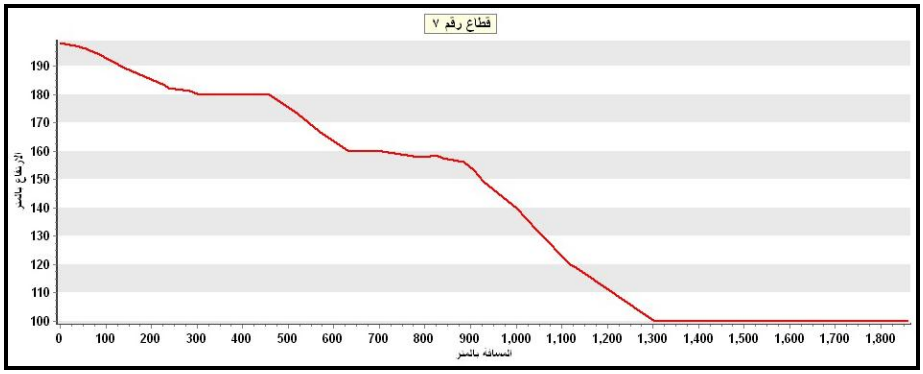
المصدر : (شكل ٢)

شكل (١٨): شكل المنحدرات الشمالية الغربية بهضبة المقطم عام ٢٠١٤

المنحدرات الشمالية الشرقية للهضبة:

تمتد هذه المنحدرات لمسافة ٦.٧٥كم في اتجاه الشمال الغربي موازيًا لاتجاه الصدوع فى شمال الصحراء الشرقية، ويمتد الحد السفلي للمنحدر عند

ارتفاع ١٢٠م فوق سطح البحر، في حين يتراوح ارتفاع الحد العلوي للمنحدر بين ١٨٠،١٦٠م فوق سطح البحر وبهذا يتراوح ارتفاع المنحدر بين ٥٠،٤٠م (شكل ٣)، ويقطع هذه المنحدرات العديد من الأخوار العميقة خاصة في نصفها الشمالي، وكذلك وديان صغيرة في الجزء الجنوبي جعل الحد الشمالي الشرقي لهضبة المقطم شديد التضرس لوجود مصبات هذه الأودية (شكلا ٦ ، ١٩)، كما يظهر على الجزء الشمالي للمنحدر الممتد في منطقة الدويقة والرزاز مصاطب صخرية من طبقات صلبة من الحجر الجيري الصلب والصخور الثنائية الكثيفة المتبادلة وتكمن الخطورة في هذا المنحدر من عملية إنسياب محلول الطفلة على هذه المنحدرات، خاصة على جوانب الوديان الصغيرة نتيجة تسرب المياه وضغط الطبقات العليا مما يؤدي إلى انفصال الطبقات الصلبة من الجروف العليا للمنحدر لتستقر على المصاطب وبعضها يستمر في حركته إلى أسفل المنحدر، مما يدل على أن سقوط الصخور من الجروف العليا للمنحدر يشكل خطرًا من الدرجة الثالثة حيث لا يكون هذا السقوط مفاجئًا أو مباشرًا ويمكن الاستعداد له بإستثناء منطقة الدويقة حيث تكثر بها مناطق العمران داخل الوديان وتنفصل كتل صخرية من حوائط هذه الوديان ليصبح الخطر من الدرجة الثانية.



المصدر : (شكل ٢)

شكل (١٩): شكل المنحدرات الشمالية الشرقية بهضبة المقطم عام ٢٠١٤

المنحدر الجنوبي للهضبة العليا:

يُعد من أقل المنحدرات نشاطًا في سقوط الأحجار والانزلاقات الصخرية، لعدم تدخل العامل البشري بكثافة حتى الآن في جزء كبير من سطح الهضبة الممتدة أعلاه كما هو واضح من صور الاقمار الصناعية (شكل ١٧)، ويعتبر هذا المنحدر في حالة اتزان حتى الآن إلا حينما تتسرب المياة العشوائية إلى طبقاته وزيادة الحمولة على سطحه نتيجة العمران العشوائي، مما ينذر بخطر يشابه ما يحدث في الجرف الجنوبي الغربي، خاصة وأن مدينة الإيواء من الزلازل ومساكن البترول وبعض المنشآت الآخرى مقامة عليه، إضافة إلى ما أثبتته صور الأقمار الصناعية والدراسة الميدانية من نمو أعشاب نتيجة تسرب المياه إلى فرع الوادى الممتد فوق هذا الجرف ، الأمر الذى قد يساعد على زيادة نشاط هذا المنحدر.

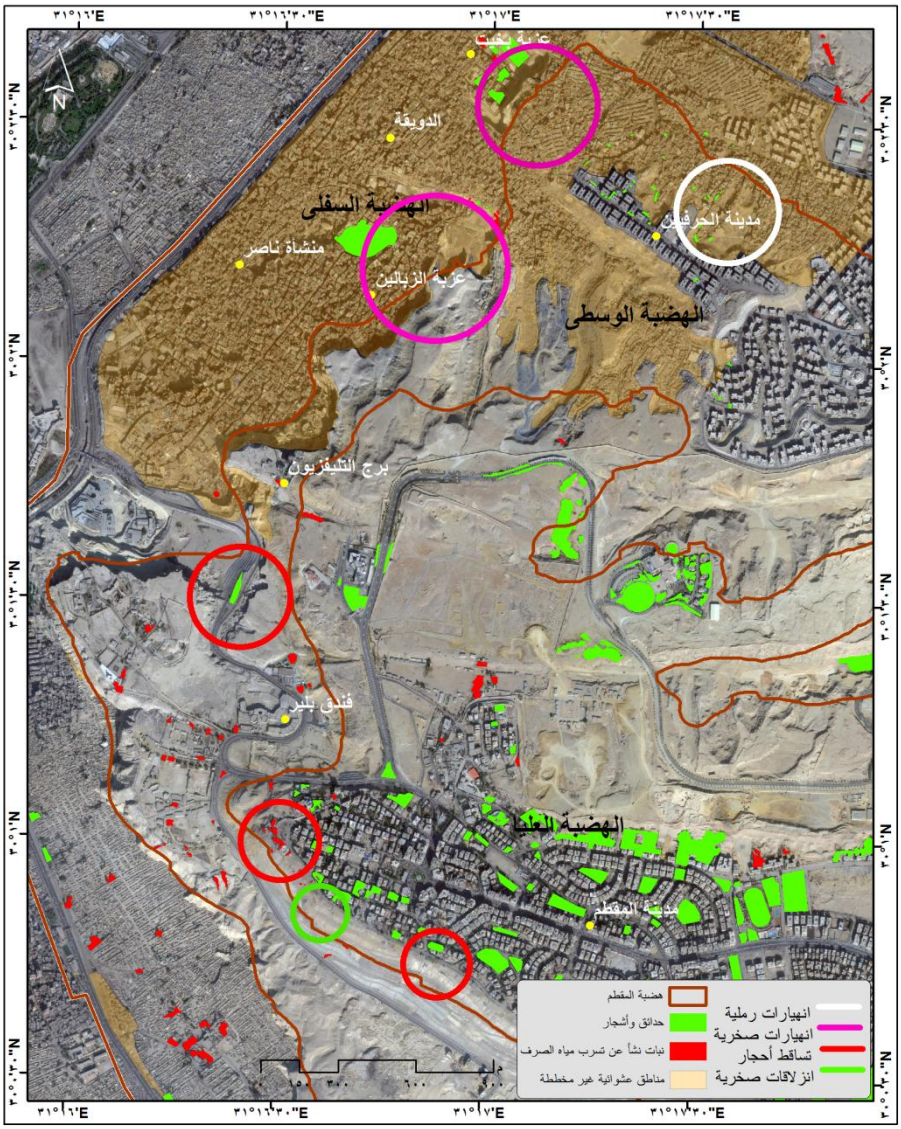
- الإنزلاقات الصخرية وأثرها في المنحدرات:

تحدث الإنزلاقات على المنحدرات شديدة الانحدار (الجروف)، وذلك نتيجة حركة الكتل الصخرية كبيرة الحجم على مستوى صخري يميل في اتجاه المنحدر وسقوطها المفاجئ، وتحدث هذه الانزلاقات على المنحدرات الآتية (شكلا ١٧، ٢٠):

المنحدرات الجنوبية الغربية للهضبة:

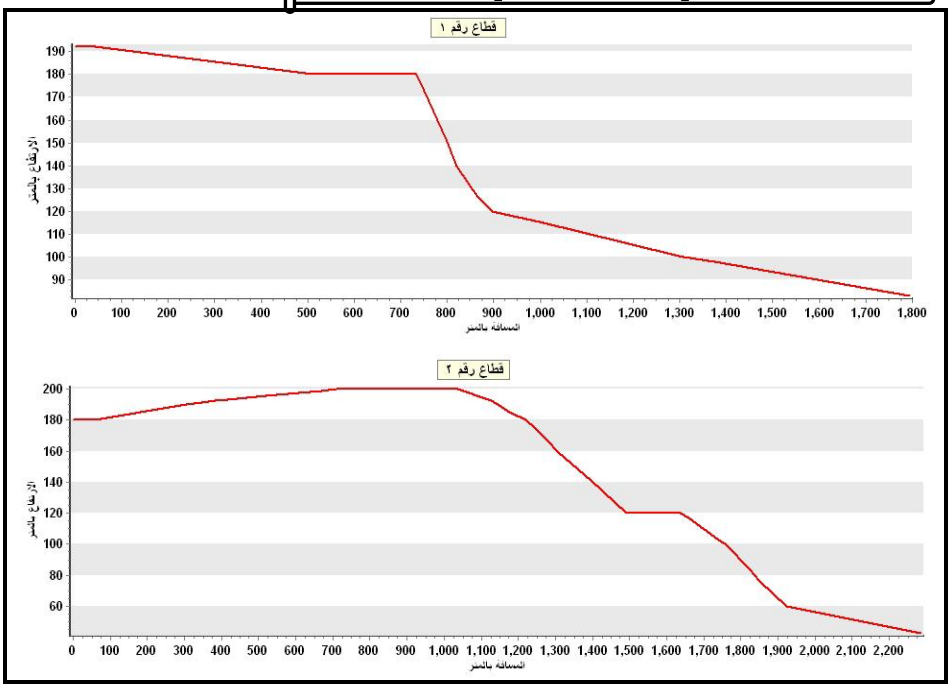
يمتد هذا المنحدر فى الاتجاه شمال غرب / جنوب شرق (شكل ٢١) بطول ٤.٢٠كم بالقرب من طريق صلاح سالم إلى المقطم بارتفاع حوالى ٩٠م مشتملاً على الهضبة الوسطى والعليا للمقطم ويبلغ إرتفاع منحدر الهضبة الشمالية (العليا) بين ٤٠،٥٠م (شكل ٣) ويظهر شكل الانحدار للهضبة الوسطى حافة عالية نتجت عن عمليات التحجير في المنطقة في الأزمنة السابقة وزاوية الانحدار تتراوح بين ٨٠، ٩٠° (شكل ١٧)، ويتكون منحدر الهضبة الوسطى من صخور متجانسة من الحجر الجيري تظهر بها طبقات المارل الرقيقة، ويعد منحدر الهضبة العليا هو أخطر منحدرات هضبة المقطم، وأكثرها نشاطًا في سقوط صخور وانزلاقات صخرية بطريقة مفاجئة

مسببة كوارث ويتراوح ميل هذا المنحدر من ٣٥-٤٠°، وتتكون الطبقة العليا من هذا المنحدر من الحجر الجيري المعروفة باسم طبقة عيون موسى الشديدة الصلابة ذات الفواصل المتعامدة المساعدة على تكوين الكتل الصخرية المنفصلة وذات الانحدار الشديد، ويقع أسفل هذه الطبقة وحدة الصخور المتتابعة والتي تتكون من الطفلة، إضافة إلى توفر عاملين بشريين ساهما بشكل واضح في إصابة المنحدر بخطر وهما نمو الحشائش والأشجار أعلى الطبقة العليا وأسفلها والتى ساهمت مع المياه والفواصل المتعامدة في فصل الكتل الصخرية وتفتيت الطبقة الحاملة للطبقة السطحية (صورة ٨ ، ٩) ونتيجة لهذا يأخذ المنحدر الشكل المقعر وحينما تسقط الصخور المنفصلة من الجرف لتستقر على المنحدرات هينة الميل أو تدحرجها إلى أسفل مما قد يشكل خطورة من الدرجة الثانية على الطريق الممتد أسفل المنحدر الجنوبي الغربي (صورة ١٠).



المصدر : مرئية فضائية عام ٢٠١٤ لاندسات ٨ بدقة ١٤ م

شكل (٢٠): أنواع الأخطار ومواضعها وعلاقتها بأثر الإنسان في المنطقة



شكل (٢١): شكل المنحدرات الجنوبية الغربية بهضبة المقطم عام ٢٠١٤

صورة (٨): تسرب المياه خلال الفواصل المتعامدة من ماسورة صرف صحي ساعد علي نمو نباتات كثيفة وتراجع لحافة الهضبة العليا الجنوبية عام ٢٠١٤

صورة (٩): انهيارات للمنازل المقامة علي حافة الهضبة العليا للمقطم الجنوبية بسبب تسرب مياه الصرف عام ٢٠١٤

صورة (١٠): أثر انزلاق صخري قديم لمنزل تحت الإنشاء علي حافة جرف الهضبة العليا الجنوبية للمقطم بعد تراجع حافتها

المنحدر الجنوبي لهضبة المقطم العليا:

منذ عشرات السنين بعد إنشاء مدينة المقطم السكنية ويحدث الإنزلاق الصخري على قطاعات هذا المنحدر (صورة ١١)، مما يدل على أثر السلوك

البشري الخاطئ على سطح الهضبة والذي تمثل في تسرب مياه الشرب والصرف الصحي على المنحدر الجنوبي لهضبة المقطم العليا، حيث بدأت الإنزلاقات على المنحدر الذي بني عليه فندق المقطم، ثم تلاها باقي المنحدر، وقد بلغ عرض الكتل المنزلقة نحو أربعة أمتار وطولها أكثر من ٣٠ م، وتعد الكتلة التي انزلقت بالقرب من شارع ١٠ وسقط معها جزء من طريق الكورنيش هي آخر الكتل المنزلقة من الجرف الجنوبي الغربي، وقد أوضحت صور الأقمار الصناعية والصور الجوية خلال الفترة ١٩٨٤-٢٠١٤ أن المناطق التي يحدث لها إنهيارات صخرية مستمرة ينمو فيها الحشائش بكثافة عالية إضافة إلى نمو الأشجار علي الحافة نتيجة تسرب المياه، كما أثبتت الدراسة الميدانية وجود سريان للطفلة في بعض المناطق وتآكلها وانتقالها في أماكن أخرى، ويرجع ضعف المنطقة الصخرية التي يحدث عليها الإنهيارات إلى تسرب المياه من مدينة المقطم السفلى.

صورة (١١): انفصال الكتل على مستوى الفواصل المنتشرة فى طبقة الدولوميت بالجرف الجنوبى المطل على الهضبة الوسطى

ويعد المنحدر الممتد شرق فندق المقطم العالمي أكثر الأماكن تكرارًا للانزلاقات، حيث اتخذ المنحدر شكلاً مقعرًا إلى داخل الهضبة وتعد الإنزلاقات الصخرية على الجرف الجنوبي لهضبة المقطم العليا غير نشطةحاليًا ولكنها تنشط ويصبح المنحدر نشيطًا فى حالة النشاط الغير مخطط العشوائي للسكان في مدينة الإيواء من الزلازل ومدينة البترول وتصريف المياه الخطأ على هذا المنحدر وينشط المنحدر وتزداد سرعة الانزلاقات وحجمها ومعدلها،

وسقوط الصخور منه، ولعل ما أوضحته الصور الفضائية خلال الفترة ١٩٩٢ - ١٩٩٦خير مثال على ذلك من نمو حشائش كثيفة في فرع وادي اللبلابة نتيجة مياه الوادي والتي تعزى إلي العشوائيات، إضافة إلى تسرب المياه من خزانات المياه، مما قد يؤثر على الطريق الصاعد الجنوبى، حيث بدأ سقوط الكتل والانزلاقات في النهاية الغربية لهذا الجرف نتيجة بناء مساكن وحمامات سباحة وحدائق عليه، مما تسبب في إنهيار بعض المساكن .

المنحدرات الشمالية الشرقية والشمالية الغربية:

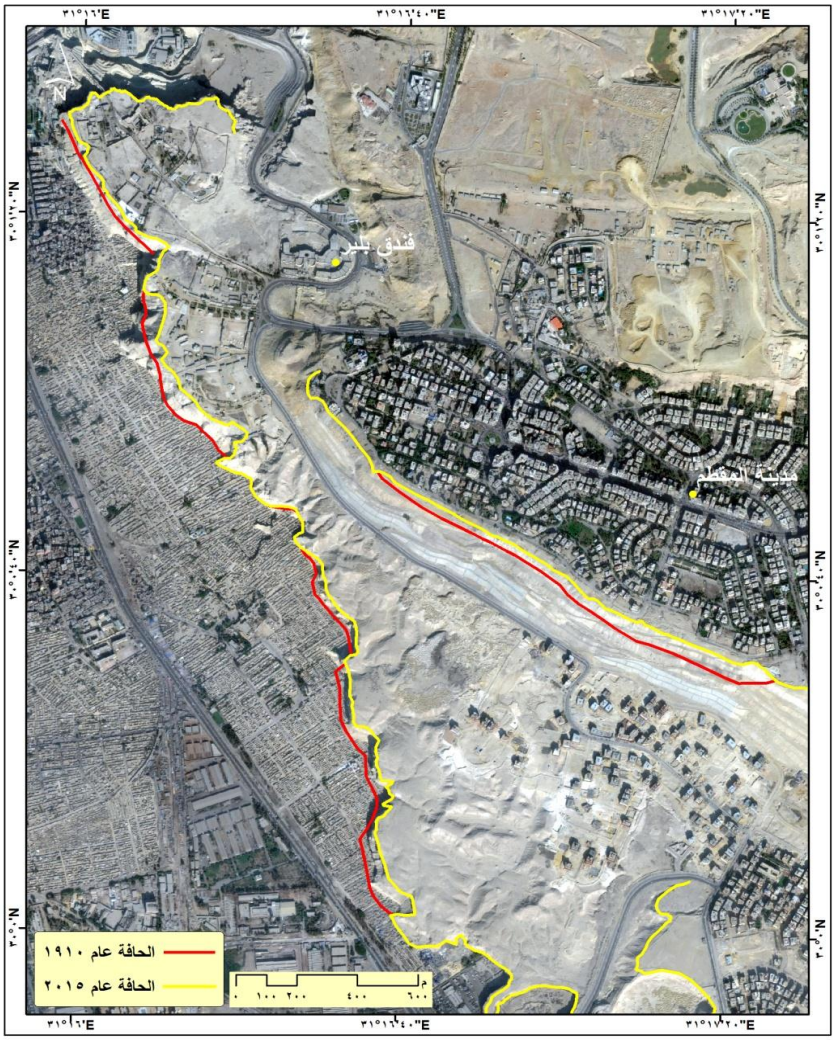
يندر على هذه المنحدرات حدوث الإنزلاقات الصخرية، واذا سقطت تسبب أخطار من الدرجتين الثانية والثالثة .

المنحدرات الجنوبية للهضبة:

هي امتداد للمنحدر الجنوبي الغربي وتحد هضبة المقطم من الجنوب بينما يتراوح ارتفاع الهضبة العليا الجنوبية ١٨٠- ٢٠٠م فوق سطح البحر، وارتفاعه من الهضبة الوسطى يتراوح بين ٤٠- ٥٠ م وتتماثل خصائص هذه المنحدرات الجنوبية مع الجنوبية الغربية وهي من المنحدرات الخطيرة التي يجب الاهتمام بها عند التخطيط للامتداد العمراني فوق هذا المنحدر، وخاصة صرف المياه وتحدث على هذه المنحدرات الانزلاقات الصخرية ذات الكتل الكبيرة الحجم والتي تؤثر على منازل الإيواء ومساكن البترول وعلى منشأت الهضبة الوسطى القريبة من حدود هذه المنحدرات .

- تراجع حافة الهضبة وأثرها في المنحدرات:

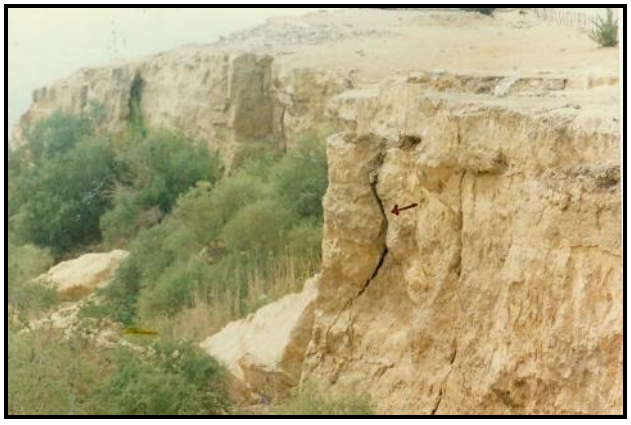
نتج تراجع الحافة عن استمرار حدوث انهيارات صخرية وتساقط صخري على الحواف ويكون موازي لحافة الهضبة إلى الداخل، وتتوقف مسافة التراجع إلى داخل الهضبة على حجم الصخور المنفصلة من جرف الهضبة والساقطة على المنحدر (شكل ٢٢) (صور ١٢، ١٣، ١٤)، وفيما يلي مواضع تراجع الحافة وآثارها في المنحدرات :



المصدر : تم الإعتماد فى السنة الأولى سنة ١٩١٠ على خريطة طبوغرافية مقياس ١:٥٠.٠٠٠ من انتاج مصلحة عموم المساحة بمصر وتغطى منطقة الدراسة فى لوحتين هما شرق القاهرة وحلوان، أما بالنسبة للفترة التالية فكانت سنة ٢٠١٥ وتم الإعتماد على مرئية فضائية لاندسات ٨ .

شكل (٢٢): تطور الحافة الجنوبية الغربية بهضبة المقطم خلال الفترة ١٩١٠- ٢٠١٤

صورة (١٢): انهيار المنازل المقامة علي حافة المنحدر الجنوبي الغربي وحركة الصخور علي المنحدر



صورة (١٣): احد الفواصل وزيادة اتساعه و نمو الاعشاب وتراجع حافة الهضبة للمنطقة الواقعة غرب فندق المقطم بمنحدر الهضبة العليا

صورة (١٤): شق فى الهضبة العليا قرب انهيار حديثم ن طريق الكورنيش في الاتجاه شرق –غرب

المنحدر الجنوبي الغربي:

تعد أكثر المنحدرات تراجعًا، حيث يشمل مناطق تتصف بسقوط كتل ضخمة من صخورها بشكل متموج به أماكن مقعرة إلى داخل الهضبة، حيث اتصف الجرف الممتد شرقًا من فندق المقطم بتكرار حدوث الانزلاقات الصخرية وسقوط الصخور، مما أدى إلى تراجعًا ملموسًا لحافة هضبة المقطم في المنطقة السكنية، حيث باتت المساكن قريبة جدًا من حواف الهضبة النشطة، لامتداد هذه الكسور اتجاه المساكن (صورة ١٥)، ويعد آخر هذه الانهيارات ما حدث عام ١٩٩٥ حيث سقطت كتلة ضخمة من منحدر الهضبة ومعها مساحة على طريق الكورنيش مسببة كسور بطبقة الأسفلت وبعض جدران المنازل .

صورة (١٥): انفصال الكتل الصخريةمن جرف الهضبة بطريق الكورنيش

حافة الهضبة العليا الجنوبية:

تراجعت هذه الحافة مسببة خطورة من الدرجة الأولى على المنشآت والمساكن والأرواح بسبب استمرار الظروف البيئية ومعدل تسريب المياه، مما أدى إلى تراجع الحافة في بعض المواضع إلى أكثر من ٧٠ م، فى حين تراوح معدل التراجع حتى عام ٢٠٠٢م بين ٥.٢٥م داخل الهضبة وقد بلغ معدل التراجع لحافة الجرف الجنوبي ما بين ٥ ، ١٠م وذلك خلال الفترة الماضية لعام ٢٠٠٢، وبهذا يمثل تراجع الحافة الناتج عن سقوط الكتل خطورة من الدرجة الثالثة حتى عام ٢٠٠٢م، ومع زيادة الانهيارات (انزلاق، سقوط الاحجار) والامتداد العمراني فوق هذه المنطقة فى الفترة ٢٠٠٢- ٢٠١٤، نتيجة التصرف البشري الخاطئ تتغير درجة الخطورة إلى الدرجة الثانية ثم الأولى، كما شهدت حافة الهضبة العليا تراجعًا نتج عن الانهيارات الأرضية لطبقة عين موسى، مما أدى إلى انتفاخ طبقات الطفلة وإنسيابها إلى أسفل المنحدر، وقد تم حساب هذا المعدل من مطابقة الصور الجوية لهضبة المقطم عام ١٩٥٦، والخرائط التفصيلية مقياس ١: ٥٠٠٠٠ عام ١٩٧٧، وتحديد موقع الحافة حاليًا، حيث تبين تراجع الهضبة بشكل لافت جدًا، فعلى سبيل المثال بينت الصور الجويةعام ١٩٥٦ فندق المقطم كاملاً وحديقته تجاه الجنوب، في حين أوضحت الخريطة الطبوغرافية أن مساحة حديقة

الفندق قد انكمشت بشكل كبير نتيجة إنهيار الصخور تحتها وتراجعت حافة هذه الهضبة ناحية الشمال، وفي عام ١٩٨٩ اختفت حديقة الفندق وأصبح الركن الجنوبي الغربي من الفندق معلقًا في الهواء، يقع أسفله حافة الهضبة (صورة ١٦)، مما يدل على تراجع الحافة بمقدار ٥٥ م خلال الفترة من ١٩٥٦- ١٩٨٩ نتيجة التدهور الخطير في الجزء الجنوبي الغربي للهضبة العليا لجبل المقطم، وقد عضد الباحث عملية التراجع للحافة بحساب متوسط تراجعها في الفترة من ١٩١٠- ٢٠١٤ حيث تم الإعتماد في عام ١٩١٠ على خريطة طبوغرافية مقياس ١: ٥٠٠٠٠ من انتاج مصلحة عموم المساحة بمصر، وتغطي منطقة الدراسة لوحتين هما شرق القاهرة ، وحلوان، أما بالنسبة لعام ٢٠١٤ فتم الاعتماد على مرئية فضائية لاندسات وبلغ أعلى نسبة تراجع حوالي ٢٣ م بمتوسط حوالي ١١ م خلال الفترة من ١٩١٠ الي ٢٠١٤ (شكل ٢٢).

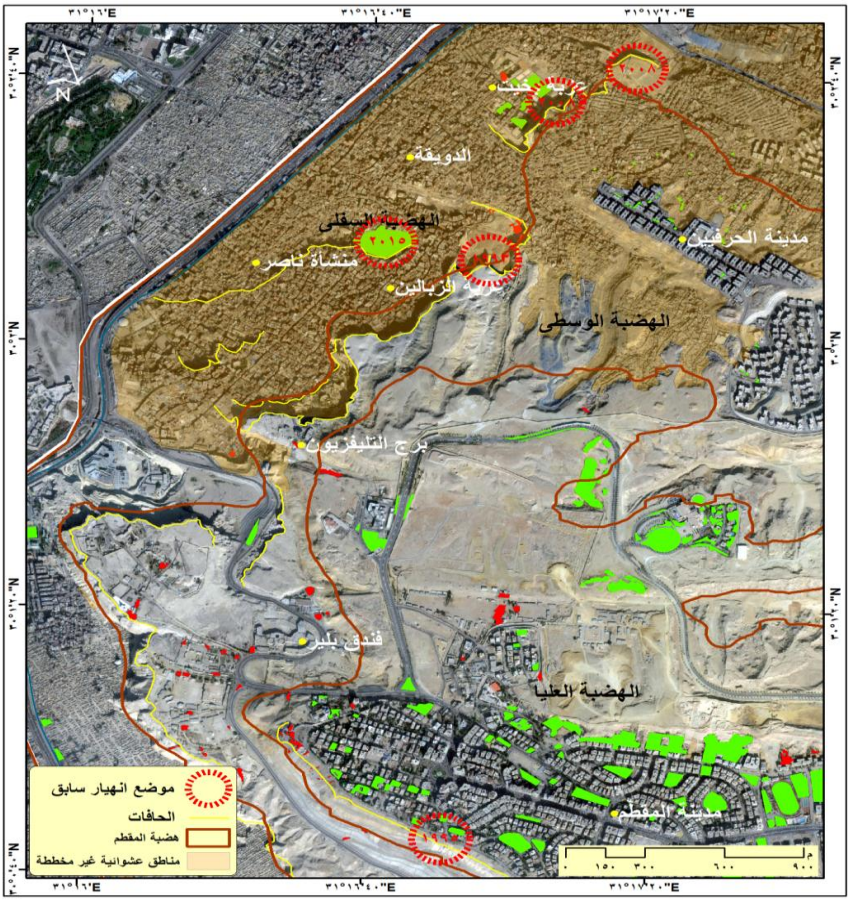
صورة (١٦): إنهيار الصخور أسفل الركن الجنوبى الغربى من فندق المقطم وقد ظهر معلقا فى الهواء

المنحدرات الشمالية الشرقية والشمالية الغربية:

تتعرض هذه المنحدرات للتراجع الإيجابي أي الذي لا يسبب أخطار وذلك لعدم وجود أي منشآت فوق الهضبة سوى في مساحات محدودة

- الانهيارات الأرضية وأثرها فى المنحدرات:

تم إنشاء مدينة المقطم فوق الهضبة العليا للمقطم حيث يرتفع هذا المكان ١٦٠ م فوق مدينة القاهرة ويتصف بجو صافي، ومنذ بناء المدينة حدث عدد من الإنهيارات الأرضية أثرت فى منحدرات هضة المقطم (شكلا ١٧، ٢٣) وتتضح فيما يلي :



المصدر : المرئيات الأربع لأعوام ١٩٨٤ لاندسات TM ، و ٢٠٠٠ إيكونس ١ م ، ٢٠٠٩ سبوت بدقة ١٠ م ، ٢٠١٤ لاندسات ٨ بدقة ٣٠ م

شكل (٢٣):مواضع الانهيارات على منحدرات هضبة المقطم

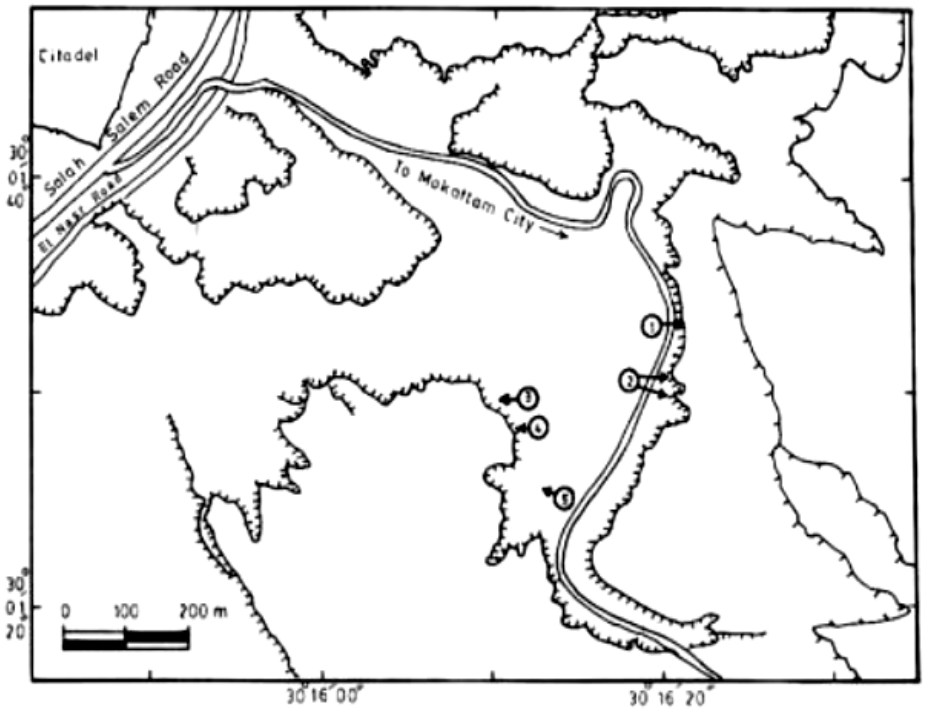
الاجزاء الجنوبية والجنوبية الغربية من الهضبة العليا:

حدث عدد من الإنهيارات الأرضية وكان أشدها خلال الفترة الأخيرة حيث انهار فيها جزء كبير من الطريق المحيط بالمدينة من الجنوب والمعروف بكورنيش المقطم (صورة ١٧) وتسبب هذا الانهيار في شروخ خطيرة في بعض المباني، كما تعرض فندق بلير المطل على المنحدر الجنوبي للهضبة للانهيار وتآكل صخر الأساس أسفله مما أدى إلى إخلائه، ويرجع سبب الانهيارات إلى تسرب مياه الشرب والصرف الصحي من أنابيب مدينة المقطم إلي صخر الأساس (طبقة عين موسى) لتصل إلى الطبقات الموجودة تحت طبقة عين موسي، فإذا ما وصلت إلى طبقات الطفلة التي تحتوي على نسبة كبيرة من معدن المونتموريلونايت فإنها تؤدي إلى انتفاخه وتمدده إلى الخارج بموازاة أسطح الطبقات ويصبح أسهل مكان لخروج هذا الطفل المنتفخ هو منحدر الهضبة متجهًا إلى الأجزاء السفلى من المنحدر ، وتستمر وتتكرر هذه العملية مؤدية إلى إزالة أجزاء هائلة من الطفل المنتفخ إلى الأجزاء المنخفضة جنوب الهضبة العليا لهضبة المقطم ومكونة بذلك تجويف نحت طبقة عين موسى يطلق عليه التقويض السفلى Undercutting، مما يجعل الصخور التي تعلوه (ومنها طبقة عيون موسى) معلقة، الأمر الذى يجعل أجزاء ضخمة منها تنفصل بمساعدة الفواصل الرأسية الكثيرة التي تتسم بها طبقة عيون موسى ثم تنهار إلى أسفل مؤدية إلى تراجع حافة الهضبة وإنهيار أي مباني أو طرق فوق تلك الأجزاء المنهارة.

صورة (١٧): انهيار جزء كبير من طريق الكورنيش المحيط بمدينة المقطم من الجنوب

- كهوف هضبة المقطم:

يتوفر بهضبة المقطم ظاهرة الكهوف وهى نوعان أولهما طبيعي والآخر اصطناعي ويمكن الإشارة له عند الحديث عن نشاط التحجير بالمنطقة و تتكون الكهوف الطبيعية تحت أسطح الطبقات الصلبة أو على جانبي هضبة المقطم وهضابها الثلاث نتيجة ذوبان صخر الحجر الجيري بالمياه وخاصة المياه الحمضية في صخور الأيوسين الأوسط لجبل المقطم بالهضبة العليا الشمالية والجنوبية (شكل ٢٤)، وفيما يلي أثر الكهوف علي منحدرات المنطقة.



شكل (٢٤): توزيع الكهوف بصخور الايوسين بهضبة المقطم

الهضبتان العليا الشمالية و الجنوبية :

تتصف صخور الأيوسين الأوسط بوجود عدد كبير من الكهوف الطبيعية بطول يصل بضعة مئات من الأمتار وبعرض يتراوح بين ٢٠،٤٠ م ارتفاعًا، وقد تكونت تلك الكهوف على الأرجح في فترات غزيرة للمطر بواسطة التحلل، على الرغم من عدم وجود رواسب أو أملاح كارستية داخل الكهوف المزارة بسبب السلوك البشري داخلها وتكونت الكهوف الخمسة الرئيسة في الجزء الأعلى لنطاق صخور الأيوسين الأوسط على كلا جانبى طريق مدينة المقطم (شكل ٢٤)، ومن الدراسة الميدانية يتبين أثر فعل الإنسان في تقليص جدرانها، حيث تأخذ الشكل المحدب لأعلى، وذلك عندما إستخدمت تلك الكهوف لأغراض عسكرية أثناء الاحتلال البريطاني للبلاد، ومن ثم يتوزع الضغط الناشئ عن الحمل، مما يتيح منطقة أكبر في الجزء الأدنى من

الكهف وتغطى أرضيات تلك الكهوف بمادة ترابية ناعمة ناجمة عن فعل تعرية الصخور الكلسية لجدران الكهوف والسقف .

وتتسرب المياه من سقف الكهف (٢) باستمرار من أنابيب الصرف الصحي على صخور الأيوسين الأعلى أعلى الكهف حيث تشيرخطوط سير مياه الصرف، ووجود رواسب ملحية ضخمة على بعض المنحدرات نتيجة تبخر بعض مياه الصرف المتسربة إضافة إلى وجود طحالب مزدهرة بنية وخضراء وبرتقاليةعلى مواضع التسرب. وقد لوحظ ميدانيًا توقف المياه إلى داخل الكهف وتوقف عملية التسرب بسبب هجر أنابيب الصرف الصحي القديمة، وقد انهارت كتله ضخمة من سطح الكهف بطول ٢٥ م وعرض ٦ م وبسمك ١-٢ م منفصلة من بقية السطح على امتداد الأسطح الملتحمة، ويرجح أن هذه الكتله وقعت تحت تأثير زيادة الوزن نتيجة تشبع الصخور الكلسية بالماء ونقص مقاومة القص في الصخر نتيجة زيادة الضغط . وقد تكون الكهف (٣) على الجهة الغربية لطريق مدينة المقطم حيث تمثل الفواصل الصخرية مواضع تحلل للصخور الكلسية الجيرية التي يتألف منها الكهف وتصبح أسطحًا محتملة الانهيار ويتكرر ما حدث بالنسبة لسقف كهف (٢) (صورة ١٨)

صورة (١٨): كهف ٣ فى صخور الإيوسين الأوسط على الجانب الغربي لطريق مدينة المقطم

أما بالنسبة لكهف المقطم الكبيرفيقع بواجهة الحافةالجنوبية الغربية لهضبة المقطم وذو نشأة مركبة طبيعية اصطناعية، حيث يتصف بالداخل بعدم انتظام بعض أجزاء سقفه وجوانبه وأرضياته، وتظهر به أثار عمليات الإذابة بفعل المياه حيث تتصف جوانبه بالشبه رأسية وتظهر بأرضيته الكتل الصخرية الساقطة من سقفه (سمير سامى محمود، ٢٠٠٣: ١٦٨)، ويبدو ضعيفًا في بعض المواضع، مما يشير إلى إحتمال حدوث انهيارات صخرية فجائية منه في أي لحظه و يبلغ عرض هذا الكهف عند مدخله ٥٠ م، وارتفاع سقفه عن أرضيته عند مدخله ما بين ١٠، ١٣ م، وعمقه بين ٣، ٥ أمتار ، ويبدو من الداخل كقبو يظهر قريبًا من جزئه الأيسر عمود صخري ضخم يقسم مدخله إلى قسمين، ربما قد ترك عمدًا للحفاظ على توازن سقف الكهف وعدم هبوطة أثناء عمليات التحجير التي كانت سببًا في نشأته الأولى.

وتتمثل خطورة الكهوف على المنحدرات في أنها تضعف الطبقة الحاملة للمنازل، وقد تؤدي إلى تشققها مما يجعها تمثل خطرًا من الدرجة الثانية.

٢- التحجير وآثاره الجيومورفولوجية على المنحدرات:

تعد عملية تحجير الحجر الجيري واحدة من أهم الأنشطة الاقتصادية وأقدمها التي قامت بمنطقة الدراسة وبإقليم القاهرة الكبرى وقد اكتسب أهميته من بين التكوينات الجيولوجية لأثره المهم في جذب صناعة الأسمنت في المنطقة، حيث يتلازم ظهور طبقات الحجر الجيري في الغالب بتكوينات الأيوسين الأوسط من الحجر الجيري كثير الإنتشار في الحافة الغربية والجنوبية الغربية لهضبة المقطم، حيث يوجد الحجر الجيري بمخزون ضخم على طول هضبة طره – حوف – المرصد على هيئة طبقات أفقية متفاوتة المواصفات بسمك بين ٥، ٣٠متر .

وتعد منحدرات صخور الأيوسين الأوسط لهضبة المقطم من صنع البشر، إذ تكونت بفعل أنشطة المحاجر الماضية، وتميزت منحدرات منطقة

شرق القلعة بأنها عمودية ومستوية، مما يعكس نوع المحاجر التي تستخدم المنشار، ففي منشية ناصر تكونت المنحدرات المدرجة بواسطة المناشيرالمستخدمة بالمحاجر.

ويستخدم في عملية التحجير عدة طرق منها الميكانيكية، وتؤثر التفجيرات المولدة لاهتزازات أرضية تأثير خطير على هضبة المقطم وما تحمله فوقها من مباني، ذلك لما يتطلبه عملية إستخراج الحجر الجيري من كميات كبيرة من الديناميت، مما يتخلف عنه من أخطار جسيمة بمختلف العناصر العمرانية التي تقع في محيط تلك التفجيرات المستمرة، وعلى الرغم من الشروط الصارمة لعمليات التحجير الآن فإن الهضبة تتأثر بعمليات التحجير التي تحدث في مناطق أخري هي: محاجركل من طره للأسمنت على بعد ١١كم من المقطم وحلوان للأسمنت على بعد ٢٥ كم من المقطم والقطامية للأسمنت على بعد ١٥ كم من المقطم ومدينة ١٥ مايو.

أ- تفجيرات المحاجر:

زاد الاهتمام بدراسة تأثير التفجيرات التي تحدث بهدف التحجير في منطقة المقطم ودراسة الذبذبات الناتجة عنها بإعتبارها هزات زلزاليه تزيد على ٣ ريختر، حيث تزيد معدلات الخطورة على هضبة المقطم بزيادة عدد التفجيرات وقوتها وقربها من المنطقة فكلما زادت المسافة بعدًا عن المنطقة العمرانية زاد عدد التفجيرات، فقد حدثت تفجيرات علي بعد ١٧ كم من هضبة المقطم بلغ عددها (٧٣٣ تفجير) في الفترة مابين (١٩٨٠ – ١٩٨٥) (معهد الدراسات الجيوفيزيقيه، ١٩٩٤)، وتعد هذه الفترة قصيرة مقارنة بالتفجيرات التي أثرت على بنية المقطم حيث بلغ المعدل السنوي ١٤٦ تفجيرًا بالسنة ساهمت بسرعة انفصال الكتل الصخرية .

وتتزايد عدد التفجيرات من المحاجر حول المقطم في الفترة بين ١٩٨٠-١٩٩٠ ثم تناقصت تدريجيًا بعدما تسببت في تراجع حافة الهضبة (ريهام عبد الحميد، ٢٠٠٤ :٣٤٢) إضافة إلى منع الرقابة الأمنية والقانونية لهذه الأعمال لما تسببه من أخطارعلى الأرواح والمنشآت خاصة بعد حادثة إنهيار

صخرة ضخمة فى منشأة ناصر في ١٤ ديسمبر ١٩٩٣ والتي كان سببها الزلازل البشرية التي سببتها الأنشطة البشرية.

لا تقتصر عملية التفجير على التحجير فقط، بل امتدت لتشمل شق الطرق السريعة والدائرية حول منطقة المقطم، كذلك كان لحركة السيارات المستمرة ذات الثقل الكبير والمعدات الثقيلة لشق الطرق وعمليات الحفر والبناء، وذبذبات ماكينات المصانع وغيرها من أثر أسهم في زيادة الخطر على الهضبة، حيث تقع أغلب التفجيرات في دوائر يكون مركزها هضبة المقطم أو شرق القاهرة، وعند رصد نشاط تقطيع الحجر الجيري بمنطقة حلوان على طول الجبهة الشرقية باتجاه الصحراء تبين تركز المحاجر بالقطاع الشمالي من طره، حيث يقع محاجر أسمنت طره إلى جانب محاجر شركة النيل للطرق والكباري وشركة النصر العامة للمقاولات، إضافة إلى ٢٥ محجرًا قطاع خاص، في حين تركز بالقطاع الجنوبي للمنطقة محاجر شركة أسمنت حلوان والقومية للأسمنت بوادي الجبو ووادي جراوي .

تعد منطقة المحاجر غير آمنة لتعرضها لأخطار جيومورفولوجية وتتصدر محاجر مصانع الأسمنت بطره المحاجر كافة من حيث عدد التفجيرات بنحو ٤٣٩تفجيرًا يليها محاجر القومية للاسمنت بوادي جراوي بنسبة ٣٥.٢% من عدد مرات التفجير، ثم احتلت محاجر القومية المركز الثالث بنسبة ٢٣.٢ % .

تتابعت تفجيرات محاجر أسمنت حلوان بموجات "سيزمية" ذات تأثير قوي في المنشآت والمباني بـ١٥ مايو حيث سجلت أقصى سرعة بنحو ١.٨٣٣م/ ث، كما سجلت أدنى سرعة لها (٠.٩٣٧ م / ث) لمحجري وادي الجبو، وجبل طره، ويتفوق متوسط كمية المواد المتفجرة في المرة الواحدة بمحاجر أسمنت حلوان بنحو (٤٤٤٩) كيلوجرام ، في حين تنخفض ليبلغ ٣٥٣٩ ، ٢٥٨٤ كيلو جرام بمحاجر أسمنت طرة والقومية للأسمنت على التوالي.

سجلت محاجر أسمنت طره أعلى إستهلاك في كمية المواد المتفجرة في اليوم الواحد حيث زادت عن ٣٠٠٠ كيلو جرام بمقدار ١٥ % ورغم أن

الزيادة اليومية قليلة فإن تكرار عملية التفجير يعد مشكلة خطيرة بوادي حوف، الأمر الذي أدى إلى إستصدار أكثر من قرار لإيقاف التفجيرات بتلك المحاجر، حيث بلغت قوة التفجير ١.٣٨ – ١.٦ درجة بقياس ريختر مما جعلها ضمن تصنيف الزلازل الصغيرة (١–٣ درجة) بما فى ذلك قوة الأثر "السيزمى" بطبقات القشرة الأرضية ومايتبعه من خسائر (علي ثعليب، ٢٠٠٠ : ٢٣) .

ب– طرق تأثير عملية التحجير فى المنحدرات:

تكونت كل منحدرات صخور الأيوسين الأوسط لهضبة المقطم من صنع البشر تقريبًا بفعل أنشطة المحاجر الماضية، حيث تميز منطقة شرق القلعة المنحدرات العمودية المستوية والتي تعكس نوع المحاجر المستخدمة للمنشار، ففي منشأة ناصر تكونت المنحدرات بواسطة المناشير المستخدمة بالمحاجر، ومن ناحية أخرى تتصف المنحدرات العمودية وشديدة الوعورة نتوءات العصور الوسطي المنتشرة من أباجيا حتي الجانب الجنوبي لهضبة المقطم والذي يبدو أنه قد تكون بواسطة محاجر تستخدم متفجرات قوية.

وتؤثر أنشطة المحاجر الماضية في استقرار منحدرات صخور الأيوسين الأوسط في الجزأين الغربي والجنوبي لهضبة المقطم بثلاثة طرق مختلفة هي :

- جدران المحاجر العمودية .
- ضعف جدران المحجر .
- بروز حواف بين المحاجر المجاورة (المحاجر الجانبية) .

- جدران المحجر العمودية:

تمثل مواقع محتملة لإنهيار المنحدرات، حيث تتأثر بالمفاصل المائلة والتي تغوص فى اتجاه الوجه الفارغ للمحجر، و يحدث الإنهيار فقط عندما تكون مقاومة القص علي امتداد السطح المشترك أقل من القوة الدافعة للكتلة أعلى المفصل (Mathewson, C.C., 1981: 20)، في تلك الحالات إذ

تسهم عوامل عديدة في إنهيار المنحدر وتلك العوامل تزيد من قيمة القوة الدافعة للمنحدر أو تحد من مقاومة القص .

ووفقا لـ Mathewson (1981) تتضمن العوامل التي تقود إلى تقليل القوة الدافعة للمنحدر مايلى :

- إزالة الدعم الجانبي للصخور كما في حالة جدار المحجر العمودي لهضبة المقطم .
- زيادة الحمل علي الصخور والتي تحدث جزئيًا في هضبة المقطم حيث بدأت بعض أعمال البناء على قمة صخور الأيوسين الأوسط في منطقة شرق منشية ناصر .
- ضغوط الأرض الانتقالية والتي تتضمن آثار الضغوط الجانبية على الصخور والتي تحدث في حالة الزلازل الطبيعية إلى جانب الاهتزازات الأرضية الكبيرة نسبيًا التي يحدثها الإنسان خلال تفجير المحاجر ويحدث العامل الأخير بجوار منطقة هضبة المقطم في المحاجر الكلسية لمصانع الأسمنت بطره وحلوان .
- زيادة ضغط مسام الصخور للمياه والتي تحدث عندما تثقل الصخور بالماء بجوار السطح الملتحم وتلك الظاهرة شائعة في منطقة هضبة المقطم مثل المنحدرات الشمالية لمقبرة أباجيا شرقًا،حيث يتسرب الماء من قمة الهضبة الوسطى خلال صخور الإيوسين الوسطى الملتحمة وفي كنيسة القديس سمعان في منشية ناصر، حيث أنها قد بنيت على قمة سطح منحدر هضبة المقطم الغربية وتتضمن أنشطة الكنيسة الزراعة والبستنة مما يؤدى إلى تسرب بعض المياه خلال الطبقات الكلسية تحت الكنيسة وتمثل منحدر منخفض لتلك المنطقة.
- ضعف جدران المحجر :

يعد ضعف قاعدة جدران المحجر عامل مؤثر في عدم إستقرار منحدرات صخور الأيوسين الأوسط لهضبة المقطم، حيث يُظْهِر العمل الميداني ضعف

تلك المنحدرات والذي من الممكن أن يكون طبيعيًا أو من صنع الإنسان، ويشمل الضعف الطبيعي لجدران المحجر عمومًا فى تأثير مفصلة، حيث يؤثر ميل المفصل المغموس تجاه جدار المحجر على الجزء القاعدي للمنحدر وتؤدى إزالة كتل الجدار السفلي لهذا المفصل أثناء استخراج الحجارة إلى تطور الضعف في قاعدة المنحدر، إما بسبب ضعف جدران المحجر الذي هو من صنع البشر، حيث الصخور أكثر تجويفًا من الجزء القاعدي لواجهه المحجر أو بسبب أنشطة البشر بالقرب من جدران المحاجر، ويشمل العامل الأخير تخزين أو حرق النفايات بجوار جدران المحاجر المهجورة فتتخمر النفايات المخزنة في فترة وجيزة مؤدية إلى تكون أحماض عضوية والتي تتفاعل مع الطبقات الكلسية بالأسفل، كما يؤدي التخزين المستمر للنفايات إلى زيادة إنحلال الصخور السفلية، وبذلك يبدأ ضعف جدران المحاجر بالتوسع ومن ناحية أخرى يُزيد حرق النفايات الخطر في انخفاض جزء من جدران المحجر، وذلك لأن الحرارة تغير كربونات الكالسيوم لصخر الكلس إلى أكاسيد الكالسيوم والذي هو أضعف من طبقات الكلس نفسها ومن السهل إزالته مسببًا ضعف جدران المحجر .

- بروز حواف بين المحاجر المجاورة :

تمثل بروز الحواف بين المحاجر المجاورة واحدة من أخطر الملامح في منحدرات صخور الأيوسين الأوسط لهضبة المقطم، وقد كشف العمل الميداني أن محاجر الكلس القديمة بمنشأة ناصر هلالية الشكل، حيث تمثل المنطقة المحفورة الجزء الداخلي للهلال في كل محجر، وبتلك الطريقة تنفصل بواسطة نتوء جبلي من حجر الكلس المتبقي بين كل محجرين متجاورين حيث بنيت الكثير من المنازل على اتصال بجدران المحجر والحواف البارزة .

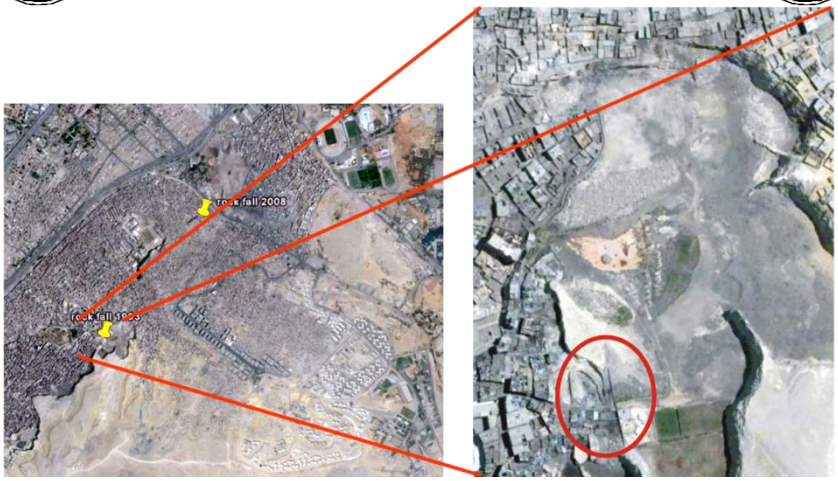
وتعد مناطق بروز الحواف على جوانب المحاجر هلالية الشكل مناطق محتملة لإنهيار منحدري، خاصة عندما تقلل الأسباب الطبيعية أو البشرية من إستقرار المنحدر كما ذكر في الجزء السابق، حيث إنهارت أحد الحواف في منطقة منشأة ناصر عام ١٩٩٣ متمثلاً في إنهيار الجزء الأوسط من

النتوء الجبلي تاركًا أقصي جزء، إضافة إلى الجزء المجاور للهضبة الوسطى (الجزء الأقرب) في المكان ووتتراوح أبعاد الجزء المنهار على الأقل من ٣٠متر طولا ،٧ متر عرضا ،٢٠متر ارتفاعًا، ويسقط قريبًا جدًا من المنازل، وكذلك تنتشر محاجر في الغرب وللمنحدرات الجنوبية لهضبة المقطم حواف بارزة (بها نتوءات) تمثل منطقة انهيار محتملة كما هو في منشأة ناصر .

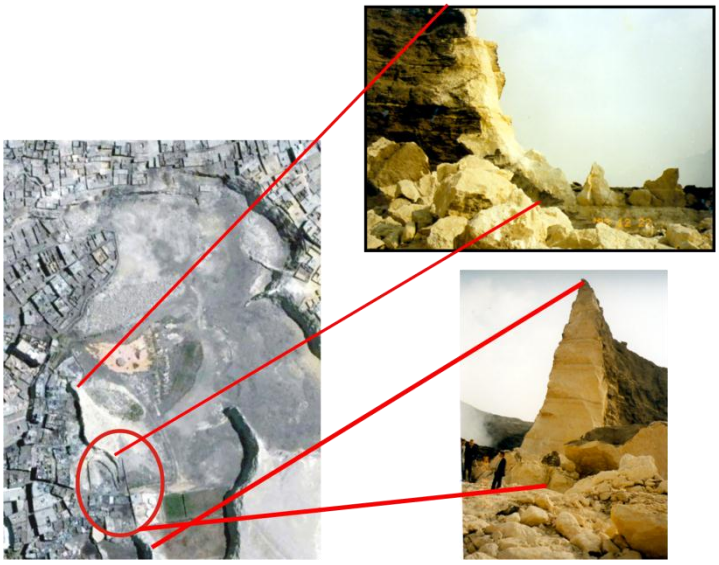
ج- الآثار الجيومورفولوجية الناتجة عن عملية التحجير:

تمثل الأخطار الجيومورفولوجية الناتجة عن عملية التحجير حدوث الانهيارات والانزلاقات وتراجع الحافات ولعل الأحداث الآتية خير دليل على ذلك (شكل ٢٣) :

- ما حدث في عام ١٩٩٣ بعزبة الزبالين والبالغ عدد سكانها ٣٥ ألف نسمة حيث تتكون المنطقة من مصاطب متتابعة من الحجر الجيري بسمك ٤-٥ م يتخللها راقات من الطفلة والمارل بسمك ٠.٥ م، تفصلها جروف شديدة الانحدار، ونظرًا لسوء عمليات التحجير القديمة بهذه المنطقة والتي كانت تتم بدون دراسة تكون حائط صخري على شكل اللسان، تطور منذ عام ١٩٦٦، حيث بلغ سمكة عشرة أمتار ولم تظهر قرية الزبالين في ذلك الوقت، وفي عامل ١٩٨٤ مع زيادة الكثافة السكانية وصل عرضة إلى ٥ امتار، وبدأ التعمير بقرية الزبالين، وفي عام ١٩٩٢ نقص حجم اللسان الصخري وأصبح أقل من متر (شكل ٢٥)، ومع زيادة الكثافة العمرانية في عزبة الزبالين ازداد تسرب المياه أسفل هذا اللسان المكون من صخر الحجر الجيري المارلي بمساعدة الإنكسارات والشقوق بالإضافة إلي وجود محرقة للزبالة بجانبه مما ساعد خلال الأزمنة الماضية على تكون لسان رفيع بطول ٤٠ م غير متزن، إنهار في عام ١٩٩٣ في شكل كتله وزنها ٥٠٠٠ طن ،أودت بحياة ٥٠ فردًا (صورة ١٩) .



شكل (٢٥): الانهيار الصخري في عزبة الزبالين عام ١٩٩٣



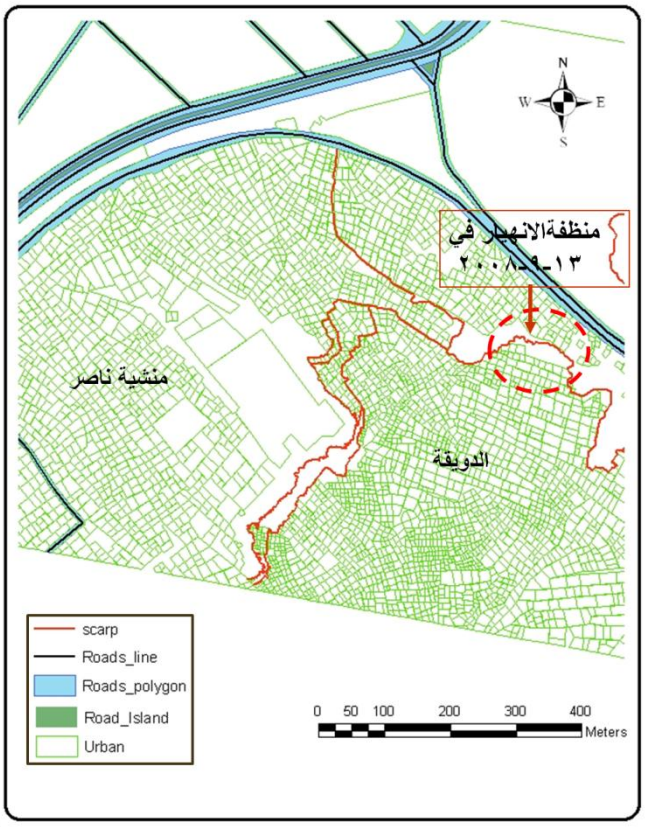
صورة (١٩): الإنهيار الصخري في عزبة الزبالين ١٩٩٣

- سجل عام ٢٠٠٣ حالة شديدة الخطورة، حيث انفصلت كتلة ضخمة من أحد جروف حافة الهضبة التي تشرف على الطريق المؤدي إلى الهضبة العليا بجبل المقطم، وكانت هذه الكتلة على وشك السقوط أثناء مرور السيارات، مما قد يؤدي إلى كارثة إنسانية.

- شهدت عزبة بخيت بمنطقة الدويقة في حي منشأة ناصر شرق القاهرة فى ٢٠٠٨/٩/١٣ انهيارًا صخريًا لواجهة جرف شديد الميل (شكلا ٢٦ ، ٢٧) بعرض٦٠ متر وارتفاع ١٥م وبسمك ٤ م وبحجم ٩٠٠٠ متر٣ بوزن قدره ١٨٠٠٠ طن بمعدل ٢٠٠٠ كجم / م٣ تقريبًا (شكل ٢٧) الأمر الذى أدى إلى خسائر في الأرواح والممتلكات (صورة ٢٠)حيث بلغت المنطقة المتأثرة بحوالى٦٥٤٧ م٢ (شكل ٢٨) شملت تدمير ٩٧ منزلاً، وبلغ عرض الجزء الصخري المنهار وبوزن للكتل الصخرية الساقطة يصل بعضها إلى ٢٠٠طن للقطعة ويعزى أسباب هذا الانهيار إلى أن عزبة بخيت كانت محجرًا قديمًا تم إغلاقه مخلفًا ورائة حافة رأسية. غير منتظمة حيث ساعدت الشقوق والفواصل الرأسية على مستوى الانفصال، ومياه الصرف الصحى المتسربة أسفل منطقة الانهيار نتيجة الضغط الزائد للسكان والكثافة السكانية المرتفعة التي تزيد على ٤٠ ألف نسمة، والزبالة (صورة ٢١) التى تؤدي عملية حرقها إلى نواتج أساسية هى ثاني أكسيد الكربون، وثاني أكسيد الكبريت، وكبريتيد الهيدروجين تتحول إلى أبخرة أحماض الكربونيك والكبريتيك التى تتفاعل سريعًا مع الصخور الجيرية مكونة أملاح بيكربونات الكالسيوم، وكبريتات الكالسيوم، وكبريتيد الكالسيوم القابلة للذوبان في الماء، وتؤثر على تدهور خواص الخرسانة المقامة على هذه الأنواع من التربة وتآكل حديد التسليح.

Source: Recent QuickBird image acquired 19-9-2008 (Resol = 60 cm)

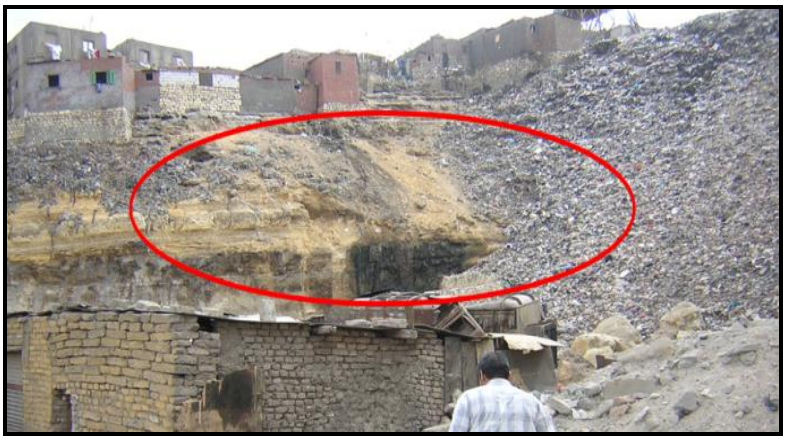
شكل (٢٦): انهيار واجهة جرف شديد الانحدار بعزبة بخيت بهضبة المقطم بحجم ٩٠٠٠ متر٣ عام ٢٠٠٨



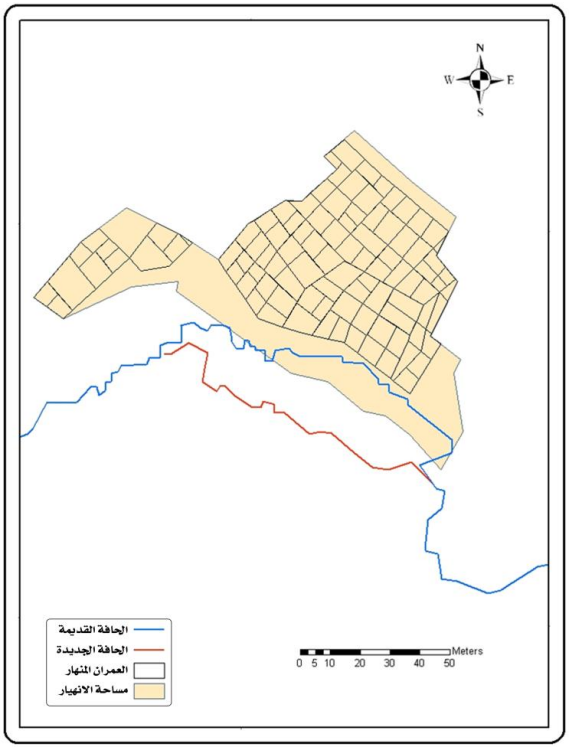
Recent QuickBird image after 13-9-2008 (Resol = 60 cm)

شكل (٢٧): قاعدة بيانات جغرافية لمحيط منطقة الانهيار في حي منشأة ناصر

صورة (٢٠): انهيار واجهة الجرف الشديد الانحدار بعزبة بخيت بهضبة المقطم فى ٢٠٠٨/٩/١٣



صورة (٢١): الزبالة ومياه الصرف الصحى المتسربة أسفل منطقة الانهيار فى عزبة بخيت بهضبة المقطم عام ٢٠٠٨



Source: Recent QuickBird image after 13-9-2008 collapse

شكل (٢٨): منطقة انهيار الجرف بعزبة بخيت بهضبة المقطم في ٢٠٠٨/٩/١٣

- سقوط كتلة من واجهةحافة غير مهذبة وزنها ٢ طن بشارع عطفة بمنشأة ناصر في فجر ٢٠١٥/١/٣ بسبب تعرضها قديمًا لأثر مناشير التحجير تاركة إياها معلقة، إضافة إلى التركز السكاني الشديد بمنشأة ناصر وامتداد العمران بها إلى مسافة أقل من ١٠٠ متر من قمة الحواف، الأمر الذى ساعد علي تسرب مياه الصرف الصحي من خلال الشقوق والفواصل أسفل المساكن التي تقع أعلى الحافات وتفتت صخور الحجر الجيرى وانهيار الكتلة .
- سقوط كتل من الجروف المحيطة بالطريق الفردي الشمالي الغربي الصاعد إلى مدينة المقطم السكنية، حيث يمر بداية الطريق على شريط

صخري ضيق يفصل بين منخفضين عميقين تكونا نتيجة أعمال التحجير لصخور الهضبة الوسطي قديمًا للمقطم، ويظهر على هذا الطريق الصدوع في هذا الجزء الضيق .

٣- نموذج تحديد أماكن الخطورة ودرجتها على هضبة المقطم:

يهدف النموذج إلى تحديد أماكن الخطورة ودرجتها على سطح هضبة المقطم.

أ- معايير النموذج:

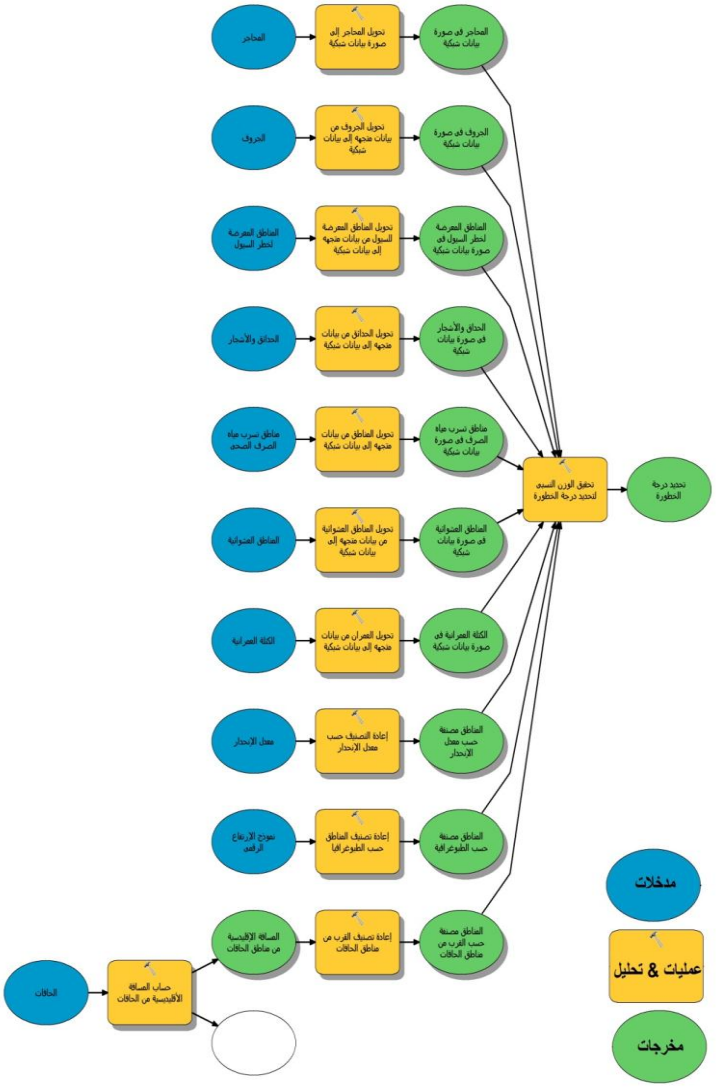
يعتمدهذا النمودج على عشرة معايير هى على النحو التالى (شكل ٢٩) :

- المسافة من الحافات:

ترسم الحافات اعتمادًاعلى مرئية فضائية من النوع ايكونس ١ متر (تقع منطقة الدراسة في تقاطع ثلاث مرئيات) وتمتد الحافات على هضاب المقطم بطول ٤٣.٥٠٢ كم.

- نموذج الإرتفاع الرقمي:

تم الاعتماد على نموذج الإرتفاع الرقمي (SRTM) وهي اختصار Shuttle Radar Topographic Mission وهو ملف ناتج عن المسح الرداري للتضاريس قام به مكوك الفضاء انديفور التابع لوكالة الفضاء الأمريكية ناسا عام ٢٠٠٠ وهو متوفر بدقة ٩٠ م، وأعلى نقطة إرتفاع ٢١٠ م وأدناها على الهضبة ٣٤ م، ومتوسط ارتفاع الهضبة بلغ ١٣٠ م



شكل (٢٩): معايير(مدخلات) النموذج ومرحل عمله لتحديد أماكن الخطورة ودرجاتهاعلى هضبة المقطم

- **معدل الانحدار :**

تم عمل معدل الانحدار عن طريق التحليل الطبوغرافي لنموذج الارتفاع الرقمي وقد بلغ أعلى معدل له ٣١.١ °.

- الجروف:

وهى المنحدرات التي تبلغ درجة انحدارها ٤٠° فأكثر حيث تم تحديد أماكنها بالاعتماد على المرئية الفضائية لاندسات ٨ (Landsat 8)، إضافةإلى نموذج الإرتفاع الرقمي .

- المناطق المعرضة لخطر السيول:

تم تحديدها عن طريق عمل التحليل الهيدرولوجي باستخدام أدوات التحليل الهيدرولوجي داخل برنامج Arc GIS 10.1 على نموذج الارتفاع الرقمي، وتحديد الأحواض المائية Basin، والروافد Stream ورواتبها بمنطقة الدراسة، ومن ثم تحديد المناطق المعرضة لخطر السيول.

- الكتلة العمرانية:

تم رسم الكتلة العمرانية من المرئية الفضائية إيكونس،حيث بلغت مساحتها ١٨كم٢.

- المناطق العشوائية:

هي المناطق العمرانية غير المخططة، وتشمل منشأة ناصر، والدويقة، وعزبة العرب، وسوق الجمعة، والأباحية، وعزبة الزبالين .

- أماكن الحدائق والأشجار :

تم رسم مساحات الحدائق والأشجار بمنطقة الدراسة من المرئية الفضائية لاندسات ٨ عام ٢٠١٤ .

- أماكن تسرب مياه الصرف:

تم تحديد المناطق التي يحدث بها تسرب لمياه الصرف الصحي، من خلال النباتات التي تنشأ عليها، أو من خلال رطوبة التربة بذلك المكان (تم تحديد رطوبة التربة من خلال درجات الحرارة) بعمل تحليلات على المرئية لاندسات ٨ عام ٢٠١٤، وتم مطابقتها بصورة جوجل إيرث لمنطقة الدراسة.

- المحاجر :

تم توقيع المحاجر التى تمثل خطورة كبيرة بمنطقة الدراسة على الخرائط الطبوغرافية، حيث يتم استخدام الديناميت في العمل واقتطاع الصخور من الهضبة.

ب- مراحل العمل داخل النموذج:

- المرحلة الاولي:

تتمثل فى تحويل البيانات السابقة من صورة بيانات متجهه Vector إلى صورة بيانات شبكية Raster لتوحيد صورة البيانات الشبكية، وكذلك توحيد عدد فئات التصنيف لكل البيانات بالنموذج، وتتمثل تلك البيانات فيما يلي:

- الجروف
- المناطق المعرضة لخطر السيول
- الكتلة العمرانية
- المناطق العشوائية
- اماكن الحدائق والاشجار
- اماكن تسرب مياه الصرف
- المحاجر

- المرحلة الثانية :

وفيها تم حساب المسافات من حافات هضبة المقطم، ومناطق النشاط البشري وعليه تم تصنيف المسافات إلى: مسافات قريبة (خطورة شديدة)، ومسافات متوسطة (خطورة متوسطة)، ومسافات بعيدة (خطورة منخفضة).

- المرحلة الثالثة :

إعادة تصنيف المناطق حسب منسوب الارتفاع ومعدل الانحدار إلى ٨ فئات لكل منهما.

- المرحلة الرابعة :

وفيها يتم تحقيق الوزن النسبي لتحديد درجات الخطورة علي الهضبة وتم تحديد وزن كل متغير وفق الآتي: المسافة من الحافات (١٥%)، نموذج الإرتفاع الرقمي (٥%)، معدل الانحدار (١٠%)، الجروف (٥%)، المناطق المعرضة لخطر السيول (٥%)، الكتلة العمرانية (٥%)، المناطق العشوائية (٣٠%)، أماكن الحدائق والأشجار (٥%)، أماكن تسرب مياه الصرف الصحي (١٠%)، المحاجر (١٠%).

وقد تم استخلاص النتائج الاتية :-

المناطق التي تتعرض لعوامل الخطورة هي :

- المناطق السكنية القريبة من حافة الهضبة العليا الجنوبية وحتي ١٠٠ م تقريبًا سوف تتأثر بالانهيارات الأرضية وتراجع حافة الهضبة .
- المناطق أسفل جروف الهضبة الوسطى المطلة على عزبة الزبالين والدير نتيجة تساقط الصخور .
- بعض أجزاء الطريق الصاعد الشمالي تأثرت نتيجة سقوط الكتل بأحجام مختلفة وتوجد كميات هذه الصخور منفصلة وغير مستقرة على المنحدر وتسبب خطورة .
- جزء الطريق الصاعد الشمالي على شريط صخري بين منخفضين وهذا الشريط ضيق ويتكون من الحجر الجيري، حيث تنتشر به العديد من الشقوق والفواصل ،كما أنه يكون جروف شديدة الانحدار، مع كثرة الاهتزازات الشديدة على هذا الطريق، ومن ثم تسبب له بعض الانهيارات .
- تتأثر مباني الحرفيين والمباني المقامة على جروف الهضبة بالانهيارات الصخرية وسقوط الكتل .

- منطقة الدويقة ومنشأة ناصر تقع تحت تأثير مياه السيول خاصة المباني داخل الوديان.
- المباني المقامة على سطح الهضبة وأيضًا المزمع إنشائها يجب الاهتمام بدراسة الطبقات الحاملة لهذه المباني للتأكد من عدم وجود كهوف أو انتفاخ للطفلة وتتأثر بذلك مدينة المقطم السكنية، ومدينة الإيواء من الزلازل.

ج- درجات الخطورة بهضبة المقطم وأماكنها:

تم تقسيم هضبة المقطم الى درجات للخطورة بناء على الأضرار التى تحدث للمنشآت والأفراد ودرجة التدمير التي تحدث إلى (شكل ٣٠):

- درجة أولى (شديدة الخطورة):

وتبلغ مساحتها ١.٢٤كم٢ وهى:

- مناطق المساكن أسفل الجرف الشمالي الغربي والغربي مباشرة ومثلها على حافة الجروف مباشرة.
- المناطق المهددة بالانهيار الصخري مثل مناطق المساكن أسفل الجرف الشمالى إلى الغربي والغربي مباشرة.
- مناطق المساكن والمنشآت بحافة الهضبة العليا الجنوبية والمتأثرة بتراجعها.

- درجة ثانية (متوسطة الخطورة):

وتبلغ مساحتها ٤,٧٨كم٢ وتسببها تجمع المياة فى الأودية والمنخفضات وتسربها إلى الطبقات التحت سطحية لتكوين كهوف مثل:

- بعض أجزاء الطريق الصاعد الشمالي المتأثر بسقوط صخري بأحجام مختلفة منفصلة وغير مستقرة على المنحدر وتسبب خطورة.

- الطريق الممتد أسفل المنحدر الجنوبي الغربي للهضبة العليا بسبب سقوط الصخور وانزلاقها والناجم عن نمو حشائش أعلى الطبقة العليا وأسفلها وتسرب المياه من جرف المنحدر.

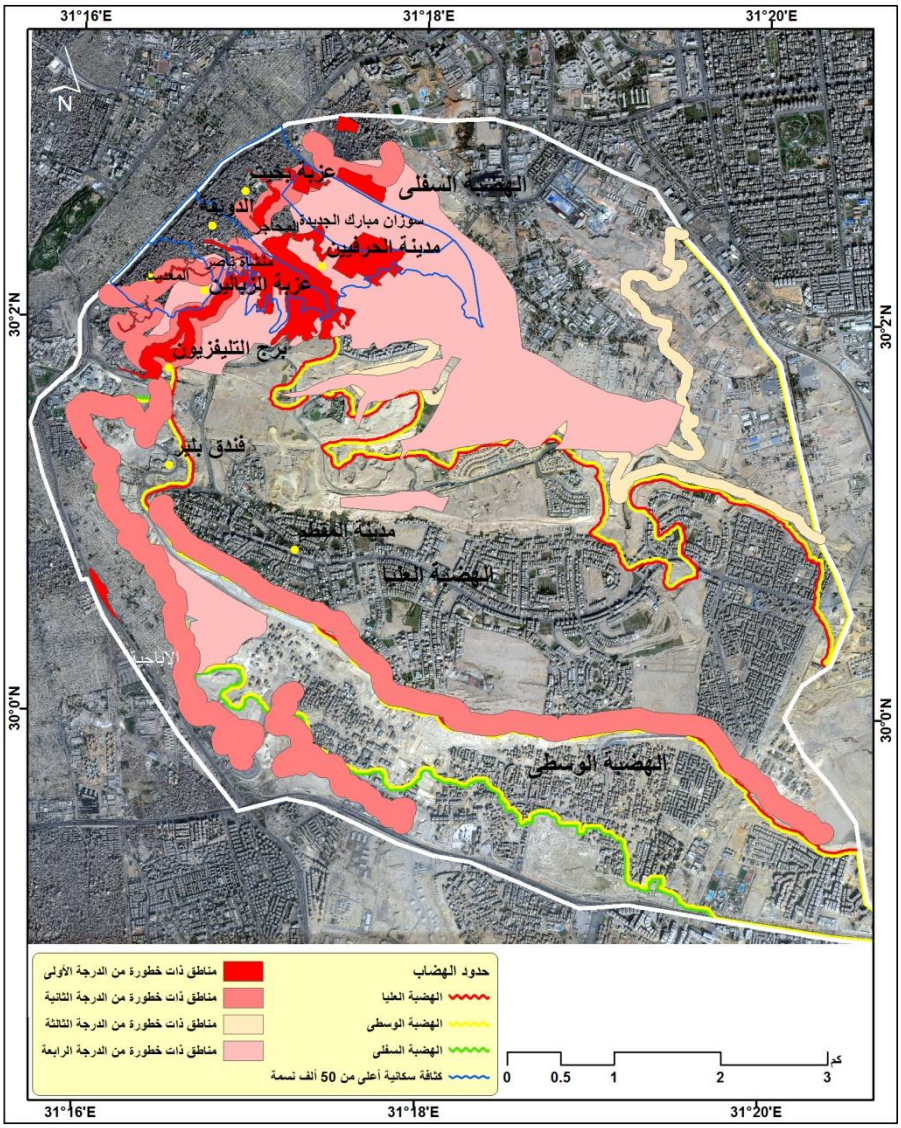
- درجة ثالثة (منخفضة الخطورة):

وتبلغ مساحتها ١.٨كم٢ وتحدث نتيجة سريان الطفلة بسبب زيادة الضغط على الطبقات التى تعلوها وتسرب المياه إليها وكذلك بسبب زيادة الأحمال والضغط على الطبقات نتيجة البناء العشوائى على مناطق يحتمل وجود كهوف بها وتشمل :

- الطريق الصاعد على المنشآت المقامة على الهضبة الوسطى بسبب تسرب المياه إلى طبقات المنحدر الجنوبى للهضبة العليا.
- منحدرات الهضبة العليا الشمالية حيث تتكون من تتابع من الطفلة والحجر الجيرى وبها شواهد لتسيل الطفلة.

- درجة رابعة (منعدمة الخطورة):

وتبلغ مساحتها ٦.٦كم٢ وهى لاتقع تحت تأثير الانهيارات الأرضية وسقوط الصخور ولا تراجع الحافات ولا تؤثر فيها المياه المتسربة وتشمل المنشآت الواقعة على المنحدرات الشرقية والشمالية الغربية وتتعرض لانزلاقات صخرية اوتراجع لحافتها.



المصدر :(النموذج شكل ٢٩)

شكل (٣٠): درجات الخطورة واماكنها الناتجة عن التدخلات البشرية بهضبة المقطم

النتائج والتوصيات

أسفر البحث عن عدد من النتائج والتوصيات التالية منها:

- إن اقامة منازل عالية وبكثافة كبيرة دون دراسة ميكانكية الصخور، يؤدى إلى زيادة الضغط على طبقات هضبة المقطم العليا مما يسبب تشقق فى المبانى لدا يجب الأهتمام بدراسة مواقع البناء لاختلاف سمك الطبقة العليا وكثافة الفواصل بها.
- يساعد وفرة المياه ، وعدم توفر شبكات صرف صحى ،وصعوبة إنشائها وتكدس المبانى بهضبة المقطم على تكرار الكوارث بالمنطقة، حيث تعد كمية المياه المتسربة ونوعها السبب الرئيسى فى التأثير على صخور الحجر الجيرى والطفلة بالمنطقة.
- لا يسمح التركيب الجيولوجى ولا الشكل المورفولوجى للهضبة العليا الشمالية بإقامة منشآت عليها أو مبانى سكنية ، فى حين تعد االهضبة العليا الجنوبية نموذجا للإمتداد العمرانى الطبيعى لمدينة القاهرة
- تسرب المياه يؤدى إلى إذابة الأملاح الموجودة فى الطبقات الفتتاتية مما يقلص من سمكها.
- زيادة انتفاح طبقات الطفلةأسفل طبقة عين موسى بزيادة تسرب المياه إليها يؤدى إلى تشقق الطبقة العليا التى تؤ ثر بدورها على مبانيها المقامة عليها.
- انتشار الكهوف الطبيعية المتباينة الأحجام بهضبة المقطم والتى تستغل حاليا بشكل أو بآخر كاماكن للتخزين اوورش وكنائس أوأديرة.
- إنشاء قاعدة بيانات جغرافية عن المنطقة وإنتاج خرائط للاستخدام الأمثل للآراضى بمنطقة المقطم باستخدام قواعد البيانات ونظم المعلومات الجغرافية وصور الأقمار الصناعية .
- إتخاذ الاحتياطات لحماية المنشآت القريبة من أماكن سقوط الكتل الصخرية بالتعرف على الإنهيارات الصخرية الصغيرة والكبيرة باستخدام

مرئيات Stereo Radar والتي تتميز بالدقة العالية لتخريط أماكن إنهيار الصخور

- تشبع الصخور المقام عليها المبانى منذ أكثر من ٤٠ سنة بالمياه لذا يجب إزالتها وبنائها من جديد بعد عمل جسات جيولوجية وهندسية لتحديد صلاحية الموضع للتعمير.
- إستخدام صور الأقمار الصناعية ونظم المعلومات الجغرافية فى تحديد مستوى إزالة الطبقات الصخرية والمناطق التى يمكن تطويرها بعد دراسة الاستخدام الامثل للأرض.
- وضع قوانين رادعة لمواجهة المخالفات أيا كانت
- عدم البناء قرب حواف الهضاب مع ترك مسافة كافية بعيدا عن الحافة لاتقل عن ١٠٠م.
- عمل مسح سيزمى دقيق للكشف عن الكهوف والفجوات
- إعداد جسات بأعماق مناسبة في أي موقع سيتم به إنشاءات وذلك للتعرف على الخواص الفيزيائية والميكانيكية والإنتفاشية للطبقات حتى يتم تصميم الأساسات المناسبة والأخذ في الاعتبار القوى المتولدة عن تسرب المياه
- دراسة التغييرات التي تحدث للحواف عن طريق استخدام البيانات المتتابعة للإستشعار من البعد ذات الدقة العالية لعدة سنوات
- إجراء دراسة جيوفيزيقية متكاملة للأجزاء الصخرية بمنطقة الهضاب المحيطة بامتدادات المنطقة لتحديد الأماكن التى قد تسبب إنهيارات وكوارث مستقبلية.
- ضرورة رسم خريطة لدرجة ثبات ميول هضبة المقطم لتحديد أماكن الإنزلاقات.
- إزالة المساكن العشوائية ومنع أى منشآت جديدة ،لاسيما حول مناطق الضعف التى بينتها الدراسة.

- الحد من تسرب المياه أيا كان مصدرها مع عمل الصيانة الدورية
- سد الشقوق المنتشرة والفواصل فى طبقة عيون موسى بالمواد العازلة
- تثبيت محطات حقلية لتسجيل الهزات الأرضية والتفجيرات بمنطقة جبل المقطم لتسجيل النشاط الزلزالى الدقيق بالمنطقة
- تحديد كمية المتفجرات الواجب استخدامها فى محاجر الأسمنت وغيرها المنتشرة حول جبل المقطم،وكذلك طرق التفجير طبقا للمعايير العلمية، والقيام بإعداد جدول زمنى تنظيمى لمواعيد التفجيرات للمحاجر المختلفة.
- يجب ان يكون انحدار الطرق عامة هينا بقدر الأمكان، حتى يساعد على اندفاع المياه والتقليل من قدرتها على النحت
- يمكن تكسية المناطق التى بها كتل منهارة والمنحدرات الثابتة بترك حرم من أقل كنتور على المنحدر مسافة ٣م وعمل حائط من الدبش بسمك متر واحد ،وارتفاع لايقل عن ٢متر، وذلك لحماية المنشآت والطرق اسفل المنحدرات
- منع صرف مياه الصرف الصحى على المنحدر الجنوبى للهضبة
- ترك حرم لايقل عن ٥أمتار من حافة الهضبة العليا بعد معالجة الميول بالتكسية حالة إنشاء أى منشآت أعلى الهضبة.
- أثبتت الدراسات الميدانية أن الصخور الجيربه المكونة لأسطح الهضاب الثلاثة تتصف بقدرتها الفائقة على تحمل الضغوط ،إلا أن التشققات والتكهفات التى توجد بها تضعف من قوة تحملها ،إضافة الى ما تتصف به طبقات الطفلة التى تتخللها من معدن المنبتونيت القابل للإنتفاخ
- تسرب مياه الصرف الصحى، ومياه رى الحدائق ،والشرب فى منطقة الهضبة العليا من أعلى الهضبة من خلال تشققات طبقات الحجر الجيرى بسطح الهضبة إلى طبقة الطفلة أسفلها وهى غير منفذة للمياه.

المصادر والمراجع

اولا: بالعربية:

١. إدارة المساحة العسكرية بالقاهرة (١٩٨٤ ، ١٩٨٦): خرائط طبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠.

٢. أسامة حسين شعبان (٢٠١١): الانهيارات الصخرية فى منطقتى منشاة ناصر والدويقة بهضبة المقطم ، الجمعية الجغرافية المصرية ، الجزء الثانى ،العدد ٥٨.

٣. سمير سامى محمود (٢٠٠٣): القاهرة الأرض والإنسان، دار الثقافة العربية.

٤. على عبد العظيم تعيلب (٢٠٠٠): الزلازل، المعهد القومى للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية، حلوان.

٥. فتحى محمد الشرقاوى (١٩٩٤):جبل المقطم دراسة جيومورفولوجية تطبيقية ،نشرة بحوث الدراسات الأفريقية رقم ٣٨، معهد البحوث والدراسات الأفريقية جامعة القاهرة.

٦. مصلحة عموم المساحة بمصر (١٩١٠): خريطة طبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ تغطي منطقة الدراسة في لوحتين هما شرق القاهرة وحلوان.

٧. الهيئة القومية للاستشعارمن بعد وعلوم الفضاء (١٩٨٤-٢٠١٤): أربع مرئيات فضائية عام ١٩٨٤ لاندسات ٥، وعام ٢٠٠٠ ايكونس IKonos، وعام ٢٠٠٩ لاندسات ٧، وعام ٢٠١٤ لاندسات ٨ وبدقة ١٤م،

٨. الهيئة القومية للاستشعارمن بعد وعلوم الفضاء (١٩٩٣): التقرير العلمي عن الإنهيار الصخري أسفل الهضبة

٩. الهيئة القومية للاستشعارمن بعد وعلوم الفضاء (١٩٩٤): الدراسات العلمية لمنطقتي منشأة ناصر والدويقة بهضبة المقطم .

١٠. الهيئة القومية للاستشعارمن بعد وعلوم الفضاء (١٩٩٥): دراسة تفصيلية للمخاطر البيئية بالهضبة العليا للمقطم.

١١. الهيئة القومية للاستشعارمن بعد وعلوم الفضاء (١٩٩٦): الدراسات ا لجيولوجية والجيومورفولوجية واستخدامات الأراضي الإقليمية لمنطقة هضبة المقطم

١٢. الهيئة القومية للاستشعارمن بعد وعلوم الفضاء (١٩٩٦): تقرير عن بعض المناطق المعرضة للانهيار بالجرف الجنوبي لهضبة المقطم العليا

١٣. الهيئة القومية للاستشعارمن بعد وعلوم الفضاء (١٩٩٦):التقرير العلمي عن الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية واستخدامات الاراضي لمنطقتي منشأة ناصر والدويقة .

١٤. الهيئة القومية للاستشعارمن بعد وعلوم الفضاء (يونيه ١٩٩٦): تقرير عن الدراسات الجيولوجية و المورفولوجية والبيئية للمنحدر الجنوبي لهضبة المقطم العليا .

١٥. الهيئة القومية للاستشعارمن بعد وعلوم الفضاء(١٩٧٩):دراسات جيولوجية لمواقع مختارة من الهضبة بهدف بناء خزنات المياه ودراسة الانزلاقات الصخرية المحتملة في مواضع البناء.

١٦. هيئة المساحة الجيولوجية (١٩٩٧): جيولوجية ومخاطر منطقة جبل المقطم ،مركز المعلومات والتوثيق:٦٥- .٦٩.

١٧. الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات المعدنية (١٩٨٤ ، ١٩٨٦ ، ١٩٩٦ ، ١٩٩٨): خرائط جيولوجية وطبوغرافية واستخدامات أراضي مقياس ١ : ٥٠٠٠ .

١٨. الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات المعدنية (١٩٩٤): دراسة ميدانية لمساحة ٨كم٢ من الجزء الشمالي لهضبة المقطم .

١٩. الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات المعدنية (١٩٩٦): دراسة جيولوجية مكثفة لهضاب المقطم الثلاث والموجد بها مناطق امتياز شركة النصر للإسكان والتعمير .

٢٠. الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات المعدنية (١٩٩٦): دراسة المخاطر الجيولوجية لمنطقة منشآت الاذاعة والتليفزيون بمنطقة المقطم وكذلك المغارة الموجود بها محطة الإذاعة بالإضافة الى مناطق الكتل الصخرية المنفصلة

٢١. الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات المعدنية (١٩٩٦): إعداد دراسات حقلية وإعداد تقرير جيوهندسي عن الهضبة المقام عليها مساكن الحرفيين بمنشأة ناصر.

٢٢. الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات المعدنية في عام (١٩٩٥): دراسة المخاطر الجيولوجية التي تهدد الطريق الصاعد الي هضبة المقطم.

٢٣. هيئة بحوث السكان والبناء والتخطيط العمرانى (١٩٩٤): عدد ستة تقارير صدرت في مارس:عن هضبة المقطم.

ثانيا: باللغة الاجنبية

1- Abdel Tawab, S., (2008): Mokattan Plateau Geology and Stability, Japan – Egypt Joint Symposium New Horizons in Geotechnical and Geoenvironmental Engineering Geotechnical Engineering Research Laboratory Tanta University, Tanta, Egypt September 15-17, 200

2- Abdel Tawab,S. (1989): "Engineering Geology of some areas in the greater cairo ."Ph.D . Thesis in geology .ain shams univ . faculty of science.121pp.

3- **Aboushook ,M.l. and Sheriff, A. (2000): Reinforcement of fissured large roof of the Egyptian broadcasting cavern in Mokattam hill. Proc. Of ISRM.Sym Eurock 2001. Finland,:401-408.**

4- **Awad ,G.H.,Faris,M.I.,and Abbass, H.L., (1953): Contribution to the Stratigraphy of the Mokattam area east of Cairo: Bull Inst Desert Egypt, V.3,No.2,p.106-107.**

5- **Barron, T., (1907): The topography and geology of the district between Cairo and Suez .Egyp.Survey Dept.,cairo,133pp.**

6- **Elbeih, S.F., (2002): "studying the Geoengineering Hazards Using Remote Sensing Techniques and its Application on el –Mokattam Area "M.Sc. thesis , faculty of Engineering –Ain Shams University.**

7- **Elleboudy, A.M., (1999a): Foundation problems on cavernous limestone formation proceedings, 9th International Congress on Rock Mechanics, Paris, France, 1, 455-460.**

8- **Elleboudy, A.M., (1985): Analysis of mokattam rockfalls . proceedings, 11th International Conference of ISSMNFE, San Francisco, California,USA,4,2321-2324.**

9- **El-Shazly ,E.M. and Abdel –Hady ,M.A., (1976):Geological investigations on Gebel El-Mokattam .Report, Academy of Scientific Research and Technology, Egypt,1-25**

10- Elsohby, M.A., Elleboudy, A.M., (1993)Instability of natural slope in interbedded limestone and shale . Proceedings.5th International Symposium on landslides, Lausanne,Switzerland,1, 121-123 .

11- Frattini, P.,Crosta, G., Carrara, A. &Agliardi, F. , (2008)Assessment of rockfall susceptibility by integrating statistical and physically based approaches . Geomorphology, 94, 419—437.

12- Goodman ,R.E.and Fieffer ,D.S. , (2000): Behavior of Rock in Slopes. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE,Vol .126 , No. 8,pp.675-684.

13- H.D.Park,G.H.Shin., (2009) Geotechnical and geological properties of Mokattam limestones: implications for conservation strategies for ancient Egyptian stone monument Original Research Article Engineering Geology, Volume 104,Issues 3-4,23 March 2009, pages 190-199,

14- Helmy ,H.M. , (1996) :"Stability Analysis of Jointed Rock Sloped with Special Application on Mokattam Plateau." Ph.d. Thesis, ain shams Univ .Faculty of Eng .,Egypt , 176pp.

15- M. EL-Sohby, M. & Aboushook, M. , (2004):Slope degradation and analysis of Mokattam plateau, Egypt 2nd International Conference on Geotechnical Site Characterization (ISC-2), Porto, Portugal ,: 1081-1887

16- Mathewson, C.C. (1981): Engineering Geology: Charles E.Merrill Pub .Co., London,450 p.

17- Moustafa , A.R.,and Abdel Tawab, S. (1985): Morphostructures and non-tectonic structures of Gabal Mokattam:MERC, Ain Shams University ,Sci .Res . Ser .,V.5,:65-78

18- Moustafa, A.R. , F., El-Nahhas, F., AbdelTawab, S., (1991): Engineering geology of Mokattam city and vicinity, eastern Greater Cairo, Egypt original research Article Engineering geology, volume 31, Issues 3-4, December, pages327-344

19- Moustafa,A.R.,el-Nahhas, F.and Abdel Tawab, S., (1991): "Engineering Geology of Mokattam city and Vicinity , eastern Greater Cairo , Egypt ."Engineering geology .327-344.

20- Nicholson, D.T. &Hencher, S., (1997): Assessing the potential for deterioration of engineered rockslopes. International Symposium on Engineering of Geology and Environment, Athens, Greece, 1 , 911-916 .

21- Said, R., (1971):Explanatory notes to accompany the geological map of Egypt: geol. survey of Egypt, paper no.56,123p.

22- Slope Indicator Applications Guide: "(1994):2nd Ed. Slope Indicator Company. Seattle U.S.A.

23- Strouge, A.,(1985): Eocene Stratigraphy of the eastern Greater Cairo (Gebel Mokattam-Helwan) area: MERC,Ain Shams University, Sci.Res.,v.5,p.1-39.

24- Volkwein, A., et al., (2011): Rockfall characterization and structural protection – a review . Jounal of Natural Hazards and Earth System Sciences, 11, 2617 – 2651. .

25- Yousif, M.S.M., (2000): Slope Stability of the Middle Eocene Rocks Of Gebal Mokattam, Cairo Unive, September:14 - 32