الجيومورفولوجيا الهندسية لهضبة المقطم بشرق القاهرة

د/ وهبه حامد حامد شلبي[١]
Drwahba2000@yahoo.com

ملخص

نشأت هضبة المقطم بشرق القاهرة بفعل عمليات داخلية وتشكلت بالعوامل والعمليات الخارجية وظلت متوازنة بيئيًا مع نفسها، ولم يعبث بها أجدادنا الفراعنة من قبل بل امتدت يد الإنسان الحديث باستغلالها لارتفاع سطحها عن سهول وادي النيل، بالإضافة إلى أنها منطقة ذات إطلالة مميزة وذلك بتشييد مشاريعه التنموية التي تمثل ضغطًا علي سطح الهضبة وتكويناتها، حيث غطت ٨٦٪ منها حتى عام ٢٠٢٠. وتتألف الهضبة من طبقات الحجر الجيري متداخلة مع طبقات الطفلة، وتواجه حاليًا خطورة التدهور البيئي لمنحدراتها بسبب التطور الديناميكي الذي حدث لسطحها بزيادة استعمالات الأراضي لإنشاء مجتمعات عمرانية مستدامة، ونتج عن سوء الاستخدام تسرب المياه إلى الطبقات تحت السطحية مما تسبب في حدوث عدداً من الانهيالات من حوافها أدت لخسائر في الأرواح والممتلكات، وغدت تمثل خطرًا على ساكنيها.

كلمات دالة: الجيومورفولوجيا الهندسية، منحدرات، هضبة المقطم.

مقدمة

تهتم الجيومورفولوجيا الهندسية بالتحديات الجديدة لتغير المناخ، والتدخل البشري بزيادة الاستخدام الأرضي، ويُنظر لها الآن كشريك لا غنى عنه في الهندسة المدنية كعلم من العلوم التطبيقية، وذلك من خلال دراسة الخصائص

[١]) أستاذ الجغرافيا المساعد بآداب بورسعيد

المورفولوجية لمنحدرات سطح الأرض وعمليات تشكيلها، مع اهتمام خاص بدراسة خصائصها الهندسية وسلوكها بهدف وضع حلول للمشاكل المعقدة التي قد تنتج عنها، وتوفر المعرفة الجيومورفولوجية لدينامية الشكل الأرضي سواء قصيرة الأجل أو الطويلة خرائطاً توضح الاشكال الجيومورفولوجية المختلفة وآثارها المحتملة على الهياكل الهندسية والأنشطة البشرية، وتعد الجيومورفولوجيا الهندسية مجالًا تطبيقيًا جديدًا لتحديد وتقييم أداء المنحدرات من خلال خصائصها كأساس للحلول الهندسية.

تواجه هضبة المقطم بشرق القاهرة حاليًا خطورة التدهور والانهيار لمنحدراتها بسبب التطور الديناميكي الذي حدث لسطحها بزيادة استعمالات الأراضي في مجال نشأة مجمعات عمرانية مستدامة، وكان يجب تقييم شامل لجميع موارد الهضبة بإمكانياتها المتاحة والمتوقعة عند إنشاء المواقع العمرانية، والتوظيف الأمثل لها من خلال التوازن بين النسيج البيئي والعمراني للمكان باستخدام التقنية الحديثة، وإيجاد تناغم جمالي بين منحدراتها وعمرانها مع الاستغلال الجيد للمياه، ونتج عن سوء الاستخدام مشاكل بيئية وانهيارات صخرية متكررة من جروفها أدت إلى خسائر في الأرواح والممتلكات.

توفر الدراسة الحالية أساسًا علميًا للتخفيف من المشاكل البيئية التي قد تنجم عنها مستقبلًا، وذلك باستخدام القدرات المكانية لنظم المعلومات الجغرافية من خلال الجمع بين تقييم المنحدرات بعملياتها الديناميكية والتوصيف الهندسي للتشوه الذي أصابها مقترنًا بالخصائص الهيدرولوجية للمواد المؤلفة لها.

هدف الدراسة

يهدف البحث دراسة التغيرات التي طرأت على سطح هضبة المقطم الجيرية، وتحويل منحدراتها الطبيعية لمنحدرات اصطناعية بسبب زيادة الاستخدام لسطحها، والتي قد تحتاج إلى صيانة منتظمة لضمان استقرارها، وذلك باستخدام التقنيات الحديثة والتنبؤ بالتطورات المستقبلية المحتمل حدوثها، لأنها تمثل مشكلة بيئية على الأنشطة البشرية بنطاق الهضبة، بتصنيفها وتقييم أخطارها باستخدام نظام المحاكاة، وما سينتج عنها مستقبلًا من أخطار تهدد البيئة العمرانية، وتحديد المناطق المهددة ووضع حلول لها، ورسم الخرائط الجيومورفولوجية للمنحدرات الحالية بالهضبة كتقنية رصدية وتفسيرية تحاول الجمع بين جيولوجيا الماضي وجيومورفولوجيا الحاضر والمستقبل المتوقعة، وتعد أداة صالحة وفعالة ومفيدة لتقييم المنحدرات الأرضية للمهندسين المدنيين، والتي كثيراً ما كان يتم تطبيقها في بداية المشروع، وكان لا يُسمح بالترجمة الجيومورفولوجية الشكلية المستمرة للمتابعة البيئية بعد انتهاء المشروع، كما أن تقييم المنحدرات باعتبارها عناصر أخطار سابقة ومتكررة ومحتملة في المستقبل دائمًا ما تتطلب تقييماً مستمراً بوصفها نشاط المسار الحرج على الاستخدام البشري بنطاقها.

أسلوب الدراسة

تم الاستعانة بالتصوير الجوي كورونا ١٩٦٧، وصور الأقمار الصناعية **SPIIN** ١٩٩٧، **Ikons** ٢٠٠٢، **Sentinel-2** ٢٠٢٠، (الهيئة القومية للاستشعار عن بعد)، واللوحات الطبوغرافية مقياس ١: ٥٠٠٠ (هيئة المساحة العامة)، والخريطة

الجيولوجية الرقمية مقياس ١/٢٥٠.٠٠٠ (هيئة المساحة الجيولوجية). وطبقات نظم المعلومات الجغرافية المختلفة والاعتماد على برمجيات ARCGIS و ERDAS Imagine للتعرف على تغيرات الهضبة على مدار الخمسين عامًا الماضية، والتي غير تضاريسها زيادة الاستخدام لسطحها، بالإضافة للدراسة الميدانية وذلك لرصد ما توصلت إليه التقنية والتي غطت أكثر المناطق خطورة، ولرسم الخرائط المختلفة التي جمعت بين الدراسة الميدانية وتفسير الصور الجوية وصور الاستشعار ونماذج الارتفاعات الرقمية.

الموقع والحدود والمساحة

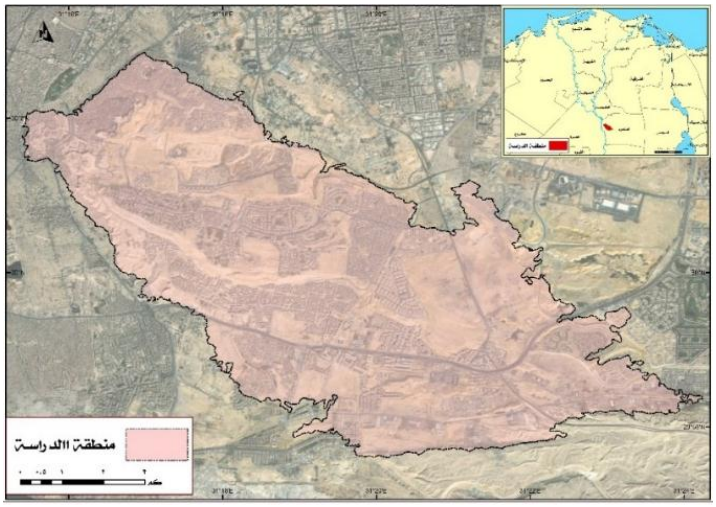
تقع هضبة المقطم بشرق القاهرة الكبرى، وتمثل الطرف الشمالي الغربي لهضبة المعازة الجيرية، وهي كتلة واضحة المعالم، يحدها شمالًا منخفض مدينة نصر، ومن الجنوب منخفض المعادي، ومن الغرب سهول نهر النيل، ومن الشرق سهل رملي حصوي متسع. وتنحصر الهضبة فلكيًا ما بين دائرتي عرض ٣٦" ٥٧' ٢٩° – ٥٠" ٢' ٣٠° ش، بفارق عرضي ١٤" ٥' ٠٠° بأقصى امتداد ٦.٣كم، وبين خطي طول٢٧" ١٥' ٣١° – ١٤" ٢٤' ٣١° بفارق طولي ٤" ٩' ٠٠° بأقصى امتداد ١٥.٣كم، وبلغت مساحتها ٦١.٩ كم^{٢}(شكل١).

الدراسات السابقة:

شملت مجموعة من الدراسات الجيولوجية والجغرافية كالاتي:

- **الدراسات الجيولوجية منها:** دراسة رشدي 1975 **,Said**، دراسة الشاذلي **El Shazly, 1976**، ودراسة عبد التواب **Abd El Tawab, 1986**

- **الدراسات جغرافية منها:** تقرير الهيئة القومية للاستشعار عن بعد ١٩٩٧، ودراسات: فتحي الشرقاوي ١٩٩٤، وعزة عبد الله ١٩٩٩، وآمال شاور٢٠٠٢، وسمير سامي ٢٠٠٣، ورهام وسيم ٢٠٠٤، وعصام عطية ٢٠٠٨، وأميرة البنا ٢٠١٠، وصفاء ماهر ٢٠١٢.



المصدر: بالاعتماد على صورة القمر الصناعي Sentinel-2

(شكل١) موقع منطقة الدراسة

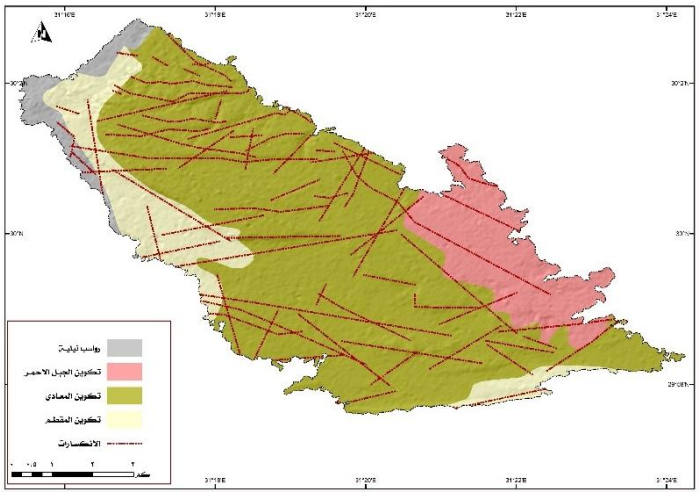
أولا: الخصائص الجيولوجية

ترجع أقدم التكوينات الصخرية السطحية لهضبة المقطم للإيوسين الأوسط من الزمن الثالث، ومن خلال دراسة شكل (٢) وبيانات جدول (١) يمكن عرض التالي:

- **تكوين المقطم**

يعد تكوين المقطم أقدم التكوينات الظاهرة على السطح ويختفي أسفل التكوينات الأحدث، وينتمي للإيوسين الأوسط من الزمن الثالث، وينقسم إلى قسمين: الأول سفلي (جيزا هنسيس) وسمكه ١١٠م وقد تم تحديده من خلال حفر الآبار (هيئة الاستشعار عن بعد ١٩٩٧)، والثاني علوي ويظهر ممتدا

بجروفه المرتفعة في الناحية الجنوبية للهضبة بسبع عشرة طبقة معظمها للحجر الجيري الأبيض المتحجر المختلط مع المارل، ويتفاوت سمكها بين ٠.٥– ٢٥م، بإجمالي سمك ٦٢.٥م (**El Shazly, et al., 1976**)، وتشير خصائصه أنه ذو صلابة متوسطة ويحتوي على قليل من الجير والشيرت المحلي والنيموليت، ويرجع ترسيبه للبيئة البحرية الضحلة، وتبلغ مساحته ٨.١كم^{٢} بنسبة ١٣.١٪ من إجمالي مساحة الهضبة.



المصدر/ الخريطة الجيولوجية الرقمية مقياس ١:٢٥٠.٠٠٠، نظم المعلومات الجغرافية.

(شكل٢) جيولوجية هضبة المقطم

- **تكوين المعادي**

يرتكز تكوين المعادي توافقيًا على تكوين المقطم، وينتمي إلى الإيوسين المتأخر، وتبلغ مساحته ٤٣.١كم^{٢} بنسبة ٦٩.٦٪، ويتألف من أربع عشرة طبقة متتابعة من الحجر الجيري الرملي متفاوت الصلابة ذي اللون البني المصفر ومتداخل معه طبقات الصخر الزيتي الجبسي، ويتفاوت سمكه بين ٠.٥– ١١.٥م بإجمالي ٤٧.٥م، ويرجع ترسيبه للبيئة البحرية الضحلة(**El Shazly, et al., 1976**).

(جدول١) الخصائص الصخرية لهضبة المقطم

العصر	التكوين	السمك م	المساحة كم٢	٪
بليستوسين	النيلي	٣٠	٢.٢	٣.٦
أوليجوسين	الجبل الأحمر	٤٠	٨.٥	١٣.٧
إيوسين أعلى	المعادي	٤٧.٥	٤٣.١	٦٩.٦
إيوسين أوسط	المقطم	١٧٢.٥	٨.١	١٣.١
المجموع			٦١.٩	١٠٠

المصدر: الخريطة الجيولوجية الرقمية مقياس ١:٢٥٠.٠٠٠، هيئة المساحة الجيولوجية.

- **تكوين الجبل الأحمر**

يرتكز تكوين الجبل الأحمر الذي ينتمي ترسيبه لعصر الإوليجوسين في شمال شرق الهضبة توافقيًا علي تكوين معادي، على الرغم من أن الأخير يعلوه في ظهيره الغربي، مما يشير إلى أن تكوين معادي قد استجاب لعملية الالتواء والطي قبل ترسيبه (**Strougo 1985**)، ويتألف من ست طبقات بإجمالي سمك ٤٠م، والسائد فيها طبقتان للصخر الزيتي الرملي المارلى المتحجر بسمك ٧م، وطبقتان للحجر الجيري الرملي المتحجر بسمك ٢م (**El Shazly, et al., 1976**)، وتتألف الطبقة السطحية من الرمال والحصى الملون (البني المحمر والأصفر والأبيض) وعروق الكوارتز والخشب المتحجر حول الصدوع خاصة في الطرف الشمالي الشرقي لها، وبلغت مساحته ٨.٥كم٢ بنسبة ١٣.٧٪.

- **تكوين النيل الطمييية**

تظهر التكوينات النيلية على الحافة الشمالية الغربية للهضبة، ويرجع ترسيبها على هذا المستوي المرتفع (٦٠م) إلى المدرجات النيلية التي تنتمي إلى البلايستوسين من الزمن الرابع، وتتألف من الطمي ذي اللون البنى القاتم والمختلط بالحصى والرمال وبلغت مساحتها ٢.٢كم٢ بنسبة ٣.٦٪ وبسمك ٣٠م (**El Shazly, et al., 1976**).

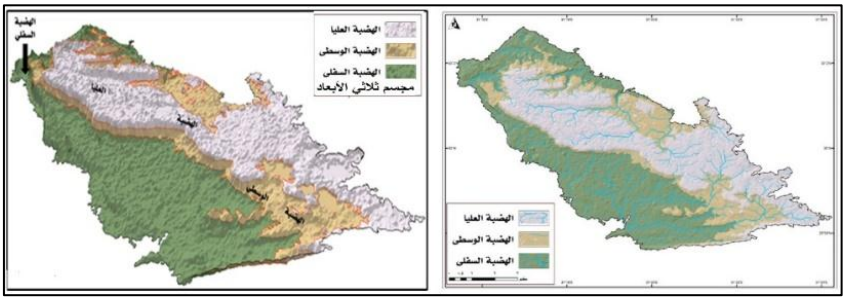
ونشأت هضبة المقطم كجزء من طية أحادية الميل ضعيفة تتبع إقليم القاهرة السويس التركيبي لصدي حركة الأقواس السورية، وخلفت مجموعة انكسارات كبرى (٢٤انكسارا) ذات خصائص واتجاهات مختلفة (**Abdel Tawab,1986**)، أدت لوجود كتل صدعيه قافزة متفاوتة في إزاحتها الرأسية، وأضفت الشكل المورفولوجي الذي تظهر عليه الهضبة في ثلاثة مستويات متدرجة لأعلي من حوافها لداخلها بلغ أطولها ٩.٦كم، بالإضافة لمجموعة من الفواصل (٤٧فاصلًا) تتراوح أطوالها بين ٠.١- ٢.٨كم، وبلغ إجمالي أطوال الصدوع والفواصل ١٢٨.٣كم، بكثافة ٢.١كم/كم^{٢}، ويظهر النشاط البركاني الملحوظ على طول بعض مناطق الصدوع، وينابيع المياه الحارة غير النشطة (**El Shazly, et al., 1976**).

ثانيا: الخصائص التضاريسية

أ-السمات العامة

تراوحت الارتفاعات على سطح الهضبة ما بين ٥٦ متراً في شمالها الغربي (منشأة ناصر) إلى ٢٥٠ مترًا لأعلى قمة تلية بالهضبة العليا (شكل٣)، وترتفع حافة الهضبة الخارجية عن السطح المحيط بها بمتوسط ٣٠م من الشمال والجنوب والغرب عند وجود الحافات. ويظهر سطحها في ثلاثة مستويات حددتها مجموعة من الانكسارات، أهمها الانكسار الرئيس الذي يفصل بين الهضبتين العليا والسفلي من جهة الجنوب، لهذا يسود الانحدار المستويين العلويين تجاه الشمال والمستوي الأسفل يكون تجاه الجنوب، ويزركش سطحها مجموعة من

الربوات متفاوتة الارتفاع، ومن خلال الدراسة المورفومترية (جدول٢) والشكلية لها يمكن عرض التالي:



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي.

(شكل٣) الوحدات الطبوغرافية لمنطقة الدراسة

- **الهضبة العليا**

تتمثل الهضبة العليا على ارتفاع يتراوح بين ١٩٠- ٢٥٠م بفاصل تضاريسي ٦٠م، وبلغ أقصى طول لها ١٠.٤كم، وأقصي عرض ٢.٦كم، وتشغل مساحة ٢٢.٩كم^{٢} بنسبة ٣٧.٠٪، وتمثل الفئة (٢١٠-٢٠٠م) أكثر فئاتها اتساعًا في المساحة (٨.١كم^{٢})، وينبع منها معظم مجاري الأودية التي تنحدر شمالًا. وتعد حافة الانكسار الرئيس الفاصلة بين الهضبة العليا والهضبة السفلي من جهة الجنوب الغربي خط تقسيم المياه لمعظم أحواض التصريف التي انحدرت تجاه الشمال والجنوب.

- **الهضبة الوسطي**

تتمثل الهضبة الوسطي بصورة أكثر في القسم الشمالي بشكل شريطي، وتقع على ارتفاع يتراوح بين ١٦٠- ١٩٠م بفاصل تضاريسي ٣٠م، وبلغ أقصى طول لها ٦.٨كم، وأقصي عرض ١.٣كم، وتشغل مساحة ١٢.٧كم^{٢} بنسبة ٢٠.٥٪، وتمثل الفئة (١٩٠-١٨٠م) أكثر فئاتها اتساعًا في المساحة

(٦.١كم^{٢})، وتتميز بوعورتها في القسم الشمالي الشرقي والجنوبي الشرقي لاحتوائها علي المجاري الرئيسة لشبكات التصريف.

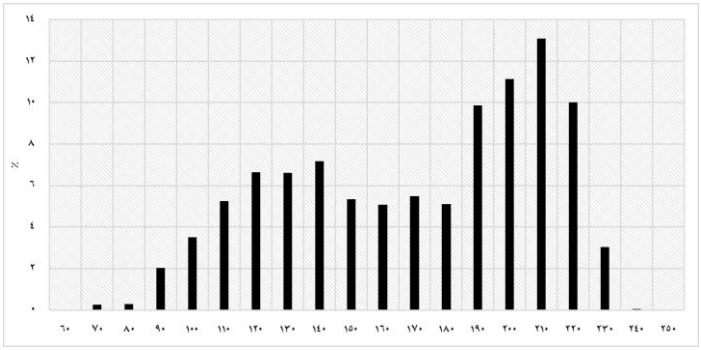
(جدول٢) خصائص الارتفاعات بسطح الهضبة

الفئات	المساحة كم^{٢}	٪	الدليل	المساحة كم^{٢}	٪
أقل من ٧٠	٠.١	٠.٢	الهضبة السفلي	٢٦.١	٤٢.٢
٨٠-٧٠	٠.٢	٠.٣			
٩٠-٨٠	١.٢	١.٩			
١٠٠-٩٠	٢.٢	٣.٦			
١١٠-١٠٠	٣.٢	٥.٢			
١٢٠-١١٠	٤.١	٦.٦			
١٣٠-١٢٠	٤.١	٦.٦			
١٤٠-١٣٠	٤.٤	٧.١			
١٥٠-١٤٠	٣.٣	٥.٣			
١٦٠-١٥٠	٣.١	٥.٠			
١٧٠-١٦٠	٣.٤	٥.٥	الهضبة الوسطي	١٢.٧	٢٠.٥
١٨٠-١٧٠	٣.٥	٥.٧			
١٩٠-١٨٠	٦.١	٩.٩			
٢٠٠-١٩٠	٦.٧	١٠.٧	الهضبة العليا	٢٣.١	٣٧.٣
٢١٠-٢٠٠	٨.١	١٣.١			
٢٢٠-٢١٠	٦.٢	١٠.٠			
٢٣٠-٢٢٠	١.٩	٣.١			
٢٣٠ فأكثر	٠.١	٠.٢			
الاجمالي	٦١.٩	١٠٠	المقطم	٦١.٩	١٠٠

المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي

- **الهضبة السفلي**

تتمثل الهضبة السفلي بصورة أكثر في القسمين الجنوبي والغربي، وتقع على ارتفاع يتراوح بين ٥٦- ١٦٠م بفاصل تضاريسي ١٠٤م، وبلغ أقصى طول لها ٥.٣كم، ويتفاوت العرض بين عدة أمتار- ٢.٥كم، وتشغل مساحة ٢٦.١كم^{٢} بنسبة ٤٢.٢٪، وتمثل الفئة (١٤٠-١٢٠م) أكثر فئاتها اتساعًا(شكل٤) في المساحة (٤.٤كم^{٢})، ونشأ عليه شبكة تصريف ضحلة تتجه نحو الجنوب.



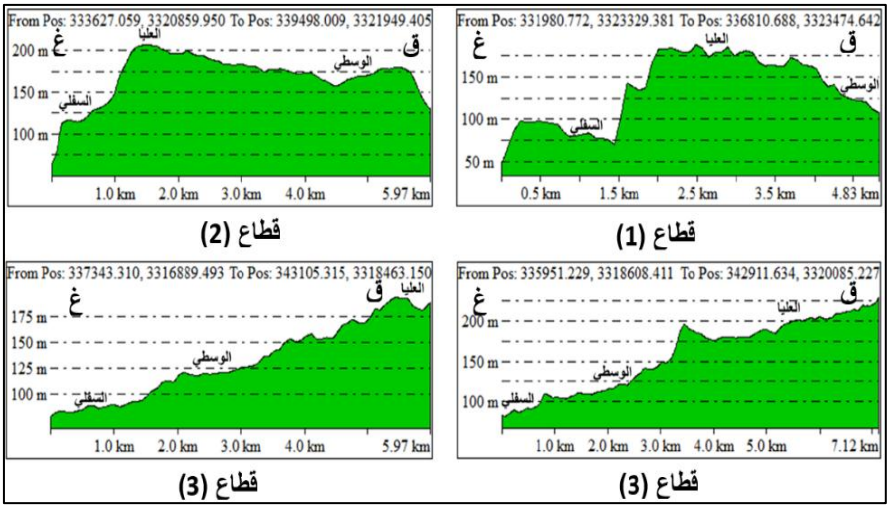
المصدر: اعتماداً على جدول (٢) باستخدام برنامج Excel.

(شكل٤) مساحات الفئات الكنتورية

ب- القطاعات التضاريسية

تم عمل أربعة قطاعات تضاريسية لتوضيح مستويات الهضبة الرئيسة، وتمتد جميعها باتجاه عرضي يقطع الهضبة من الشرق للغرب (شكل٥) وعرض خصائصها كالتالي:

- **القطاع الأول:** بلغ طوله ٤.٨ كم وتتراوح مناسيب ارتفاعه بين ٥٦ –١٨٢متراً، ومعدل انحداره ٢٦.٢م/كم، وأقصي درجة انحدار ٨٩.١°، ويُظهر القطاع الهضبة العليا تتوسط الهضبتين الوسطي والسفلي مع انكماش مساحتهما.
- **القطاع الثاني:** بلغ طوله ٥.٩ كم وتتراوح مناسيب ارتفاعه بين ٦٢ – ٢٠٦متراً، ومعدل انحداره ٢٤.٤م/كم، وأقصي درجة انحدار ٧٩.٦°، ويُظهر اتساع الهضبة الوسطي وانكماش العليا والسفلي.
- **القطاع الثالث:** بلغ طوله ٧.١ كم وتتراوح مناسيب ارتفاعه بين ٨٠.٤ – ٢٢٦.٢متراً، ومعدل انحداره ٢٠.٥م/كم، وأقصي درجة انحدار ٨٥.٦°، ويُظهر التدرج لمستويات الهضاب من الشرق للغرب.



المصدر: اعتماداً على برنامج Global Mapper 13

(شكل٥) القطاعات التضاريسية بالهضبة

- **القطاع الرابع:** بلغ طوله ٥.٩ كم وتتراوح مناسيب ارتفاعه بين ٦٠.٨ – ٢٠٠متراً، ومعدل انحداره ٢٣.٦ م/كم، وأقصي درجة انحدار ٥٢.١°، ويُظهر التدرج للهضاب مع انكماش العليا واتساع الوسطي وتقطعها بواسطة خطوط التصريف وانحدار السفلي نحو حافتها الخارجية.

ثالثًا: التغيرات الجيومورفولوجية

تحكمت الخصائص الجيومورفولوجية تحكمًا كبيرًا في التوسع الأفقي لاستعمالات الأرض بهضبة المقطم، مما أدي إلى تشتت العمران منذ نشأته في مراحله الأولي، ونموه في اتجاهات مختلفة وأفقدته تجانسه الحضري، واتخذت الأحياء أشكال هندسية غير منتظمة. لهذا تم تطبيق بعض الطرق الآلية لعمل مقارنة للتعرف على التغيرات الجيومورفولوجية للهضبة بواسطة الانسان كعامل جيومورفولوجي، ويمكن عرضها كالتالي:

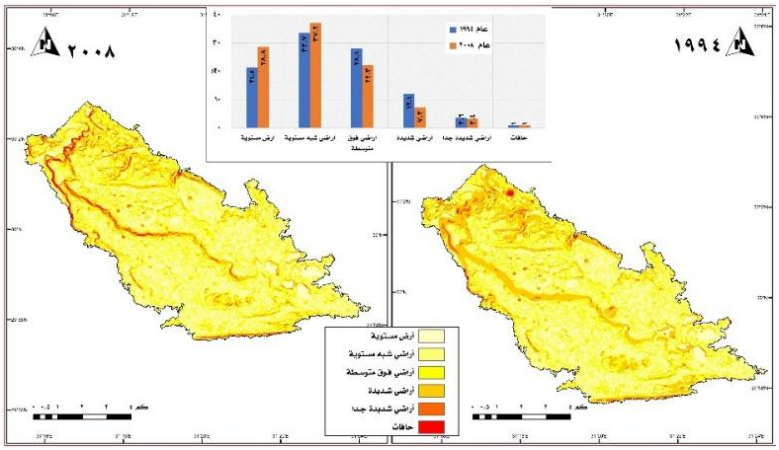
١-التغير الجيومورفولوجي

تهدف هذه الطريقة إلى عمل مقارنة آلية ما بين نموذجين رقميين لفترتين مختلفتين لحساب مدي التغير الجيومورفولوجي بسبب الاستخدام الأرضي لسطح الهضبة، وذلك لحساب المساحات التي أصابتها عملية النحت والإزالة لتسوية الأرض أو عملية الردم للمنخفضات لرفع المنسوب، وأيضا حساب التغير لمساحات أقسام سطح الهضبة. لهذا تم تحويل الخرائط التفصيلية مقياس ١/٥٠٠٠ عام ١٩٩٤م للهضبة إلي نموذج ارتفاع رقمي بدقة ٥ متر، باستخدام تقنية برمجيات ArcGIS وهي Topo to Raster وذلك لإجراء المقارنة الآلية بينها وبين نموذج ارتفاع رقمي أخر بدقة ١٢.٥مترًا لعام ٢٠٠٨م(أحدث دم متوفر للهضبة)، ولإجراء ضمان جودة المدخلات الرقمية Data QC ، تم التأكد من التطابق الفني لكلا النموذجين حتي تكون المخرجات دقيقة وواقعية، وطبقت المقارنة الفنية باستخدام برمجيات ArcGIS بين النموذجين لتحديد التغيرات الجيومورفولوجية آليًا التي انتابت سطح الهضبة على مدار ١٤ عاماً (شكل٦)، وذلك لرصد دور الإنسان كعامل جيومورفولوجي في هندسة المنحدرات لاستخداماته التنموية بغض النظر عن معيار السلامة والأمان للخصائص الجيولوجية تحت السطحية، ويمكن عرض المخرجات كالتالي:

أ- أقسام سطح الهضبة:

تعد دراسة خصائص أشكال سطح الهضبة من الجوانب المهمة لأغراض التنمية بها، لما لها من أثر في تحديد العمليات الجيومورفولوجية التي تشكل خطرًا على استعمالات الأرض المختلفة، لأنها دائمًا في تغير مستمر بسبب نشأتها البنيوية

ذات الانكسارات الحادة، لهذا تشكل بيئة حساسة مقترنة أكثر بعمليات زحف المواد والانهيالات. واستخدمت طريقة يانج Young الآلية في تصنيف أقسام منحدرات سطح الهضبة. وطبقت المقارنة الآلية للنموذجين سابقي الذكر، ويمكن عرض المخرجات (جدول٤) كالتالي:



المصدر: بالاعتماد على نماذج الارتفاعات الرقمية عام ١٩٩٤، ٢٠٠٨م.

(شكل٦) التغيرات بأقسام سطح هضبة المقطم

(جدول٣) خصائص التغيرات بأقسام سطح الهضبة

الدرجة	التصنيف	دقة ٥م عام ١٩٩٤		دقة ١٢.٥م عام ٢٠٠٨		التغير
		المساحة كم٢	٪	المساحة كم٢	٪	كم٢
أقل من٢	مستوية	١٣.٣	٢١.٥	١٧.٩	٢٨.٨	٤.٦
٢-٥	شبه مستوية	٢٠.٩	٣٣.٧	٢٣.٠	٣٧.٢	٢.١
٥-١٠	فوق متوسطة	١٧.٤	٢٨.١	١٣.٨	٢٢.٣	-٣.٦
١٠-١٨	شديدة	٧.٥	١٢.١	٤.٥	٧.٣	-٣.٠
١٨-٣٠	شديدة جدًا	٢.٢	٣.٦	٢.١	٣.٤	-٠.١
أكثر من٣٠	حافات	٠.٦	١.٠	٠.٦	١.٠	٠
المجموع		٦١.٩	١٠٠	٦١.٩	١٠٠	٠

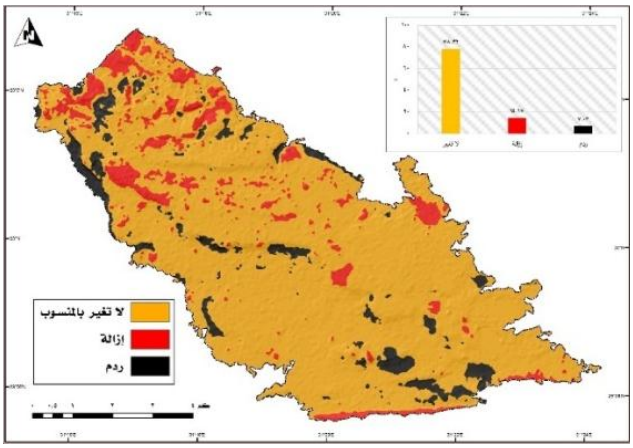
المصدر: اعتماداً على مقارنة النموذجين الرقميين ١٩٩٤و٢٠٠٨.

لوحظ من دراسة المقارنة أن هناك تغيرًا في أقسام السطح تم رصدها آليًا، فقد زادت مساحات الأراضي المستوية إلى ٤.٦كم٢ وشبه المستوية إلى ٢.١كم٢

عما كانتا عليه من قبل، وذلك في الفترة الزمنية من عام ١٩٩٤إلى عام ٢٠٠٨، بسبب عمليات التسوية للاستعمال، ولا شك أن هذه الزيادة التي تمت ستكون على حساب مساحات السطح الأخرى الأعلى انحدارًا، ولوحظ أن القيمة المضافة (٦.٧كم^{٢}) للأرض المستوية وشبه المستوية تساوي القيمة المقتطعة من أقسام السطح الأخرى وهذا يدل على دقة المقارنة الآلية.

ب-الإزالة والإضافة

ظهرت مخرجات المقارنة في ثلاث فئات(شكل٧): الفئة الأولي تمثل المناطق التي لم يطرأ عليها تغيير وهي الشائعة (جدول٤)، وبلغت مساحتها ٤٨.٥كم^{٢} بنسبة ٧٨.٤٪، وأشارت الفئة الثانية إلى عمليات إزالة التلال وتسويتها للاستخدام، وانتشرت بسطح المستويين الأعلى والأوسط ومناطق خفيفة بالمستوي الأسفل، وبلغ إجمالي مساحتها ٩.١كم^{٢} بنسبة ١٤.٦٪، أما الفئة الثالثة فأشارت إلى عمليات الردم والإضافة لرفع منسوب السطح للاستخدام، وارتبط هذ العنصر بالمستوي الأدنى ومناطق قليلة بالمستوي الأوسط خاصة مواضع مجاري الأودية وبلغت مساحتها ٤.٣كم^{٢} بنسبة ٧٪.



المصدر: اعتماداً على نظم المعلومات الجغرافية.

(شكل٧) مساحات الردم والإزالة لمناسيب منطقة الدراسة

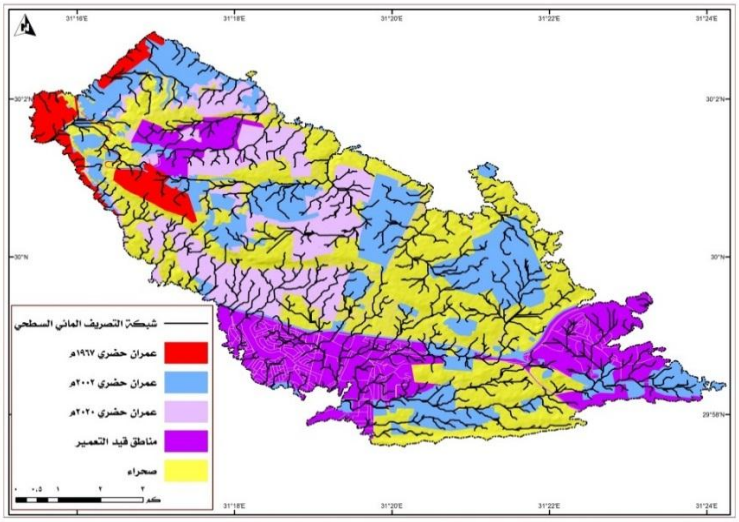
(جدول٤) خصائص مساحات الردم والإزالة بسطح الهضبة

العنصر	المساحة كم^{٢}	٪
لا يوجد تغير	٤٨.٥	٧٨.٤
إزالة	٩.١	١٤.٦
ردم	٤.٣	٧
الاجمالي	٦١.٩	١٠٠

المصدر: اعتماداً على مخرجات شكل٧.

٢-تطور الاستخدام

تم تطبيق تطور الاستخدام الأرضي لسطح الهضبة لثلاث فترات مقارنة وهي أعوام (١٩٦٧، ٢٠٠٢، ٢٠٢٠) باستخدام المقارنة الآلية كما حدث في معالجة النقطة السابقة(شكل٨)، لربط نمو الاستخدام الأرضي بالوحدات الطبوغرافية للسطح، وللتعرف على مدي تأثير الجيومورفولوجيا على اتجاهات النمو، ويمكن عرض المخرجات (جدول٥) كالتالي:



المصدر: اعتماداً على مقارنة تصوير ٢٠٢٠،٢٠٠٢،١٩٦٧.

(شكل٨) استخدامات الأرض بسطح الهضبة

(جدول٥) تطور استخدام الأرض لسطح الهضبة

الاستخدام الأرضي	المساحة كم٢		المساحة كم٢		المساحة كم٢	
	١٩٦٧	٪	٢٠٠٢	٪	٢٠٢٠	٪
عمران	٢.٣	٣.٧	١٩.١	٣٠.٩	٣٢.٩	٥٣.١
طرق	٠.٣	٠.٥	٠.٧	١.١	٦.٤	١٠.٤
قيد التعمير	٠	٠	٨.٢	١٣.٢	١٢.٥	٢٠.٢
فضاء	٠	٠	٠.٨	١.٣	١.٥	٢.٤
صحراء	٥٩.٣	٩٥.٨	٣٣.١	٥٣.٥	٨.٦	١٣.٩
المجموع	٦١.٩	١٠٠	٦١.٩	١٠٠	٦١.٩	١٠٠

المصدر: اعتماداً على مخرجات نظم المعلومات الجغرافية للمقارنة.

- **المرحلة الأولي (عام١٩٦٧)**

أظهر التصوير الجوي (كورونا) لسطح الهضبة عام ١٩٦٧ مدينة المقطم مشيدة على مساحة بلغت ٠.٨كم٢ بنسبة ١.٣٪ من إجمالي سطح الهضبة، وأقيمت في الركن الشمالي الغربي للهضبة العليا على مستوي متوسط ارتفاعه ٢٢٠م، ونمت

بشكل شريطي تتفق مع خصائص السطح، وعلى بدايات الروافد العليا للأودية وأعلى الحافة الانكسارية، لتفادي حدوث خطر من الجريان السيلي، وتم ربطها بمدينة القاهرة بطريق أسفلتي من الاتجاه الشمالي متتبعًا أحد مجاري الأودية، وشغل مساحة ٠.٣كم٢ بنسبة ٠.٥٪، يضاف لها مساحة (٠.٠٠٧كم٢) قلعة صلاح الدين الأيوبي التي أقيمت في الركن الشمالي الغربي للهضبة على ربوة الصوة عام ١١٧٦م، وشيد عمران الدويقة ومنشأة ناصر والأباجية والمقابر علي الطرف السفلي للهضبة من جهة الشمال الغربي بمحيط القلعة بمساحة ١.٥كم٢، وبلغ إجمالي استخدام الأرض لتلك الفترة ٢.٣كم٢ بنسبة ٤.٢٪، وظلت الأرض الصحراوية تمثل مساحة ٥٩.٦كم٢ بنسبة ٩٥.٨٪ من مساحة الهضبة.

- **المرحلة الثانية (عام٢٠٠٢)**

انتشر استخدام الأرض لسطح الهضبة بصورة متناثرة، واستخدام زائد للهضبة العليا بالاتجاه جنوبًا بأحياء متباعدة وارتبطت معظمها بمناطق التلال التي تنبع منها مجاري الروافد العليا للأودية، ونزولًا للهضبتين الوسطي والسفلي، واستخدمت المناطق الشمالية من الهضبة السفلي بسبب قلة التضرس، وسيطرة الأشكال الهندسة على الأحياء المنشأة وفقًا لخصائص السطح المحلي لكل محلة عمرانية، وبلغت مساحة العمران للفترة الحالية والسابقة ١٩.١كم٢ بنسبة ٣٠.٩٪، وتم تهيئة مساحة كبيرة من السطح قيد التعمير بلغت ٨.٣كم٢ بنسبة ١٣.٤٪، ومعظمها ارتبط بالهضبة السفلي والقليل منها بالهضبة العليا، وارتبطت بمناطق أكثر تخددًا للمناطق الوسطي لأحواض الأودية بمساحة ٨.٢كم٢ بنسبة ١٣.٢٪، وبعيدًا عن المجاري الرئيسة للأودية لأنها تحتاج لعمليات ردم وتعديل وتسوية ومكلفة قبل الشروع في

الاستخدام، وزادت مساحة الطرق إلى ٠.٧كم٢، بسبب شق طريق يعبر الهضبة من شرقها لغربها والطرق التي تربط المحلات العمرانية المشتتة، ومثلت أرض الفضاء مساحة ٠.٨كم٢ وهي محاور مساحية داخل المحلات العمرانية، وانخفضت مساحة الخالية إلي ٣٣.١كم٢ بنسبة ٥٣.٥٪.

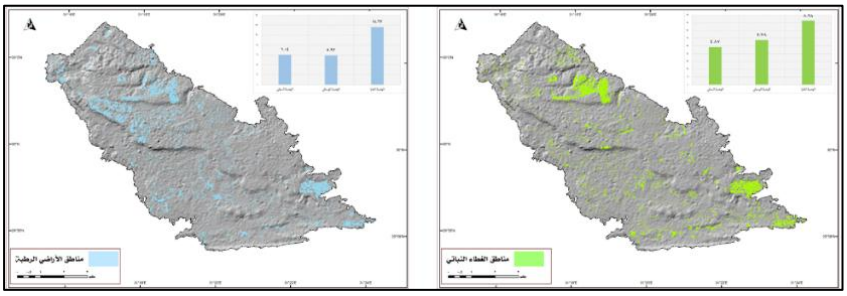
- **المرحلة الثالثة ٢٠٢٠**

زاد استخدام الأرض واستغلت المساحات التي كانت أكثر تضرسًا علي سطح الهضبة العليا، والتي كانت تفصل بين عمران ٢٠٠٢، وبلغ إجمالي مساحة الأحياء العمرانية كلها إلى ٣٢.٩كم٢ بنسبة ٥٣.١٪، وإجمالي مساحة الطرق المشيدة ٦.٤كم٢ بنسبة ١٠.٤٪، بسبب زيادة ربط عمران الهضبة بمجموعة من الطرق من اتجاهات مختلفة، وزادت المساحات قيد التعمير إلى ١٢.٥كم٢ بنسبة ٢٠.٢٪، وشيد منها ما يقارب نصفها، وامتدت نحو مناطق منابع مجاري الأودية وقيعانها بشمال شرق الهضبة، التي كانت أكثر المناطق تضرسًا في شرق مدينة المقطم القديمة، وانخفضت مساحة السطح الهضبي الصخري إلى ٨.٦كم٢ بنسبة ١٣.٩٪، وتختص بالتلال المتخلفة للهضبة الوسطي جنوب شرق الهضبة وبعض أجزاء من الهضبة السفلي.

٢- مؤشر النبات والرطوبة

يحقق التخطيط الأخضر بالعمران هدفًا مهمًا وهو العيش بتواصل وسلام وأمان وراحة ورفاهية روحية ومادية، وقد لوحظ أثناء الدراسة الميدانية انتشار المساحات الخضراء بسطح الهضبة (شكل٩) كشكل جمالي في صورة حدائق عامة داخل الأحياء السكنية وملاعب للجولف وأشجار مجاورة للهياكل العمرانية،

بالإضافة للنباتات الطبيعية المنتشرة بالمناطق المنخفضة بسبب زيادة البلل للتربة وتصريف عين موسي، لهذا تم تطبيق مؤشر النبات والرطوبة من صورة القمر الصناعي الأوروبي Sentinel-2 لعام ٢٠٢٠م، وعرضها كالتالي (جدول٦):



المصدر: اعتماداً علي صور القمر الصناعي الأوروبي Sentinel-2 ٢٠٢٠.

(شكل٩) مؤشر النبات والرطوبة بسطح الهضبة

(جدول٦) خصائص مؤشر النبات الطبيعي والرطوبة

مستويات الهضبة	النبات الطبيعي		الأراضي الرطبة	
	المساحة كم^2	٪	المساحة كم^2	٪
الهضبة العليا	١.٩	٤٨.٨	٢.٧	٥٢.٩
الهضبة الوسطي	٠.٧	١٧.٩	٠.٨	١٥.٧
الهضبة السفلي	١.٣	٣٣.٣	١.٦	٣١.٤
الإجمالي	٣.٩	١٠٠	٥.١	١٠٠

المصدر: اعتماداً على مخرجات نظم المعلومات الجغرافية.

بلغت المساحات الخضراء ٣.٩كم^2 بنسبة ٦.٣٪ من إجمالي مساحة الهضبة، واختصت الهضبة العليا بالمساحة الأكبر وارتبطت بالأحياء الحديثة بنطاق مجري لوادي اللبلابة (آب تاون كايرو) بشرق مدينة المقطم القديمة بانتشار ملاعب الجولف على مدرجات للجانب الجنوبي للمجري، وحدائق مجمع ستون بارك في أقصي شرق الهضبة، تلاها الهضبة السفلي بمساحة ١.٣كم^2

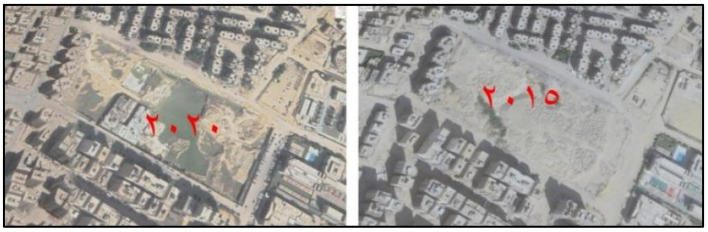
بنسبة ٣٣.٣٪، وهى مناطق متناثرة وأكثرها تركزًا بشرقها (حدائق مدينة البارون والمعهد العالي للغات)، وكان للهضبة الوسطي نصيب من المساحة أقل ٠.٧كم٢ بنسبة ١٧.٩٪، لكنها احتوت على أكبر مساحة للنبات الطبيعي المرتبط بتصرف مجري مياه عين موسي (صورة١) الذي ينحدر شمالًا.

المصدر: اعتماداً على الدراسة الميدانية وGoogle Earth Pro

(صورة١) النباتات بسطح الهضبة

وأشار مؤشر البلل أن المساحات المحسوبة للأرض الرطبة أكبر من مساحة النباتات، ويرجع ذلك لزيادة التسرب من مياه الري الزائدة عن حاجة النبات وشبكات المياه والصرف الصحي بالأحياء العمرانية، وبلغت مساحتها ٥.١كم٢ بنسبة ٨.٢٪ من إجمالي مساحة الهضبة، واختصت الهضبة العليا بالمساحة الأكبر ٢.٧كم٢ بنسبة ٥٢.٩٪.

وأظهرت أن النطاق العمراني لمدينة المقطم القديمة يتمثل بها النسبة الأكبر من الأرض الرطبة بالإضافة لمساحة النبات، ويرجع ذلك لتهالك شبكة الصرف الصحي، تليها الهضبة السفلي بمساحة ١.٦كم٢ بنسبة ٣١.٤٪، وظهور تجمعات للمياه بالقسم الجنوبي من الهضبة بجوار محطة الكهرباء (صورة٢)، بدأت في التجمع بعد عام ٢٠١٥ لزيادة الاستخدام، واقتربت مساحة الأرض الرطبة (٠.٨كم٢) من مساحة النباتات (٠.٧كم٢) بالهضبة الوسطي.



المصدر: اعتماداً على برنامج Google Earth Pro

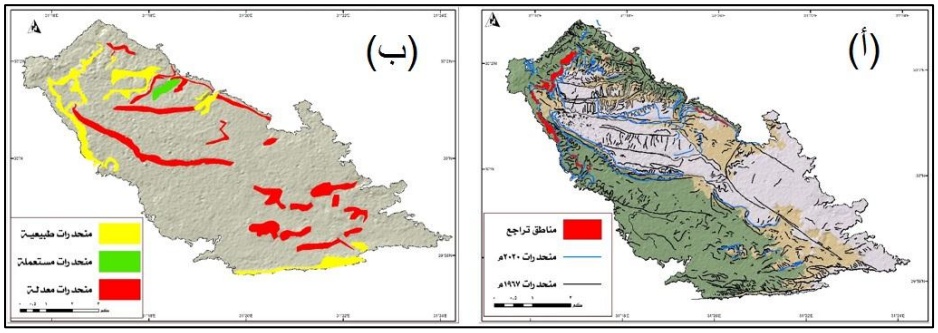
(صورة٢) الأراضي الرطبة بالهضبة السفلي

رابعا: المنحدرات

تشكلت منحدرات هضبة المقطم طبيعيًا من خلال الحركة الباطنية وأدت إلى وجود منحدرات الالتواءات والانكسارات، وبفعل حركة مياه الأمطار على السطح أدت إلى وجود منحدرات الأودية (نحت وإرساب)، واصطناعيًا من خلال النشاط البشري (التعديل والاستعمال وأكوام المخلفات)، وقد تم رسم خطوط تحدب المنحدرات من التصوير الجوي لعام ١٩٦٧ بغية حصر أطوالها بغض النظر عن نشأتها وتبين أن إجمالي أطوالها٨٥٠.٥كم (صورة٣) بكثافة ١٣.٧كم/ كم^{٢}، وانخفضت أطوالها إلى ٦٢.٣كم في عام ٢٠٢٠ كيلومتر واحد تقريبًا/كم^{٢} (شكل١٠- أ)، وتم تصنيفها إلى ثلاثة فئات (شكل١٠- ب): الأولي المنحدرات الطبيعية والتي تتأثر بالعوامل الطبيعية، وتتمثل في حافة الهضبة الشمالية الغربية والجنوبية ومنحدرات وادي عين موسي ومنحدرات الجانب الشمالي لوادي اللبلابة، وتمثل مساحة ٢.٩كم٢ بنسبة ٣٧.٥٪ من منحدرات الهضبة المتبقية، والثانية المنحدرات المعدلة والتي تدخل فيها الانسان بتدرجها أو تكسيتها أو إلقاء نواتج تسوية السطح على وجهها الحر، ومعظمها منحدرات داخلية دعت الحاجة لتعديلها لتفادي أخطارها، وتمثل مساحة ٤.٦كم٢ بنسبة ٥٩٪، أما الثالثة فهي المنحدرات المستعملة وتتواجد علي الجانب الجنوبي لوادي اللبلابة وتم تدرجها واستعمالها كمتنزهات وملاعب جولف، وتمثل

مساحة ٠.٣كم٢ بنسبة ٣.٥٪. وتعد المنحدرات عناصر هندسية تصنع زاوية مع سطح الأرض الأفقي، وتختلف درجتها باختلاف ميل المنحدر، ويمكن عرض خصائصها كالتالي:

المصدر/ ويكيبديا (صورة٣) كثافة المنحدرات على سطح الهضبة



المصدر: اعتماداً على نتائج تحليل الصور الجوية وصور الأقمار الصناعية عام ١٩٦٧و٢٠٢٠م

(شكل١٠) الشخصية الجيومورفولوجية للهضبة

أ- منحدرات الالتواءات الانكسارات

تشكلت منحدرات الالتواءات الانكسارات من خلال القوى الداخلية التي أدت إلى طي الطبقات الصخرية لهضبة المقطم، وهما طيتان أحاديتا الميل أحدهما في طرفها الجنوبي الشرقي والأخرى في طرفها الشمالي الغربي، ويتراوح ميل طبقاتها بين ١٠-١٣درجة، وتأخذ الاتجاه الشمالي الغربي- الجنوبي الشرقي، وفُسرت على أنها حدثت في صخور الإيوسين الأعلى ذات الطبقات الطينية

اللدنة، وعاصرت عملية الطي تشكيل الكتل الجبلية المتصدعة (هورست) التي حددتها مجموعة الانكسارات الرئيسة، وبلغ عددها سبعة انكسارات، وتأخذ اتجاه محور الهضبة، وتتراوح رميتها السفلية بين ٢٠-١١٠م، وزوايا الميل لواجهتها بين ٦٠-٧١درجة (**هيئة الاستشعار عن بعد ١٩٩٧**).

وتتمثل بقايا المنحدرات التكتونية المتبقية حاليًا في أجزاء من حواف الهضبة وداخلها في خطوط غير منتظمة، وتتفاوت في انحدارها بين الهينة والرأسية، وأصاب معظمها التعديل سواء بتهذيبها ذات الانحدارات الهينة، وظلت المنحدرات الحادة حجر عثرة أمام الاستخدام، وعرضها كالتالي:

- **المنحدرات الخارجية:** تتمثل المنحدرات بثلاث مناطق بحواف الهضبة: الأولي بالطرف الشمالي الغربي للهضبة السفلي، ويبدأ من شرق الدويقة شمالًا وحتى نهاية المقابر بالجنوب الغربي بطول ١٠.٦كم، وتطل على الأحياء السكنية (الدويقة ومنشأة ناصر والأباجية) والمقابر بانحدارات شديدة (٦٠-٨٠ درجة) ومن ارتفاعات محلية تراوحت بين ٢٠-٣٠م، ويتراوح منسوب قممها بين ١٠٤- ١٤٠م (صورة٤). أما الثانية فتقع في أقصى الجنوب الشرقي للهضبة جنوب المنطقة الصناعية ومنتجع جولف القطامية بطول ٧.١كم، وهي متدرجة من ارتفاع محلي ٤٠م لقطاع طوله ٢٠٠م، وبلغت أقصي درجة انحدار لها ٤٢درجة، وتتمثل بطرف الهضبة السفلي عند منسوب ١٥٨م وتنحدر تجاه الصحراء جنوبا. ويظهر المنحدر الثالث في شمال الهضبة ويبدأ من شرق جولدن هايتس الأسمرات وينتهي في غرب مصب وادي اللبلابة (منتجع آب تاون كايرو) بطول ٤.٧كم، وتطل شمالًا من ارتفاع ٣٠م محليًا على الطريق

الدائري من منسوب ١٦٩م وتتمثل بطرف الهضبة الوسطي بمتوسط انحدار ٣٣درجة.

- **المنحدرات الداخلية:** يقصد بها منحدرات الانكسارات التي أظهرتها الخريطة التكتونية، وحددت مستويات الهضبة وقطع سطحها بفعل الصدوع، وبلغت أطوالها ١٢٨.٣كم، وتتبعت مساراها معظم روافد خطوط التصريف، والبعض الآخر انحدر من على واجهتها كالحافة الرئيسة التي تفصل بين حدود الهضبة العليا والهضبة السفلي من جهة الجنوب الغربي، والتي تعد الشاهد المنظور الرئيس للانكسارات بالهضبة والتي تطل على الهضبة السفلي جنوبًا من ارتفاع يتراوح من ٧٠- ٨٠ م بمنسوب يزيد علي ٢٠٠م (صورة٤).

المصدر: اعتماداً على الدراسة الميدانية

(صورة٤) منحدرات الهضبة الخارجية

ب-منحدرات النحت والإرساب

تشمل المنحدرات التي شكلت بقوي خارجية مثل حركة مياه الأمطار على سطح الهضبة، ومعظمها اختفت آثارها ولم يتبق منها سوى منحدرات مجاري الأودية الرئيسة في شمالها الشرقي، أما المنحدرات المرتبطة بالمخاريط الإرسابية الناتجة عن

حركة المياه سواء المتمثلة في نهاية المجاري المائية أو أسفل الحافات فقد اختفى معظمها بسبب زيادة الاستخدام لسطح الهضبة، وعرضها كالتالي:

-**منحدرات وادي اللبلابة:** لم يتبق منها سوي المنحدرات الحادة بالقسم الأدنى للمجري الذي يقع في شمال شرق الهضبة، ويتسع قطاعه العرضي لأكثر من ٥٠٠م عند كنتور ١٤٠م، ويشغل قاعه طريق مزدوج يصعد إلى الهضبة العليا، ويواصل امتداده خلال رافده الشمالي إلى الكتلة القديمة لمدينة المقطم، أما رافده الجنوبي فقد تم تهيئة منحدراته بصورة مدرجة وتم زراعتها كمتنزه وملاعب جولف واستغلال أراضي ما بين الأودية منتجعات سكنية ببحيرات صناعية (صورة٥). ولا تشكل منحدراته المتبقية خطورة على الاستعمال إلا إذا سقطت كمية من الأمطار بصورة مركزة فتزيد من تشبع مواد التربة على المنحدرات وزيادة وزنها وتشحيمها بسبب قلة الروابط المتماسكة بين الجسيمات مما يؤدي إلى قوة أكبر للجاذبية الأرضية، ويكون خطر الجريان السيلي على الفتحات أسفل الطريق العابر لقاعه وبعض العشوائيات على منحدرات جانبه الشمالي، أو حدوث تسرب للمياه من المحلات العمرانية أعلاه مما يؤدي إلى انهيالات بجوانبه بسبب طبقات الطفلة المتداخلة مع طبقات الحجر الجيري.

-**منحدرات مجري عين موسي:** يقع المنحدر جنوب مجري اللبلابة بنحو ٢.١كم، وبلغ طوله ٧٠٠م من حافة الهضبة شرقًا وحتى العين التي ينبثق منها المياه غربًا عند منسوب ١٥٥م بموضع تقاطع انكسارين الأول شمالي غربي- جنوبي شرقي، والآخر شرقي- غربي، وهي ليست مياهاً جوفية وإنما مياه هي صرف صحي صممته الشركة الإيطالية بباطن الهضبة عند إنشاء مدينة المقطم لتوفير التكاليف

(**عزة عبد الله ١٩٩٩ ص٦٠**)، لأن المياه الجوفية تقع علي عمق ١٨٠م من سطح الهضبة العليا (**هيئة الاستشعار عن بعد ١٩٩٧**)، وأدت إلى وجود حفرة كبيرة ذات جروف رأسية بمحيطها، وشغلت قاعه النباتات الطبيعية بطول مجراه، وبقيت منحدراته بمدرجاته القديمة (٢م– ٧م) دون تعديل حتى الآن، ويظهر مجراه في شكل محدب كبير تجاه الشمال، وبلغ اتساع قطاعه العرضي بالقرب من العين ٢٠٠م عند كنتور ١٦٣م، ومتوسط عمقه ١٨م، وسمك طبقة الطفلة في قطاع المجري ٥م (**El Shazly, et. al., 1976**) أسفل طبقة الحجر الجيري (١٢م)، وقد تبين من خلال فحص الصور التاريخية لهذا المجري حدوث انهيال كبير من جانبه الشمالي(صورة٥) عام ٢٠١٨.

المصدر: اعتماداً على الدراسة الميدانية و Google Earth Pro

(صورة٥) استعمالات الأرض بمجري اللبلابة والنبات الطبيعي بمجري عين موسي

ثانيا: المنحدرات الاصطناعية

كان للهندسة المدنية دورها الجيومورفولوجي في تغير منحدرات الهضبة الحادة سواء كان في تكسيتها أو تعديلها أو تدرجها أو إلقاء نواتج تسوية السطح على وجهها الحر بالنطاق العمراني، وهذا ما حدث للحافة الرئيسة التي تفصل بين الهضبتين العليا والسفلي من جهة الجنوب (صورة٦)، فقد تم تحويلها إلى منحدرات اصطناعية اكتسبت خصائصاً جديدة عما كانت عليه من قبل، ولها

أخطارها الجيومورفولوجية المتعددة مثل سقوط الأمطار بصورة مركزة مما يؤدي إلى جرف نواتج التسوية في صورة حركة متجمعة شديدة تضر بالأنشطة البشرية بالمستوي الأدنى، أو حدوث زلازل تؤدي إلى انهيال تلك الرواسب أسفل المنحدرات، أو تسرباً للمياه عبر طبقاتها فتؤدي لتهالك التكسية وقد يحدث انزلاق أو خسف للطبقات الصخرية.

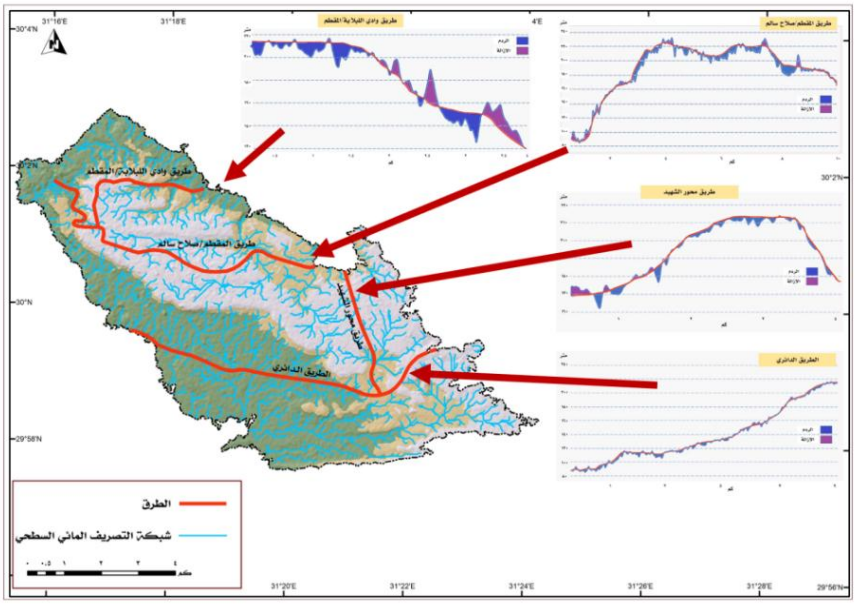
أما عن عملية التدخل الهندسي الشديد في منحدرات الهضبة فيتمثل في عملية اقتطاع الحافات واختراق التلال وردم منخفضات روافد الأودية بغرض انشاء عدة طرق لربط عمران الهضبة ببعضه وبأحياء القاهرة من جهات متعددة، وقد تم اختيار أربعة طرق رئيسة بالهضبة لمناقشة دور الجيومورفولوجيا الهندسية في نشأتها، بعد أن تم رسمها من مرئية ٢٠٢٠ والحصول على بياناتها الرقمية، وعمل قطاعاتها التضاريسية من الدم دقة ١٢.٥م وتركيبهما علي بعض في برنامج نظم المعلومات الجغرافية، وظهرت عدة تقاطعات تبين مناطق الإزالة والردم cut and fill أثناء إنشاء الطريق (شكل١١)، ويمكن عرضها كالتالي:

المصدر: اعتماداً على الدراسة الميدانية

(صورة٦) أشكال المنحدرات الاصطناعية بالهضبة

طريق المقطم: هو أقدم الطرق المنشأة على الهضبة لربط مدينة المقطم القديمة بطريق صلاح سالم غربًا، وتم مده شرقًا مارًا بشارع ٩ بمدينة المقطم الجديدة وحي جولدن هايتس الأسمرات ليلتقي بطريق محور الشهيد خارج حدود الدراسة شمالًا، وينتهي عند حدود منطقة الدراسة عند منسوب ١٦٠م تقريبا، وبلغ طوله ٩.٦كم، وقد اعترض الطريق قمة تل يرتفع منسوبه إلى ١٨٢م عند بداية حي الأسمرات من الغرب وعلي مسافة ١.٤كم من بدايته شرقًا علي سطح الهضبة الوسطي وتم تخفيضه ١٠م ليخترقه الطريق، وبعد ٠.٤٥كم بالاتجاه غربًا يصعد الطريق تجاه الهضبة العليا في منحدر طوله ٠.٧كم ليصل لمنسوب ٢٢٠م بعد أن اقتطع تل على حافة الهضبة وخفضه ١١م والذي كان عند منسوب ٢٣١م، ويمثل ارتفاعه الرأسي خطورة علي الطريق (**عزة عبد الله، ١٩٩٩ص٦٥**)، ثم يمتد الطريق على منسوب٢٠٠م في المتوسط لمسافة ٣.٦كم، ثم يبدأ الانخفاض تدريجيًا ليهبط من منسوب ٢٠٥م حتي منسوب ١٥٦م للهضبة السفلى في

منحدر طوله ٠.٧كم بمعدل انحدار متر واحد لكل١٤م تقريبًا، ثم ينحدر تدريجيًا لمسافة ١.١كم حتي يصل منسوب ١٢٢م، ثم يعترضه تلاً بمنسوب ١٣٣م وتم تخفيضه ١١م عند النقطة ٨.٧كم من بدايته شرقًا، ثم ينخفض الطريق إلي منسوب ٨٣م لمسافة ٤٦٠م، بمعدل انحدار متر واحد لكل ٩م فقط وهو أشد الانحدارات علي الإطلاق بطرق الهضبة(صورة٧)، ويظل علي هذا المنسوب في المسافة الباقية حتي يلتقي بطريق صلاح سالم، وكانت مساحات الردم أكثر من مساحات الإزالة.



المصدر: اعتماداً على النموذج الرقمي ونظم المعلومات الجغرافية.

(شكل١١) القطاعات التضاريسية للطرق

المصدر: اعتماداً على الدراسة الميدانية

(صورة٧) اقتطاع الطرق لأجزاء من منحدرات الهضبة العليا

الطريق الدائري: يدخل حدود الهضبة العليا بأراضي ما بين الأودية بالهضبة العليا عند منسوب ٢١٨م من جهة الشرق، وتم إزالة عدة تلال ترتفع عن مستواه ٢م ويمر من الثلث الجنوبي للهضبة وموازي تقريبًا لطريق المقطم، وينتهي بطريق الأوتوستراد غربًا بطول ٩.١كم، وهو أقل تضرسًا من طريق المقطم، ويمتد علي الهضبة العليا لمسافة ٠.٩كم حتى منسوب ١٩٠م، ويمتد ١.٠كم علي الهضبة الوسطي حتي منسوب ١٦٠م، بمعدل انحدار متر واحد لكل ٣٣م، ثم ينحدر تدريجيًا لمسافة ٥.٢ كم حتي منسوب ١١٨م، ثم يزيد الانحدار حتى منسوب ٨٥م لمسافة ١.٩كم حتى يلتقي بطريق الأوتوستراد، ومناطق الردم كثيرة بسبب تقاطعه بروافد خطوط التصريف بالهضبة السفلي.

طريق محور الشهيد: يربط بين محور المشير طنطاوي شمالًا ويتقاطع بالطريق الدائري جنوبًا بطول ٤.١ كم، ويبدأ بمنسوب ١٧٧م على أراضي ما بين الأودية بسطح الهضبة الوسطي، ويصعد منحدر الهضبة العليا لمنسوب ٢١٥م، لمسافة ٦٢٨م بمعدل انحدار متر واحد لكل ١٦.٥م، ثم يمتد ١.٧كم على الهضبة العليا، ثم ينحدر لمستوي الهضبة الوسطي مرة ثانية بعدة منحدرات بنفس انحدار

درجة صعوده للهضبة العليا لمسافة ١.٨كم حتى يلتقي بالطريق الدائري عند منسوب ١٧٠م، ومساحات الردم هي السائدة عن مساحات الإزالة.

طريق وادي اللبلابة: يربط بين طريق إعمار شمالًا وطريق المقطم على الهضبة بطول ٤.٢كم، يصعد الطريق من شرق مخرج المجري الرئيس لوادي اللبلابة من حافة الهضبة عند منسوب ١٢٠م حتي يصل منسوب ١٥٠م بعد مسافة ٠.٤كم بمعدل انحدار متر واحد لكل ١٣م بعد تخفيض سطحه حوالي ١١م، ثم يعبر مجري الوادي بعد رفع منسوبه لتفادي أي جريان سيلي، ثم يخترق عدة حافات صخرية علي الجانب الشمالي للمجري في صعوده لسطح الهضبة بلغ أكثرها ارتفاعًا ٢٠م عن مستواه لمسافة ٢.١كم حتي منسوب ٢٠٥م ثم يواصل امتداده على الهضبة العليا لمسافة ١.٧كم حتي يلتقي بطريق المقطم عند منسوب ٢١٧م، ومساحات الردم أكثر من مساحات الإزالة.

تطور (دينامية) المنحدرات

تتعرض المنحدرات بالهضبة لتغيرات كثيره هي:

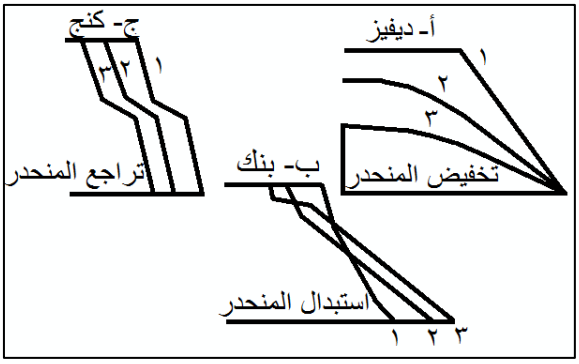
أ- تراجع المنحدرات

يتألف المنحدر من القمة (محدب صغير) والوجه الحر (يصنع زاوية مع الأفقي) والمقعر الذي يحوي الحطام الصخري (الركام المتأكل من القمة والواجهة)، وتتراجع المنحدرات بفعل مجموعة من العمليات الخارجية تختلف باختلاف المناخ السائد، وقد سيقت مجموعة من الآراء في عملية تراجع المنحدرات وعرضها كالتالي:

وقد فسر ديفيز ظاهرة تراجع المنحدرات بعملية التخفيض، وتكون أكثر حدة في بداية نشأتها، ثم تتآكل قمة المنحدر المحدبة بمعدل أسرع من أجزائه الأخرى (شكل١٢ أ). أما بنك فقد فسرها بعملية الاستبدال، وتنخفض زاوية المنحدر بسبب تراجع المنحدرات الحادة أو الرأسية موازية لنفسها، وتقدمها بعملية تراكم المفتتات تجاه مقعرها(شكل١٢ب).

وقدمت كنج (**King, 1948, 1957**) نموذجًا بديلًا لمخطط ديفيز لتطور المنحدرات مفاده حدوث التراجع الموازي لجميع أوجه المنحدر بفعل عملية التجوية، وتظل أطوال أجزاء المنحدر وزاويته ثابتة (شكل١٢ ج).

وينطبق نموذج كنج على منحدرات هضبة المقطم ذات البيئة الجافة في تراجعها التي ابتعد عنها أجدادنا الفراعنة وامتدت إليها يد الإنسان الحديث بداية من تاريخ تشييد القلعة، بدليل التراجع الموازي لمنحدرات الهضبة في ظل الظروف المناخية العادية، والمحافظة على زاوية انحدارها منذ نشأتها البنيوية حتى الآن. وقد تم تسجيل العديد من الإخفاقات للمنحدرات الشمالية الغربية بصورة متكررة خلال الثلاثين عامًا الماضية، بسبب التطور السريع للأنشطة البشرية بسبب شق الطرق ونشأة الهياكل الهندسية التي أدت إلى تغير تضاريس سطح الهضبة، مما جعل استقرارها موضوعًا مثيرًا ومستمرًا للاهتمام في مجال الجيومورفولوجيا الهندسية. وتعزى تلك الانهيالات إلى ظهور الشقوق في حافاتها بسبب الاضطراب في الهيكل الجيولوجي أثناء عملية التنمية، وزيادة تحميل الهياكل العمرانية أعلى المنحدرات، وحدوث تسرب المياه المستخدمة الي الطبقات الصخرية أسفل السطح.



after : Clark, et al.,1982

(شكل ١٢) نماذج لنظريات كيفية تراجع المنحدرات

ويعتبر انهيار الحافات الصخرية أحد الأخطار الطبيعية شيوعًا التي تؤثر على حياة البشر والممتلكات بمنطقة المقطم التي أصبحت أكثر المناطق تضررًا بهذا الخطر، وهي مشكلة خطيرة تتطلب الانتباه للتخفيف من أضرارها، وللوقوف على تقييم وضع المنحدرات الحالية والتي تم تعزيزها بالدراسة الميدانية، لتحديد المناطق الحساسة للانهيارات الأرضية التي يمكن أن تكون مفيدة لصناع القرار والتحذير من أخطارها، وأن التدخل البشري المتزايد في الآونة الأخيرة ساهم في عدم استقرار المنحدرات بالإضافة إلى نشاط العوامل الطبيعية، كما لوحظ زيادة وتيرة الانهيارات الأرضية منذ عام ١٩٩٣ حدوث انهيار الحائط الصخري بزرائب خنازير منشأة ناصر وأدي لوفاة ٦٠ شخصًا وهدم العديد من المنازل، وانهيار جزء آخر للحافة المذكورة عام ١٩٩٥ وعام ٢٠١٥ دون حدوث خسائر، وانهيار حافة الدويقة (٢٠٠٨) ودمرت المنازل ومقتل ٦٣ شخصًا، واختفاء كورنيش مدينة المقطم القديمة المطل على حافة الانكسار الرئيس وظهور شروخ بالمباني القريبة منها، وانهيار كتلة صخرية على الطريق الواصل لمدينة المقطم بين الإذاعة وفندق بلير (٢٠١٤)، وانهيار الجانب الشمالي من مجري عين

موسي (٢٠١٨)، وسقوط آخر بمنشأة ناصر (٢٠١٩) أعلى خور فوزي عليوة بحي منشأة ناصر، وكلها إشارات تنبئ بكوارث مستقبلية علي البيئة العمرانية، والسؤال الذي يطرح نفسه هو: هل كانت الكوارث المذكورة ناجمة عن عوامل طبيعية أو نتيجة لمساهمة التدخل البشري في الهضبة؟

وترجع زيادة الكوارث نتيجة للتدخل البشري بإنشاء آلاف العمارات وسوء التوصيلات الصحية لشبكات مياه الشرب والصرف الصحي، وجاء مصدر آخر للمياه هو أن بعض سكان الفيلات زرعوا مساحات حول فيلاتهم، وكثرة التجمعات السكنية «كومباوندات ببحيرات صناعية» وكل مسكن له حديقته، حتى ان سكان العمارات زرعوا حولها، وأغرقوا الشوارع بمياه غسيل السيارات والحدائق العامة والخاصة وأندية الجولف وغيرها! وأدي ذلك لتشبع التربة تحت السطحية بهذه السوائل، وتسربت وانسابت في الشقوق والفواصل تحت السطحية، وبلغت طبقات الطفلة فغيرت من خصائصها وانفصلت الكتل الصخرية من واجهة المنحدر، وكلما زاد الاستعمال زادت المخاطر وحاليًا الهضبة تئن بما تعانيه الآن من سوء الاستخدام.

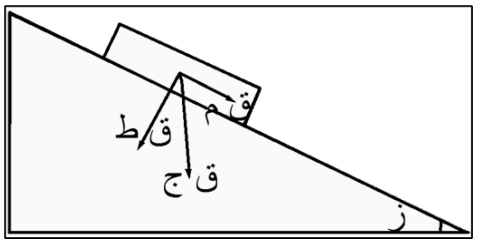
وتم حساب تراجع حافات الهضبة بمقارنة الحافة من تصوير ٢٠٢٠ بتصوير ١٩٦٧، وأظهرت النتائج أن الحافة تراجعت في ثلاث مناطق (راجع شكل١٠): الأولي الحافة الشمالية شرق مصب مجري عين موسي بطول الواجهة الشمالية لحي الأسمرات وبطول ٢كم تقريبًا، وبلغ متوسط التراجع أقل قليلًا من متر واحد في السنة، والثانية الحافة الشمالية الغربية المطلة علي أحياء منشأة ناصر والدويقة والأباجية بطول ٢.١كم بمتوسط تراجع ٣.٢م/سنة، والثالثة

الحافة الجنوبية الغربية المطلة على المقابر بطول ٢.٣كم بمتوسط تراجع ٢.٥م/سنة، وقدر مقدار تراجعها من قبل كل من (**Abdel Tawab, 1989, p87**) بمتوسط ٦,١م/سنه، و(**فتحي الشرقاوي ١٩٩٤ ص ٢٧**) **بمتوسط** ٢م/سنة.

ب-القوي المسببة للانهيارات علي المنحدرات

تعمل عدة قوى على حركة المواد على منحدرات الهضبة أو انهيالها نوجزها كالتالي:

قوة الجاذبية: هي القوة المسؤولة عن نقل الحطام الصخري إلى أسفل المنحدر والرواسب لمجاري الأودية والانهيارات الصخرية، وتتوقف حركة المواد على وزن كتلة الصخر وزاوية المنحدر، وتنقسم قوة الجاذبية الأرضية التي يرمز لها بالرمز (ق ج) إلى قوتين(شكل١٣): الأولي القوة الموازية لسطح المنحدر التي تحرك المواد تجاه أسفل المنحدر ويرمز لها بالرمز (ق م)، والثانية القوة الطبيعية التي تُثبت المواد على المنحدر ويرمز لها بالرمز (ق ط)، وتتناسب تلك القوتين تناسبًا طرديًا مع زاوية المنحدر والتي يرمز لها بالرمز (ز) (**Clark, et al.,1982**). وتعتمد هذه العملية على مجموعة من المقاييس الزمنية التي تعمل على تراجع المنحدرات وعدم استقرارها في ظل الظروف الطبيعية(صورة٨)، وهي قوة القص التي غلبت قوة التلاحم وحافظت على التراجع الموازي لمنحدرات الهضبة منذ نشأتها، وانطوت أنواع الحركة ما بين البطيئة والسريعة المفاجئة طبقًا لدرجة الانحدار، وبزيادة الاستخدام لسطح الهضبة زادت أشكال الحركة على المنحدرات والانهيالات الصخرية من حوافها الحالية التي يزيد انحدارها عن ٣٥درجة وهي الدرجة الدنيا التي يبدأ منها الحركة السريعة لتساقط الصخور.



Clark, and Small,1982: after

(شكل١٣) تحكم قوة الجاذبية في حركة المواد على المنحدرات

المصدر: تقرير هيئة الاستشعار عن بعد ١٩٩٧.

(صورة٨) التساقط الصخري بسبب العمليات الطبيعية

قوة تسرب المياه: يؤدي تسرب كل من مياه الأمطار والصرف الصحي والري الزائد عن حاجة النباتات إلى مسام الطبقات الصخرية بفعل الجاذبية إلى عملتين: **الأولي** انتفاش طبقة الطفلة المضغوطة الموجودة ضمن تكوينات الهضبة، والتي تنقسم إلى طفلة رملية وطفلة جيرية ويزيد الضغط داخل الصخر عند تشبعها بالمياه وتؤدي لانفصال واجهة الجروف وانهيالها، وتعتمد تلك العملية على الوقت الطويل نسبيًا، وتتحكم عدة عوامل في معدل انتفاش الطفلة وهي: تكوينها وكثافتها ومدي تشبع نسيجها بمحتوى المياه، وقد قيس مدى قوة الانتفاش لعينات من الطفلة بالدويقة للهضبتين العليا والسفلي بالمختبر بعد غسلها وتجفيفها وفصلها عن المحتوى الرملي وخلطها بماء الصنبور في وجود كلوريد الصوديوم، لوحظ أن قوة الانتفاش للطفلة الرملية تصل إلى ١١٠٪

والطفلة الجيرية ٤٠٪ من حجم العينة(هيئة الاستشعار عن بعد ١٩٩٧)، وتمثل الأولي خطورة أكبر على أساسات العمران، وهي القوة المسؤولة عن انهيار الحافة المتكرر في شمالها الغربي حيث لوحظ انبثاق مياه خلف الحافة المنهارة مجهولة المصدر (**هيئة الاستشعار عن بعد ١٩٩٧**).

أما العملية **الثانية** فهي سريان المياه بمسام الصخور الجيرية التي يتراوح مسامها بين ٧.٥ – ٢٢.٣٪ بالسنتيمتر المكعب، وتتراوح النسبة المئوية لامتصاص الماء بين ٣.٠٦– ٩.١٥٪ (**هيئة الاستشعار عن بعد ١٩٩٧**) حتى تصل مكشف الطبقة بالمنحدر، وخروجها في صورة نشع (صورة٩) يؤدي إلى انفصال جزئيات الصخر المؤلفة للمنحدر في صورة حبيبات مفككة من سطحه، ومع استمرار هذه العملية تكون سببًا في إزالة وزن معين من الطبقة بمرور الوقت، مما تعمل على تقويض واضمحلال طبقات المنحدر وتؤثر في استقراره، أو في صورة انهيال كما حدث بجانب مجري عين موسي.

(صورة٩) تسرب المياه من الجروف الرأسية بمنطقة الدويقة علي المنحدر الغربي للهضبة

الانخفاض المفاجئ للمياه المجاورة للمنحدر: سحب المياه السريع بجوار المنحدرات الحادة تؤدي إلى هبوط الطبقات تحت السطحية وبالتالي انهيارها بسبب انخفاض مستوى المياه التي تسبب زيادة في إجهاد القص، وتزيد من التسرب الإضافي من المياه الجوفية لمنطقة السحب مما تزيد الفرصة لانهيار

المنحدر، وهذا ما شوهد في الدراسة الميدانية بجنوب حي الإمام الشافعي بالقرب من حافة المقابر آلات سحب للمياه الجوفية استعدادًا لإنشاء مناطق عمرانية جديدة.

زاوية المنحدر: تؤثر زاوية المنحدر على مدى احتفاظ مواد المنحدر بمياه الأمطار وتسربها، وبالتالي تكون سببًا كبيرًا لاستقرار المنحدر أو انهياره، وكلما زادت زاوية المنحدر زاد معدل الجريان السطحي وزيادة عملية الزحف وفقدان التربة على سطح المنحدر، والمنحدرات الحالية بالهضبة كلها ذات انحدارات حادة.

الاهتزازات: تسبب الاهتزازات في انهيار منحدرات الهضبة او انهيال كتل من المركب الهضبي إذا كانت كتلة المنحدرات عرضة للاهتزاز، سواء تلك الاهتزازات ناشئة عن الموجات الزلزالية أو معدات تأسيس البناء أو مرور الشاحنات الثقيلة بطرقها خاصة الطريق الدائري، حيث تعمل على انخفاض الضغط بين الحبيبات وزيادة الضغط المحايد وتؤدي لانهيار كتلة المنحدر بأكمله. وكشفت الدراسة الميدانية عن وجود شقوق باتجاه موازي الحافة الشمالية الغربية للهضبة مما يهيئ الأمر لانهيارها (صورة١٠).

المصدر: اعتماداً على الدراسة الميدانية

(صورة١٠) كتل مهيأة للانهيار

ج- إمكانية التنبؤ بالانهيارات

تتركز التنبؤات بانهيار المنحدرات القابلة للانهيار على الاحتمال المكاني لحدوث الانهيار الأرضي في منطقة معينة، ويمكن تقسيم التنبؤ إلى قسمين مادي وأخر تقني، ويمكن عرضهما كالتالي:

- **التنبؤ المادي:** تتوفر بعض المعلومات المادية والجيوتقنية التي تتعلق بالطبقات الصخرية والتي يمكن الاعتماد عليها لاشتقاق التشوه الهندسي الذي قد يصيبها مستقبلًا. فقد تبين تبادل طبقات الحجر الجيري مع الطفلة بالهضبة العليا (أسفل مدينة المقطم) بصورة خاصة، وتوجد طبقة الطفلة الرملية ذات الانتفاش الحاد على عمق ١٠م من السطح بسمك ٨.٦م (**هيئة الاستشعار عن بعد ١٩٩٧ ص١٥٥**)، وفي حالة بلوغها المياه المتسربة فستتحول إلى عجينة لارتفاع سيولتها وتؤدي لانزلاق الطبقة العليا بما عليها من عمران وسيحدث خسف بالمدينة وتصدع وانهيارات لمبانيها. وقد تنفصل الكتل الصخرية الجيرية التي تعلوها على منحدرها الجنوبي الحاد الذي يرتفع إلى ٧٠م أعلى الهضبة السفلي وتتساقط أسفل المنحدر بما عليه من إنشاءات.

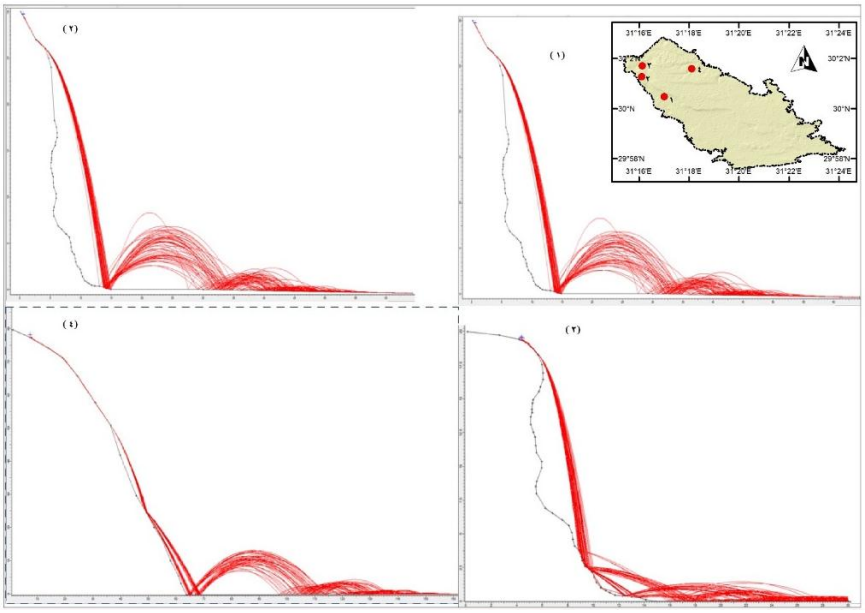
وأظهرت الموجات الرادارية عن وجود تكهفات وتشققات على عمق ١٠م من سطح الهضبة الوسطي في تكوينات الحجر الجيري الذي يقل ضغطه إلى النصف عند تشبعه بالمياه (**هيئة الاستشعار عن بعد ١٩٩٧ ص١٦١**). وكثرة الفوالق تحت السطحية القديمة عند بلوغها المياه المتسربة فتصبح مجاري باطنية تتسع بفعل عمليات الإذابة لمكونات الحجر الجيري بواسطة المياه الحمضية، مما يهيئ الفرصة لانهيار أسقفها بسبب الضغط العالي من الإنشاءات على

سطحها. وتتسم المنحدرات الشمالية والشمالية الغربية والجنوبية والحافات الداخلية بانحداراتها الحادة وتكويناتها الجيولوجية غير المتجانسة، فعند بلوغها المياه المتسربة وانبثاقها من مكشف طبقاتها تصبح عرضة للانهيار.

- **التنبؤ التقني:** يعتمد التنبؤ التقني على بيانات ميدانية لقطاعات مكانية لمواقع مختارة لنماذج من المنحدرات على الحافات الصخرية، وتشمل عناصر المنحدر بدرجات انحداره وارتفاعه والمسافة إلى الطرق أو العمران، واستخدمت هذه العوامل لتحليل العلاقة المكانية بينها وبين حدوث الانهيار الأرضي، بإعادة رسمها بأبعادها على برمجيات Rockfall لنمذجة المسارات المحتملة لحركة المواد الصخرية، وتم تثبيت حجم الكتل الصخرية لوزن واحد طن كمدخل للبرنامج (شكل ١٤).

تهدف هذه الطريقة إجراء محاكاة حول القدرات التنبؤية لأربعة نماذج قابلة للتساقط الصخري بمنحدرات الهضبة، وهى طريقة لتقييم مدى تأثيرها على الإشغالات المجاورة للحافة، فقد لوحظ في حالة تساقط الكتل الصخرية من أعلى حافة المنحدرات الرأسية المنتظمة وليست لها أقدام مثل منحدرات الحافة الشمالية الغربية والحافة الداخلية، ففي الأولي تسقط الصخرة من ارتفاع ٣٠م وترتطم بالأرض فترتد لأعلى نحو ستة أمتار مفتتة وصانعة زاوية حادة مع محور سقوطها وبصورة قوسية وتسقط على مسافة تتراوح بين ١٥-٢٠م من نقطة الارتطام وتعاود التدحرج لمسافة تزيد عن ٣٠م بعد الارتطام الثاني، وفي الثانية تسقط الصخرة من ارتفاع ٨٠م فترتد لأعلى بعد الارتطام نحو ١٣م ثم تعاود السقوط على مسافة تتراوح بين ٢٥-٣٥م وتعاود التدحرج لمسافة تزيد عن ٩٠م،

أما في حالة منحدرات ذات أقدام مثل منحدرات المقابر ترتد الصخرة بعد السقوط على اقدام المنحدرات نحو الأرض بارتفاع أقل وتقوس لمجال الحركة أكبر من النموذج السابق.



المصدر: اعتماداً علي برنامج Rockfall

(شكل١٤) محاكاة التساقط الصخري لمواضع من منحدرات الهضبة

الخاتمة والنتائج

١- تعاني هضبة المقطم من مشاكل بيئية بسبب التقنيات الهندسية الخاطئة وعدم مراعاة تأثير الجيولوجيا والجيومورفولوجيا بها بشكل كاف، والتي لم تراع التدابير الوقائية للحفاظ على استقرار منحدراتها، مما زادت من وتيرة الانهيارات الأرضية خلال العقود الثلاثة الماضية، وأودت بخسائر في الأرواح والممتلكات.

٢- شيدت مدينة المقطم فيما قبل عام ١٩٦٧على سطح الهضبة وتم التخلص من مياه صرفها الصحي بباطن الهضبة مما أدي لانبثاق المياه بمجرى عين موسي، ثم زادت وتيرة الاستخدام لسطحها باتساع الأحياء السكنية والفيلات والحدائق وملاعب الجولف والتي غطت مساحة ٨٦٪ من مساحة الهضبة، مما كان له تداعياته البيئية بتسرب مياه ري النباتات الزائدة تحت السطح وأيضًا مياه الصرف الصحي للشبكات المتهالكة بمدينة المقطم القديمة، وأدت لزيادة الأراضي الرطبة السطحية والتي تزيد عن ٥كم^{٢} أكثرها بالهضبة العليا، وأيضا العبث بمنحدراتها بتكسيتها أو تدرجها أو إلقاء نواتج التسوية علي وجهها الحر أو باقتطاعها لشق الطرق، وأخطرها الطريق الصاعد للهضبة العليا من جهة الشرق والهابط غربًا تجاه طريق صلاح سالم والمهدد في أي وقت بعملية التساقط الصخري.

٣- وجد حدوث خسف لسطح الهضبة العليا بسبب وجود طبقة من الطفلة الرملية علي عمق ١٠م من سطحها عند بلوغها المياه المتسربة ستنتفش ويزيد حجمها وتتحول إلي عجينة وتزيد من سيولتها، بالإضافة لكثرة الفوالق والتكهفات تحت السطحية التي قد تنهار أسقفها بسبب زيادة الضغط عليها، ويقل ضغط تكوينات الحجر الجيري إلى النصف عند تشبعه بالمياه، وتكمن الخطورة بعملية التساقط في المناطق

المجاورة للحافة الشمالية الغربية (منشأة ناصر والدويقة والأباجية) وحافة المقابر جنوبًا والحافة الداخلية الجنوبية الفاصلة بين الهضبتين العليا والسفلي.

التوصيات:

- إزالة العمران بالقرب من حواف الهضبة.
- تبطين البحيرات الصناعية وري الحدائق بالرش وليس بالغمر.
- مراقبة تغيرات مستوى المياه المتسربة تحت السطح.
- تركيب أجهزة استشعار الميل على واجهة المنحدرات والتنبؤ بما سيحدث وذلك لتقديم الدعم الفني وتنفيذ حلول السلامة لها قبل وقوع الكارثة.
- عمل فتحات اصطناعية بواجهة المنحدرات الحادة ويقيس الرادار الأرضي منها الحركة بدقة عالية لسطح الانزلاق العميق المحتمل للانهيال.
- مراقبة الشقوق المكتشفة وقياس الإزاحة والتشوه بدقة باستخدام (GPS) عن طريق نقطة مرجعية وتؤخذ القراءات مرة كل فترة.

المـــراجع

١. **البنا، أميرة محمد محمود**، الظاهرات الجيومورفولوجية الناجمة عن المياه بإقليم القاهرة الكبرى، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة بنها، ٢٠١٠.

٢. **الشرقاوي، فتحي محمد**، جبل المقطم دراسة جيومورفولوجية تطبيقية، مجلة معهد البحوث والدراسات الأفريقية، العدد ٣٨، ١٩٩٤.

٣. **الهيئة القومية للاستشعار عن البعد وعلوم الفضاء**، جيولوجية ومخاطر منطقة جبل المقطم، بالاشتراك مع اكاديمية البحث العلمي والتكنولوجي وهيئة المساحة الجيولوجية، أغسطس ١٩٩٧.

٤. **شاور، آمال إسماعيل**، الأخطار الجيومورفولوجية وأثرها على التوسع العمراني بالصحاري العربية، ندوة التنمية العمرانية في المناطق الصحراوية ومشكلات البناء فيها. الرياض، المملكة العربية السعودية، ٢٠٠٢.

٥. **عبد الحميد، رهام وسيم**، هضبة المقطم دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الزقازيق، ٢٠٠٤.

٦. **عبد الفتاح، صفاء ماهر**، الأخطار الجيومورفولوجية فى شرق وجنوب شرق القاهرة. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الدراسات الإنسانية، جامعة الأزهر، ٢٠١٢.

٧. **عبد الله، عزة أحمد**، الكهوف في هضبة المقطم والأخطار الناتجة عنها. المؤتمر السنوي الرابع لإدارة الأزمات والكوارث، جامعة عين شمس، القاهرة، ١٩٩٩.

٨. **عطية، عصام،** موارد البيئة الطبيعية لمنطقة شرق القاهرة فيما بين واديي دجلة والجندالي جنوبا، ووادي الجفرة شمالاً، دراسة في الجغرافيا الطبيعية، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية التربية، جامعة عين شمس، ٢٠٠٨.

٩. **محمود، سمير سامي،** القاهرة (الأرض والإنسان)، دار الثقافة العربية، القاهرة، ٢٠٠٣.

10. Abdel Tawab. S., 1986: Structural analysis of the area around Gebel Mokattam, M.Sc., Thesis (un-published), Faculty of Sc., Ain shams Univ., Egypt.

11. Clark, M.J., and Small, R.J., 1982: Slopes and weathering: Cambridge University Press, Cambridge, England, 112 p.

12. El Shazly, M., Abdel Hady, M., & Salman, A., 1976: Geological Investigations on Gebel El Mokattam Area. Remote Sensing Center، Academy of Scientific Research and Technology, 101 Kasr El Eini Street, Cairo, Egypt.

13. KING, L. C. 1948: A theory of bornhardts. Geographical Journal, 112, 83 - 87.

14. KING, L. C. 1957: Bornhardt landforms and what they teach. Zeitschrift fur Geomorphologie, 19 ،299 - 318.

15. Said, R., 1975: Subsurface Geology of Cairo Area, Memoiresde.

16. Strougo, A., 1985: Eocene Stratigraphy of the Eastern Greater Cairo (Gable Mokattam – Helwan) area, Mid. East Res. Cent., Sc. Res. Ser., Ain Shams Univ. Vol. 5, Cairo.

Geomorphological engineering

Of Mokattam plateau, East of Cairo

Abstract

The plateau locates east of Cairo. Its areais61.9 km2, its elevation is between56_ 250m a s. l. It originated by endogenetic movements, then its surface formed by exogenetic agents and processes. It didn't change during its history until the last century, when man used it as an urban expansion area for Cairo because its height and good climate most of the plateau consists of limestone rocks related to middle and upper Eocene underlaid by strata of loam. Many faults cut the plateau in many. These features are the Weak points in confronting urban expansion, which covers now 86/ of the plateau's surface, this urban expansion caused many problems for the plateau and its formations. The misuse of water in buildings, and gardens, the seepage of sewage water, all these are sources of damaging the geologic formations. It cause slope retreat, landslides, rockfall, cavities, and land subsidence. All these become a threat for buildings and inhabitants.

Key word: Geomorphology engineering, Slope, Mokattam plateau