أثر التفاعل بين خصائص الصخور الجيريه ومياه الأمطار والمياه الجوفيه المتدفقه من أسفل فى تطور العمليات الكارستيه ونشاة الظاهرات الكارستيه فى الهضبه الوسطى شرق محافظة المنيا – مصر الوسطى

عوض مصطفى محمد بديني

موجز البحث باللغة العربية : Abstract in Arabic language

يلقى هذا البحث الضوء على الموقع الجغرافى المميز للهضبه الجيريه شرق محافظة المنيا وإنعكاسه على العمليات الجيومورفولوجية بالمنطقة وجيومورفولوجيتها الكارستيه والخصائص المكانيه والكيميائيه للمياه الجوفيه بمنطقة الدراسه والعلاقات الإرتباطيه بينها، بجانب دراسه الخصائص الميكروسكوبيه والكيميائيه للصخور الجيريه بمنطقة الدراسه والعمليات الكارستيه التى تحدث بفعل تفاعل الصخور مع مياه الأمطار والمياه الجوفيه المتدفقه من أسفل ونشأة وتطور الظاهرات الكارستيه المميزه لمنطقة الدراسه.

Abstract in English language:

This research light on the distinguished geographical location of the limestone plateau in the east of Minya Governorate and its reflection on the geomorphological processes in the region, it's karst geomorphology, the spatial and chemical characteristics of the groundwater in the study area and the inter relationships between them, in addition to studying the microscopic and chemical properties of limestone rocks in the study area and the karst processes that occur due to the interaction of karst water with rainwater.

الكلمات الدالة:

الصخور الجيرية، مياه الأمطار، المياه الجوفية، العمليات الكارستية، الظاهرات الكارستية، الكارست، الهضبة الوسطى.

أولا: المقدمة:

الكارست ظاهرة جيومورفولوجية تحدث في المناطق الجيرية ، وهو بنية ناتجة عن التفاعل الكيميائي والهيدروغرافي للصخور الكربوناتية مع مياه الأمطار والمياه المتدفقة من أسفل، البنى الكارستية تشمل نحو خمس مساحة اليابسة من الأرض، أشهر المناطق الجيرية في العالم إقليم كارست Karst في يوغسلافيا السابقة، حيث شاع تعبير الكارست وأطلق على جميع المناطق المتأثرة بفعل الإذابة الجيرية في العالم (*Bobeck, P., 2017*) .

تعد ظاهرة الكارست أحد الظواهر الجيومورفولوجية والجيولوجية التى تنتشر فى التكوينات الجيرية فى أكثر من نطاق بالأراضى المصرية كتلك المنتشرة ببمنطقة الدراسة الحالية وواحة الفرافرة وعلى حواف منخفضى القطارة والبحرية وضمن إقليم الهضبة الوسطى بالصحراء الغربية، بجانب النطاق الساحلى لمحافظة مطروح وعبر هضبتى الجلالة البحرية والقبلية **(Emababi, 2018, P. 77:100)**

يظهر المظهر الطبوغرافى للكارست فى صورة كهوف ومنخفضات وتوفا جيرية مقترنه بوجود الصخور الجيرية والدولوميتية بسبب تعرضها الى التحلل والذوبان **(Hamimi, et al., 2020, P.170:176)**، الأمر الذى يترتب عليه وجود ظاهرات مورفولوجية وهيدرولوجية من امثلتها ظاهرات الكارن الدقيقة والمنخفضات الكارستية والكهوف وما تحوية من أشكال جيومورفولوجية بسبب عمليات التحلل الباطنى لصخورها والتلال القمعية ومنخفضات الإذابة المنكشفة على السطح والجيوب الكارستية المطمورة تحت السطح.

إعتادت الدراسات التى تناولت الهضبة الجيرية فى الصحراء الشرقية بمصر الوسطى على إعتبار أن التعرية الميكانيكية هى المسئولة عن نشأة العديد من ملامحها الجيومورفولوجية، الدراسة الحالية تسلط الضوء على الأثر العميق لعملية الإذابة الكيميائية فى نشأة وتطور العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية الكارستية التى تعد نتاج الإذابة لتكوينات الحجر الجيرى الأيوسينية بالمنطقة، كما أشارت بعض الدراسات الحديثة إلى تأثير مظاهر الكارست على الجريان السطحى للمياه **(أشرف ابو الفتوح، معوض بدوى، 2019 م، صـ 514 .**

تتميز أودية منطقة الدراسة (التسعة عشر وادى – 19) خريطة (1): بالإضافة إلى مناطق تقسيم المياه فيما بينها وبين بعضها بالعديد من الأشكال الكارستية التى تنشأ وتتطور من خلال العوامل والعمليات الجغرافيه الطبيعية التى شهدتها قيعان الأودية المحصورة فى المنطقة الممتدة من وادى الشيخ شمالا حتى وادى العمرانى جنوبا وعلى جوانبها وفى المناطق البينية بينها وبين بعضها.

تشمل هذه الدراسه على أربعة مراحل رئيسية نوردها كالتالى:

- **المرحلة الأولى: يتم خلالها تناول الخصائص المكانيه والكيميائيه للمياه الجوفيه بمنطقة الدراسه والعلاقات الإرتباطيه بينهما من خلال النقاط الأتية:**
  - التوزيع الجغرافى للعينات: Geographical Distribution
  - متوسط اعماق الآبار التى تم حفرها بالمنطقة لإستغلال المياه الجوفيه بالمتر:
  - السطح الساكن للمياه الجوفية التى تمت دراستها بالمنطقة س Static Water Level
  - تركيزات الأملاح فى المياه الجوفية فى الآبار التى تمت دراستها بالأجزاء لكل مليون جزء، حيث سجلت التركيزات الملحيه الأعلى ضمن تكوينات الزمن الرابع والتركيزات الأقل ضمن تكوينات الحجر الجيرى الأيوسينى:
  - الخزان الجوفى المغذى للآبار فى المنطقة:
  - إجمالى مناسيب السطح الساكن للأبار بالمنطقة ومناسيب اعماق الآبار التى تم حفرها بالمنطقة لإستغلال المياه الجوفيه بالمتر .

العلاقات الإرتباطية بين متغيرات الخصائص الجغرافية والكيميائية لعينات من المياه الجوفية لمجموعة من الآبـــــــار بمنطقة الدراسة.

- **المرحلة الثانية: يتم القاء الضوء على الخصائص الميكروسكوبيه والكيميائيه للصخور الجيرية بمنطقة الدراسه فى ضوء أشكال بلوراتها وعناصرها الكيميائية المكونه لها:**

- **المرحلة الثالثة: يتم القاء الضوء على مجموعة من العمليات الكارستيه التى تحدث بفعل تفاعل الصخور مع مياه الأمطار والمياه المتدفقه من أسفل فى الهضبة الجيرية شرق المنيا ونوجز هذه العمليات كالتالى:**
  - عمليات الإنهيالات فى الأراضى الكارستية: Landslip or Landslide Processes in Karst Land
  - عمليات الإنهيارات فى الأراضى الكارستية: Incasion or Subsidence Processes in Karst Land
  - عمليات التقويض بالفعل الميكانيكى والكيميائى: Mechanical And Chemical Sapping Processes
  - عمليات الترطيب والتجفيف: Wetting And Drying Processes

- **المرحلة الرابعة والأخيره: يتم تسليط الضوء على الظاهرات الطبوغرافيه الكارستيه المميزه لمنطقة الدراسة شرق المنيا والتى منها:**
  - إتجاهات الجريات السطحى: Aspect Arrows
  - الخريطة الكنتورية لمنطقة الدراسة: Contour map of the study area
  - الإنعكاسات السطعية لمنطقة الدراسة: Brightness Inversion
  - التلال القمعية أو عرف الدُيُكة Cock Pit Karst Topography
  - الدولينات الكارستية: Dolines Karst Topography

أهمية البحث:

تأتى هذه الدراسة لتقييم أثر التفاعل بين خصائص الصخور الجيريه ومياه الأمطار والمياه الجوفيه فى تطور العمليات الكارستيه ونشاة الظاهرات الكارستيه فى الهضبه الوسطى شرق محافظة المنيا – مصر الوسطى، ذلك من خلال المشاهدات الميدانية وعمليات الرفع الميدانى والتحليل الميكروسكوبى والإلكترونى بإستخدام أجهزة الفحص المعملى، الأمر الذى يساعد على فهم طبيعة وسلوك الصخور الجيرية المشكلة لغالبية تكوينات

المنطقة شرق محافظة المنيا والتى تعد محور وتوجه ملح للتنمية فى الوقت الحالى والأوقات القادمة لإستيعاب الزيادة السكانية والضغط الواقع على منطقة السهل الفيضى على جانبى مجرى النيل بمحافظة المنيا.

أسئلة البحث وفرضياته:

تتسائل هذه الدراسة حول مدى تأثير مياه الأمطار المتدفقة من أعلى والمياه الجوفية المتدفقة من اسفل على الصخور الجيرية فى الهضبه الوسطى شرق محافظة المنيا _ مصر الوسطى، وتتحق من تأثير تلك المياه على نشأة وتطور العديد من المظاهر الكارستية بالمنطقة، وإنعكاس ذلك على عمليات التنمية المستدامة بها وما يجب مراعاته أثناء صياغة معايير السلامة الإنشائية لمؤسسات المنطقة ومحاورها العمرانية.

أهداف البحث:

- توضيح العامل الأكثر تأثيرا ووضوحًا فى إذابة الحجر الجيرى بالمنطقة ونشأة وتطور الظاهرات الكارستية بها.
- توضيح نواتج أو متبقيات عمليات الإذابة الكيميائية التى تتم للصخور الجيرية بالمنطقة.
- تقييم الدور الذى تؤديه المياه الحرمائية المندفعه من أسفل فى شمال شرق مدينة المنيا الجديدة فى نشأة وتطور الظاهرات الكارستيه فى نطاق الفوالق الكبرى بالمنطقة والتى تمتد بإتجاه شمال غرب – جنوب شرق فى الإمتداد الموازى للفوالق المكونه للبحر الأحمر.

مناهج الدراسة:

المنهج الموضوعى: يهتم هذا المنهج بإختيار موضوع أو ظاهرة جيومورفولوجية محدده ودراستها بشكل علمى دقيق للوقوف على عوامل وعمليات نشأتها، على عكس المنهج الإقليمى الذى يركز على إقليم بعينة ويتم تناول التنوع الجيومورفولوجى به، حيث ان

منطقة الدراسة جزء من هضبة المعازة الجيرية بالصحراء الشرقية التى تعد إقليم متنوع فى ظاهراتة الجيومورفولوجية ما بين الأودية الجافة والهضاب المستوية والموائد الصحراوية وغيرها الكثير، سيكون التركيز هنا على ظاهرة ظاهرة الكارست بالمنطقة.

أساليب الدراسة وأدواتها:

- **الإسلوب الميدانى:**

اهتم بجمع البيانات الوصفية والمورفومترية من خلال عمليات المسح والرفع الميدانى بإستخدام الأجهزة المساحية وأجهزة التموضع المكانى Global Positioning Systems، بجانب الحصول على العينات المعملية لفحصها ميكروسكوبيا وكيميائيا.

- **الإسلوب الوصفى:**

تحليل النتائج المستقاه من الرفع الميدانى لظاهرات المنطقة وتقييمها ومقارنتها، ذلك للتمييز والفصل بين عوامل نِشأة وتطور الظاهرات الكارستية بالمنطقة، وفهم العمليات الكيميائية المسئولة عن نشأة الأشكال الكارستية بالمنطقة.

- **أدوات الدراسة:**

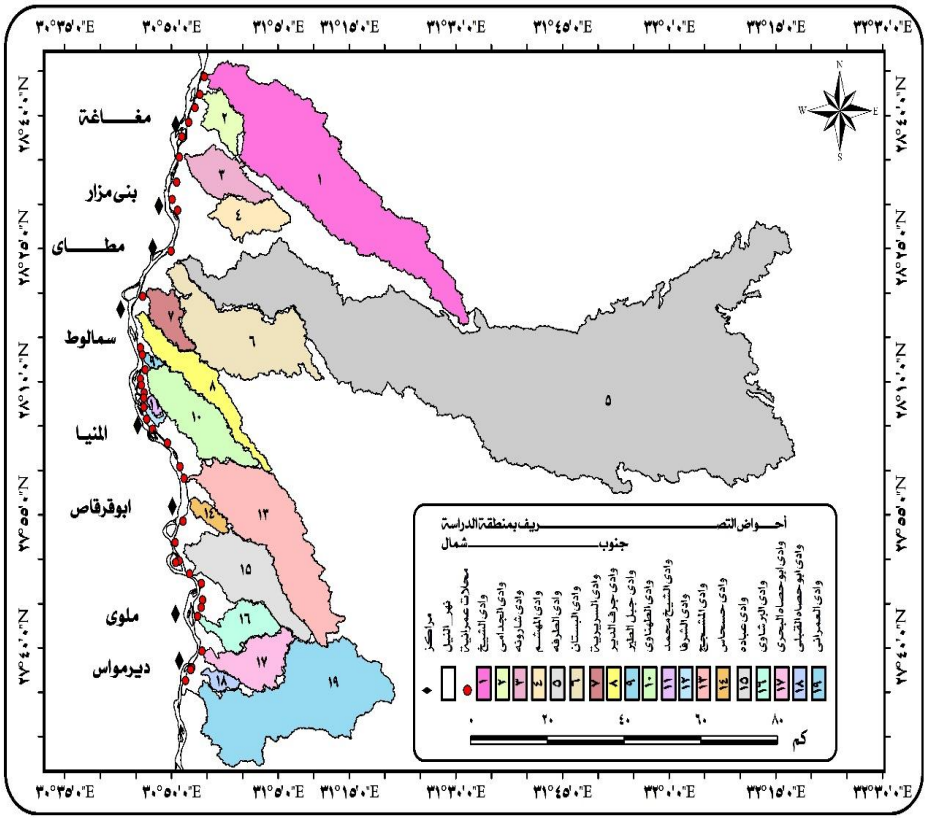
1. لوحات الخرائط الطبوغرافية للهيئة المصرية العامة للمساحة مقياس 1:50000 للمنطقة،
2. الخرائط الجيولوجية للهيئة المصرية العامة للبترول لمنطقة الدراسة بمقياس رسم 1:500000، كلًا من لوحتى بنى سويف وأسيوط (NH 36 SW BeniSuef)، (NG 36 NW Asiut) كونكو كورال، القاهرة ، 1987 م .
3. إعتمدت الدراسة على ملفات ارتفاعات رقمية لإصدارات من 2010 م حتى 2020 م من هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية.
4. المرئيات الفضائية الصادرة عن موقع ناسا لأبحاث الفضاء والتى تغطى منطقة الدراسة لعام 2020 م والتى تأخذ أرقام 176 Satellite Image/ ,40 41/176 .

- **الدراسات السابقة:**

1. **دراسة محمد فؤاد عبدالعزيز سليمان (2020 م):** جيومورفولوجية بعض الحفر الكارستية فى المنطقة الممتدة بين قريتى رأس الهلال وبطة بالجبل الأخضر شمال شرق الجماهيرية الليبية، مجلة كلية الآداب، جامعة طنطا، جـ 2، العدد 23، صـ 799 – 862.
2. **دراسة أشرف أبوالفتوح مصطفى، معوض بدوى معوض بدوى (2019 م):** تأثير مظاهر الكارست على الجريان السطحى فى وادى بير العين بهضبة المعازة الجيرية شرق سوهاج، حوليات آداب عين شمس، المجلد 47، العدد الأول، صـ 514 – 548.
3. **دراسة أشرف أبوالفتوح مصطفى (2018 م):** كهوف البلايزه غرب أسيوط، أول كهوف المحاليل الحرمائية فى وادى النيل فى مصر، المجلة الجغرافية العربية التى تصدر عن الجمعية الجغرافية المصرية، العدد الواحد والسبعون، المجلد 49، العدد الأول، صـ 87 – 117.
4. **دراسة أشرف أبوالفتوح مصطفى (2007 م):** جيومورفولوجية أشكال الكارست فى منخفض الفرافرة، الصحراء الغربية، مصر، رسالة دكتوراه منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
5. **دراسة إيمان عفيفى محمد ميرغنى (2018 م):** جيومورفولوجية الكهوف وأشكال الكارست فى محافظة أسيوط، رسالة ماجستير غير منشوره، جامعة اسيوط، كلية الآداب.
6. **دراسة ضياء صبرى عبداللطيف اسماعيل (2006 م):** الحافة الشرقية لوادى النيل فى المنطقة الممتدة من وادى الأسيوطى جنوبًا ووادى الطرفة شمالًا، رسالة ماجستير غير منشوره، جامعة طنطا، كلية الآداب.

ثانيا: موقع منطقة الدراسه:

تقع منطقة الدراسة ضمن نطاق هضبة المعازة الجيرية بالصحراء الشرقية فى الجزء المقابل لمحافظة المنيا شرق النيل وبالتحديد فى الجزء الممتد بين واديا الشيخ شمالًا والعمرانى جنوبًا، بين دائرتى عرض**"00 ' 30 ° 27 شـ ، "00 '45 °28 شـ، خطى طول" 00 ' 48 ° 30قـ ،"00 ' 20 ° 32 قـ**، يحدها من الشمال نطاق



خريطة (1): الموقع الفلكى والجغرافى لمنطقة الدراسة .

المصدر: من عمل الطالب بإستخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية.

تقسيم المياه بين وادى الشيخ ووادى سنور بمحافظة بنى سويف، من الجنوب منطقة تقسيم المياه بين وادى العمرانى ووادى الجبراوى بمحافظة اسيوط،كما يحدها من الجنوب

الشرقى منطقة تقسيم المياه بينها وبين وادى الدهسة ومن الشمال الشرقى الحافات الغربية من مرتفعات البحر الأحمر، من الغرب السهل الفيضى لنهر النيل، توجد ، **توضح الخريطة (1):** الموقع الفلكى والجغرافى لمنطقة الدراسة.

ثالثا: الخصائص المكانيه والكيميائية للمياه الجوفية بمنطقة الدراسة:

فى إطار البحث عن العمليات الجغرافية الطبيعية المسئولة عن نشأة وتطور أشكال الكارست بمنقطة الدراسة تمت دراسة خصائص **(24 عينة للمياه الجوفية) من** منطقة الدراسة موزعة داخل أحواض التصريف بالمنطقة، كانت جميعها عينات من آبار محفورة فى مناطق استصلاح زراعى أستخدمت لرى الأراضى المزروعة بتلك الأحواض وهى موزعة داخل الأحواض كما يتضح من **الخريطة الآتية (2) والجدول الآتى (1)**، تم الحصول على تلك المتغيرات الجيوكيميائية ن خلال المقابلات الشخصية لملاك تلك الآبار وتم تحديد مواقعها بإستخدام جهاز ال **Gps** وأدوات التحليل المكانى **Spatial Analysis Tools** فى بيئة نظم المعلومات الجغرافية بإستخدام برنامج **ARC GIS 10.4.**

تم الإستعانة بأدوات الإستنباط المكانى **Data Interpolation** [1] فى بيئة ال **ARC GIS** 10.4 داخل صندوق ال Arc Tool Box وتم توليف مكانى بعد توقيع الأربع

([1]) _ عملية الإستيفاء المكانى او الإستنباط المكانى Data Interpolation هى إحدى أدوات التحليل المكانى Spatial Analyst Tools فى بيئة ال ARC GIS 10.4 تستخدم فى إجراء تنبؤ بقيم الخلايا في المواقع المجاورة للعينات المختارة وتمكننا من رسم خرائط مكانية توضح توزيع الظاهرة محل الدراسة.

Desktop.arcgis.com , 2020, *Understanding Interpolation Analysis_Help | Arcgis For Desktop*
[online] Available at:
https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst toolbox/understanding-interpolation-analysis.htm
[Accessed 26 June 2020]

وعشرون عينة من المياه الجوفيه فى مواقعها، والتى أمكن من خلالها إعداد خرائط توضح المناطق المتساوية فى معدلات تركيز أملاحها بناءًا على أدوات التحليل المكانى **Spatial Analysis Tools**، هذا وقد تباينت الخصائص الجغرافية والكيميائية لتلك العينات والتى سوف نتناولها بالتفصيل فى الأجزاء الآتية **خريطة (2)**:

[3_1]: التوزيع الجغرافى لعينات المياه الجوفيه: Geographical Distribution of Ground Water Samples

تم مراعاة التوزيع الجغرافى للعينات على أساس تغطية منطقة الجزء الأكبر من منطقة الدراسة ووزعت العينات بمنطقة الدراسة كما **بالخريطة (2)** وسنوردها بالتفصيل بالإتجاه من الشمال الى الجنوب فى الفقره الآتية:

بئر رقم 21 بحوض وادى الشيخ، بئر رقم 20 بحواض وادى الجدامى، بئر رقم 19 بحوض وادى شارونة، بئر رقم 5 جنوب غرب وادى المهشم، الآبار التى تحمل أرقام (6، 18) من حوض وادى الطرفا، بئر رقم 24 من جنوب شرق حوض وادى البستان، الآبار التى تحمل أرقام (7، 17) من حوض وادى السريرية، الآبار التى تحمل أرقام (15، 16) من حوض وادى جرف الدير، بئر رقم 14 من حوض وادى الطهناوى، الآبار التى تحمل أرقام (1، 2، 3، 4، 12، 13) من حوض وادى المشجج، بئر رقم 8 من حوض وادى الشيخ عبادة، بئر رقم 23 من حوض وادى البرشاوى، بئر رقم 11 من حوض وادى ابوحصاه البحرى، بئر رقم 10 من حوض وادى ابوحصاه القبلى، الآبار التى تحمل أرقام (9، 22) من حوض وادى العمرانى.

[3_2]: متوسط اعماق الآبار التى تم حفرها بالمنطقة لإستغلال المياه الجوفيه بالمتر:

كما يتضح من **جدول (1)** الآتى يصل متوسط اعماق الحفر للوصول إلى المياه الجوفية بالمنطقة **78, 125 متر**، اعمق مسافة تم حفرها لاستغلال الماء الجوفى **150 متر** كانت بالبئر رقم **18** بحوض وادى المشجج تلتها الآبار أرقام **14، 15، 16** بالمراوح الفيضية لنفس

الحوض وباعماق **140 متر**، ثم الآبار **8**، **5** بأحواض السريرية والطرفة وصل عمق الحفرة **120 متر**، وأدنى عمق تم حفره كان بالبئران **3**، **4** بالمروحة الفيضية لحوضى المهشم والطرفة.

[3_3]: عمق مستوى السطح الساكن للمياه الجوفية التى تمت دراستها بالمنطقة Static Water Level _ SWL

السطح الساكن لمياه الآبار الجوفية هو المستوى الذى تقف عنده المياه فى البئر، يبلغ متوسط منسوب السطح الساكن للمياه بمنطقة الدراسة **57 متر** كان أعمقها وأبعدها بالمروحة الفيضة لحوض وادى أبوحصاه القبلى بالبئر رقم **22** حيث وصل إلى **140 متر** تلاه البئر رقم **13** بقيمة **130 متر** بحوض وادى المشجج، وأدناها كان بالبئر رقم 4 بوادى شارونه بمنسوب 5 متر تلاه البئر رقم **19** بحوض وادى الشيخ عبادة بمنسوب **20 متر** وهو اقرب عمق للسطح الساكن بالنسبة لمنسوب سطح الأرض .

[3_4]: تركيزات الأملاح فى المياه الجوفية فى الآبار التى تمت دراستها بالأجزاء لكل مليون جزء:

وصل المتوسط العام لتركيزات الأملاح بالمنطقة **926 جزء فى المليون**،، أعلى تركيز للأملاح سجل بالبئر رقم **22** بحوض وادى أبوحصاه القبلى بمعدل **2099 جزء فى المليون** تلاه البئر رقم **21** بحوض وادى أبو حصاه البحرى بمعدل **2029 جزء فى المليون**، وأدنى التركيزات جاءت بالبئران رقمى **8**، **9** بحوض وادى السريرية بمعدل **525 جزء فى المليون** لكلا منهم **خريطة (3)**.

[3_5]: الخزان الجوفى المغذى للآبار فى المنطقة:

تمثلت الأبار الجوفية المرصودة بعد توقيع إحداثياتها على الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة ضمن التكوينات الأحدث من تكوينات الزمن الرابع والتكوينات الأقدم من تكوينات الخزان الأيوسينى من الزمن الثالث، حيث وجدت أربع آبار بالتكوينات الحديثة من الزمن الرابع وهى الآبار أرقام **19**، **22**، **23**، **24** ضمن أحواض الشيخ عباده وأبوحصاه

القبلى والعمرانى، جاءت باقى الآبار ضمن الخزان الأقدم فى تكوينات الأيوسين بمنطقة الدراسة.

[3_6]: إجمالى مناسيب السطح الساكن للأبار بالمنطقة ومناسيب اعماق الآبار التى تم حفرها بالمنطقة لإستغلال المياه الجوفيه بالمتر .

وصل متوسط منسوب أسطح عينات الآبار المرصودة بالمنطقة **135,625** متر، أعلاها سجل بالبئرين **14، 15** بالمروحة الفيضة لحوض وادى المشجج بمنوسب **200 متر** تلاها البئر رقم **15 ، 17، 18** بنفس المنطقة ثم البئر رقم **22** بحوض وادى أبوحصاه القبلى بمنسوب **190 متر**، أدنى منسوب لسطح الآبار بالبئر رقم **3** بحوض وادى المهشم على منسوب **50 متر** تلاه البئر رقم **6** بالمروحة الفيضة لحوض وادى الطرفا على منسوب **70 متر**.

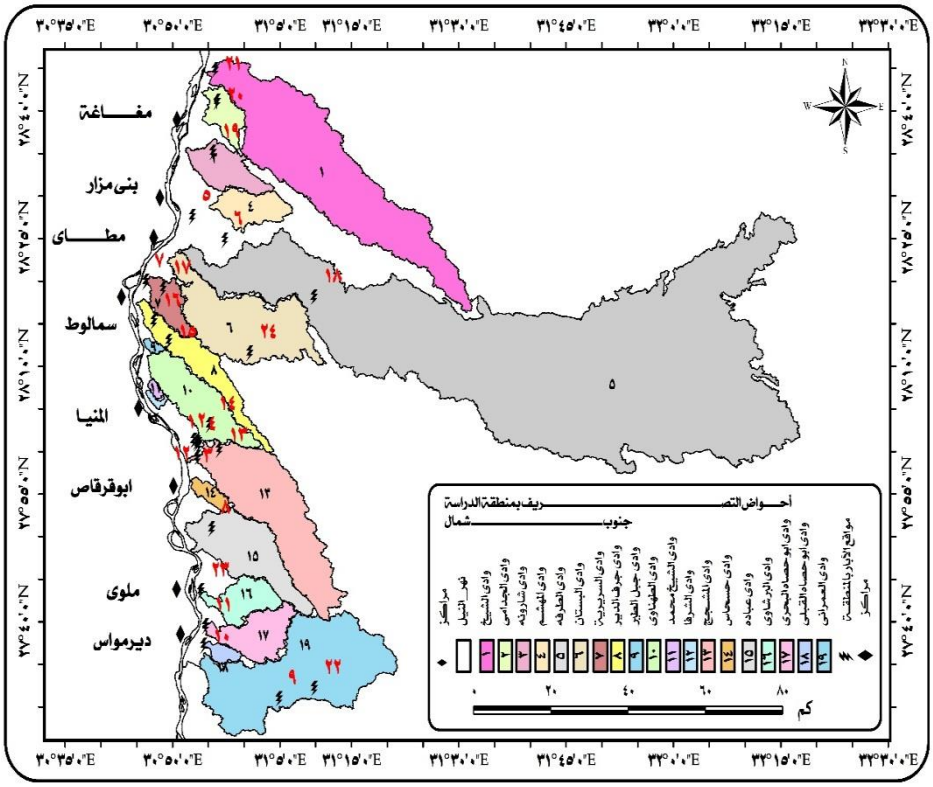
[3_7]: العلاقات الإرتباطية بين متغيرات الخصائص الجغرافية والكيميائية لعينات من المياه الجوفية لمجموعة من الآبـــــــــار بمنطقة الدراسة.

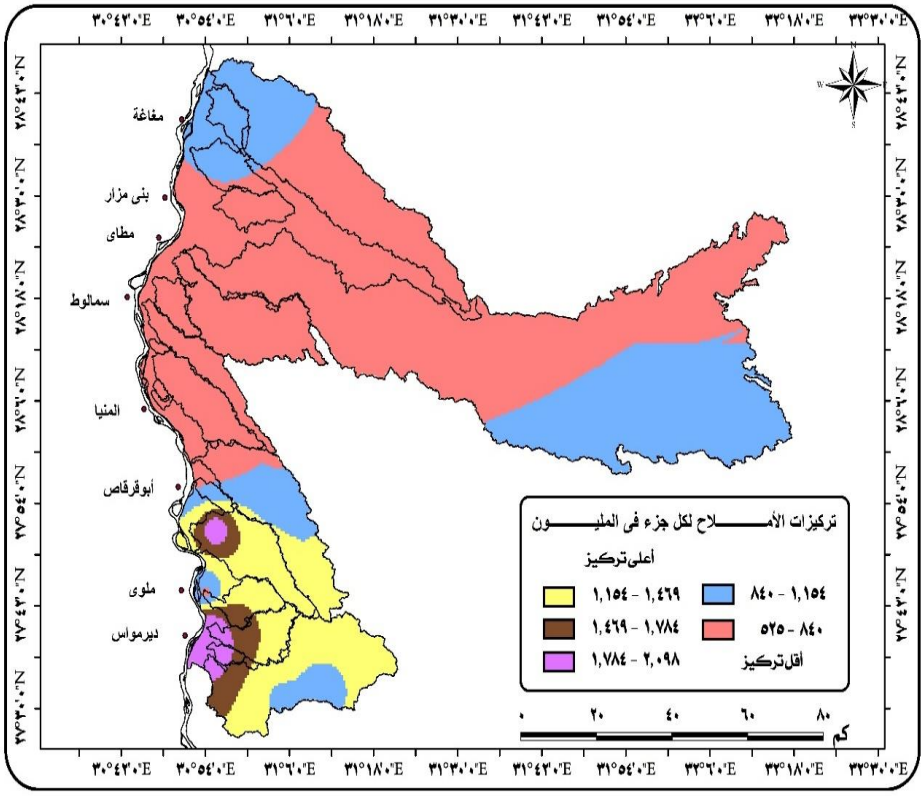
يتضح من **جدول (1)** تباين العلاقات الإرتباطية بين متغيرات خصائص عينات الآبار الجوفية بمنطقة الدراسة، أقوى علاقة إرتباطية طردية سجلت بين منسوب البئر ومتوسط الحفر بالمتر وصلت إلى **0.78** وهى علاقة إرتباطية موجبة قوية تلتها العلاقة بين المنسوب بالمتر والسطح الساكن للمياه **Static Water Level _ SWL**.

أقوى علاقة إرتباط عكسية سجلت بين متوسط الحفر بالمتر ومعدل تركيزات الأملاح لكل جزء فى المليون **0.31** – أى ان كلما كان البئر أكثر عمقًا كلما كانت درجة ملوحته أقل والعكس.

المتغير	المنسوب بالمتر	متوسط الحفر بالمتر	السطح الساكن للميـــاه [SWL]	تركيزات الأمـلاح جزء فى المليون
منسوب المياه الجوفيه بالمتر	1.00	0.78	0.49	-0.17
متوسط حفر الآبار بالمتر		1.00	-0.16	-0.31
السطح الساكن للميـــاه [SWL]			1.00	0.17
تركيزات الأمـلاح لكل جزء فى المليون				1.00

جدول (1): العلاقات الإرتباطية بين متغيرات الخصائص الجغرافية والكيميائية لعينات من المياه الجوفية لمجموعة من الآبـــــــــار بمنطقة الدراسة.





خريطة (2): التوزيع الجغرافى لعينات المياه الجوفية المأخوذة من الآبار بمنطقة الدراسة.

خريطة (3): تطبيق عمليات الاستنباط المكانى على متغيرات تركيزات الأملاح لعينات المياه الجوفيه بمنطقة الدراسة.

المصدر: بإستخدام آلية التوليف المكانى Data Interpolation _ Kriging داخل برنامج ال Arc Gis 10.4

مسلسل	حوض الوادى المتواجد به البئـــــر	متوسط الحفر بالمتر	السطح الساكن للمياه [SWL]	تركيزات الأمـلاح جزء فى المليون	نوع الخزان الجوفى	إجمالى الحفر + منسوب السطح الساكن للمياه (بالمتر)
1	حوض وادى الشيخ	60	35	1000	Eocene	95
2	حوض وادى الجدامى	65	35	1000	Eocene	100
3	المروحة الفيضية لحوض وادى المهشم	20	30	550	Eocene	50
4	حوض وادى شارونة	65	5	1000	Eocene	70
5	حوض وادى الطرفا	120	50	700	Eocene	170
6	المروحة الفيضية لحوض وادى الطرفا	15	55	750	Eocene	70
7	حوض وادى البستان	80	70	700	Eocene	150
8	حوض وادى السريرية	120	40	525	Eocene	160
9	حوض وادى السريرية	110	50	525	Eocene	160
10	حوض وادى جرف الدير	40	50	650	Eocene	90
11	حوض وادى جرف الدير	40	50	650	Eocene	100
12	حوض وادى الطهناوى	50	100	760	Eocene	150
13	حوض وادى المشجج	50	130	700	Eocene	180
14	المروحة الفيضية لحوض وادى المشجج	140	60	700	Eocene	200
15	المروحة الفيضية لحوض وادى المشجج	140	50	700	Eocene	190
16	المروحة الفيضية لحوض وادى المشجج	140	60	700	Eocene	200
17	حوض وادى المشجج	130	60	700	Eocene	190
18	حوض وادى المشجج	150	40	760	Eocene	190
19	حوض وادى الشيخ عبادة	70	20	1997	Quaternary	90
20	حوض وادى البرشاوى	100	50	800	Eocene	150
21	حوض وادى ابوحصاه البحرى	45	55	1029	Eocene	100
22	حوض وادى ابوحصاه القبلى	50	104	2099	Quaternary	190
23	حوض وادى العمرانى	35	55	1114	Quaternary	90
24	حوض وادى العمرانى	40	80	1114	Quaternary	120

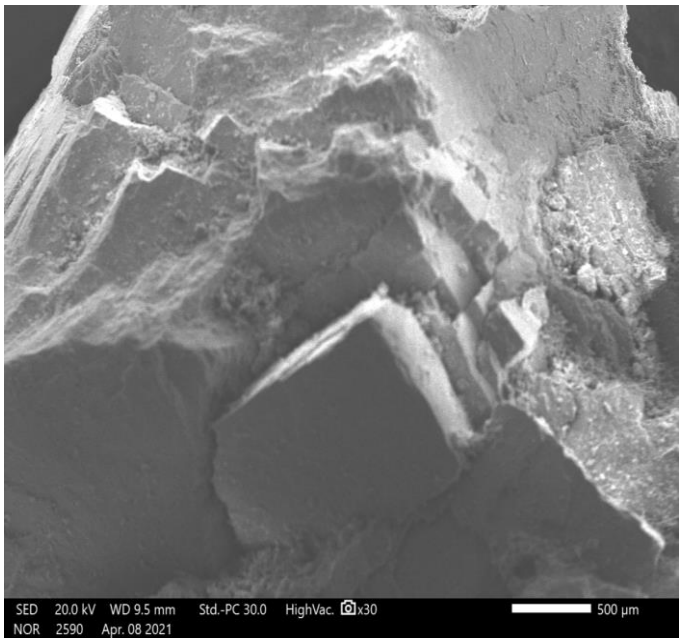
جدول (1): الخصائص الجغرافية والكيميائية لعينات من المياه الجوفية لمجموعة من الآبـــــــــار بمنطقة الدراسة.

المصدر: تم جمع البيانات باستخدام جهاز ال GPS والمقابلات الشخصية مع مالكى تلك الآبار بالإضافة الى التحليل المكانى بإستخدام أداة ال Data Interpolation فى بيئة ال ARC GIS 10.

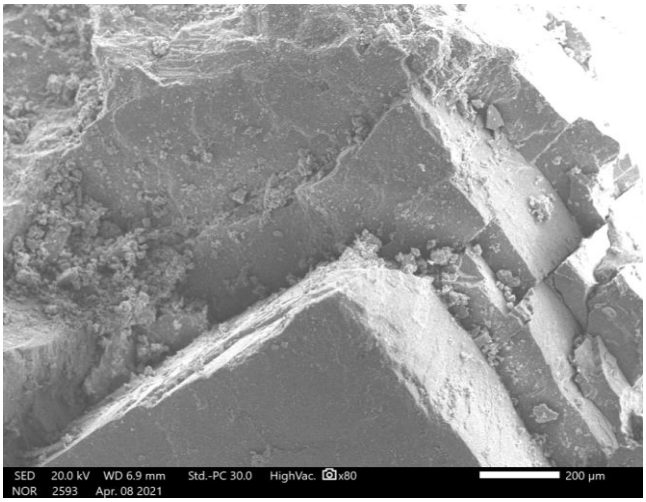
رابعا: دراسة الخصائص الميكروسكوبية والكيميائية للصخور الجيرية بمنطقة الدراسة:

[4_1]: الفحص الميكروسكوبى لعينات الألباستر المأخوذة من الكهوف الكارستية فى منطقة الدراسة:

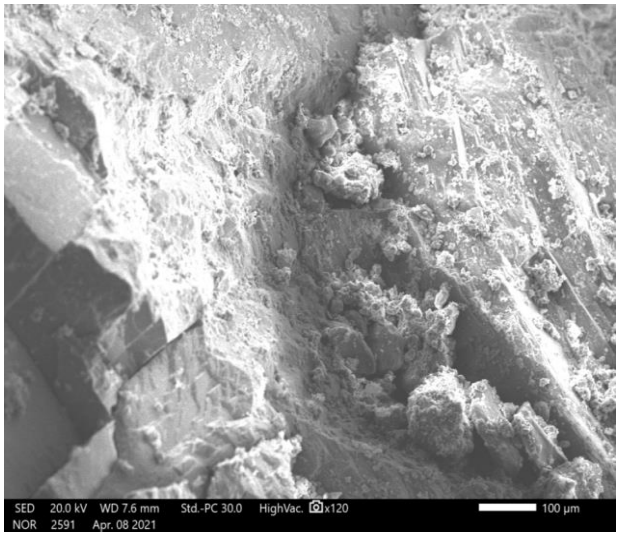
توضح **الصور من (1 : 5)** أسطح خمس عينات للحجر الجيرى والألباستر الماخوذ من محجر حتنوب ومنطقة الفالق الكبير شرق مدينة المنيا الجديدة تحت الميكرسكوب بعد تكبيرها **بدرجات تراوحت بين (X 400 : 30)** حدة زوايا بلورات الكالسيت وعدم إنتظام شكلها بوجه عام، الأمر الذى يشير إلى تباين سرعة عمليات الترسيب بالمنطقة ما بين الترسيب السريع والبطيئ والذى تتحكم فيه معدلات الإذابة التى كانت سائدة بالمنطقة وتوضح عمليات التصوير السطحى للعينات نشاط عمليات الإذابة التى شكلت العديد من عروق الكالسيت والألباستر وصخور الفلنت والجير بالمنطقة.



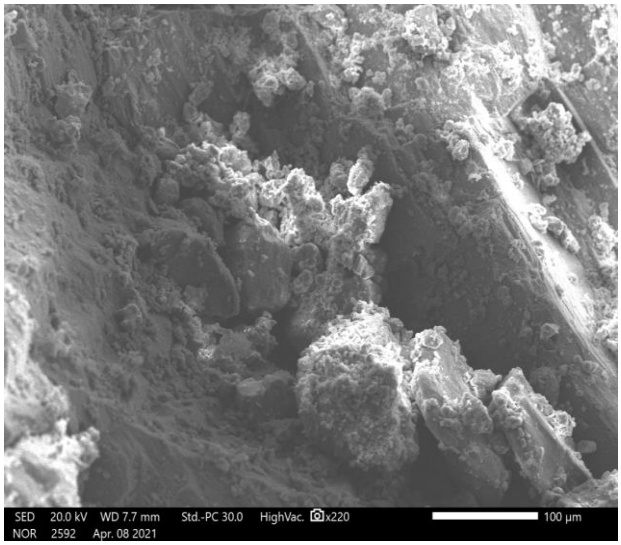
صورة (1): صورة ميكرسكوبية لأحد الأسطح لعينة من الألباستر بمحجر حتنوب ، تندر بها الشقوق والفجوات، بتاريخ 8 ابريل 2021 م بدرجة تكبير X 30



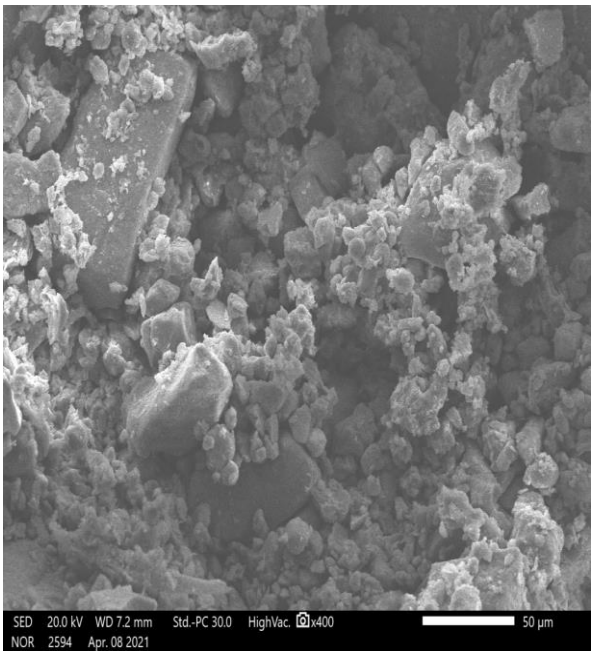
صورة (2): سطح مكبر من العينة السابقة صورة (1) م بتاريخ 8 ابريل 2021 م بدرجة تكبير X 80



صورة (3): صورة ميكرسكوبية لسطح أحد عينات الكالسيت من أحد المكاشف الجيولوجية شرق مدينة المنيا الجديدة تظهر حدة زواياها وعدم إنتظام شكلها، بتاريخ 8 ابريل 2021 م بدرجة تكبير X 120



صورة (4): صورة ميكرسكوبية مكبرة لأحد أجزاء العينة السابقة صورة (3) لسطح أحد عينات الكالسيت من أحد المكاشف الجيولوجية شرق مدينة المنيا الجديدة تظهر حدة زواياها وعدم إنتظام شكلها، بتاريخ 8 ابريل 2021 م بدرجة تكبير X 220



صورة (5): صورة ميكرسكوبية لسطح أحد عينات الكالسيت من أحد الكهوف شرق مدينة المنيا الجديدة تظهر حدة زواياها وعدم إنتظام شكلها.
بتاريخ 8 ابريل 2021 م بدرجة تكبير X 400

[4_2]: التحليلات الكيميائية لعينات الحجر الجيرى بمنطقة الدراسة:

للصخور الجيرية بالمنطقة خصائص توزيعية متباينه بين تكوينات المنيا وسمالوط ومغاغة وقرارة والمرصد، جاءت تكوينات سمالوط بالنصيب الأكبر بالنسبة لمعدلات التكرار الكلسيه بها، تباينت نتائج الفحص الكيميائى **(EDX)** بإستخدام الميكروسكوب الإلكترونى الماسح **(Scanning Electronic Microscope)** والتى تعتمد على مطيافية

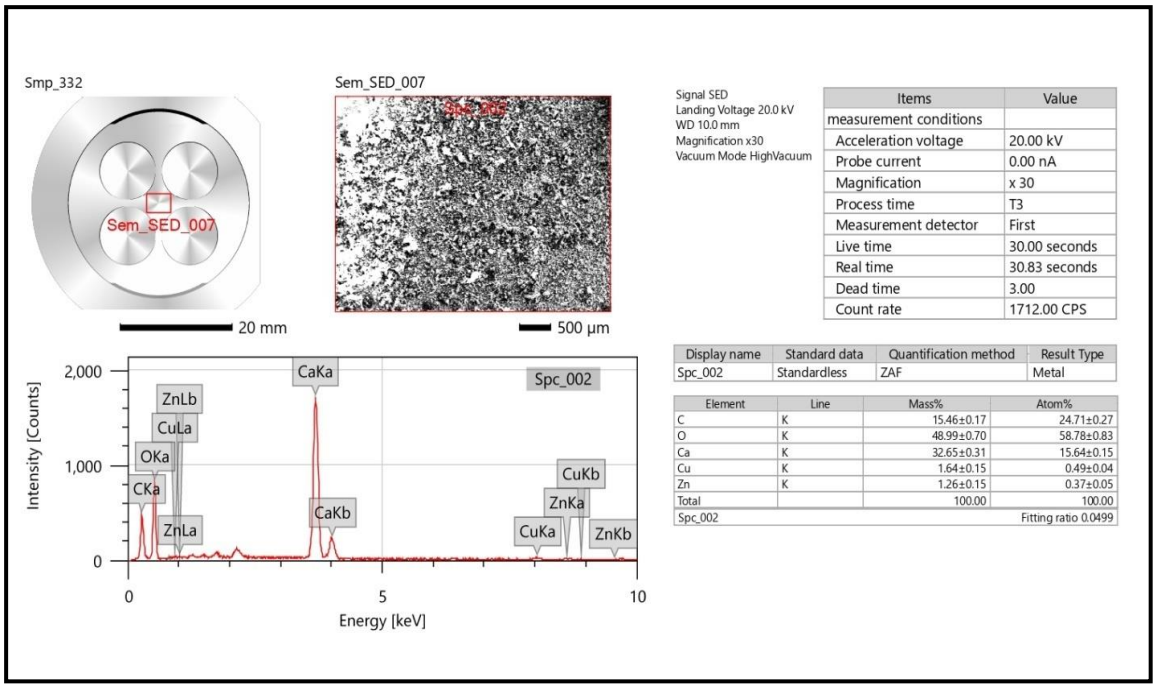
تشتت الطاقة بالأشعة السينية **Joseph Goldstein (2003)** [2] **Energy-dispersive X-ray spectroscopy** لعدد ثلاث عينات من منطقة الدراسة من مواضع مختلفه .

توضح **المخططات (1)، (2)، (3)** محتوى العناصر الكيميائية لثلاث عينات من الحجر الجيرى (الألباستر) العينة الأولى من محجر حتنوب **الكبير بالمنابع العليا من حوض وادى العمرانى** والثانية من جانب أحد المكاشف على خط الفالق الكبير الممتد من جنوب شرق مدينة المنيا الجديدة حتى وادى السريرية والثالثة **من نواتج (متبقيات) عمليات الإذابة الجيرية من أرضية كهف الفرن شمال وادى الشيخ محمد،** يتضح من المخططات الثلاث أن عينة أحد المكاشف الجيولوجية شرق مدينة المنيا الجديده جاءت نسبة كربونات الكالسيوم بها **99.9 %**، عينة محجر حتنوب سجلت نسب كربونات الكالسيوم بها **97.1 %** ، عينة كهف الفرن **96 %.**

تدل هذه النسب المرتفعة على سهولة وتنشيط عمليات الإذابة الكارستية القديمة والحديثة بالمنطقة وهى العملية الرئيسية التى ساعدت على نشأة وتطور الظاهرات الكارستية بالمنطقة، من العناصر الكيميائية الأخرى التى دخلت فى عملية الإذابة ولكن بنسب منخفضة جدا البوتاسيوم والسيليكون والكبريت والزنك والمنجنيز والتى رصدت بنسب لا تتعدى **1 %** فى كل العينات.

---

[2] _ **مطيافية تشتت الطاقة بالأشعة السينية والتي يرمز لها EDS أو EDX وذلك إشتقاقًا من Energy-dispersive X-ray spectroscopy هي تقنيّة تحليليّة تستخدم من أجل تحليل العناصر لمعرفة الخصائص الكيميائيّة للعيّنات، وهي أحد أنواع مطيافية الأشعة السينية.**



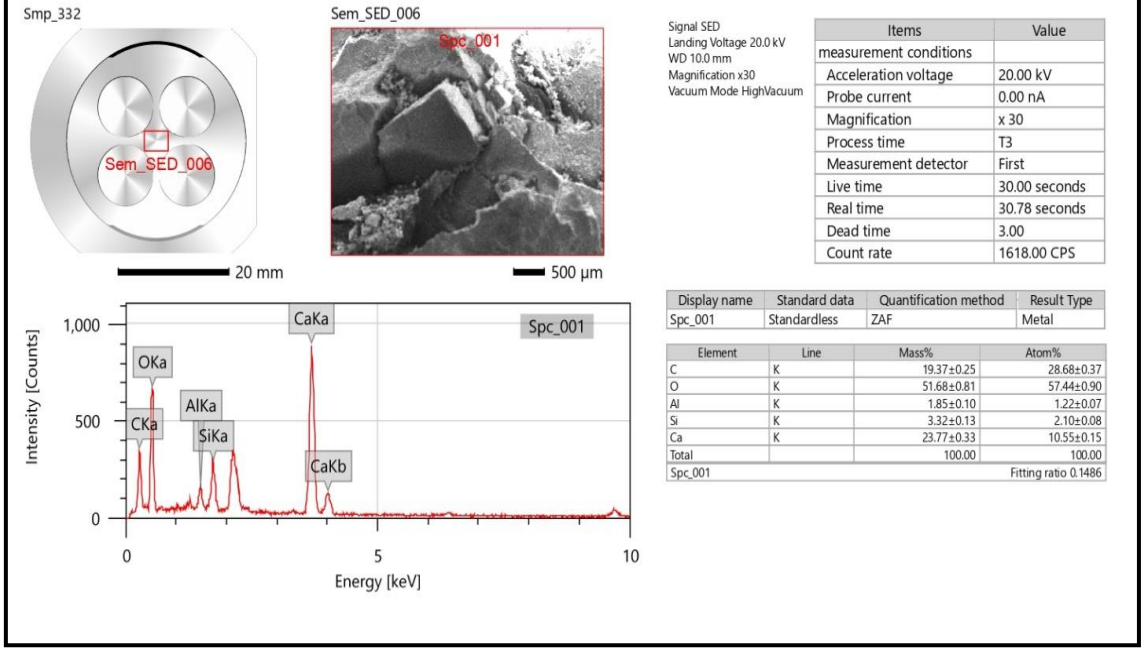
Signal SED
Landing Voltage 20.0 kV
WD 10.0 mm
Magnification x30
Vacuum Mode HighVacuum

Items	Value
measurement conditions	
Acceleration voltage	20.00 kV
Probe current	0.00 nA
Magnification	x 30
Process time	T3
Measurement detector	First
Live time	30.00 seconds
Real time	30.83 seconds
Dead time	3.00
Count rate	1712.00 CPS

Display name	Standard data	Quantification method	Result Type
Spc_002	Standardless	ZAF	Metal

Element	Line	Mass%	Atom%
C	K	15.46±0.17	24.71±0.27
O	K	48.99±0.70	58.78±0.83
Ca	K	32.65±0.31	15.64±0.15
Cu	K	1.64±0.15	0.49±0.04
Zn	K	1.26±0.15	0.37±0.05
Total		100.00	100.00
Spc_002			Fitting ratio 0.0499

شكل (1): خريطة توزيع العناصر الكيميائية بأحد عينات الألباستر بمحجر حتنوب الكبير بالمنابع العليا من حوض وادى العمرانى.

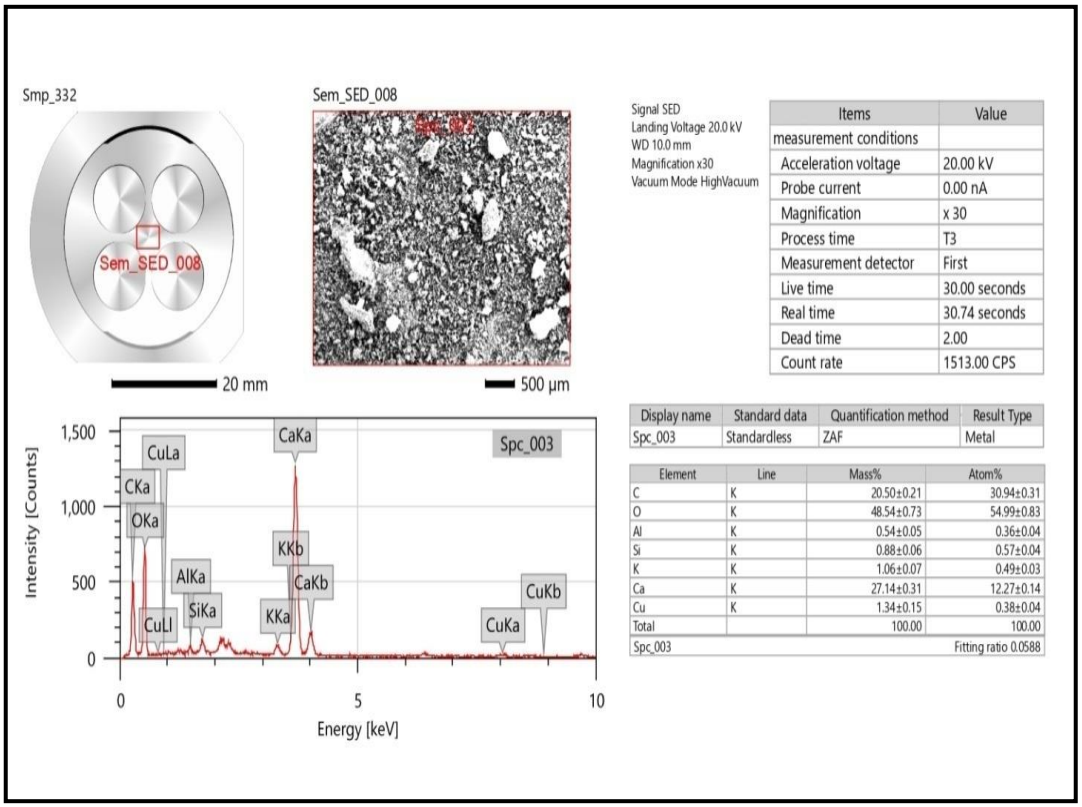


Signal SED
Landing Voltage 20.0 kV
WD 10.0 mm
Magnification x30
Vacuum Mode HighVacuum

Items	Value
measurement conditions	
Acceleration voltage	20.00 kV
Probe current	0.00 nA
Magnification	x 30
Process time	T3
Measurement detector	First
Live time	30.00 seconds
Real time	30.78 seconds
Dead time	3.00
Count rate	1618.00 CPS

Display name	Standard data	Quantification method	Result Type
Spc_001	Standardless	ZAF	Metal

Element	Line	Mass%	Atom%
C	K	19.37±0.25	28.68±0.37
O	K	51.68±0.81	57.44±0.90
Al	K	1.85±0.10	1.22±0.07
Si	K	3.32±0.13	2.10±0.08
Ca	K	23.77±0.33	10.55±0.15
Total		100.00	100.00
Spc_001			Fitting ratio 0.1486



شكل (2): خريطة توزيع العناصر الكيميائية بأحد عينات الكالسيت من أحد المكاشف الجيولويجة شرق مدينة المنيا الجديدة.

شكل (3): خريطة توزيع العناصر الكيميائية من نواتج (متبقيات) عمليات الإذابة الجيرية من أرضية كهف الفرن شمال وادى الشيخ محمد.

المصدر: النتائج والمخططات من 1 : 3 تم الحصول عليها من وحدة الميكرسكوب الإلكترونى (SEM) بالمعامل المركزية بجامعة المنيا.

خامسا: العمليات الكارستية التى تحدث بفعل تفاعل الصخور مع مياه الأمطار والمياه المتدفقة من أسفل فى منطقة الدراسة:

[5_1]: عمليات الإنهيالات الكارستية: The Landslip Or Landslide Processes In Karst Land

يتضح من خلال دراسة **(Varnes, 1984, P.63, IAEG, International Association for Engineering Geology)** والرصد الميدانى وجود مفارقة مفاهيمية بين الإنهيال والإنهيار الصخرى خاصة فى بيئات الكارست فأورد أن الانهيال يحدث فى صورة تساقط كتلة صخرية من على مستوى مرتفع عبر جرف او سطح منحدر تحت تأثير الجاذبية الارضية وينتج عنها حطام صخرى وفتتات، وأوضح **(Klimchouk, 2017)** ان عمليات الإنهيار يشار لها على أنها عمليات هيدروديناميكية تحدث على المدى الطويل لأسقف التجاويف والكهوف الجيرية، أورد كلا من **(Hunger, 1997**, Cardinali, 2002, p.63) انه لا يوجد مقياس فريد أو معترف به بشكل عام لشدة الإنهيال الصخرى وبالتحديد فى المناطق الجيرية No Unique Or Commonly Recognized Measure Of Landslide Intensity Cardinale Is Available

بناءا على ذلك إقترح **(Hunger, 1997)** مقياس بسيط يمكن من خلاله معرفة درجة الإنهيال أو خطورته يعتمد على أحد قوانين القوة الخاصة بنيوتن وإستند فى ذلك على حجم التساقط او سرعته **I = f (V*S)** ، حيث أن ال **I** تعبر عن شدة الإنهيال و **V** تعبر عن حجم الكتلة الصخرية بالمتر المكعب و S تعبر عن سرعة التساقط و **f** مقدار ثابت.

صنفت هذه الدرجات الى اربع فئات خفيف و متوسط وشديد وشديد جدًا ويوضح **جدول (3)** عدد تكرارت الإنهيالات التى تم رصدها من خلال الدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة على حافة الهضبة وفى الداخل وشدتها وإن كانت هذه الانهيالات لم تحدث فى آن واحد **(Guzzetti et al., 1999)**، جديرًا بالذكر ان عمليات الانهيال الصخرى فى بيئات الحجر الجيرى لا تتوقف على قوة الجاذبية الأرضية وفقط بل توجد مجموعة اخرى متداخلة من العوامل والعمليات تساعد على ذلك.

حيث تعد عمليات الاذابة الكربونية ودرجات الإنحدار وطبيعة الصخر من الامور الهامة التى تساعد على حدوث الإنهيالات فى الحجر الجيرى ويزيد من خطورتها وجود مناطق استقرار عمرانى فى طريقها وتتعرض منطقة الدراسة بشكل مستمر لعمليات الإنهيال الصخرى بسبب طبيعتها الجيرية ونشاط عمليات التقويض الكيميائى والميكانيكى بها وبسبب ذلك تتعرض العديد من مناطق الاستقرار العمرانى شرق النيل لهذا الخطر كمنطقة زاوية الجدامى وعزبة قرارة وطهنا الجبل وعرب الشيخ محمد وابوفليو وزاوية سلطان وبنى عبيد والبرشا وذلك كما يتضح من **صورة (6)** الأتية.

تكرارات الإنهيالات Landslip Frequency	شدة الإنهيال Intensity landslip				المجموع
	Very High	High	Medium	Low	
خفيفLow	4	3	2	1	90
متوسط Medium	4	3	2	1	130
شديد High	4	3	2	1	170
شديد جدا Very High	4	3	2	1	210

جدول (3): تقدير درجات الإنهيالات الصخرية بمنطقة الدراسة.

المصدر: من واقع الدراسات الميدانية لمنطقة الدراسة.

صورة (6): مثال لعمليات الإنهيال الصخرى بسبب الطبيعة الجيرية ونشاط عمليات التقويض الكيميائى والميكانيكى شمال غرب الشيخ محمد.

ناظرا لأعلى بتاريخ 13 إكتوبر 2019 م.

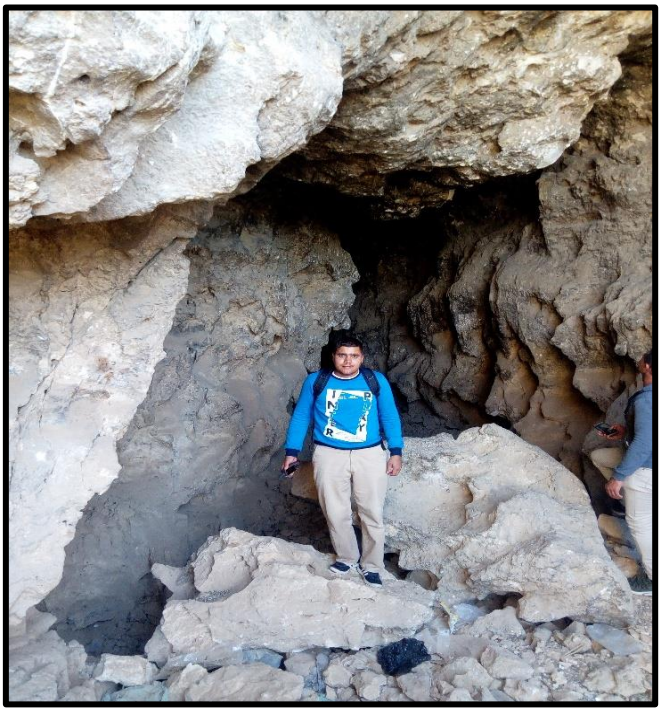
[5_2]: عمليات الإنهيارات فى الأراضى الكارستية: The Incasion or Subsidence of Karst Land

تنتشر الإنهيارات الكارستية فى منطقة الدراسة على نطاق واسع، طبقا لما قدمه **(Klimchuk, 2017)** من تعريف لظاهرة الإنهيارات الكارستية على إنها عمليات عمليات هيدروديناميكية تحدث على المدى الطويل لأسقف التجاويف والكهوف الجيرية وتعد من العمليات الهامة فى نشأة وتطور اشكال الكارست بمنطقة الدراسة، تحكمها مجموعة من العوامل مثل قوى الشد الميكانيكية للصخر وحجم قوى الضغط او القوة الناتجة عن إنحناء السقف والجاذبية الأرضية ومدى السحب الزائد للماء الجوفى The Effect of Groundwater Overexploitation and Land Subsidence وذلك كما أوردها **(Khanlari, et al., 2012, p.469)**

من النظريات المفسرة لميكانيكية نشأة عمليات الإنهيارات الكارستية النظرية التى أوردها **White, 2012, P.70** والتى تعتبر ان مدى انهيار أسقف أحد الكهوف من عدمة يعتمد على التوازن بين قوى التماسك الناتجة عن انحناء السقف **Bending Strength**

ورد فعل الجاذبية لها **Gravity Force** فعندما تكون قوى الجاذبية هى الاكبر يحدث الهبوط او الإنهيار الكارستى والذى تظهر شواهده بمنطقة الدراسة من خلال بريشيا الكهوف الموجودة على الأرض او الحفر الكارستية **Sinkholes** كما يظهر من **صورة (7)** الاتية.

ظاهرة الإنهيارات الكارستية تتميز بوتيرة سريعة جدًا وفجائية الحدوث، فظاهرات الكارست التى تنشأ عنها تستغرق ثوانى فى ظهورها على النقيض من الظاهرات التى تنشأ بفعل عمليات الإذابة الكربونية للطبقات (Beck, 2003, P.737, Milan Vic, 2003) التى قد تستغرق ما بين الاف السنين الى أكثر من مليون عام (Tharp and Holdrege, 1994)



صورة (7): بريشيا الكهوف المنهارة على أرضية أحد الكهوف جنوب كهف أرتميس. ناظرا ناحية الشمال الشرقى من من داخل حجرة الكهف بتاريخ 8 أغسطس 2019 م.

[5_3]: عمليات التقويض بالفعل الميكانيكى والكيميائى Mechanical And Chemical Sapping Processes

ذكرت (وفاء فهيم، 2015 م، صـ 46) نقلًا عن (Dunne, 1990, p.14) أن عملية التقويض الجانبى للصخور الكارستية أو الجيرية تتم تحت تأثير قوتين القوة الأولى هى قوة الجسم الحرجة **Critical Body Force** والقوة الثانية هى قوة إجهاد القص **Shear Stress Force**، تعمل القوة الأولى عبر الصخور الجيرية المفككة ليعاد صياغتها بجيومورفولوجية جديدة تندمج فيها حبيباتها بشكل معين لتأخذ أشكال كارستية تقويضية لقواعدها.

بينما تعمل القوة الثانية Shear Stress Force عبر الصخور المندمجة عبر شبكة فواصلها بإستخدام قوة الضغط الهيدروليكى للمياه الجارية وليس بفعل قوة التدفق المائى، توضح **صورة (8)** نموذج لهذه الظاهرة الكارستية عبر أحد تكوينات منطقة الدراسة، تتشابه عملية التقويض بالفعل الميكانيكى والكيميائى فى مفهومها مع مفهوم عملية برى الصخور Abrasion Process التى أوردتها **(وفاء فهيم، 2015 م، صـ 50)**.

صورة (8): أحد أشكال التقويض الجانبى شرق كهف أرتميس (إسطبل عنتر) ضمن تكوين المنيا.
إتجاه التصوير ناظرا لأعلى بتاريخ 8 مارس 2019 م.

[5_4]: عمليات الترطيب والتجفيف Wetting and Drying Processes

تتعرض الصخور الجيرية فى منطقة الدراسة لعمليات تبادل مناخى يترتب عليه تبادل فى حالة الصخر الفيزيائية بين صخور رطبة أثناء تساقط الأمطار ومشبعة بالمياه وصخور جافة بعد بخر المياه منها بفعل درجات الحرارة المتعاقبة للمناخ الرطب **Wetting And Drying**

Process, (Lundberg, 2006, p.475, De Waele and Furlani, 2013, p.343)، بسبب هذه الظاهرة الفيزيائية تتشقق الصخور الجيرية فى صورة مضلعات هندسية منتظمة وغير منتظمة تراوحت أبعادها بمنطقة الدراسة بين **20** إلى **30** سم طول و**15** إلى **30 سم** عرض تاركة بين هذه المضلعات قنوات طولية وعرضية يصل متوسط عمقها 4 سم كما يتضح من **صورة (9)**.

صورة (9): نموذج لتأثير عمليات الترطيب والتجفيف على أحد صخور الطفلة التى تتخللها عروق الكالسيت البيضاء ضمن تكوين مغاغة شرق قرية شارونة، إتجاه التصوير ناظرا لأسفل بتاريخ 4 فبراير 2020 م.

سادسا: الظاهرات الطبوغرافية الكارستية التى نشأت وتطورت وأصبحت مميزة لمنطقة الدراسة:

[6_1]: الخريطة الكنتورية لمنطقة الدراسة Contour Map of the study area

يتضح من تحليل **الخريطة الكنتورية (4)** لمنطقة الدراسة تعدد الفئات الكنتورية للمنطقة والتى تبدأ من منسوب صفر من مستوى سطح البحر حتى منسوب **800 متر** فى الأجزاء العليا من منطقة الدراسة، نوضح الفئات الكنتورية بالمنطقة كالتالى:

الفئة الأولى: خطوط كنتور تتراوح بين **50 _ 100 م** مثلت هذه الفئة الأجزاء الدنيا أو عبر دلتاوات أودية منطقة الدراسة جميعها.

الفئة الثانية: خطوط كنتور تتراوح بين **100 _ 200 م** مثلت هذه الفئة المساحات التى تعلو الفئة الأولى وجاءت عبر غالبية أسطح التصريف القريبة من نهر النيل بمنطقة الدراسة.

الفئة الثالثة: خطوط كنتور تتراوح بين **200 _ 300 م** لم تظهر هذه الفئة عبر أحواض أودية شارونة والمهشم والسريرية وجبل الطير وعرب الشيخ محمد والشرفا وحسحاس وأبوحصاه القبلى وتمثلت فى باقى أحواض منطقة الدراسة.

الفئة الرابعة: خطوط كنتور تتراوح بين **300 _ 400 م** تمثلت عبر أعالى أحواض أودية الشيخ والطرفة والعرمانى فقط من أحواض أودية منطقة الدراسة.

الفئة الخامسة: خطوط كنتور تتراوح بين **400 _ 800 م** تمثلت هذه الفئة عبر الأجزاء الوسطى والمنابع العليا لحوض وادى الطرفة.

[6_2]: إتجاهات الإنحدار بمنطقة الدراسة شرق المنيا Aspect Arrows

أسطح الصخور الجيرية لها خصائصها التضاريسية التى تميزها عن العديد من الأسطح الأخرى خاصة فى المناطق الجافة **(Limestone Surfaces)**، نظرًا لأن منطقة الدراسة غالبية أسطحها صخور جيرية فكان لابد من دراسة خصائصها الجيومورفولوجية والإنحدارية لما لها من أهمية كبيرة فى الدراسات الكارستية.

طبقًا لبيانات **الجدول (3) والخريطة (5)**، يتضح تباين إتجاهات جريان المياه بمنطقة الدراسة ومساحاتها ونسبها المئوية، وقد تم ترتيب اتجاهات الجريان السطحى بالمنطقة من الأكثر تكرارا الى الأدنى ونوضح الخمس فئات الأكثر تكرارا كالتالى:

الفئة الأولى: الإنحدارات التى تأخذ إتجاه الشرق جاءت **بمساحات 1276.93 كم ^{2} بنسبة 15.19 % من إجمالى مساحات المنحدرات جدول (3)**، تملت عبر غالبية أحواض منطقة الدراسة ومناطق تقسيم المياه فيما بينها كما يتضح من خريطة (5).

الفئة الثانية: الإنحدارات التى تأخذ إتجاه الغرب جاءت فى المرتبة الثانية من حيث معدلات تكرارها حيث سجلت مجموع مساحاتها 1180.21 كم ^{2} بنسبة مئوية مقدارها 14.04 **% من إجمالى مساحات المنحدرات جدول (3)**، تمثلت عبر غالبية أحواض منطقة الدراسة وكانت أكثر تكرارا فى المناطق التى تقترب من السهل الفيضى لنهر النيل كما يتضح من خريطة **(5)**.

الفئة الثالثة: جاءت الإنحدارت التى تأخذ إتجاه الشمال بمساحات مقدارها 1081.44 كم ^{2} بنسبة 12.87 % **من إجمالى مساحات المنحدرات جدول (3)**، تمثلت عبر أحواض منطقة الدراسة كلها وهى الفئة الأكثر تكرارا من بين كل إتجاهات الإنحدار بمنطقة الدراسة كما يتضح من خريطة **(5)**.

الفئة الرابعة: الإنحدارات التى تأخذ إتجاه الشمال الشرقى جاءت بمساحات 1024.6 كم ^{2} بنسبة 12.19 **% من إجمالى مساحات المنحدرات جدول (3)**، تمثلت بشكل أكثر تكرارا عبر أحواض الطرفة والشيخ والعمرانى والبستان كما يتضح من خريطة **(5)**.

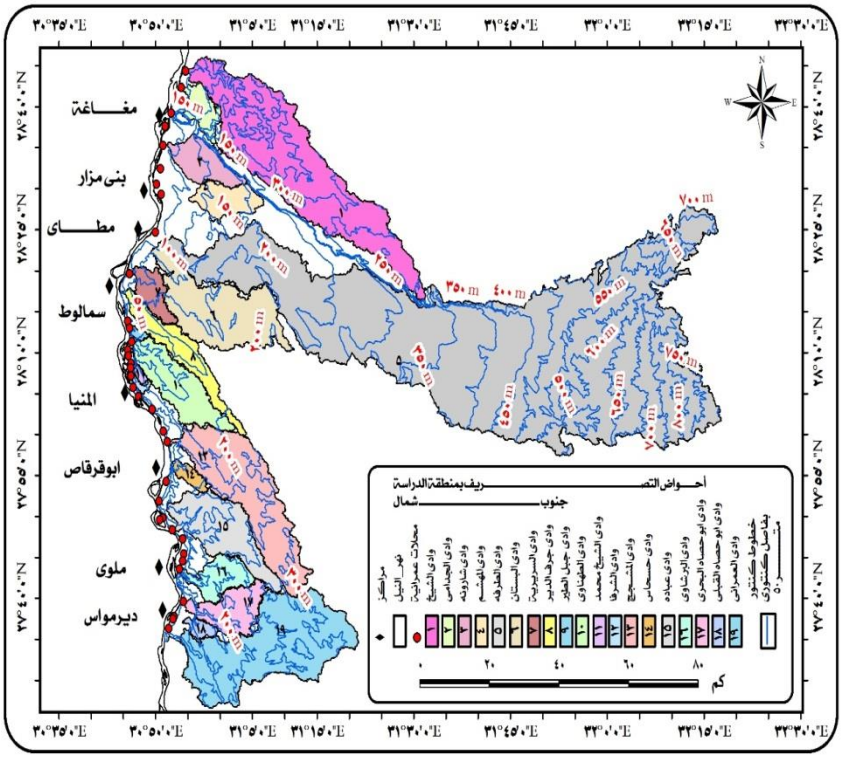
الفئة الخامسة: الإنحدارت التى تأخذ إتجاه الشمال الغربى جاءت بمجموع مساحات 1016.75 كم ^{2} بنسبة 12.09 **%** ، تمثلت عبر غالبية أحواض منطقة الدراسة وسجلت عبر أحواض الطرفة والبستان والعمرانى وجاءت الأحواض الأقل تكرارا عبر أودية جرف الدير والطهناوى وعرب الشيخ محمد والشرفا وجبل الطير كما يتضح من خريطة **(5)**.

جاءت الفئة الأقل تكرارا كما يتضح من جدول ( ) الفئة الأخيرة بالجدول وهى التى تأخذ إتجاه الجنوب الشرقى بمساحات مقدارها 906.5 كم ^{2} وبنسبة مئوية مقدارها 10.78 **%** ، هذا وقد تمثلت الظاهرات الكارستية عبر غالبية هذه الإنحدارات وخاصة الظاهرات القبابية كالتلال الكارستية والمنخفضات البينية فيما بينها، بالرغم من ان بعض الظاهرات

الكارتسية لم ترتبط بشكل مباشر بإنحدارات السطح نظرًا لأن عمليات النشأة والتطور تعتمد بشكل أساسى على عوامل الإذابة وعملياتها بالمنطقة.

إتجاهات جريان المياه بمنطقة الدراسة	م	الفئة	إتجاه الإنحدار	مجموع المساحات كم ^{2}	النسبة المئوية
	1	الفئة الأولى	شرق	1276.93	15.19
	2	الفئة الثانية	غرب	1180.21	14.04
	3	الفئة الثالثة	شمال	1081.44	12.87
	4	الفئة الرابعة	شمال شرق	1024.6	12.19
	5	الفئة الخامسة	شمال غرب	1016.75	12.09
	6	الفئة السادسة	جنوب غرب	994.55	11.83
	7	الفئة السابعة	جنوب	926.595	11.02
	8	الفئة الثامنة	جنوب شرق	906.5	10.78

جدول (3): إتجاهات الإنحدار (جريان المياه) بمنطقة الدراسة ومجموع مساحاتها بالكيلومتر المربع ونسبها المئوية.



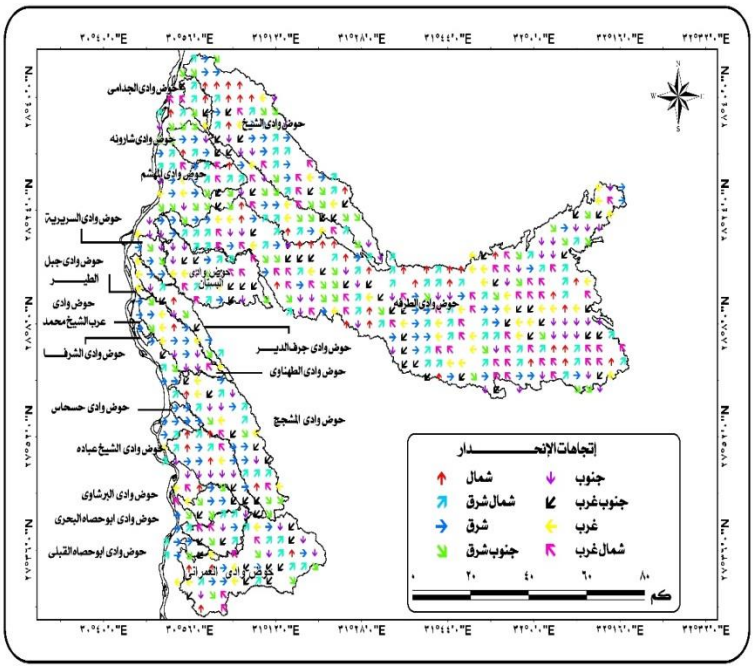
خريطة (4): الخريطة الكنتورية لمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الطالب داخل ال Erdas Imagine 2014 بإستخدام نموذج ارتفاع رقمى لمنطقة الدراسة بدرجه وضوح 1 ثانيه او ما يعادل 30 متر / البكسل، يمكن تحميله من خلال الرابط الآتى أو من موقع ناسا لأبحاث الفضاء : https://blog.arabnubia.com/.../egypt-nasadem-digital.../

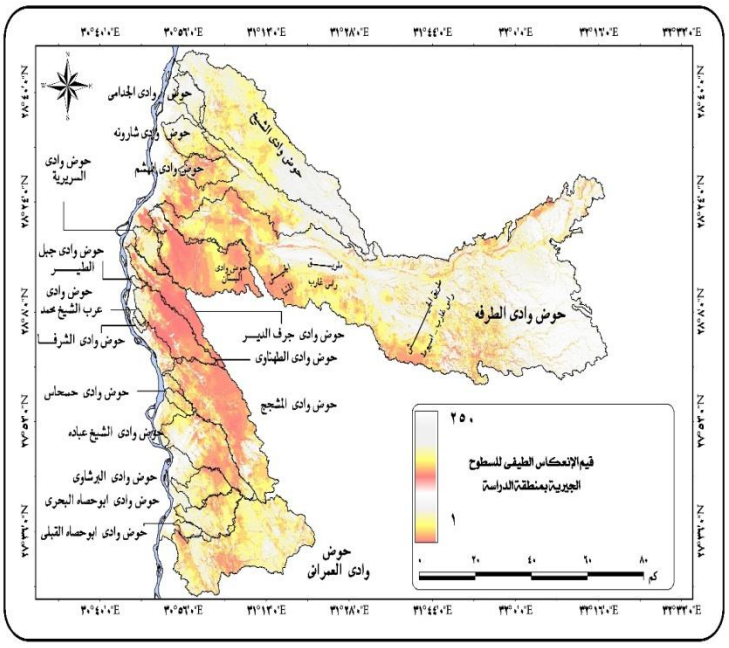
[3_6]: إنعكاسات السطوع للأسطح الجيرية لمنطقة الدراسة Brightness Inversion for limestone surfaces in the study area

يتضح من تحليل قيم بكسلات (DN Values) المرئيات الفضائية الحديثة لمنطقة الدراسة بإستخدام إحدى طرق التحسين الراديومترى Radiometric Enhancement داخل بيئة Erdas Imagine 2014 تضرس سطح منطقة الدراسة ما بين بطون أودية منطقة الدراسة وحافاتها الجانبية التى تنطبع عبرها العديد من ظاهرات الكارست التى يأتى على رأسها من حيث تكراراتها الكهوف الكارستية بأنواعها المختلفة، يظهر تضرس المنطقة بشكل أوضح عبر مناطق تقسيم المياه بين أحواض

منطقة الدراسة وعند المنابع العليا للأودية، ساعدت شبكة الطرق الحديثة بالمنطقة فى التحقق من ذلك عبر العديد من المكاشف الصخرية التى تم الحديث عنها سابقا **خريطة (6)**.



خريطة (5): أسهم إتجاه جريان المياه السطحية بمنطقة الدراسة.



خريطة (6): إنعكاسات السطوع لمنطقة الدراسة Brightness Inversion

المصدر: من إعداد الطالب بعد تطبيق Extract By Mask داخل ال Erdas Imagine 2014 لمنطقة الدراسة من مرئية فضائية معالجه باستخدام باند رقم 8 لرفع درجه الوضوح الى 15 متر للبكسل، تاريخ التقاط الشرائح: خلال شهر اغسطس 2018.

[6_4]: القياسات المورفومترية للتلال القمعية أو نقر الدُيكة

Morphometric paramaters of the Cock Pit Karst Topography

للأسطح ذات التلال القمعية دوراً هام فى نشأة وتطور الظاهرات الكارستية فى الاسطح الجيرية قى المناطق الجافة عموما وفى منطقة الدراسة بشكل خاص، حيث تعد هذه التلال حافات لأوعية إذابة فى صورة دولينات كارستيةDolines karst أو مناطق منخفضة تتجمع خلالها المياه وتبدأ فيها عمليات الكربنة والكهولة للصخور الجيرية مما يعمل على نشأة وتطور العديد من الظاهرات الكارستية كالكهوف والأخاديد والممرات الكارستية فى منطقة الدراسة شرق المنيا.

تنتشر ظاهرة التلال القمعية أو نقر **الدُيُكة** فى منطقة الدراسة على أسطح جوانب الروافد الثانوية لأودية منطقة الدراسة وعبر منحدراتها الجانبية وفى المناطق البينية بين الأحواض وبعضها البعض، تتميز بسمات مورفولوجية ومورفومترية خاصة ، حيث وصل متوسط محيط قاعدتها **70 متر** ومتوسط إرتفاعها **15 متر** ومتوسط زاوية ميلها **15 درجة** ومتوسط التباعد فيما بينها وبين بعضها **20 متر**، أبرز الأماكن التى تتمثل فيها ظاهرة التلال القمعية أو نقر **الدُيُكة** بشكل أكثر تكرارًا الأجزاء العليا الشمالية من وادى الطرفة والعديد من الأماكن الأخرى كما يتضح من **جدول (4)، وخريطة (7)**.

يتضح من جدول (4): أقوى علاقة إرتباطية عكسية بين متغيرى محيط القاعدة والتباعد بالأمتار بين تلال منطقة الدراسة حيث سجلت بإرتباط عكسى قوى بدرجة مقدارها – **0.854**وترجع الدراسة سبب ذلك إلى أن القواعد العريضة تمر بمرحلة مبكرة من مراحل تطورها، حيث أنها مع مرور الوقت تتخددها مجموعة من القنوات تتسق مع إتجاهات الجريان بمنطقة الدراسة شرق المنيا وينشأ عنها مجموعة من التلال المتراصة بجوار بعضها وعلى مسافات متقاربة.

سجلت أقوى علاقة إرتباطية طردية بين متغيرى زاويل الميل بالدرجات والإرتفاعات بالأمتار بقيمة مقدارها **0.967**، حيث أنه كلما كانت تلك التلال أكثر إرتفاعا مالت جوانبها إلى الوضع الرأسى أكثر، قد يرجع ذلك إلى نشاط عمليات التقويض الجانبى والبرى الذى تمتاز به صخور منطقة الدراسة الجيرية شرق المنيا.

القياسات المورفومترية للتلال القمعية أو نقر الدُيُكة Morphometric paramaters of the Cock Pit Karst Topography				العلاقات الإرتباطية للتلال القمعية أو نقر الدُيُكة Morphometric paramaters of the Cock Pit Karst Topography				
الموقع ـ المتغير	محيط القاعدة (م)	الإرتفاع (م)	زاوية الميل بالدرجات	التباعد بالأمتار	المتغيرات	محيط القاعدة (م)	الإرتفاع (م)	زاوية الميل بالدرجات	التباعد بالأمتار
الحافة	35	20	15	50	محيط	1	–	–	–
الحافة	80	18	10	10	الإرتفاع		1	0.967	0.679

الحافة	75	15	5	10	زاوية			1	0.608
وادى	50	19	15	15	التباعد				1
المتوسط	60	18	11.25	21.25					

جدول (4): القياسات المورفومترية للتلال القمعية بمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الطالب إستنادا الى القياسات الميدانية بمنطقة الدراسة.

[5_6]: القياسات المورفومترية للدوليناتالكارستية Morphometric of Dolines Karst

الدوليناتالكارستية هى عبارة عن فتحات غير مسقوفة مجوفة بشكل دائرى أو مخروطى تتموضع بين التلال القمعية وعلى مسافات متباينة فيما بينها وبين بعضها، فى مراحل نشأتها الأولى قد تكون مغطاه بالإرسابات وغير ظاهرة للسطح إلى أن تأتى عمليات الإذابة الكيميائية و عمليات التعرية وتظهرها للخارج أو تتحول الى فتحات غير مسقوفة **(Sauro, 2012, Embryonic Crypto dolines or Subsoil Dolines P. 141)**

تنتشر هذه الظاهرة فى منطقة الدراسة على أسطح جوانب الروافد الثانوية لأودية منطقة الدراسة وعبر منحدراتها الجانبية وفى المناطق البينية بين الأحواض وبعضها البعض، تتميز بسمات مورفولوجية ومورفومترية خاصة، فقد ذكرت فى بعض المصادر أنها تتراوح فى أبعادها بين 100 متر الى 1 كم ومتوسط عمقها 100 متر **(الإتحاد الدولى لعلوم الكارست والهيدروجيولوجى، 2021 – 02 – 04).**

وصل متوسط محيط فتحاتها العلوية **100 متر** ومتوسط عمقها **20 متر** ومتوسط زاوية ميل جوانبها **13 درجة**، رصدت بشكل أكثر تكرارًا فى الأجزاء الشمالية من وادى الشيخ وعبر الأسطح العلوية لجبل المرير وضيا شرق مغاغة **جدول (5) وخريطة (8).**

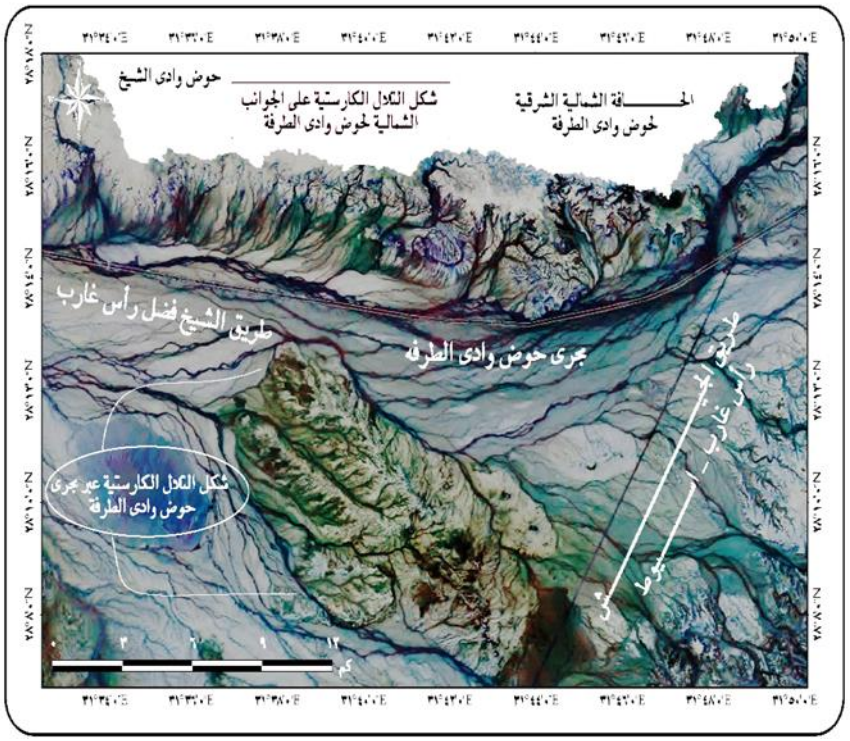
يتضح من خلال الجدول (5): الخاص بالقياسات المورفومترية والعلاقات الإرتباطية للمتغيرات الخاصة بالدوليناتالكارستية بمنطقة الدراسة ضعف العلاقات الإرتباطية بين

معاملاتها المورفومترية بإستناء العلاقة الطردية بين محيط فتحاتها الخارجية ومقدار التباعد فيما بينها وبين بعضها والتى سجلت بمقدار 0.832 وهى علاقة طردية قوية. ترجع الدراسة ذلك الإرتباط الطردى القوى إلى أن أوعية الإذابة ذات الفتحات الكبيرة تمثل أوعية ذات حجوم كبيرة فى منطقة الدراسة وتستوعب لكميات كبيرة من مياه الأمطار المتساقطة عليى فتحاتها بشكل مباشر والمتساقطة على المساحات البينية فيما بينها وبين بعضها عبر المجرى السطحية مما يجعلها مسرح لعمليات الإذابة بسبب وجود عامل النشأة وهو المياه المتساقطة، الذى يغيب عن المساحات البينية بين تلك الفتحات الأمر الذى يترتب عليه عدم تطور سطحها فى صورة دولينات متأخرة النشأة.

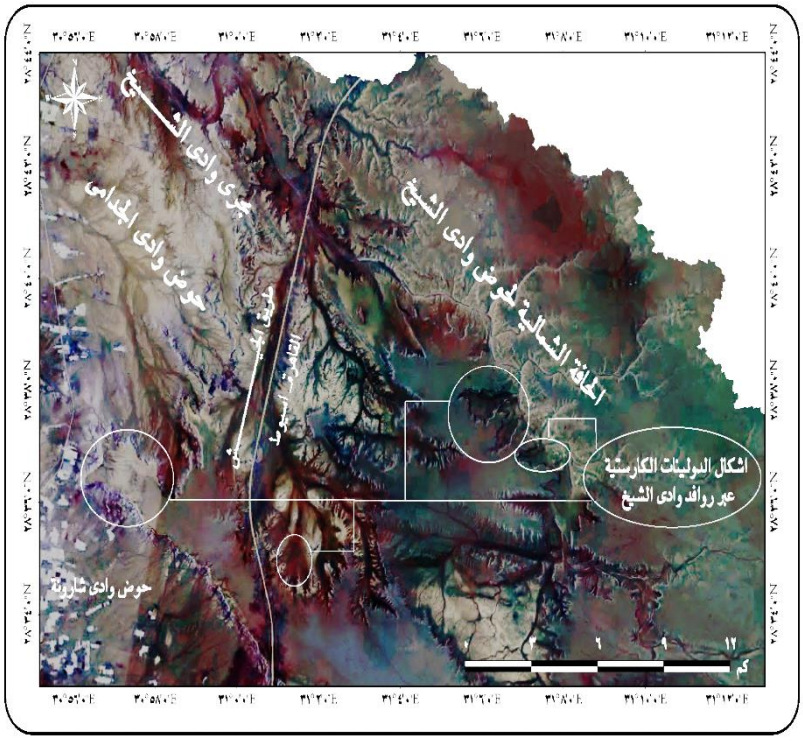
القياسات المورفومترية للدولينات الكارستية Morphometric of Dolines Karst				العلاقات الإرتباطية للدولينات الكارستية Morphometric of Dolines Karst				
الموقع _ المتغير	محيط الفتحة العلوية	العمق (م)	زاوية الميل بالدرجات	التباعد بالأمتار	المتغيرات	محيط الفتحة العلوية	العمق (م)	زاوية الميل بالدرجات	التباعد بالأمتار
الحافة الشمالية من وادى الطرفة	30	15	5	10	محيط	1.000	0.460	0.239	0.832
الحافة الجنوبية من وادى الطرفة	50	18	5	25	العمق (م)		1.000	0.125	-
الحافة الشمالية من وادى الشرفا	45	20	10	15	زاوية			1.000	-
الحافة الجنوبية من وادى النخلة	40	10	8	20	التباعد				1.000
المتوسط العام	41.25	15.75	7	17.5					

جدول (5): القياسات المورفومترية للدولينات الكارستية بمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الطالب إستنادا الى القياسات الميدانية بمنطقة الدراسة.



خريطة (7): التلاق القمعية أو نقر الدُيكة Cock Pit Karst Topography



خريطة

(8): الدولينات الكارستية Dolines Karst Topography

المصدر لكلا من الخريطتين (7، 8): من إعداد الطالب من مرئية فضائية معالجه باستخدام باند رقم 8 لرفع درجه الوضوح الى 15 متر للبكسل، تاريخ التقاط الشرائح: خلال شهر اغسطس 2018.

النتائج والإستنتاجات:

إتضح من خلال المشاهدات الميدانية وعمليات الرفع الميدانى والتحليل الميكروسكوبى والإلكترونى بإستخدام أجهزة الفحص المعملى أن عامل مياه الأمطار والمياه الجوفيه والخصائص الليثولوجيه والكيميائيه لصخور الحجر الجيرى هى العامل الأكثر تأثيرا ووضوحا فى إذابة الحجر الجيرى وبالتالى تنشيط العمليات الكارستيه التى أدت بدورها إلى نشأة وتطور الظاهرات الكارستية، التى تعتبر نتاج أو متبقيات عمليات الإذابة الكيميائية التى تتم للصخور الجيرية بفعل مياه التساقط.

فى بعض المواضع تكون الإذابه بفعل المياه الحرمائية المندفعه من أسفل كتلك المتواجده بكهوف البلايزه غرب أسيوط التى أشار إليها أشرف الفتوح (2018 م) وما يتمثل فى شمال شرق مدينة المنيا الجديدة عبر تواجد الظاهرات الكارستيه فى نطاق الفوالق الكبرى بالمنطقة والتى تمتد بإتجاه شمال غرب – جنوب شرق فى الإمتداد الموازى للفوالق المكونه للبحر الأحمر، جاءت الدولينات الكارستية والأقمعة الكارستية كملامح طوبوغرافية بالمنطقة ساعدت على نشأة وتطور العديد من مظاهر الجيومورفولوجيا الكارستية بمنطقة الدراسة شرق المنيا.

التوصيات:

[1] : إجراء المزيد من التحاليل الكيميائية والميكرسكوبية أثناء تنفيذ مشروعات الإنشاءات بالمنطقة لتقييم مدى صلاحية التربة للبناء عليها وتقويم مناطق الإذابه من خلال تطبيق معايير إنشائية إستثنائية تناسب طبيعة المنطقطة الجيرية.

[2] : عدم السماح بالإرتفاعات العالية للوحدات السكنية لتجنب زيادة الإجهاد والضغط على الصخور الجيرية الهشة وما تحتويه من فجوات وفراغات، وتحديد عدد الطوابق من قبل لجان فنية مختصة بعد تقييم التربة.

[3] : ضرورة مراعاة التكوين الجيرى لصخور المنطقة عند إنشاء شبكات الصرف الصحى بها وموضع محطات المعالجة، لكى لا عمليات تسريب ورشح عبر المسام الجيرية وإذابة صخور الحجر الجيرى تؤثر على سلامة الإنشاءات على المدى البعيد.

المراجع العربية:

اشرف ابوالفتوح مصطفى، معوض بدوى (2019 م): تأثير مظاهر الكارست على الجريان السطحي في وادى بير العين بهضبة المعازة الجيرية شرق سوهاج، حوليات آداب عيث شمس، مجلد 47، 514 _ 548 – مصر.

أشرف أبوالفتوح مصطفى (2018 م): كهوف البلايزه غرب أسيوط، أول كهوف المحاليل الحرمائية فى وادى النيل فى مصر، المجلة الجغرافية العربية التى تصدر عن الجمعية الجغرافية المصرية، العدد الواحد والسبعون، المجلد 49، العدد الأول، صـ 87 – 117.

أشرف أبوالفتوح مصطفى (2000 م): جيومورفولوجية أشكال الكارست فى منخفض الفرافرة، الصحراء الغربية، مصر، رسالة دكتوراه منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

إيمان عفيفى محمد ميرغنى (2018 م): جيومورفولوجية الكهوف وأشكال الكارست فى محافظة أسيوط، رسالة ماجستير غير منشوره، جامعة اسيوط، كلية الآداب.

ضياء صبرى عبداللطيف اسماعيل (2006 م): الحافة الشرقية لوادى النيل فى المنطقة الممتدة من وادى الأسيوطى جنوبًا ووادى الطرفة شمالًا، رسالة ماجستير غير منشوره، جامعة طنطا، كلية الآداب.

محمد ابراهيم خطاب (2013 م): استخدام نظم المعلومات الجغرافية في دراسة جيومورفولوجية الأودية شرق سوهاج بين وادي أبو شيح ووادي قصب، رسالة دكتوراه منشورة، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، جامعة القاهرة، صـ 466.

وفاء خلف فهيم عبدالعظيم، (2015 م): ظاهرات الكارست بمنطقة مطروح _ دراسة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، مصر، جامعة بنها، كلية الآداب، قسم الجغرافيا.

المراجع الغير عربية:

Beck B. F., [2003], Sinkholes and the Engineering and Environmental Impacts

of Karst, Reston: **American Society of Civil Engineers, p. 737.**

Bobeck P., (2017). "the 21**ST** century art of finding groundwater in karst", ***Geological Society of America,*** *Abstracts with Programs.* Vol. 49, No. 1, doi: 10.1130/abs/2017SC-289627**.**

Cardinali M., Reichenbach P., Guzzetti F., Ardizzone F., Antonini G., Galli M., Cacciano M.,Castellani M.,Salvati P., (2002), A geomorphological approach to the estimation of landslide hazards and risks in Umbria, Central Italy, Natural Hazards and Earth System Sciences, Copernicus Publ. / **European Geosciences Union,** , 2 (1/2), pp.57-72.

De Waele, J., and Furlani,S., [2013], Seawater and biokarst effects on coastal limestones, in: Shroder, J. F. And Frumkin, A. [EDS.] **Treastise on geomorphology, academic press, San Diego, Vol. 6,** PP. 341 – 350.

Dunne, T., (1990), Hydrology, Mechanics, and geomorphic implications of erosion by subsurface flow, in higgins, C. G. And coates, D. r. (EDS.), Grounwater geomorphology; the role of subsurface water in earth – surface process and landforms, **geological society of America,** special paper, 252, Bouldr, Colorado, PP. 1-28.

Emababi N. S., (2018): landscapes and landforms of Egypt, **Springer,** P.335.

Guzzetti, F., Carrara, A., Cardinali, M., and Reichenbach, P., (1999), Landslide hazard evaluation: an aid to a sustainable development, **Geomorphology**, pp. 31, 181–216.

Hamimi, Z., El-Barkooky, A., Martínez Frías, J., Fritz, H. and Abd El-Rahman, Y. (2020), The Geology Of Egypt, **Springer**, P.726.

Hunger, O., (1997), Some methods of landslide hazard intensity mapping. In Cruden, D. M. and Fell, R., (eds.), Landslide risk assessment Proceedings **International Workshop on Landslide Risk Assessment,** Honolulu, 19–21 February 1997, Balkema, Rotterdam,pp.215-226.

Khanlari G.,Heidari M., Momeni A. A.,Ahmadi M. and Beydokhti A. T., (2012), The effect of groundwater overexploitation on land subsidence and sinkhole occurrences, western Iran, **Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology,** 45, P.P. 447-456.

Klimchouk A., (2017), **Hypogene Karst Regions and Caves of the World,** James W. LaMoreaux, Tuscaloosa, USA, P.903.

Lundberg, J. (2006), Coastal karst, IN: Gunn, J. (EDS.), **Encyclopedia of caves and karst science,** Fitzroy Dearborn, New York, PP. 475 – 478.

Milan Vic, P., [2003], Prevention and remediation in Karst engineering In Sinkholes and the Engineering and Environmental Impacts of Karst, Proceedings of the Ninth Multidisciplinary Conference, **The Geo-Institute of the American Society of Civil Engineers Geotechnical Special Publication 122, pp. 3–30.**

Sauro U., (2012), Encyclopedia of Caves, closed depression in karst areas, **Elsevier Inc.** All rights reserved, PP. 141-155.

Varnes, D. J. and [IAEG] International Association for Engineering Geology, [1984], Commission on Landslides and other Mass Movements: Landslide hazard zonation: a review of principles and practice, **UNESCO Press, Paris, p. 63.**

White, E. L. (2012), Breakdown. In: White, W. B. and Culver, D. C., (Eds.), **Encyclopedia of caves, Elsevier**/Academic Press, Amsterdam, pp. 68–74.