مجلة المختار للعلوم الإنسانية 39 (1): 143-165، 2021

Research Article

Open Access

التأثير البشري على الدولاينز (Dolines) واللاندسكيب الكارستي في سهل بنغازي

هويدي عبد السلام الريشي، أحمد مجمد جعوده

كلية الآداب، قسم الجغرافيا، جامعة بنغازي

Doi: https://doi.org/10.54172/r82enz97

المســـتخلص: تناقش هذه الورقة الدولاينز **(Dolines)** التي تعد من أهم المظاهر الجيومرفولوجية الكارستية في سهل بنغازي ، وهي سمات سطحية متناثرة في سهل بنغازي ومتركزة على وجه الخصوص في جزئه الشمالي، وتتميز الدولاينز الواقعة تحت مستوى المياه الجوفية بأنها كانت مصادر للمياه بينما تستغل الهوية الجافة البعيدة عن مستوى الماء الجوفي في الزراعة التقليدية نظراً لتربتها الخصبة حيث تزدهر فيها زراعة الخضروات وتنمو فيها اشجار النخيل والزيتون والكروم واللوزيات. وقد أبان التطور العمراني السريع خلال العقد المنصرم عن خطر كبير يهدد المظاهر والملامح الكارستية في منطقة الدراسة ، فتدهور اللاندسكيب الكارستي بل واضمحل نهائياً في بعض الأماكن. تهدف هذه الورقة إلى توثيق مدى الأضرار التي لحقت باللاندسكيب الكارستي وخاصة الدولاينز كما تعرج علي الأخطار التي تهدد مستخدمي الأرض في منطقة الدراسة والتي تعرف بمخاطر الكارست **(KarstHazard)**. كما تناقش الورقة التعدي البشري غير الخاضع للرقابة وخطورة المشكلة الناتجة عن عدم أكتراث الجهات المسئولة في تحمل مسؤلياتها لحماية هذا الإرث الطبيعي والثقافي الفريد. وتنوه الورقة أيضاً إلى انعدام وعدم كفاية التشريعات الحالية المتعلقة بحماية اللاندسكيب الطبيعي.

الكلمات المفتاحية: دولاينز ، اللاندسكيب الكارستى، الكارست، سهل بنغازي، التأثير البشري.

The Human Impact on Dolines and Karst Landscape in Benghazi Plain

Hawidi Abdulsalam Al-Rishi, Ahmed Mohamed Jaouda
Department of Geography, Faculty of Arts, University of Benghazi

Abstract: This paper discusses the dolines, which are among the most important karst geomorphological features in the Benghazi Plain. They are scattered surface features in the Benghazi Plain, concentrated particularly in its northern part. The dolines located below the groundwater level were sources of water, while the dry areas distant from the groundwater level were utilized for traditional agriculture due to their fertile soil. Vegetables thrive in these areas, along with palm, olive, grape, and almond trees. Rapid urban development in the past decade has posed a significant threat to karstic features and landscapes in the study area, leading to the degradation and disappearance of karst landscapes in some places. This paper aims to document the extent of damage inflicted on the karst landscape, especially the dolines. It also addresses the hazards posed to land users in the study area, known as Karst Hazard. Moreover, the paper discusses unregulated human encroachment and the danger resulting from the authorities' neglect of their responsibilities to protect this unique natural and cultural heritage. It also highlights the absence and inadequacy of current legislation related to the protection of natural landscapes.

Keywords: Dolines, karst landscape, karst, Benghazi Plain, human impact.

The Author(s) 2023. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) , which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium ,provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

المقدمة

الدولاينز (Dolines) هي عبارة عن منخفضات مغلقة تتميز بتصريفها الداخلي، توجد في لاندسكيب الكارست وتعرف الدولاينز في بعض الاحيان بالحفر الغائرة (Sink holes) خاصة من قبل المهندسين وبالتحديد في اميركا الشمالية (Ford and Willams, 2007). ان مصطلح الدولاينز مشتق من كلمة (Dolina) السلوفينية (Slovania) حيث يستخدمها علماء الجيومرفولوجية الاوربيين بشكل رئيسي (Gams and Gabrovec,1999;Gams, 2003) (Sauro,1993) وغالبا ما تكون الدولاينز علي شكل دائري و شبه دائري في المسقط الافقي، ويبلغ قطرها ما بين عشرات الي مئات الامتار وقد يتراوح عرضها من بضعة امتار الي كيلومتر، ويبلغ الارتفاع من ادنى نقطة بها الى الحافة (العمق) من بضعة امتار الى عشرات الامتار على الرغم ان بعضها قد يصل عمقه إلى أكثر من 100 متر ومن حين لأخر إلى 500 متر.

تتراوح جوانبها في الانحدار من بسيط إلى شديد الانحدار إلى عمودي الانحدار. ويأخذ شكلها العام شكل الصحن إلى الشكل المخروطي إلى الأسطواني وغالبًا ما تكون أدنى نقطة لها قريبة من المركز. الدولاينز شائع في التضاريس المكونة من صخور الحجر الجيري الكربوناتية وتنتشر كذلك في الصخور الجيرية الدولوماتية وصخور المتبخرات (Evaporites)، ويوجد بعضها أيضا في الصخور السيليسية (Siliceous rocks) مثل الكوارتز ولطالما اعتبر الدولاينز شكل تشخيصي لأراضي الكارست ولكن يعتبر هذا القول صحيح جزئيا فقط ، ذلك أن الدولاينز تتطور تحت السطح في الشبكة الهيدروجيولوجية حتى في حالة عدم وجود دولاينز على السطح . ويعتبر ظهور الدولاينز ووجودها في منطقة الكارست ليس عشوائيًا بل نتاج العمليات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية والكيميائية والتكتونية التي تسببت في الهبوط والانهيار الجزئي وحتى الانهيار الكلي لسطح الأرض عندما توجد فراغات وكهوف في صخر الأساس ، والمادة الصخرية الغير متصلبة (Beck, 1984).

الأهداف

تهدف هذه الورقة إلى تحقيق الأهداف التالية .

1. حصر وتوثيق ما تبقي من المظاهر الكارستية (الدولاينز) فى سهل بنغازي وخاصة في

الجزء الشمالي منه قبل اندثارها.

2. توثيق العبث بالدولاينز والكهوف وبقيت المظاهر الكارستية
3. التنبيه والتحذير من تأثير الإنسان على موارد البيئة الطبيعية .
4. التنبيه إلى المخاطر الجيومورفولوجية المتمثلة في استمرارية عمليات الكارست Karstifications علي التوسع العمراني في سهل بنغازي.

المنهجية

1. مراجعة أدبيات ومساهمات المؤتمرات حول الكارست والإنسان الذي عقد بمدينة لجو بلجانا – سلوفينيا والمؤتمرات اللاحقة مع اعطاء اهتمام خاص للبحوث التي أجريت حول التأثير البشري على الدولاينز Dolines واللاندسكيب الكارستي .
2. استخدام صور فضائية من (Google Earth) في سنوات مختلفة ومتباعدة 2000 – 2020حسب المتوفر وذلك للمقارنة وللتوضيح .
3. مراجعة الدراسات السابقة التي تناولت موضوع الكارست على وجه العموم في سهل بنغازي بصفة عامة ومناطق بنينه وبوهادي والكويفية وبودزيرة وبوعطني– الليثي بوهادي بصفة خاصة ولعل أهمها:

أ- Desio, 1939

ب-(Kosa, A. – Csernavolgyi Laszla 1983)

1. Kosa, A. (1977) -3

ج- Guerre (1980).

د- McBurney, C. B. M. and Hey, R. W. (1955)

ه- Abdelmalak et al.,2007

و- Radinja (1978)

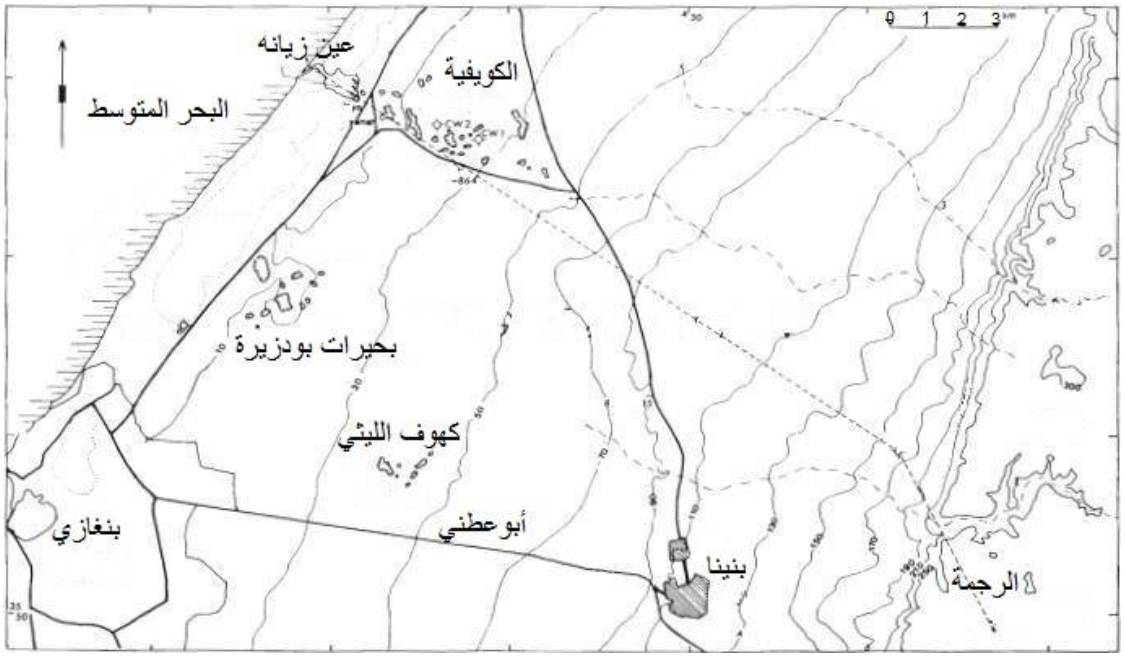
ز- جودة حسنين جودة (1973)، عودة (1984)

الدراسة الحقلية التي أقيمت في شهور يونيو ويوليو واغسطس 2020م .

منطقة الدراسة

تعد منطقة الدراسة جزء من سهل بنغازي وخاصة ركنه الشمالي. ويقع سهل بنغازي في الجزء الشمالي الغربي من شبه جزيرة برقة الممتدة فيما بين خليج البمبة في الشرق وخليج سرت في الغرب. وفلكياً بين خطى طول و شر و′45 °19 ق و′00 °20 و′22 –°31 شمالاً و′44 °32

شمالاً (الشكل 1) وتبلغ مساحته 6.500 كيلومتر مربع (الحجاجي، 1989).



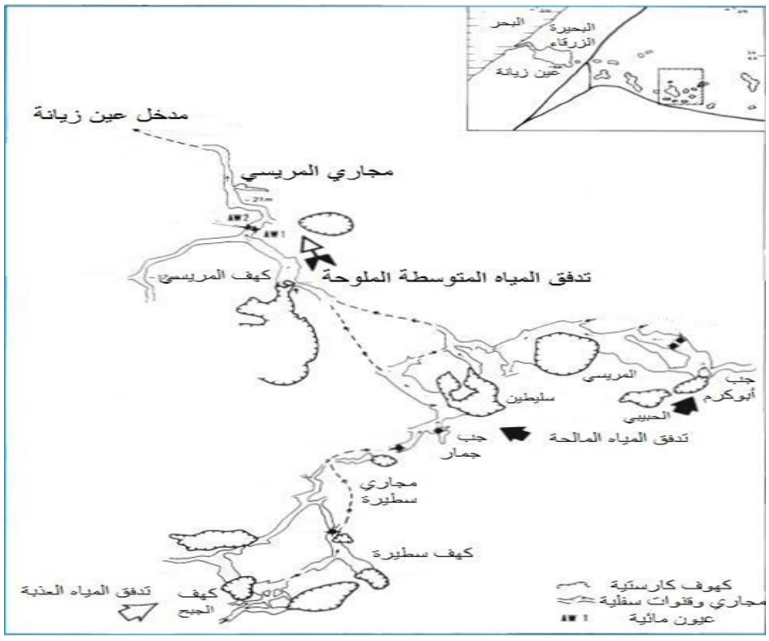
الشكل (1) موقع منطقة الدراسة محورعن جير (Guerre, 1980)

تتمثل أنماط الكارست السطحية في سهل بنغازي في ثلاثة حقول من الدولاينز (شكل 2) وهي:

1. أنظمة كهوف منطقة الكويفية المتصلة بعين زيانة النشطة.
2. حقل أبودزيرة (بحيرات رومل).
3. أنظمة كهوف الليثي التي يأتي في مقدمتها كهف الجخ الكبير .

كهوف الليثي التي تضم العشرات من الدولاينز ، هذه الدولاينز مبعثرة على مساحة تقدر بخمسة عشر كيلومتر مربع، وتأخذ الاتجاه شمال شمال غرب – جنوب جنوب شرق بين عين زيانة وسيدي منصور ويوجد أكثر من سبعة عشر دولاين تقع في منتصف هذه المنطقة ويوجد بها مياه سهل الوصول إليها متصلة بعضها البعض بشبكة من الدهاليز والممرات يقع جلها تحت سطح الماء ، ويبلغ طول هذه الممرات والدهاليز التحت سطحية (80 متر تحت سطح البحر) حوالي 4800 كيلومتر (Guerre, 1980).هذا ما توصل إليه (Guerre) جير ولكن بعد انقضاء

ما يزيد عن أربعة عقود تبين من مشاهدات الدراسة الحقلية أن العديد من الكهوف أصبحت جافة ربما بفعل التغيرات المناخية التي ادت الي انحسار المطر والتذبذب في كميات واماكن سقوطه، أن العديد من الدولاينز اختفت ربما بفعل الردم ومن ثم البناء وإقامة المشاريع الإسكانية على اطلالها أو ربما بفعل حيازة الأرض وبناء أسوار عليها وبالتالي لم تعد سهلة الوصول إليها وأصبحت ملكيات خاصة.



شكل (2) أنماط الكارست السطحية في الجزء الشمالي من سهل بنغازي محور عن جير (Guerre, 1980)

جيولوجية المنطقة

تتركب أرض سهل بنغازي عموما من صخور رسوبية، وكلها تتكون من صخور الكربونات البحرية النشأة وتنتمى لعصر الميوسين (جودة، 1973) ويتكون السهل تكوين ذو بنغازي الصخري ذو العمر الميوسيني (Miocene) (Late Burdigalian- Early Serravallian) هذا التكوين المتكشف في منطقة الدراسة بشكل كبير باستثناء بعض البقع التي غطتها التربة الحمراء (Terra-rosa) الناتجة من تجوية الصخور الجيرية. وساعد على بروز وظهور وكشف هذه الصخور في الجزء الشمالي من السهل، العديد من المظاهر الكارستيه مثل الدولاينز والممرات التحت سطحية التي وجدت في عين زيانه– الكويفية– بودزيرة– كهوف الليثي ودولينانه– بحيرات

رومل. الشلطامي وآخرون (Sheltami et al., in press) وجد أن تكوين بنغازي المتموضع في منطقة الدراسة يتكون من خمس وحدات صخرية توصف من الأسفل إلى الأعلى كما يلي:

1. الطين (Claystone) ذو اللون الأخضر المصفر، لين. به كسور الأصداف والمستحاثات الافقارية.
2. طبقة من المارل (Marl) أصفر اللون متوسط الصلابة. يحتوي علي مستحاثات رخويات تابعة لذوات المصراعين والبطنقدميات بالاضافة الى كسور الاصداف والمستحاثات اللافقارية.
3. حجر جيري (Limestone) ذو لون رمادي، وصلب يحتوي علي مستحاثات الطحالب-الجيرية الحمراء (Calcareous red algae) و مستحاثات رخويات تابعة لذوات المصراعين والبطنقدميات بالاضافة الى كسور الاصداف والمستحاثات اللافقارية.
4. دولوستون(Dolostone) ذو لون رمادي مائل إلى البني، صلب. يحتوي على كسور الاصداف وبعض المستحاثات الافقارية.
5. 5- حجر جيري (Limestone) ذو لون رمادي ، صلب ويحتوي على مستحاثات قنافد البحر وكسور الأصداف والمستحاثات اللافقارية.

رواسب الزمن الرابع (Quaternary deposits)

تغطي رواسب الزمن الرابع بعض الأجزاء من منطقة الدراسة ، وتتمثل هذه الإرسابات في رواسب السباخ التي غالبا ما تتكون من طبقة رقيقة من الطمي والطين والرمل وتكون بالقرب من الساحل. هذه المنخفضات شقت (Excavated) في الحجر الجيري الميوسينى التابع لتكوين بنغازي. بالإضافة إلى رواسب الأودية (fluvialdeposits) و التربة (Terra-rosa) الحمراء التي غالباً ما تملا الفواصل و في بعض الأحيان تغطي هذه التربة صخور الحجر الجيري الميوسيني التابع لتكوين بنغازي. ورواسب الرمال الحديثة والقديمة المتحجرة (Doyel and Maguire, 1964).

ويرجع دويل وماقواير (Doyel and Maguire, 1964) احتمال بأن التربة الحمراء التي تغطي جزءًا كبيرًا من السطح في منطقة سهل بنغازي للعصر الرباعي ، وقد تكون

أجـزاء كبيـرة مـن هـذه التربـة محصـلة نهائيـه لعمليـات التجويـة التـي تعـرض لهـا الحجـر الجيري.

والرواسب الحديثة الموجودة على طول الساحل غالباً ما تكون على شكل كثبان رملية غير متصلبة وشبه متصلبة ومتصلبة. كما توجد رواسب حديثة من الرمل والطمي والحصى في بطون الأودية (Doyel and Maguire, 1964).

جيومورفولوجية المنطقة

تعـد منطقـة الدراسـة بصـفة عامـة أرض منبسـطة وتنحـدر انحـداراً بسـيطاً باتجـاه البحـر ، وقلـة الانحـدار هـذه تجعـل المـاء يسـتقر، الأمـر الـذي يـؤدي إلـى نفـاذه إلـى غطـاء التربـة ومـن ثـم إلـى الصـخور. ومـن ناحيـة أخـرى فـإن السـهل سـوف يتمتـع بقطـاع سـميك نسـبياً مـن التربـة الأمـر الـذي يـؤدي إلـى تـزود المـاء بثـاني أكسـيد الكربـون وبالتـالي يصـبح المـاء ذو كفـاءة عاليـة فـي عمليـات الإذابـة (عـودة، 1984). أمـا عـن أهـم الظـواهر الجيومورفولوجيـة فتتمثـل فـي الظـاهرات الكارسـتية المتمثلـة فـي الـدولاينز، الكهـوف، البحيـرات مثـل بحيـرة دولايـن حمـد وبحيـرة عـين زيانـة وبحيـرة بـو دزيـرة وغيرهـا، والسـباخ التـي تحتـوي علـي رواسـب مختلفـة، والكثبـان الرمليـة القديمـة والحديثـة، ومكاشـف الصـخور الجيريـة والتربـة الحمـراء التـي تغطـي هـذه الصـخور جزئيـاً وتمـلا الشـقوق والفواصـل والكسـور فـي هـذه الصـخور. وتحتـل السـباخ النطاقـات المنخفضـة القريبـة مـن الشـاطئ، هـذه المنخفضـات نتجـت عـن عمليـات الإذابـة الكارسـتية لصـخور الحجـر الجيـري الميوسـيني وتغطـي هـذه المنخفضـات بـالملح والطمـي والطـين وخاصـة فـي فصـل الصـيف عنـدما ترتفـع درجـات الحـرارة و تـزداد معـدلات التبخـر. وتوجـد الكثبـان الرمليـة فـي الشـريط الشـاطئي وغالبـاً مـا تتكـون مـن الرمـل والرمـل الجيـري وبقايـا الأصـداف وكسـورها. تعتبـر الـدولاينز ظـاهرة جيومورفولوجيـة مميـزة لهـذه المنطقـة، بعـض هـذه الـدولاينز يوجـد بهـا ميـاه مثـل دولاينـز حمـد وبـودزيرة التـي تعتبـر أكبـر البحيـرات الكارسـتية وتبعـد عـن مدينـة بنغـازي بحـوالي 7 كيلـومتر باتجـاه الشـمال الشـرقي وغيرهـا بينمـا توجـد دولاينـز أخـرى جافـة مثـل دولايـن مريمـي وغيـره. وهنـاك دولايـن مرتبطـة ببحيـرات تحـت سـطحية وواقعـة تحـت منسـوب الميـاه الجوفيـة مثـل كهف بوكرمة، كهف الحبيبي (جودة، 1973).

النتائج والمناقشة

اختيار منطقة الدراسة

تمثل منطقة الدراسة بيئة مناسبة للترصع بالظاهرات الكارستيه وبصفة خاصة الدولاينز "doline " وتسمى أيضًا بالحفر الغائرة sinkhole" وذلك لوجود نوعية الصخور الجيرية والصخور الجيرية الدولوميتيه السميكة والبنية الجيولوجية المناسبة ؛ حيث تكثر الصدوع والفواصل والشقوق ومناخ ذو كميات امطار وفيرة لازدهار الكارست، كل ذلك أدى إلى تكوين العديد من الظواهر الكارستسة التي يأتي في مقدمتها الدولاينز والكهوف والممرات والدهاليز التحت سطحية، ومن أبرزها دولاين المريسي، كهف الحبيبي ، بوكرمه ، سطيرة ، كهف الجبح ، دولاين حمد، عين زيانة (الصور 1 – 2 – 3– 4– 5– 6– 7)، وغيرها , كل ذلك جعل هذه المنطقة المرشح الأول للاختيار.

عمليات تكوين الدولاينز وخصائصها

تعد الدولاينز (Dolines) منخفضات طبيعية مغلقة في اللاندسكيب الكارستى، وقد ميز ثورنبري (Thornbury, 1964) نوعين من هذه المنخفضات هي:

1- منخفضات تتكون تدريجياً وببطء عندما تذيب المياه المكربنة صخور الحجر الجيري المتموضعه أسفل التربة مباشرة وتسمى هذه المنخفضات بدولاين أو حفر الإذابة Solution dolines.
2- منخفضات تتأثر بفعل انهيار الصخر من أسقف الكهوف أو الفجوات الباطنية وتسمى بدولاينز الانهيار Collapse dolines.

وقد وافق جننج (Jenning, 1971) ثورنبري Thornbury إلى حد كبير في تصنيف الدولاين إلى عدة أنواع أهمها حفرالإذابة وحفر الإنهيار، ويوجد في منطقة الدراسة هذين النوعين، وللدولاينز عدة أشكال وأحجام وغالباً

مـــا تكـــون شـــبة دائريـــة فـــي مســـقطها الأفقـــي أو علـــى شـــكل بيضـــاوي ، وقـــد تأخـــذ الشكل المستقيم (Kochano 1999)، (Kranjc 2006) .

ويتـــدرج قطـــر هـــذه الـــدولاين مـــن عـــدة أمتـــار إلـــى مئـــات الأمتـــار وقـــد يكـــون أحـــد جوانبها متدرج إلى شديد الإنحدار (Gams 2003 – kranjc 2006) .

وفـــي منطقـــة الكويفيـــة وبـــوعطنى– الليثـــي بوهـــادى وبنينـــة عـــدد كبيـــر مـــن الـــدولاينز Dolines وغالبيتهـــا عميقـــة إلـــى حـــد مـــا وتشـــرف جـــدران هـــذه الـــدولاينز علـــى قيعانهـــا بإنحـــدارات شـــديدة ، وقـــد لـــوحظ مـــن الدراســـة الحقليـــة أن الجوانـــب الشـــرقية للـــدولاينز تكـــون شـــديدة الانحـــدار قـــد يصـــل إلـــى أن تكـــون هـــذه الانحـــدارات قائمـــة فـــي معظـــم الأحيـــان ، هـــذه الملاحظـــة أكـــدت مـــن قبـــل جـــودة فـــي دراســـته الحقليـــة لمنطقـــة الكويفيـــة فـــي ســـبعينيات القـــرن الماضـــي (جـــودة، 1973) وهـــذه الانحـــدارات القائمـــة تـــدل علـــى أن الميـــاه الجوفيـــة لعبـــت دوراً مهمـــاً فـــي تكـــوين هـــذه الـــدولاينز ولـــيس المـــاء الســـطحي فقـــط. كمـــا أن الـــدور التكتـــونى قـــد يكـــون مـــؤثرا فعليـــا، فقـــد ذكـــر بـــالمر ان الجيولوجيـــا التركيبيـــة تعـــد عامـــل مهـــم جـــداً فـــى تطـــور الكارســـت بـــل أنـــه اعتبرهـــا العامـــل الـــرئيس فـــى تطـــور الظـــواهر الكارســـتية (Palmer, 1977). ومـــن هـــذه الـــدولاينز مـــا يمتلـــئ بالميـــاه مكونـــاً بحيـــرات ذات أحجـــام مختلفـــة ؛ وتعتبـــر بحيـــرة بـــودزيرة أكبرهـــا مســـاحة وهنـــاك بحيـــرات متوســـطة المســـاحة مثـــل المقـــارين ودولايـــن حمـــد و المجـــذوب وحميـــرة (صـــورة 8 – 9 – 10) وبعضـــاً مـــن هـــذه البحيـــرات تســـتقي مياههـــا مـــن العيـــون الدافقـــة مثـــل بحيـــرة عـــين زيانـــة التـــي لهـــا اتصـــال جزئـــي بـــالبحر (صـــورة 11) ويوجـــد عيـــون متدفقـــة فـــي جانبهـــا الشـــرقي كمـــا يشـــاهد تيـــار واضـــح تجـــري مياهـــه فـــي اتجـــاه الغـــرب نحـــو البحر (جودة، 1973).

يعـــد الكارســـت مـــن الظـــواهر الجيومرفولوجيـــة الهامـــة فـــي الجـــزء الشـــمالي مـــن ســـهل بنغـــازي وخاصـــة فـــي المنطقـــة المحصـــورة بـــين ســـيدي خليفـــة فـــي الشـــمال والطريـــق الـــذي يـــربط بـــين مدينـــة بنغـــازي وبلـــدة بنينـــا فـــي الجنـــوب، ويلاحـــظ وجـــود عـــدد قليـــل مـــن الـــدولاينز إلـــى الجنـــوب مـــن هـــذه البلـــدة حيـــث يوجـــد اثنتـــان علـــي

جانبي الطريق من بنينة إلى الرجمة واثنتان متقابلتان حوالي منتصف الطريق وواحدة علي يسار الطريق اسفل حافة الرجمة وكل هذه الدولاينز جافة وغير متصلة بالمياه الجوفية (جودة، 1973). بإضافة إلى ذلك تم توثيق ما مجموعة 60 دولاينز في المنطقة المحصورة بين مسوس وسلوق ، صنفت خمسة عشر منها على أنها منخفضات ضحلة شبيها بالادوينز وتتراوح أقطارها من 125 – 350 متر وعمقها من 5 – 25 متر ، والخمسة والأربعون الأخرى هي عبارة عن دولاينز منهارة وأقطارها تتراوح من 75 – 250 متر وعمقها من 25 – 60 متر ، والتوزيع المكاني لهذه الدولاينز متأثر بحاجزين هما الحافة العلوية للجبل الأخضر ذات الاتجاه شمال – جنوب وخط الصدع الرئيسي بين شمال شرق وجنوب غرب الواقع في الجزء الشرقي لهذا الصدع ، ومن الواضح أن الدولاينز الواقعة في الجزء الشرقي من خط الصدع ذو الاتجاه شمال شرق – جنوب غرب أقل تطوراً وتصبح قليلة في العدد والعمق (Faraj, et ,2016 al.) ، وتتعرض هذه الدولاينز لعمليات الردم المستمر بمخلفات البناء والمخلفات الصناعية والهياكل المعدنية والسيارات القديمة الأمر الذي يهدد وجودها ويعرضها للاضمحلال والاختفاء وبالفعل فإن عدداً من هذه الدولاينز ردمت واختفت معالمها بنسبة كبيرة وخير مثال على ذلك الدولينا الواقعة إلى يسار الطريق الرابط بين بنينه والرجمة والقريبة من سياج المطار والتى ردمت تماما. ومن حسن الحظ فإن الدولاينز الواقعة جنوب سهل بنغازي (بين مسوس وسلوق لا زالت سليمة وعلى طبيعتها ولم تطالها يد الإنسان العابثة) ، أي أنها لم تتعرض لعمليات الردم أو الاستخدام السيء كرمى النفايات الصلبة بأنواعها والسائلة ، وذلك لبعدها على المناطق الحضرية.

من ناحية أخرى تعتبر طبوغرافية الكارست في الجزء الشمال من سهل بنغازي متطورة جداً حيث تضم الكهوف والدولاينز والدهاليز والممرات المتموضعة تحت سطح الأرض والتي تعد بمثابة خزان للمياه الجوفية والتي كانت تساهم مع مصادر أخرى في مد مدينة بنغازي ومجاوراتها بالمياه.

إن حركة المياه الجوفية عبر الصدوع والفواصل والشقوق والكسور تعمل علي توسيع وتكهف هذه الصدوع والفواصل والشقوق لتكون كهوف مختلفة الأشكال والأحجام. فقد لعبت عمليات الاذابة السطحية دوراً هاماً في نشأة هذه الدولاينز والكهوف وبقية اشكال الكارست عاونها في ذلك مجموعة من العوامل البنيوية مثل الصدوع والفواصل والانكسارات ونوع الصخر ودرة مساميته. في منطقة بوعطنى –(الليثي) والتي تبعد 7 كيلومتر إلى الشرق من بنغازي وقد كان يوجد أثني عشرة دولاينز أكبرها كهف الجخ الكبير (كهف الليثي). وتأخذ هذه الدولاينز الأشكال الدائرية والبيضاوية ويتدرج قطرها من 50 – 200 متر وعمقها يتراوح ما بين 10 – 12متر (Desio, 1939) وقد طالت يد الإنسان هذه الدولاينز بالعبث والتخريب واساءة الاستخدام حيث ردم بعضها وأصبحت مرمى للنفايات بأنواعها الصلبة والسائلة ، كما حرقت أشجار قيعانها وزحف العمران عليها ليخنق ما تبقى منها حيث اضمحلت وأصبح عددها في منطقة بوعطنى ستة دولاينز فقط (الصور 12– 13) والدولاينز الباقية أصبحت مرمى للنفايات والقمامة كما ردمت أجزاء منها ولازال الردم مستمر (14– 15) وهي للأسف في طريقها للإضمحلال والتلاشى في غياب التشريعات التي كان من المفترض أن تسن لحماية اللاندسكيب الطبيعي والمحافظة على هذا المورد الطبيعي الغير متجدد. وتنقسم الدولاينز في منطقة الدراسة إلى نوعين هما.

- النوع الأول دولاين الإذابة : وتمثل تلك الدولاينز التي تنشاء بفعل إذابة المياه للصخور الجيرية السطحية وذلك بعد أن تتخلل المياه طبقة التربة وتتدفق مسببة في تطور هذا النوع وهبوطه لأسفل طبقة التربة دون حدوث أي خلل طبيعي للصخور الواقعة أسفله ويتحول بعض هذه الدولاينز إلى بحيرات كارستية مثل بحيرة بودزيرة، دولاين حمد ودولاين المجدوب وغيرها وللمياه الجوفية دور يذكر في تكوين هذه االدولاين بجانب المياه السطحية عن طريق عمليات الإذابة سالفة الذكر.
- النوع الثاني : هذا النوع يظهر ويتكون نتيجة انهيار سقف الدولاينز ، لكن هذا الانهيار لا يحدث إلا عند اكتمال عمليات الإذابة ومن ثم تعطي الفرصة لعمليات الإنهيار كي تقوم بنشاطها (جودة، 1973). هذا النوع يتمثل في كهف الجخ

الكبير وكهف بوكرمة وكهف الحبيبي وكهف سطيرة وبومنصور في الشمال الشرقي. وقد تعمل هذه الدولاينز كخزانات للمياه وخاصة في بعض مواسم الشتاء التي تتميز بغزارة الأمطار، وتجدر الإشارة إلى أن غالبية هذه الكهوف والدولاينز وخاصة القريبة من البحر تكون مياهها مالحة أو قليلة الملوحة (شلوق).

الأخطار الجيوموفولوجية في منطقة الدراسة

تمثل المناطق الكارستية غالبا المصدر الرئيس لعدم استقرار الأرض، لذلك يجب أن تؤخذ في الاعتبار المخاطر الناتجة عن ذلك من قبل الحكومات المحلية وتوجيه وارشاد السكان وفقا لذلك. لازالت منطقة الدراسة (الكويفية ، بودزيرة ، والليثي – بوعطني، بوهادي، جنوب سهل بنغازي) منطقة نشطة تكتونية ، وعلى سكان تلك المناطق مراعاة حجم الأخطار المحدقة بهم وبمنشأتهم الحضرية و الاقتصادية ، ان غالبية هذه الرقعة الجغرافية تتميز بالمظاهر الكارستية المتمثلة في الدولاينز والكهوف والدهاليز والممرات الكارستية، (Abdelmalik et al., 2007) فما انهيار أسقف الكهوف والدولاينز إلا دليل على استمرارية النشاط التكتوني في المنطقة، كما أن هناك وجود للمظاهر الكارستية المختفية تحت سطح الأرض والتي قد تنهار فجأة بدون انذار نتيجة لهزات أرضية حتى ولو كانت خفيفة ولمرور الآلات الثقيلة أو الشاحنات الكبيرة، ذلك إن الأنشطة البشرية يمكن أن تسرع من انهيار الدولاينز والممرات والمجاري الكارستية في غضون بضع سنوات مقارنة بالانهيارات الكارستية في ظل الظروف الطبيعية التي تتطور على مدى آلاف السنين (Newton and Gunn, 1987).

ومن المجازفة الخطيرة إقامة المساكن والمنشات الاقتصادية والعمرانية على هكذا رقعة. حتي وأن حظيت هذه الرقعة بالدراسة الكافية في محاولة لدرء الخطر فإن ذلك سيكلفها الكثير من الانفاق والتكاليف الاقتصادية ذلك أن البيئات الكارستية تجعل التخطيط والتطوير أكثر صعوبة من حيث ارتفاع التكلفة والتصميم والبناء (Rutty and Jennings 2012).

حماية بيئة الكارست

إن ملامح المحافظة علي الكارست وحماية الصخور الرسوبية لابد أن تجذب العديد من الانتباه ذلك لأنها تمثل مناطق خطر جيومورفولوجي وتهديدا لحياة الإنسان وممتلكاته ، ويشتمل هذا التهديد في التأثير علي جودة المياه الجوفية بواسطة رمي الملوثات والنفايات السائلة في الدولاينز الأمر الذي يؤدي إلى التلوث المحلى للمياه الجوفية (أي التلوث في مكان رمي النفايات السائلة) وإلى التلوث في أماكن انتشاره، وتعمل الأنظمة الكارستية التحت سطحية المتمثلة في الممرات والدهاليز والكهوف والدولاينز المتصلة فيما بينها إلى نقل هذه الملوثات، وبذلك تتلوث المياه الجوفية عندما تدخل هذه الملوثات الي الطبقة الحاملة للمياه الجوفية في تضاريس الكارست. وترتبط المياه السطحية والمياه الجوفية ارتباطًا وثيقًا عن طريق الكسور ، الشقوق ، الفواصل والقنوات. هذه الروابط الوثيقة تعمل علي نقل الملوثات (مثل الأسمدة والمبيدات الحشرية والبنزين والبكتيريا ومياه الآبار السوداء وغيرها) عبر الجريان السطحي إلى طبقة المياه الجوفية عن طريق الترشيح الطبيعي من التربة والغطاء النباتي. ومثال واضح علي هذا التلوث تلك الدولاين القريبة من مستودع رأس المنقار(دولاينز رأس المنقار) (صورة 16) والتي أدت إلى التلوث محلي للمياه وتلوث المياه في مناطق بعيدة عنها، حيث بينت الدراسة و التحاليل التي أجراها العبيدي وآخرون علي عينات من المياه جمعت من دولينة راس المنقار أن أكثر من 90٪ من هذه العينات وجدت بأنها تحوى كمية كبيرة من الوقود الأحفورى بالإضافة الي مياه الصرف الصحي (El Ebaidi et al., 2019). وتعرف خزانات المياه الكارستية (aquifers Karst) بمدى حساسيتها للتلوث. كل هذه الملوثات السائلة بدون شك تدخل في النظام الكارستي بكامل المنطقة. إن هذا السلوك الغير مسؤول ضد البيئة والمتمثل في رمي النفايات بأنواعها وعمليات الردم المختلفة والتجريف أدي إلى تدمير اللاندسكيب البديع ذو القيمة الجمالية والثقافية والعلمية والسياحية الثمينة .هذا بالإضافة إلى الأهمية الإيكولوجية المميزة لهذه الدولاينز والكهوف والبحيرات الكارستية، التي تعتبر ذات قيمة عالية من ناحية المحافظة علي الأنواع الحساسة (Conservation)

حيث توفر هذه المظاهر الكارستية موائل جديدة وتدعم بعض الأنواع التي لا توجد ولا تستطيع العيش خارج نطاق الدولاينز والكهوف كالخفاش وانواع مختلفة من الحيوانات و بعض انواع النباتات، وذلك يرجع إلى تنوع الموائل الصغيرة وقدرتها على فصل المناخ المحلي (مناخ الدولاينز والكهوف) عن التغيرات المناخية الإقليمية ما يجعلها مكان مناسب وملجأ محتملاً للتنوع البيولوجي (Batori et al., 2020).

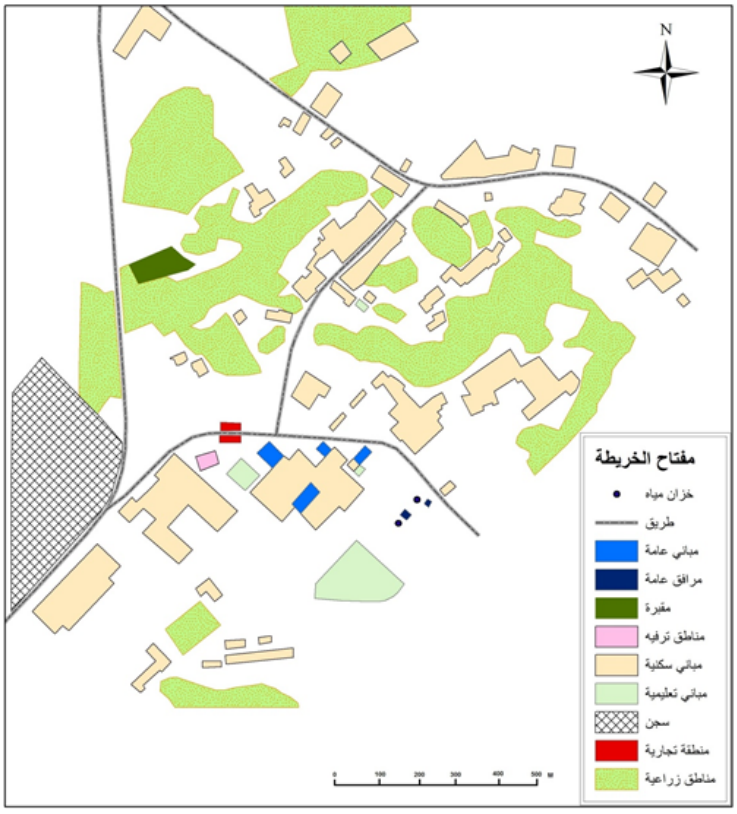
استخدام الدولاينز في الزراعة التقليدية

من الخصائص الطبيعية الرائعة لاقليم الكارست التربة ذات اللون الأحمر التي تعرف بالتربة الحمراء Tera–rosa وهي تربة قوامها من اللوم Loam وهي المنتج النهائي من عمليات تجوية طبقات الحجر الجيري ، وهى تمثل غالبية أنواع الترب في مناطق الكارست (Pavsic, 2006) وتغطي التربة الحمراء طبقات الحجر الجيري وتتموضع فوقها بسمك ليس بالكبير ولكنه مناسب لانبات المراعي والمروج ، ولكن في قيعان الدولاينز والمناطق الهابطة من اقليم الكارست تتموضع طبقات سميكة من التربة الصالحة والخصبة للزراعة (Kranjc , 2006).

في منطقة الدراسة أدرك السكان المحليين أهمية ترب قيعان الدولاينز وتفهموا لأهميتها وخصوبتها في عمليات الزراعة فقاموا بتحويلها وإعدادها ، فقد تم إزالة الصخور من قيعانها يدوياً واستخدمت هذه الصخور في انشاء جدران على هوامش هذه الدولاينز، الشكل (الصور 17 – 18 – 19 – 20) ، كما تم بناء سدود داخل بعض هذه الدولاينز ربما لتقسيمها إلى بساتين مختلفة أو لتحديد الملكية الزراعية ؛ حيث تم زراعة أشجار الفاكهة مثل اللوزيات والنخيل والزيتون والرمان والكروم وغيرها ، بالإضافة لزراعة الخضروات المختلفة . ولا زالت بعض هذه الدولاينز تستخدم إلى يومنا هذا ولكن عددها تناقص كثيراً ، فقد أدت التغيرات الاقتصادية والاجتماعية بعد اكتشاف النفط إلى ارتفاع معدلات التحضر وارتفاع معدل دخول الأفراد ، كل هذ التغيرات اعتبرت الطرق الزراعية التقليدية غير فعالة ولا تناسب نمط الحياة الجديدة بالتالي هجرت الزراعة التقليدية في هذه

الـدولاينز وتركـت ، وتـم الـتخلص منهـا فأصـبحت الـدولاينز مهجـورة لتسـتوطنها النباتـات التـي تشـير إلـى التلـوث ثـم كمرمـى للنفايـات الصـلبة (الصـور 21 – 22 – 23) والنفايـات السـائلة (الصـورة 16). وتعرضـت للـردم بمخلفـات البنـاء والسـيارات الخـردة وبقايـا الهياكـل المعدنية وغيرها.

(الشـكل 3) يوضـح النشـاط الزراعـي واسـتغلال الـدولاينز فـي الزراعـة التقليديـة فـي منطقـة الكويفيـة فـي سـبعينيات القـرن الماضـي ؛ حيـث الحقـول والبسـاتين كثيـرة جـداً وتكـاد تغطي رقعة كبيرة من منطقة الكويفيه.



شكل (3) المناطق الزراعية في منطقة الكويفية، مؤسسة دوكسيادس 1979م .

علـى الـرغم مـن أن الكارسـت معـروف بأنـه لانـد سـكيب طبيعـي فريـد يتشـكل تحـت ظـروف خاصـة كمـا أنـه تـراث طبيعـي معتـرف بـه علـي مسـتوى العـالم بأنـه ظـاهرة عالميـة وبـالرغم مـن ذلـك كلـه فإنـه يفتقـر إلـى نظـام وآليـة مناسـبة لحمايتـه وحفظـه. وتتعـرض هـذه السـمات والمظـاهر الجيومورفوجيـا للانـد سـكيب الكارسـت (الـدولاينز نموذجـا) إلـى

الاضمحلال والتدهور على مستوى يومي الأمر الذي يؤدي إلى فقدانها وخسارتها. ومن المعروف إن الدولاينز حساسة للغاية للتأثيرات البشرية والتي يجب أخذها في الاعتبار عند التخطيط المكاني في المناطق الكارستية من أجل الحفاظ علي قيمتها الطبيعية (Kovacic, G. and Ravbar, N. 2012).

بناءً على نتائج الدراسة الحقلية ومراجعة التقارير والورقات العلمية والمقارنات التي اجريت على المرئيات الفضائية والدراسات التي تناولت المنطقة منذ سبعينيات القرن الماضي تبين أن هناك العديد من الدولاينز قد تم ردمها والبناء عليها، واستخدم بعضها الأخر كمكبات للنفايات والقمامة بأنواعها الصلبة والسائلة، وقد أدى رمي النفايات السائلة بأنواعها في الدولاينز والكهوف إلى انسياب هذه الملوثات إلى داخل النظام الكارستي الأمر الذي أدى إلى تلوث كامل مياه منطقة الدراسة وذلك دليل علي مدى حساسية خزانات المياه الكارستية. بالإضافة إلي أنه توجد دولاينز أخرى تحت الردم و أن عمليات الردم لازالت مستمرة حيث ترمى مخلفات البناء والهدم ومخلفات المصانع بأنواعها والسيارات القديمة والهياكل الحديدية المختلفة الأنواع والأحجام. ومما يزيد الامر سوء انه لا توجد اي عمليات توثيق او ارشيف لهذا النشاط البشري المدمر للبيئية الطبيعية عامة وللمظاهر الكارستية خاصة، وتجدر الإشارة إلى أنه لا توجد أي دراسة عالمية موثقة تقول بأن هناك امكانية استرجاع أياً من الدولاينز أو الكهوف إلى حالتها الطبيعية بعد ما تم ردمها أو ردم جزء منها أو استخدامها كمرمى للنفايات الصلبة أو السائلة ، وفي منطقة الدراسة (فإن هذا الكلام صحيح وينطبق تمام الانطباق) لا يوجد أرشيف يبين إعداد الدولاينز التي تم ردمها أو أنواع المواد التي يقذف بها في هذه الدولاينز والكهوف فلا يوجد أي نوع من التوثيق لكميات المواد والنفايات التي يقذف بها في هذه الدولاينز ومن نافلة القول وبناء علي ما سبق ذكره فلا توثيق لأعداد السيارات التي تقوم برمي النفايات بأنواعها، ولا عدد مرات تردد كل سيارة ولا وزن كل حمولة في اليوم في هذه الدولاينز . كما لا توجد أي رقابة على ذلك النشاط

المدمر لهذا اللاند سكيب البديع ولا نعرف على وجه الدقة عدد الدولاينز والكهوف التي تم ردمها و تعرضت لهذه الضغوط و الممارسات السلبية من قبل الإنسان. (الصور 2 – 3 – 7) توضح بعض هذه الدولاينز التي استخدمت كمكب للنفايات الصلبة والسائلة ، (الصورة 16) يوضح بعض الدولايز التي تم ردمها.

هذا، فقد تبين من تقييم نتائج الدراسة فقدان عناصر رئيسية من لاندسكيب الكارست ، ومع غياب دور الأجهزة الرقابية فإن هذا النشاط البشري اللاعقلاني قد يقود إلى القضاء على ما تبقي من مظاهر لاندسكيب الكارست على المدى القريب ، وبالتالى فإن هذا اللاندسكيب الفريد سوف يضمحل وينـدثر وبضمحلاله واندثاره فإن التنوع الحيوي والغير حيوى في هذا الإقليم سيزول ويصبح أثر بعد عين، ويفقد الاقليم إرث جيولوجى (Geoheritage) وتنوع حيوي كان من الممكن أن يكون مركز جذب تعليمي للطلبة والأساتذة ومادة علمية بكر للبحاث وللاكاديميين وملاذ آمن (haven refuge) لبعض الأنواع من الأحياء والتي تعتبر الهوية والكهوف مكان وبيئة مناسبة للعيش لما تحويه من مناخات صغيرة ومناسبة لمثل هذه الكائنات ومركز جذب للمتنزهين والسياح ومحبى المغامرة.

صورة (1) دولاين المريسي ، لاحظ الردم شبه الكامل بالمخلفات الصلبة بأنواعها

صورة (2) كهف الحبيبي . لاحظ الانهيارات التي طالت سقف الهوة ، رمي النفايات على الجانب الأيمن

صورة (3) كهف بوكرمة . لاحظ النفايات الصلبة في الجانب الأيمن وعلى سطح الماء

صورة (4) كهف سطيرة ، لاحظ البناء إلى جانب الصورة الأيسر

صورة (5) كهف الجيح

صورة (6) دولاين حمد ، لاحظ الزحف العمراني حول البحيرة

صورة (7) عين زيانة - البحيرة الزرقاء ، مكب للنفايات الصلبة

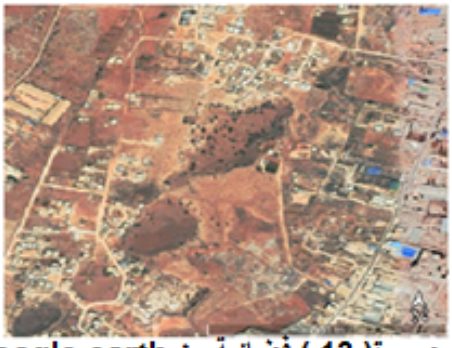
صورة(8) دولاين المقارين ، لاحظ النفايات الصلبة ومخلفات البناء بالإضافة للزحف العمراني الذي يقترب من هوامش البحيرة

صورة(9) دولاين بوحميرة ، لاحظ النفايات الصلبة ومخلفات البناء

صورة (10) دولاين المجذوب لا حظ الزحف العمراني

صورة (11) عين زيانة والبحيرة الزرقاء

صورة(12) فضائية من google earth ستة دولاينز في منطقة الليثي في عام 2001.



صورة(13) فضائية من google earth خمسة دولاينز فى منطقة الليثى فى عام

صورة (14) دولاين في منطقة بوعطني ، لاحظ عمليات الردم بالنفايات الصلبة

صورة (15) دولاين في منطقة بوعطني ، لاحظ عمليات الردم بالنفايات الصلبة

صورة (16) دولاين الودك ، مرمى للنفايات الصلبة والسائلة

صورة(17) دولاين يقع على طريق بنينا بوهادي (لازال يستغل في الزراعة التقليدية)

صورة (18) دولاين يقع على طريق بنينا بوهادي(لازال يستغل في الزراعة التقليدية

صورة(19) أحدى الدولاين الجافة التي لازالت مستغلة بالزراعة في منطقة بوعطني

صورة (20) دولاين صابر بمنطقة بوعطني يستغل في الزراعة البعلية

صورة (21) دولاين المريسي ، ردم شبه كامل بمخلفات البناء والنفايات الصلبة

صورة (22) جانب من دولاين سليطين رمي المخلفات المختلفة والبناء بالقرب من الحافة

صورة (23) دولاين سليطين ، لاحظ حرق الأرضية والعبث بالاشجار

المراجع

جـودة حسـنين جـودة (1973) أبحـاث فـي جيومورفولوجيـة الأراضـي الليبيـة. منشـورات الجامعـة الليبية.

عـودة، سـميح أحمـد (1984)، هـوات الجبـل الأخضـر جيومورفولوجيـة الهـوات فـي الجبـل الأخضر. الجمعية الجغرافية الكويتية، نشرة ر قم 63.

الحجاجى، سالم (1989) ليبيا الجديدة، منشورات مجمع الفاتح للجامعات، طرابلس

أمانـة اللجنـة الشـعبية للمرافـق، التقريـر النهـائي للمخطـط الشـامل لحاضـرة بنغـازي، التقريـر رقم ر . ن .4، الجزء الثاني، مؤسسة دوكسيادس، (1989).

Palmer, A. N., (1977) Influence of geologic structure on ground water flow and cave development in Mammoth Cave National Park, USA. In Tolson, J. S., and Doyle. L., Karst hydrology: International Association of Hydrogeologists, 12th Memoir, pp. 405-414.

Newton, K. E. and Gunn, J. (1987) Development of sinkholes resulting from man's activities in the eastern United States. Circular. U.S. Geological Survey Circular 968. U.S. Government Print Office. doi:10.3133/cir968. hdl:2027/uc1.31210020732440.

Jennings, J.N., (1971) An Introduction to Systematic Geomorphology. Volume 7, Karst. Australian National University Press, Canberra. p.164.

Kranjc, A., (2006) Some large dolines in the Dinaric karst. Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers, Online Scientific Journal, 4 (1), www.speleogenesis.info, 4 pages.

Kochanow, E.W. (1999) Sinkholes in Pennsylvania. Pennsylvania Geological Survey, 4th ser., Educational Series 11, 33 pp.

Gams, I. (2003) Karst in Slovenia in space and time. ZRC, ZRC SAZU, Ljubljana, 516 pp. (in Slovenian with English summary).

Radinja, D. (1987a) Man and karst in the NW part of the Dinaric mountain system – the karst stone walls and enclosures. In: Karst and Man, IGU, Study Group on Man's impact in karst. Ljubljana. 111-122.

Abdelmalik, M. B., El-Moursi, M. E. and Salloum, F. M. (2007) The environmental impact of the karstic features of Ayn Zayanah-Kuwiffia sector, near Benghazi, Libya. Speleologia Iblea, 12, 147-152 Ragusa. Italy.

Beck, B.F. (editor) (1984) Sinkholes: Their Geology, Engineering and Environmental Impact, Rotterdam: Balkema.

Faraj, H. F., Salloum,F., M., Muftah,A., and Bilal, A. A. (2016) Unique dolines field in the area between soluq and msus, ne Libya: origin and distribution. 4th International Symposium Karst Evolution in the South Mediterranean Area 30 May / 2 June 2014.

El Ebaidi,S.K., Muftah ,A. and Al Riaydh, M. (2019) Impacts of multi-pollution sources of groundwater on health and environment in Ras Almingar area, Benghazi-Libya. The Libyan Conference on Chemistry and Its Applications (LCCA 2019), Held in Benghazi on 7 – 9 September, 2019.

Guerre, A. (1980) Hydrogeological study of the coastal karstic spring of Ayn az Zayanah, eastern Libya. In M.J. Salem and M.T. Busrewil (eds.): The Geology of Libya. Vol. II: Second Symposium on the Geology of Libya, held at Tripoli, sept. 16-21- 1978.

Shaltami, O.R., Fares, F., Errishi, H. and EL Oshebi, F. (in press) Isotope Geochronology of the exposed rocks in the Cyrenaica basin, NE Libya. Springer Nature.

McBurney, C.B.N and Hey, R.W. (1955) Prehistory and Pleistocene Geology in Cyrenaica Libya. Cambridge.

Kosa, A. (1977) Hydrological Problems in the Ayn Zayanah Karst System, Benghazi, Libya. Proc. 7th Int. Speleol. Congr., Sheffield, England: 275-277.

Sauro, U. (1993) Human impact on the karst of the Venetian Fore-Alps (Southern Alps, Northern Italy), Environ. Geol., 21/3, 115–121,

Ford, D., Williams, P. D. (2007) Karst hydrogeology and geomorphology. Chichester, Wiley, 576 pp.

Rutty P. and Jennings P. (2012) Investigation, Design and Construction in Karst in Geotechnics on Irish Roads, 2000-2010, A Decade of Achievement, 11th of October 2012.

Desio, A. (1939) Studi Morfologic iSull a Libi a Orientale . Miss. Scie . dell a Real Acc. D'Italia , A. Cufra (1931:39) . Vol . 1 1 Roma.

Pavsic, J. (eds.) (2006) Geological terminological dictionary. ZRC, ZRC SAZU, Ljubljana, 331 pp. (in Slovenian).

Bátori, Z., Vojtkó, A., Keppel, G., Tölgyesi, C., Čarni, A. Zorn, M. Farkas, T. Erdő, L., János Kiss, P., Gábor Módra Mateja Breg Valjavec (2020) Anthropogenic disturbances alter the conservation value of karst dolines. Biodiversity and Conservation 29: 503 - 525

Doyel, W. W. and Maguire, F. J. (1964) Ground-Water Resources of the Bengasi Area Cyrenaica, United Kingdom of Libya. GEOLOGICAL SURVEY WATER-SUPPLY PAPER 1757-B. UNITED STATES GOVERNMENT PRINTING OFFICE, WASHINGTON : 1964.

Kosa Attila—Csernavölgyi László (1983) BARLANGOK A LÍBIAI AL AKHDAR-HEGYSÉGBEN. Karszt és Barlang, évf. I—Jl. füzet, p. 35—42., Budapest.

Kovacic, G. and Ravbar, N. (2012) Destruction of dolines: the examples from Slovene Research Abstracts Vol. 14, EGU2012-2407, 2012 EGU General karst. Geophysical Assembly 2012.

Williams, P. D. (2003) Doline. In A. Goudie (Ed.) Encyclopedia of Geomorphology. New York, Routledge, pp. 266–270.

Gams, I., Gabrovec, M. 1999. Land use and human impact in the Dinaric karst. International Journal of Speleology, 28 B, (1/4), 55-70.

Gams, I. (2003) Karst in Slovenia in space and time. ZRC, ZRC SAZU, Ljubljana, 516 pp. (in Slovenian with English summary.

Thornbury, W.D. (1964) Principles of Geomorphology. Eight Print, New York and London.