مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

ارتفاع منسوب المياه الجوفية إلى سطح الأرض بمدينة زليتن الأسباب والحلول

*علي عياد الكبير[1]
[1]قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب واللغات، جامعة طرابلس

المستخلص:

تقع بلدية زليتن على الساحل الليبي، وتبعد نحو 160 كم شرق العاصمة طرابلس، تأثرت بعض محلات البلدية فيها بارتفاع منسوب المياه الجوفية منذ أكثر من أحد عشر سنة؛ حيث شاهد سكان هذه المحلات وجود رطوبة زائدة على مستوى الأرض، وآثارًا للمياه في بعض الخزانات الأرضية. وتعد المياه الجوفية من أهم مصادر المياه العذبة في العديد من المناطق، وخاصة في المناطق التي تفتقر إلى مصادر مائية سطحية كالأنهار أو البحيرات. وفي مدينة زليتن الواقعة على الساحل الغربي لليبيا، تعتبر المياه الجوفية المصدر الرئيسي للمياه المستخدمة في الري الزراعي والاستخدامات اليومية.

إن ارتفاع منسوب المياه الجوفية في زليتن يشكل تحديًا بيئيًا واقتصاديًا؛ حيث يمكن أن يؤدي إلى تأثيرات سلبية على التربة، والنشاط الزراعي، بالإضافة إلى المخاطر التي قد تهدد البنية التحتية المحلية لذلك، أصبحت دراسة هذه الظاهرة أمرًا بالغ الأهمية لفهم أبعادها، وتحليل أسبابها ونتائجها، واقتراح الحلول على المدى القصير.

منذ سنتين، شهدت منطقة زليتن ظاهرة غير مألوفة تتمثل في ارتفاع منسوب المياه الجوفية، وهو ما أثار القلق لدى العديد من الباحثين والمختصين في الموارد المائية. هذا الارتفاع في منسوب المياه الجوفية قد يكون له تأثيرات بيئية واقتصادية متعددة؛ حيث يمكن أن يؤدي إلى تغييرات في التربة، وتدهور نوعية المياه، إضافة إلى التأثيرات المحتملة على البنية التحتية للمنطقة.

يهدف البحث إلى استكشاف أسباب ارتفاع منسوب المياه الجوفية في زليتن، وتحليل تأثيراته المحتملة على الموارد المائية، الزراعة، والبيئة المحلية بشكل عام. كما يتناول البحث طرق إدارة هذه الظاهرة والتوصيات اللازمة للحفاظ على استدامة المياه الجوفية في المنطقة، مع تقديم حلول وتوصيات لإدارة هذه الموارد المائية بشكل مستدام.

الكلمات الافتتاحية: ارتفاع منسوب المياه الجوفية، الخزان الطحل، استدامة المياه الجوفية، الحركات التكتونية.

The Rise of Groundwater Levels to the Surface in Zliten: Causes and Solutions

*Ali Ayad Al-Kabeer[1]
[1]Department of Geography and Geographic Information Systems– Faculty of Arts and Languages University of Tripoli

Abstract

Zliten Municipality is located on the Libyan coast, approximately 160 km east of the capital, Tripoli. Some areas of the municipality have been affected by rising groundwater levels for over eleven years, with residents observing excessive moisture on the ground surface and water traces in some underground reservoirs. Groundwater is a vital source of freshwater in many regions, particularly in areas lacking surface water sources such as rivers or lakes. In Zliten, situated on

* مؤلف البحث: عناوين البريد الإلكتروني A.alkpeer@uot.edu.ly تاريخ استلام البحث 1 فبراير 2025 استلام رد المحكمين 13 يناير 2025 – تم قبوله 25يناير 2025

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

Libya's western coast, groundwater serves as the primary source of water for agricultural irrigation and daily use.
The rise in groundwater levels in Zliten poses environmental and economic challenges, potentially leading to adverse effects on soil quality, agricultural activities, and risks to local infrastructure. Consequently, studying this phenomenon has become crucial for understanding its dimensions, analyzing its causes and consequences, and proposing short-term solutions.

Over the past two years, Zliten has experienced an unusual increase in groundwater levels, raising concerns among researchers and water resource specialists. This rise may have significant environmental and economic implications, including soil alterations, water quality deterioration, and potential impacts on the region's infrastructure.

This study aims to explore the causes of rising groundwater levels in Zliten, analyze its potential effects on water resources, agriculture, and the local environment, and examine management strategies to address this phenomenon. Furthermore, the research provides recommendations for sustainable groundwater management in the region, proposing viable solutions to ensure the long-term sustainability of these vital water resources.

Keywords: Groundwater level rise, aquifer, groundwater sustainability, tectonic movements.

مقدمة:

أصبحت العديد من المدن والمحلات تعاني من مشاكل ارتفاع منسوب المياه الجوفية لعدة أسباب، منها ما يعود إلى طبيعة التربة أو التغيرات الجيولوجية، وكذلك التوسع الحضري والزيادات المطردة في التطور العمراني، وخصوصا بالمدن الساحلية في غياب تخطيط عمراني استراتيجي مبني على دراسات مائية وجيولوجية وهندسية معمقة؛ مما يخلق طبقات من التربة المشبعة وغير نفاذة للمياه السطحية الناجمة من مياه الأمطار ، والري، والصرف، وتسرب المياه الجوفية من أعماق طبقات الأرض السفلى، واستخدام طرق وأساليب ري أو شبكات مياه لا تتناسب وطبيعة الأرض والتربة؛ مما يساهم بشكل كبير في ارتفاع منسوب المياه الجوفية، التي تشكل خطورة على سلامة المباني والبنى التحتية، وتهدد سلامة السكان وحياتهم، مع تزايد احتمالية حدوث الفيضانات في مواسم الأمطار والسيول. ومن خلال الزيارات الميدانية لمدينة زليتن وجد الباحث هذه المشكلة بالعديد من المحلات المذكورة في هذا البحث؛ حيث كشفت بلدية زليتن، عن الجهود المبذولة خلال الفترة الأخيرة، لحل أزمة ارتفاع منسوب المياه الجوفية في البلدية، موضحة أنه منذ بداية ظاهرة ارتفاع منسوب المياه الجوفية في 27 ديسمبر 2023م التي نتج عنها مجموعة من الآثار البيئية؛ منها: تأثير المياه على ممتلكات للمواطنين، وهجرة السكان إلى مناطق أخرى، ولما لها من آثار اقتصادية واجتماعية على المواطنين، وقد أثرت الظاهرة على المنشئات العمرانية، وعلى قوة تحمل الأساسات للأبنية، ومن آثارها أيضا أنه من الممكن أن تسبب البرك المائية التي تظهر على سطح الأرض بسبب ارتفاع مستوى المياه الجوفية في بعض المناطق بمرور الوقت مكاره صحية، وظهور بعض الحشرات المسببة والناقلة للأمراض– لا سمح الله – فيما إذا لم يتم إيجاد حلول سريعة ومستدامة لهذه المشكلة، فضلا عن تدهور نوعية المياه الجوفية بسبب التغذية من مصادر متنوعة.

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

مشكلة الدراسة:

شهدت مدينة زليتن الواقعة شرق مدينة طرابلس على ساحل البحر المتوسط ظاهرة بيئية متمثلة في ارتفاع منسوب المياه الجوفية في سبتمبر 2023، علماً بأن هذه الظاهرة بدأت بوادرها منذ عشر سنوات مضت؛ ولكن لم تنتبه الجهات الرسمية للدولة لتلك الظاهرة، ويمكن تصنيفها بأنها كارثة بيئية؛ وذلك لما تحمله من مخاطر على السكان القاطنين في تلك المحلات التي ظهرت بها هذه المياه للسطح. وقد نتج عنها مجموعة من الآثار البيئية؛ ومنها: انتشار البعوض بهذه المناطق الذي يهدد حياة المواطنين وصحتهم خوفاً من نقل الأمراض؛ مما ترتب عليه هجرة السكان من هذه المناطق إلى مناطق أخرى. هذه الظاهرة لها آثار نفسية واجتماعية واقتصادية على سكان تلك المناطق المتضررة، حيث لوحظ من خلال الزيارات الميدانية لفريق العمل تأثر المنشآت العمرانية بسبب زيادة نسبة الرطوبة بأساسيات هذه المباني وتصدع وهبوط البعض منها؛ حيث بدأت المشكلة في الظهور في الفترة ما بين عامي 2023-2013، ودلت الدراسات والبحوث السابقة بأن الأسباب الرئيسية لهذه المشكلة يمكن حصرها فيما يلي:

- تتلخص المشكلة أساسا في حالة عدم التوازن الهيدروديناميكي للخزان الجوفي بين كمية التغذية للخزان الجوفي (Recharge) وكمية المياه المتدفقة أو المسحوبة من الخزان الجوفي (Discharged Water).
- من العوامل التي أدت إلى حالة التوازن (Equilibrium) هو توقف الضخ من الخزان الجوفي الضحل من العام 2013.
- يتضح من التقارير أيضا بأنه يتم جلب كميات كبيرة من المياه من خارج المنطقة للاستهلاك المدني، ويتم صرفها من خلال منظومة صرف صحي محدودة ومركزة في مناطق معينة، وأن أغلب مساحات المدينة غير مغطية بنظام صرف صحي، بل تصرف المياه في خزانات غير منفذة مما يعني ترشيح المياه إلى المياه الجوفية، وتعد مصدرا مهما في تغذية المياه الجوفية التي ساهمت بدرجة كبيرة في ارتفاع مستوى المياه الجوفية خلال تلك الفترة الزمنية، فضلا عن تدهور نوعية المياه.
- يظهر أيضا بأنه هناك تغذية من الخزانات الجوفية العميقة (Deep Aquifers)؛ وذلك من خلال الآبار التي تحفر إلى ذلك الخزان العميق، ولا يتم إجراء سمنتة (Cementing) لأطراف الآبار؛ مما يساعد المياه الجوفية العميقة التي تكون تحت ضغط محصور (Confining Pressure) بالارتفاع والاتصال الهيدروليكي مع الخزان الجوفي العلوي، ويعد أيضا مصدرا لتغذية المياه الجوفية للخزان الضحل (Upward Recharge).
- هناك أيضا تغذية مباشرة (Direct Recharge) للمياه في الخزان الجوفي الضحل من مياه الأمطار، وذلك بسبب أن الخزان الجوفي الضحل غير محصور (Unconfined Aquifer)، وتمتاز الطبقات العلوية بوجود المسامية والنفاذية العاليتين، بالإضافة إلى وجود الفواصل والشقوق (Joints and Fractures) المرتبطة بالوضع التكتوني الذي أثر على المنطقة الجنوبية، وأدى إلى رفعها. وقد ساهمت هذه الطبقات بخصائصها الهيدروليكية ووجود الفواصل والشقوق إلى التغذية المباشرة من مياه الأمطار، بالإضافة إلى قرب منسوب المياه الجوفية.

ومن خلال مواصلة العمل وتكثيف الجهود في خطة المعالجة الطارئة للظاهرة، من خلال شفط وسحب المياه وضخها في البحر، ومن خلال الزيارات الميدانية وقياس بعض نقاط على سطح الأرض تبين بأن ارتفاع هذه النقاط يتراوح ما بين 7-13

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

متر على سطح الأرض؛ حيث تم اقتراح أن يتم شق ممر مائي نحو البحر؛ وذلك لانسياب المياه بسهولة بسبب الانحدار الواضح في طبوغرافية سطح الأرض نحو البحر بدلاً من عملية الشفط غير المجدية والمكلفة في الوقت نفسه.

أهداف الدراسة:

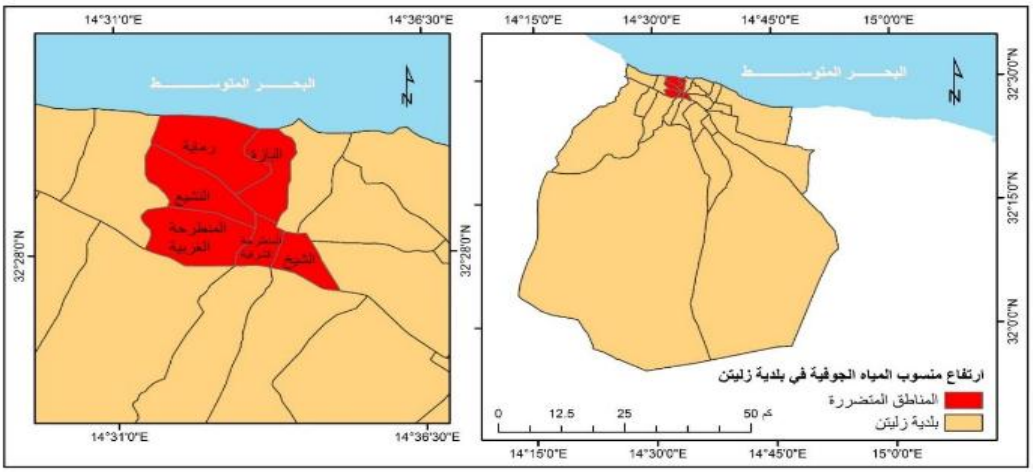
تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على مسببات هذه المشكلة والتحقق من خلال الأهداف الاتية:

1. تسليط الضوء على ظاهرة ارتفاع منسوب المياه الجوفية في مدينة زليتن.
2. التعريف بمشكلة الارتفاع المتزايد لمستوى المياه الجوفية فوق السطح.
3. دراسة آثار هذه الظاهرة: الأساسات، والبنية التحتية بالمدينة.
4. تقييم الوضع الحالي للمشكلة من خلال معرف مصادر التغذية لهذه المياه.

الموقع الجغرافي:

تقع مدينة زليتن في شمال غرب ليبيا على بعد 160 كيلومترًا شرق العاصمة الليبية طرابلس، وحوالي 35 كيلومترًا شرق مدينة لبدة الرومانية القديمة، ويبلغ طول ساحلها على البحر 65 كيلومترًا. كما هو موضح بالخريطة رقم (1).

الموقع الفلكي: تقع مدينة زليتن على خط العرض ″46 ′39 ^{0}32 شمالًا، وعلى خـــط الطول ″25 ′57 ^{0}14شرقًا، وكما تبلغ المساحة الإجمالية لمدينة زليتن 2743.25 كيلومترًا مربعًا.



خريطة (1) موقع بلدية زليتن والمواقع المتضررة

المصدر: د. مباركة الغرياني، أ. سالم الهواري، تقرير حول نفاذ المياه الجوفية زليتن، غير منشور 2024م

جيولوجية منطقة الدراسة:

أن دراسة جيولوجية منطقة زليتن يسهم في فهم الكثير من الحقائق الخاصة بالتطور التضاريسي؛ حيث تمتد هضاب منطقة زليتن من نهاية حدود السهل الفيضي، أي ابتداء من جنوب مشروع الدافنية في الشرق، وجنوب ساحل الأحامد في الغرب (الشمال)، حتى منطقة بني وليد في الجنوب؛ حيث تظهر الهضاب نتيجة تعمق الأودية التي حـــولها إلى روابي وتلال ومنخفضات يتراوح ارتفاعها بين 80–140 متر فوق مستوى سطح البحر.

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

تسـود في مدينة زليتن التكوينات الجيولوجية التابعة للعصـر الرباعي (خريطة 2)، كما أن المنطقة تضـم تكوينات الجيولوجية تابعة للعصر الثلاثي، والعصر الطباشيري أو الكريتاسي.

تكوينات العصر الطباشيري– تنقسم هذه التكوينات إلى:

1– **تكوين سيدي الصيد:** يعتبر هذا التكوين من أقدم الرواسب عمرا في المدينة. يتكون من حجر جيري دولوميتي إلى دولوميت مع تدخلات من الكوارتز في جزئه السفلي المعروف بعضو عين طوبي، أما في جزئه العلوي المعروف بعضو يفرن فتظهر فيه طبقة من المارل، ويظهر تكوين سيدي الصيد بشكل محدود في المدينة، ويقتصر ذلك على بعض الأجزاء الغربية منها.

2– **تكوين نالوت:** يتكون من حجر جيري دولوميتي مختلط مع طبقات من الصـــوان، ويوجد هذا التكوين في أغلب الأجزاء الجنوبية والغربية بالمنطقة.

تكوينات العصر الثلاثي:

تتمثل بتكوين الخمس التابع لعصر الميوسين الأوسط. هذا التكوين يتألف من الحجر الجيري إلى جرانيت رملي وصلصال، هذه الصخور تعتبر صخور بحرية النشأة تغطيها رواسب عصر البلايوستوسين التي أغلبها من أصل قاري، وتعتبر صخور تكوين الخمس خزانات جيدة للمياه الجوفية، وهي صـــخور لينة بطبيعتها. يغطي تكوين الخمس بعض الأجزاء الوســطى والشــمالية الغربية من المدينة.

تكوينات العصر الرباعي:

تتمثل حقبة العصر الرباعي (Quaternary Epoch) هي الحقبة الأحدث في الزمن الجيولوجي، وتمتد منذ حوالي 2.6 مليون سنة حتى الوقت الحاضر، ويتميز العصر الرباعي بانتشار الجليد وانحساره خلال فترات زمنية متكررة؛ مما يؤثر على المناخ والبيئة.

يعتبر العصر الرباعي فترة باردة جدًا، وتتميز بالعصور الجليدية والدورات الجليدية. في هذه الفترة، شهد العالم تكون وانحسار الأجبان الجليدية على فترات متقاربة؛ مما أدى إلى تغييرات هائلة في المناخ والمسطحات الجغرافية تشمل الأحداث الجيولوجية المهمة في العصر الرباعي:

1 .تكون وانحسار الأجبان الجليدية: خلال هذا العصر، تشكلت أجبان جليدية ضخمة في مناطق شمالية وجنوبية عديدة في العالم؛ مما أدى إلى انخفاض مستوى سطح البحر وتغييرات في المناخ.

2 .الدورات الجليدية والدورات الدفيئة: خلال العصر الرباعي، حدثت دورات متكررة من التبريد والاحترار، حيث تشكلت طبقات جليدية ثم تلاشت وانحسرت.

3 .تأثير الجليد على الأرض: تأثرت المناطق الجغرافية بشكل كبير من جراء تحرك وانحسار الأجبان الجليدية، مما أدى إلى تشكيل الوديان والتلال والأحواض الجليدية والتلال الجليدية.

4 .تأثير الجليد على الحياة النباتية والحيوانية: تأثرت الحياة النباتية والحيوانية بشكل كبير بتغيرات المناخ وانحسار الجليد، مع انقراض بعض الأنواع، وظهور أنواع جديدة تتكيف مع البيئات القاسية.

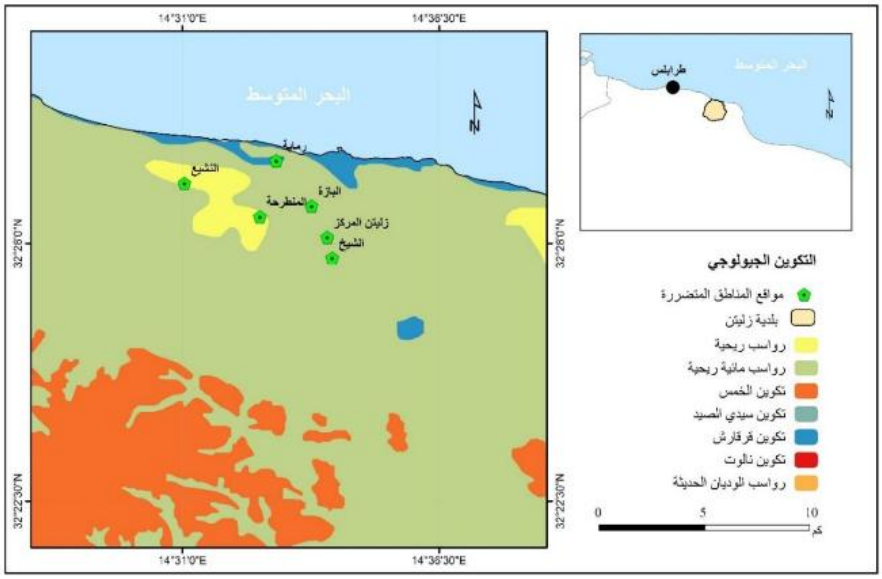
مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

5. تأثير الإنسان على العصر الرباعي: يعتقد أن الإنسان بدأ يظهر في العصر الرباعي المتأخر، وقد تأثرت البيئة والحياة البرية بوجود الإنسان وتدخله في البيئة الطبيعية؛ حيث قام خبراء جيولوجيين ليبيين يعملون في شركات نفطية استعانت بهم البلدية بتقديم تقرير وضح أن هذه المياه تنبع من طبقة تبعد 600 متر عن مستوى سطح الأرض تحتوي على مياه عذبة تندفع من أسفل إلى أعلى ، وهذه فرضية الدكتور علي عياد الكبير بأن ارتفاع منسوب المياه الجوفية يرجع إلى الحركات التكتونية البطيئة؛ حيث تتذبذب مستويات المياه الجوفية في الآبار صعوداً وهبوطا عند مرو الموجات الزلزالية، وقد يظل مستوى المياه أعلى أو أقل لفترة من الوقت بعد انتهاء الموجات الزلزالية، ولكن في بعض الأحيان يحدث تحول طويل الأمد في مستويات المياه الجوفية بعد الزلزال.

خزان ككلة الرملي (الطباشيري السفلي).

تموضع هذا الخزان أسفل خزان مزدة– تغرنة. والتركيب الصغرى لهذا الخزان هو الحجر الرملي والحجر الطيني، ويصل سمك الطبقة إلى 350 متر، ويتواجد على أعماق كبيرة تتعدى 1000 متر، ويتراوح تركيز الأملاح الذائبة فيه (800–1500 ملغ/لتر. لم يتم اختراق هذا الخزان بالحفر في منطقة الدراسة إلا أنه تم اختراقه في منطقة مصراتة عند عمق 1400 متر؛ فخرجت منه المياه فوق السطح ارتوازياً، وأن تركيز الأملاح الكلية الذائبة في حدود 1500/جزء في المليون. (Gefli, Groupement D Etude Francais)

يعتبر هذا الخزان من أفضل الخزانات الجوفية من حيث جودة المعاملات الهيدروليكية. (الهيئة العامة للمياه ،1974).



خريطة (2) جيولوجية زليتن.

المصدر: د. مباركة الغرياني، أ. سالم الهواري، تقرير حول نفاذ المياه الجوفية زليتن، غير منشور 2024م

تكوينات البلايوستوسين: تنقسم هذه الرواسب إلي تكوينين: تكوين قصر الحاج وتكوين قرقارش. يتألف تكوين قصر الحاج من الحصى المتماسك وغير المتماسك مع بعض الصخور الجيرية، ويقتصر وجوده على أجزاء محدودة جدا من جنوب زليتن.

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

أما تكوين قرقارش فهو عبارة عن حبيبات الحجر الجيري والكوارتز، ويظهر في الأجزاء الشـمالية من المدينة على نطاق موازي لساحل البحر المتوسط.

1- **تكوينات الهولوسين:** هي من أكثر التكوينات انتشارا بالمنطقة، وتنقسم إلى ثلاثة أنواع؛ وهي: رواسب الوديان، والرواسب الرياحية، والرواسب المائية الرياحية. تتمثل رواسب الوديان في مواد ترسبت بفعل السيول التي حدثت على فترات زمنية متلاحقة، وتتكون رواسب الوديان من حبيبات مختلفة من الحصى والحجارة ورمال ناعمة ترسبت أثناء الجفاف في الأودية، وتنتشر على طول مجرى وادي كعام، وعلى الأودية الجافة التي تكونت أثناء العصر المطير. أما الرواسب الهوائية أو الرياحية فهي الرواسب التي ثم نقلها بواسطة الرياح، وتتكون الرواسب الهوائية من غطاءات وكثبان رملية تسود بها حبيبات السلت، وأساس تركيبها معدن الكوارتز، وهي تنتشر في مساحات صغيرة خاصة شمال المنطقة في محلتي ازدو الشمالية والمنطرحة. والرواسب المائية الرياحية هي الرواسب التي ثم نقلها عن طريق المياه الجارية أو السيول في عصر الهولوسين. وتتكون الرواسب المائية الرياحية من الغرين، والرمال الناعمة مع بعض الحصى الصغير الحجم، وتتميز بسمكها الكبير، وتوجد في معظم أجزاء المدينة.

التربة بمنطقة الدراسة:

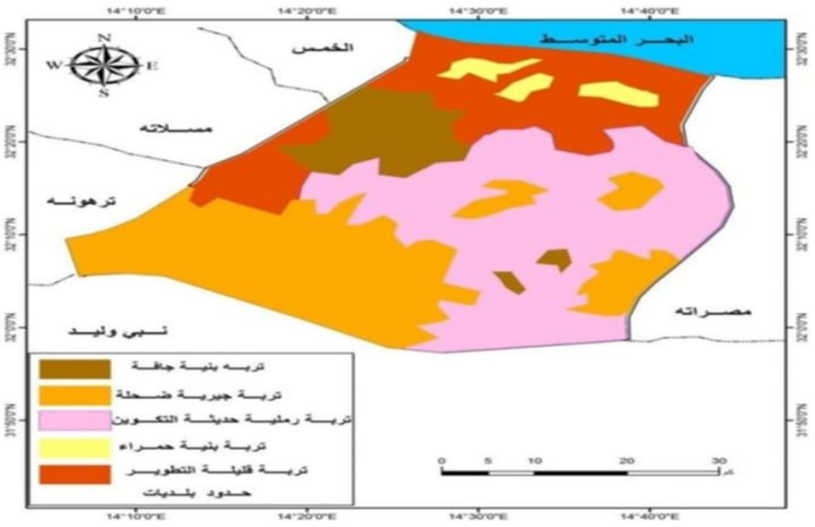
تُغطي سطح الكرة الأرضيّة طبقة هشّة من التراب، ويُعرف التراب بأنه الطبقة الخارجيّة التي تكسو سطح الأرض التي تكوّنت بفعل تأثير عوامل بيئيّة وبيولوجيّة وكيميائيّة على موادّ صخريّة مفتتّة، وأصبحت تراباً بعد حدوث التغيير عليها بفعل العوامل، وتتفاوت المكوّنات الصخريّة الأساسية في التربة، ويرجع السبب في هذا الاختلاف إلى حدوث عمليّات تفاعل بين الأغلفة الأربعة لسطح الأرض وهي: الغلاف الجويّ، والغلاف المائيّ، والغلاف الحيويّ، إضافة إلى الغلاف الصخريّ. كما يمكن وصف التربة بأنّها خليط من مكوّنات عضوية ومعدنية، امتزجت مع بعضها في حالتيها السائلة والغازيّة، ومن الجدير بالذكر أنّ العناصر المؤلفة للتربة تحتفظ بمسامات بين حبيبات التربة، ما أدّى إلى جعل حبيبات التربة متفككة، وتضمّ هذه المسامات كلّاً من الحالة الغازيّة (الهواء) والحالة السائلة (المحلول المائيّ)، وتختلف كثافة التربة من نوع إلى آخر، إلا أنّ معظم أنواعها تتراوح كثافتها بين 1-2 جرام/ سنتيمتر مكعبّ. (أسامة الشلطامي، ارتفاع منسوب المياه).

حيث تنقسم التربة بمنطقة الدراسة إلى عدة أنواع أهمها:

هناك خمسة أنواع من التربة في مدينة زليتن؛ وهي: التربة البنية الجافة، والتربة البنية الحمراء، والتربة الجيرية الضحلة، والتربة الرملية حديثة التكوين، والتربة قليلة التطوير كما هو موضح بالخريطة (3).

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

خريطة (3) أنواع من التربة في مدينة زليتن.



الزيارات الميدانية:

تم تشكيل فريق عمل من الجامعات الليبية وزيارة المناطق المتضررة من جراء ارتفاع ظاهرة منسوب المياه الجوفية في العديد من المحلات بمنطقة زليتن؛ وذلك للوقوف عليها وتشخيصها مبدئيا. وكان ذلك بتاريخ 14 يناير 2024 م.

حيث تعتبر الزيارات الميدانية من الأدوات المهمة في الدراسات والبحوث، حيث تقدم عدة فوائد منها:

1 .**جمع البيانات بشكل مباشر**: توفر الزيارات الميدانية فرصة جمع البيانات من المصدر الفعلي، سواء كانت معلومات عن المحلات، أو تجميع عينات من المياه من المناطق المتضررة، وهذا يساعد في الحصول على معلومات دقيقة وواقعية لا يمكن الحصول عليها من خلال المصادر الثانوية فقط.

2 .**تحليل الوضع الحالي**: من خلال الزيارة الميدانية، يمكن التعرف على الوضع الفعلي للمحلات المتضررة من جراء ارتفاع منسوب المياه الجوفية؛ مما ساعد على تحليل المشكلات أو التحديات التي تواجه مدينة زليتن.

3- **التفاعل مع الأفراد المعنيين**: تسهم الزيارات الميدانية في إقامة تواصل مباشر المواطنين المتضررين بالمدينة؛ ما يساعد على بناء الثقة، والحصول على ردود فعل أكثر دقة وصدقاً في الحصول على بعض الاستفسارات.

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

صورة لمنطقة الدراسة

صورة فريق الزيارة الميدانية

صور لفريق الدراسة أخذ العينات من المستنقعات والآبار

المصدر: تصوير الباحث 14 يناير 2023 م.

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

قياس منسوب سطح الأرض:

أثناء الزيارة الميدانية لفريق العمل تم قياس منسوب الارتفاع عن مستوى سطح الأرض بجهاز تحديد المواقع عبر الأقمار الصناعية (GPS)؛ حيث تبين أن المناطق المتضررة عن مستوى سطح البحر تتراوح فيها النقاط التي أخذها الفريق بارتفاعها ما بين 7–15 مترعن مستوى سطح البحر، ومن خلال ما بين تم تقديم التقرير الأول للمسؤول عن إدارة الأزمة بالمجلس البلدي باقتراح شق ممر مائي لتصريف المياه الزائدة؛ نظرا لانسياب الانحدار نحو البحر، وهذا المقترح قد أُشير إليه في العديد من اللقاءات بهذا الشأن؛ لتصريف المياه الزائدة منذ الأيام الأولي لمشكلة ارتفاع منسوب المياه الجوفية..

الارتفاع عن مستوى سطح البحر: ترتفع مدينة زليتن عن مستوى سطح البحر حوالي 124متر؛ حيث ظهرت العديد من المشاكل البيئية التي كان لها تأثيرات سلبية على البيئة، ولعل أهم هذه المشاكل هي مشكلة تدني منسوب المياه الجوفية. هذه المشكلة البيئية الخطيرة تعد من أهم المشاكل البيئية التي تهدد الأراضي الزراعية في بلدية زليتن وسكانها بصفة خاصة؛ وذلك لأن أغلب الأراضي تقع في نطاق مشكلة ارتفاع منسوب المياه الجوفية؛ حيث تتسم بنظم بيئية هشة حساسة لأي تغيير خاصاً ارتفاع المياه الجوفية.

نبذة تاريخية عن مصادر المياه بمنطقة الدراسة:

من خلال مراجعة البحوث والتقارير الصادرة من الهيئة العامة للمياه التي أكدت وجود ثلاثة مصادر رئيسية يعتمد عليها سكان مدينة زليتن في التزود على حاجاتهم من المياه اليومية؛ وهي:

2- مياه تحلية المياه في الشمال الغربي من منطقة الدراسة؛ حيث أنشئت سنة (1986) مستغلة موقعها على الساحل البحري، وكان الهدف منها هو سد حاجة السكان من المياه النقية الصالحة للشرب التي تبلغ طاقتها الإنتاجية إلى 18000 متر مكعب من المياه يومياً، وتضم أربعة وحدات إنتاجية، قدرة الواحدة منها (4500) متر مكعب في اليوم، كما توجد محطة ثانية بدأ عملها التجريبي سنة (1991)، وكان من أسباب إنشائها ازدياد عدد السكان، وتبلغ طاقتها الإنتاجية (300000) متر مكعب يومياً (الهيئة العامة للمياه،2009)، علماً بأن متوسط كميات المياه من التحلية التي تم ضخها في شبكة المياه والمرافق من 2000م الى 2010 م هو (6,313,406 م3/سنة) أي ما يعادل (17,297 م3/يوم).

3- **المياه الجوفية:** منها ما هو متجدد عن طريق تغذية خزاناتها بمياه الأمطار عبر طبقات الأرض إلى الصخور الحاوية للمياه؛ حيث تتعرض هذه المياه لتداخل مياه البحر في الجهات القريبة من البحر.

ونجد أن متوسط انتاجية آبار شركة المياه والصرف الصحي لفترة (7) سنوات هو (7,171,647 م3/سنة) أي ما يعادل (19,648 م3/يوم).

كما تتعرض لانخفاض منسوبها باستمرار؛ نتيجة لسحب كميات كبيرة تفوق كمية تغذيتها، ومنها ما هو غير متجدد، وهو المخزون في الطبقات الصخرية منذ آلاف السنين التي تجمعت نتيجة لهطول الأمطار الغزيرة أثناء العصر المطي؛ حيث تحوي منطقة الدراسة على ثلاث طبقات حاملة للمياه وهي:

الطبقة الأولي: الطبقة المغذية للآبار الضحلة أو ما يسمي بخزان الميوسين، يتراوح سمكها من (1–100) متر وتتراوح إنتاجية البئر بمعدل (5–10) لتر/ثانية لمدة ضخ تتراوح من (5–12) ساعة/اليوم، وتصل درجة ملوحتها إلى (3000) جزء في المليون.

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

الطبقة الثاني: تقع في الأجزاء الغربية من المنطقة، ويتراوح سمكها بين (100 متر في الغرب و(400) من ناحية الشرق. ويطلق على هذا الخزان خزان نالوت وتغرنة وعين طبي. وهي خزانات على اتصال هيدروليكي مع بعضها البعض، وتنبثق منها عين كعام في زليتن، وعين تاورغاء، كما أنه يتم استغلالها عن طريق الآبار الارتوازية، وتبلغ إنتاجيه البئر حوالي (20) لتر/ثانية، وتزيد درجة ملوحة هذه الآبار عن (3000) جزء في المليون.

الطبقة الثالثة: تقع في الأجزاء الوسطي من منطقة زليتن تتميز بكميات مياهها الغزيرة التي تجمعت أثناء العصر المطير، ويتراوح سمكها بين (600–1100) متر، وتصل إنتاجية البئر إلى (50) لتر/ثانية. أما نسبة ملوحتها لا تزيد عن (1000) جزء في المليون. (الهيئة العامة للمياه.2006).

خزان مزدة –تغرنة:

يقع هذا الخزان في منطقة نعيمة، ويمتد شرقاً حتى مدينة مصراتة، ويتكون من طبقات حجر جيري هش إلى حجر جيري دولوميتي متوسط الصلابة، ويعد هذا الخزان أول خزانات الطباشيري العلوي، يتراوح سمكه ما بين 200–350 متر، وتصل متوسط إنتاجيه حوالي 20–50م³/ ساعة، أما نوعية المياه فيه فتتراوح مجموع الأملاح الذائبة ما بين 2500–3500 ملجم/لتر (الهيئة العامة للمياه فرع المنطقة الوسطي،2024).

خزان عين طبي:

يتكون من طبقات العصر الطباشيري العلوي، وهو عبارة عن حجر جيري، وحجر جيري دولوميتي مع دولوميت في بعض المناطق والأعماق، ويغطي هذا الخزان منطقة نعيمة وما حولها بعمق 700 متر، ومنطقة ماجر وما حولها بعمق 600 متر، ويتراوح مستوى الماء الساكن ما بين 40–120 متر تحت سطح الأرض، وتبلغ إنتاجيته حوالي 40–60 م³/ساعة أما نوعية المياه فيتراوح مجموع الأملاح الكلية ما بين 2500–3000 ملجم/لتر. ويعد هذا الخزان غير مستغل؛ حيث أن إمكانياته مشابهة لخزان غريان الجوفي الذي يقل عنه في العمق.

ومن خلال جمع المعلومات عن منطقة الدراسة وما تم تدارسه حول الوضع المائي بالمنطقة، تم ملاحظة وجود أتصال أفقي وراسي بين الخزانات المائية الجوفية نتيجة لوجود بعض الفوالق والانكسارات التي ساهمت في خلط مياه الخزانات الجوفية؛ حيث أوضحت الدراسات الحقلية التي قامت بها شركات متخصصة للمنطقة الممتدة من سوق الخميس إلى زليتن عبر منطقة سوق الجمعة بأن الخزانات الجوفية بالمنطقة المدروسة تستقبل تغذية رأسية من الخزان العميق عبر الفوالق التي توصل هذه الخزانات بالخزانات السطحية، وتحدث هذه التغذية في مواقع الفوالق أو التصدعات فقط، ولا تحدث خارجها؛ حيث تمنع الطبقات الطباشيرية الكثيفة غير منفذة للماء صعود الماء الجوفي للطبقات العلوية. (مباركة الغرياني، سالم الهواري، تقرير،2024).

ويدعم هذه النظرية وجود طبقات الحجر الجيري والطين في الخزان الثلاثي التي تمنع تسرب الماء من الطبقات إلى الطبقات العليا. وهذا ما تم تأكيده بعمليات ضخ تجريبي لبعض الآبار بالمنطقة.

تحدث عملية التغذية في منطقة التصدعات (الفوالق)عندما تتسرب المياه أو المواد الغذائية من الأجزاء المحيطة بالتصدع، مثل الطبقات الجيولوجية أو الفراغات في الصخور، إلى مناطق تحتوي على تصدعات أو شقوق في الصخور. في هذه المناطق، يمكن أن تتجمع هذه المواد داخل التصدعات وتغذي الأنظمة البيئية المحيطة بها. والتي أثبت وجودها في التقرير والدراسات

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

السابقة؛ حيث أوضحت أحدى الدراسات وجود صدع (فالق) رأسي يربط بين الخزان الثلاثي والرباعي ويقع بالقرب من المنطقة المتضررة (شمال شرق سد وادي كعام) وغير محدد بدقة، ولكن أشارت الدراسات إلى وجوده بمنطقة القصبة شمال غرب مدينة زليتن. إن تجديد طبقة المياه الجوفية يحدث عندما تتسرب المياه من سطح الأرض إلى باطنها عبر التربة والصخور، وتملأ الفراغات والأنابيب المسامية في الصخور تحت السطح، ويُعد هذا التجديد أمرًا أساسيًا للحفاظ على مخزون المياه الجوفية، ويحدث بالعديد من الطرق:

1 .الترشيح من الأمطار: عندما تهطل الأمطار الغزيرة، تتسرب المياه إلى التربة. ثم تبدأ في التغلغل عبر طبقات التربة المختلفة وصولاً إلى الطبقات الأكثر عمقًا من الصخور المسامية أو الخزانات المائية الجوفية.

2 .التسرب عبر طبقات الصخور: المياه التي تتسرب عبر التربة تتنقل بين مسام الصخور أو الشقوق حتى تصل إلى طبقات المياه الجوفية، ويعتمد مدى سرعة هذا التجديد على نوع الصخور (مثل الصخور الكلسية أو الرملية) والظروف المناخية في المنطقة.

3. الضغوط الطبيعية: في بعض الأحيان، قد تساعد الضغوط الطبيعية مثل وزن طبقات الصخور أو الحركات الجيولوجية في تسهيل تدفق المياه إلى طبقات المياه الجوفية السطحية بشكل رئيسي من خلال التدفق المستمر على طول الصدع ويبلغ عرض المنطقة بحوالي 2.9 كيلو متر نحو الشمال الغربي لمدينة زليتن.

وجود صدع قديم والمثبت بالتقارير العلمية السابقة يمكن أن يكون عاملاً مهماً في ارتفاع منسوب المياه في الخزان الجوفي السطحي للمنطقة المتضررة، ولكنه ليس العامل الوحيد أو الأساسي، يمكن أن يسهم الصدع في تغيير حركة المياه أو تسربها إلى الخزان الجوفي، خاصة إذا كانت التصدعات تسمح بمرور المياه من الطبقات العليا إلى الطبقات الجوفية؛ حيث يمكن أن يؤثر الصدع على منسوب المياه في الخزان الجوفي السطحي:

1 .زيادة نفاذية المياه: الصدوع القديمة قد تسمح بمرور المياه بسهولة أكبر من الطبقات السطحية إلى الخزان الجوفي السطحي، ما يؤدي إلى زيادة تدفق المياه إلى تلك الطبقات الجوفية.

2 .توجيه تدفق المياه: في بعض الحالات، قد يؤدي وجود صدع قديم إلى توجيه تدفق المياه من مناطق مرتفعة أو من مسطحات مائية إلى الخزانات الجوفية، مما يؤدي إلى تجديد المياه في الخزان وزيادة منسوبها.

3. تأثير الأنشطة الطبيعية: في المناطق التي تحتوي على صدوع قديمة، قد تكون هناك حركة جيولوجية أو نشاطات أرضية (مثل الزلازل أو الانزلاقات الأرضية) قد تساهم في تعديل المسارات المائية وزيادة تدفق المياه إلى الخزان الجوفي.

4- مياه الأمطار: هي المياه الناجمة عن هطول الأمطار بشكل رئيسي، والذي يصل ما بين (200-300) ملم سنويا وهذه الكميات الناتجة من الحصاد المطري على حوض التجميع والتي يصل إلى حوالي (2500) كم² مما يساعد على تجميع كميات كبيرة من المياه في السنوات الممطرة بسد وادي كعام الذي يقع على خط طول (″28 ′20 14^0) شرقاً، وعلى دائرة عرض (″34 ′24 32^0) شمالاً، وكان الغرض الأساسي من إنشائه هو حجز مياه السيول التي تبلغ متوسطها حوالي (11) مليون متر³/السنة.

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

تتحول مياه الأمطار التي لا تتخلل إلى داخل الأرض إلى مجرى للمياه السطحية، والتي إما أن تتدفق بشكل مباشر إلى المجرى المائي السطحي أو يتم توجيهها إلى المجاري، أو السدود التي أعدت لهذا الغرض؛ حيث يعتمد المواطنون على مياه السدود بمدينة زليتن وخاصة المزارعين في مناطق مختلفة لري أراضيهم الزراعية، ومنهم من يقوم بوضع مضخة مياه، لشفط الماء من الوادي الذي تخزن فيه السدود المياه.

5- النهر الصناعي:

تم ربط أنابيب مياه النهر الصناعي بشبكة المياه والمرافق بتاريخ 12.12. 2012م للحاجة الماسة والنقص الشديد الذي حدث نتيجة الأعطال في محطة تحلية المياه، ومتوسط الإمداد المائي لمدينة زليتن من مياه النهر الصناعي لمدة (5) سنوات (2013م-2017م) هي(4,573,665م3/سنة) أي ما يعادل (12,530م3/يوم).

جدول (1)

الوصف الصخري للتكوين الجيولوجي للخزانات الجوفية بمنطقة الدراسة

التكوين	العمق متر	الوصف الصخري	تركيز الاملاح الذائبة
الخزان السطحي(الميوسين)	150-50	تداخلات من الحجر الجيري والحجر الرملي المارلي	100-1700 جزء/مليون
خزان مزدة تغرنة	500-300	حجر جيري مارلي حجر، جيري دولوميتي، مارل	1000-1500 جزء / المليون
خزنات نالوت	800-600	حجر جيري دولوميتي،حجر جيري	4000-6000 جزء/مليون
خزان عين طبي	1000-800	حجر جيري،حجر جيري دولوميتي،حجر رملي	أكثر من 3500 جزء/مليون
الخزان الرملي العميق	1460- 1600	حجر رملي	1200 جزء / مليون

المصدر: من إعداد الباحث بتصرف عن التقارير.

تأثر المياه الجوفية على البنية التحتية بمنطقة الدراسة:

تؤثر المياه الجوفية بشكل كبير على البنية التحتية للمباني، ويمكن أن تتسبب في العديد من المشاكل الهندسية والإنشائية. أبرز التأثيرات تشمل:

1. **التسرب والتآكل:** يمكن للمياه الجوفية أن تتسرب إلى أساسات المباني، مما يؤدي إلى تآكل الخرسانة وحدوث تصدعات في الأساسات، وهذا التآكل قد يضعف الهيكل العام للمبنى ويؤدي إلى مشكلات هيكلية خطيرة.
2. **الهبوط والانتفاخات:** في حال كانت الأرض مشبعة بالمياه الجوفية، قد يحدث هبوط في الأساسات نتيجة الانضغاط الزائد للتربة أو انتفاخها بسبب تغيرات في مستوى المياه، وهذا قد يسبب انزلاق أو تفتت في المبنى.

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

3. تلف الأنابيب والصرف الصحي: يمكن أن تؤدي المياه الجوفية إلى تآكل الأنابيب والصرف الصحي، مما يسبب تسرب المياه داخل المبنى أو في التربة المحيطة، مما يعرض الأنظمة الميكانيكية للمبنى للخطر.

4. **الرطوبة والعفن:** المياه الجوفية قد تؤدي إلى ارتفاع الرطوبة في جدران المبنى، مما يساهم في نمو العفن والفطريات، ويؤثر سلبًا على جودة الهواء وصحة السكان.

5 .**تآكل الأساسات المعدنية:** في بعض الحالات، إذا كانت المياه الجوفية تحتوي على أملاح أو مواد كيميائية أخرى، فقد تسبب تآكل الأساسات المعدنية مثل الحديد والصلب، مما يعرض المبنى للخطر. ومن خلال الزيارات الميدانية والكشف على المباني ومعاينتها وجدت العديد منها يعاني من تسرب المياه الجوفية للمباني وتشبعها يهدد سلامتها للانهيار ولوحظ التصدعات والتشققات في الحوائط الجانبية للمباني وبعض هبوط في الأرضيات، وانتشار الرطوبة في الحوائط وتشبع والأرضيات التي تشكل البيئة للطحالب وما ينتج عنها من مشاكل صحية متعددة.

حيث تعاني بلدية زليتن من مشكلة ارتفاع منسوب المياه الجوفية منذ أكثر من عشر سنوات مضت ووصولها لسطح الرض، حيث شكل ارتفاع منسوب المياه الجوفية في عدد من المحلات وأحياء المدينة المختلفة، إحدى أهم القضايا الأساسية في إهمال التخطيط بصورة جيدة مما أثر على البيئة والسكان ، التي عانتها البلدية والسكان لبلدية زليتن منذ أكثر من سبع سنوات نظرا لظهورها على السطح في كثير من الأحياء والمحلات، محدثة أضرار بيئية وصحية، إلى جانب تأثيرها في أساسيات المباني والطرق والأرصفة وشبكات المرافق العامة والخاصة تحت الأرض، وهذه المشكلة تعوق خطة التنمية الشاملة في البلدية، وذلك لتضرر البنية التحتية من مرافق وخدمات متنوعة حيث أرتفع منسوب سطح المياه الجوفية إلى مستويات قياسية في العديد من المحلات.(أمهني وآخرون،2022،ص2) ، والصور المتدرجة توضح ذلك.

اضرار ارتفاع منسوب المياه(هبوط–ارتفاع)

من خلال الزيارات الميدانية والكشف على المباني ومعاينتها وجد أن العديد منها يعاني من تسرب المياه الجوفية للمباني، وتشبعها يهدد سلامتها للانهيار، ولوحظت التصدعات والتشققات في الحوائط الجانبية للمباني وبعض الهبوط في الأرضيات، وانتشار الرطوبة في الحوائط وتشبع والأرضيات التي تشكل البيئة للطحالب وما ينتج عنها من مشاكل صحية متعددة.

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

ومن خلال الزيارات الميدانية من خبراء متخصصون في مجالات العلوم الطبيعية المختلفة (الجغرافيا الطبيعية– الجيومورفولوجيا – الهيدرولوجيا – الجيولوجيا – التربة والمياه) من أجل الوقوف على هذه المشكلة، وجمع المعلومات من الواقع حيث قام الفريق بجمع العديد من العينات الخاصة بالمياه من محلات وأهمها المنطرحة، النشيع، البازة، والقزاحية، ورماية، وطُلب من السكان مغادرة المساكن المتصدعة خوفاً من سقوطها نتيجة لوجود بعض الهبوط والتشبع بالمياه.

صور ارتفاع منسوب المياه الجوفية

المصدر: تصوير الباحث 14يناير 2023م.

الآثار البيئية جراء ارتفاع منسوب المياه الجوفية:

ارتفاع منسوب المياه الجوفية يمكن أن يؤدي إلى العديد من الآثار البيئية السلبية، أبرزها:

1 .**تملح التربة:** ارتفاع المياه الجوفية قد يؤدي إلى تراكم الأملاح على سطح التربة، مما يقلل من خصوبتها ويؤثر سلبًا على نمو النباتات.

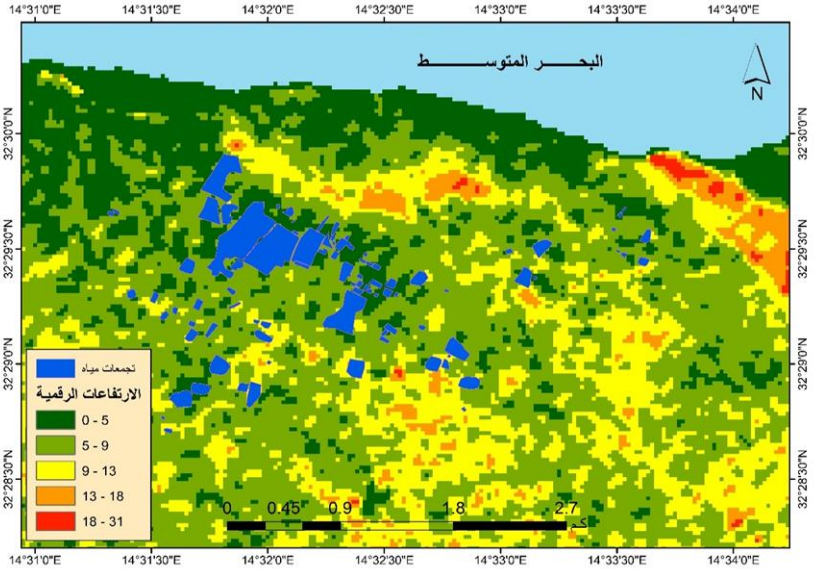
2 .**التأثير على النباتات:** النباتات التي تنمو في المناطق التي ترتفع فيها المياه الجوفية قد تتعرض لزيادة مستوى الرطوبة في التربة، مما يؤدي إلى اختناق الجذور وتدهور صحة النباتات.

3 .**تدهور البنية التحتية:** في المناطق الحضرية، قد يؤدي ارتفاع المياه الجوفية إلى تآكل الأساسات والمباني، مما يسبب أضرارًا للبنية التحتية ويؤثر على الاستقرار الهيكلي للمباني.

4 .**تلوث المياه الجوفية:** ارتفاع منسوب المياه الجوفية قد يؤدي إلى تسرب المواد الكيميائية والمبيدات الحشرية من الأراضي الزراعية أو النفايات السامة إلى المياه الجوفية، مما يزيد من تلوثها ويؤثر على جودتها.

5. **انتشار الأمراض:** المياه الجوفية المرتفعة يمكن أن تؤدي إلى تجمع المياه السطحية في المناطق المغمورة، مما يعزز تكاثر الحشرات الناقلة للأمراض مثل البعوض، وبالتالي زيادة خطر انتشار الأمراض مثل الملاريا وغيرها.

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/



خريطة (6) المواقع ظهور المياه على خريطة الارتفاعات الرقمية

المصدر: م. علي قنونو، تقرير غير منشور.

تحديد أهم المواقع التي تتجمع فيها المياه والمسارات المائية:

قام الخبراء عن طريق الأقمار الاصـطناعية والاسـتشـعار عن بعد والمشـغلات بتحديد المسـارات المائية القوية الداخلة للمدينة، وحددوا المواقع التي تتجمع فيها المياه، ووجدوا أنها قادمة من الغرب والجنوب الغربي، بتدفق عالي جداً مقارنة بقربها من سطح الأرض.

وفي ظل التغيرات المناخية السريعة والكوارث الطبيعية المتزايدة وخاصا الزلازل والبراكين والتي تسبب فجوات في إعماق الأرض ، ومن خلال حدوث بعض الهزات الأرضية والقريبة من السواحل الليبية تؤثر الموجات الناتجة عن الترددات الزلزالية إلى تصدعات في الخزانات الجوفية العميقة كما حصل في الحوض العميق الواقع تحت مدينة زليتن؛ حيث استمرت التغذية المائية الكبيرة للخزان الضحل تدق ناقوس الخطر للتحذير من كارثة تهدد هذه المناطق ، فالوضع يحتاج إلى دعم المرافق الأساسية وفرق الطوارئ بالتجهيزات اللازمة.

النتائج:

من خلال نتائج التحليل السببي والاستكشافي والاستنتاجي لجميع البيانات والمعلومات، والالمام بهذه الظاهرة من كل جوانبها (كمية الاستهلاك المائي، وطبيعة حركة المياه، ومواقع ظهور المياه، والتحليل الفيزيائي والكيميائي) تبين بما لا يدعو مجالا للشك بأن مصدر المياه خارجي ويدخل للخزان الضحل عن طريق مسارات مائية في التربة السطحية، وتوافقت النتائج مع ما حدده الخبراء عن طريق الأقمار الصناعية بدون اطلاعهم على هذه البيانات، ونعزز ذلك بأهم الاستنتاجات العلمية لهذه المشكلة.

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

التحليل الفيزيائي والكيميائي لعينات المياه:

التحليل الفيزيائي والكيميائي للمياه يشـمل مجموعة من الفحوصـات التي تهدف إلى تقييم جودة المياه، وهذه الفحوصـات تجرى لتحديد مكونات المياه وتركيز المواد المختلة فيها، وتعتبر إحدى أهم الطرق لمعرفة مصـدر المياه الجوفية، وقد اطلعنا على نتائج التحاليل التي قام بها مكتب الاصـحاح البيئي زليتن لمجموع الأملاح الكلية الذائبة (PPM) TDS وهذا جدول إحصائي للعينات ومجموع الأملاح الكلية الذائبة.

جدول (3) التحاليل الفيزيائية والكيميائية لمياه منطقة الدراسة

		TDS (PPM)				
المنطقة	عدد العينات	2000-1500	3000-2000	4000-3000	5000-4000	7000-5000
روماية	43	/	/	10	22	11
النشيع	23	/	/	3	17	3
المنطرحة	21	6	7	8	7	/
البازة	18	16	/	2	/	/
ابورقية	7	2	5	/	/	/
الشيخ	3	3	/	/	/	/
ازدو	20	13	7	/	/	/
المجموع	135					

مجموع الأملاح الكلية الذائبة (مكتب الإصحاح البيئي زليتن)

كما قمنا بأخذ 10 عينات من المياه وتم إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية اللازمة لها بمختبر شركة دلتا للخدمات الفنية، (ph,Ec,TDS,TSS,NA,CL,K,M,CA,SO4,HCO3,CO3,NO3,FE) وقد أظهرت نتائج التحاليل التي قمنا بها زيادة في مجموع الأملاح الكلية الذائبة في المناطق المتضررة ppm4110 إلى ppm6904، وكذلك كانت مجموع الأملاح الكلية الذائبة في أدواو (13.3كم،ppm5560)، والسبعة (8.15كم، ppm5240)، ومنطقة سيدي عبدالنور (8كم ،ppm5410) و **ازدو** (4.5كم،ppm4880)، أي أنها غير متباينة عن القراءات للمناطق القريبة من البحر– وقد أخذت العينات من آبار قد ارتفع فيها مستوى سطح الماء في البئر ارتفاعا كبيرا أو يصب الماء من جدار البئر أي من مجرى مائي– وهذا يؤكد أن المياه ليست مياه النهر الصناعي (TDS=1025PPM) وليست مياه الخزان الضحل (ppm1500 .. 3000 ppm؛ إنما هناك مصدر مياه جديد دخل في الخزان الضحل. كما نلاحظ أن الخواص الكيميائية للمياه في وسط المدينة (البازة والجنانات والشيخ) تختلف عن المياه الموجود غرب وجنوب المدينة، ويرجع هذا التباين في القراءات لاختلاط أكثر من مصدر للمياه في وسط المدينة، وكذلك تركيز الكبريتات عالية جدا الذي وصل إلى ppm2800، مما يدل على أنها مياه جوفية عميقة غزت الخزان الضحل للمدينة عبر المجاري المائية (م. علي قنونو).

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

1- التحليل الفيزيائي والكيميائي يُعتبر أحد أهم الطرق لمعرفة مصدر المياه الجوفية. بعد الاطلاع على نتائج التحاليل، وجدنا أن تركيز الكبريتات مرتفع جدًا، حيث وصل إلى ppm2800 ما نسبته 49% من مجموع
الأملاح الذائبة، مما يشير بوضوح إلى أن مصدر المياه هو خزان جوفي عميق. كما أكدت التحاليل الفيزيائية والكيميائية لها في شركة دلتا للخدمات الفنية التي قامت بكاف التحاليل.

مسار الزلازل بين السواحل الليبية والأوروبية غالباً ما ينتج عنه موجات ارتدادية مما يسبب صدع في الاحواض المائية العميقة وظهور المياه الارتوازية بقوة نحو السطح مثلما حدث لمدينة زليتن. علما بانه قد حدثت هزة

- ✓ تشكل الشقوق والفوالق: الهزات الأرضية تتسبب في حدوث تشققات جديدة في القشرة الأرضية أو في توسيع الشقوق والفوالق الموجودة بالفعل. هذه الفوالق والشقوق يمكن أن تشكل مسارات للمياه الجوفية.
- ✓ زيادة الضغط في الخزانات الجوفية: الهزات الأرضية قد تؤدي إلى تغيير في ضغط المياه الجوفية داخل الخزانات. عندما تحدث هذه الهزات، يمكن أن يؤدي الضغط الزائد إلى دفع المياه عبر الشقوق

جدول (4) التحاليل الفيزيائية والكيميائية لمياه منطقة الدراسة

NH4	NO2	FE	NO3	HCO3	CO3	CL	SO4	CA	MG	K	NA	TSS	TDS	EC	PH	Y	X	NO.
-	-	0.02	167	396.5	0	1044	1600	332	257	98.4	900	1900	4110	6850	7.59	14.5053	32.4667	1
-	-	0.06	70.5	501	0	1392	1420	340	288	52.6	958	2050	4580	7630	7.09	14.514	32.4644	2
-	-	0.01	52.5	494.5	0	1043	1240	288	220.8	28.9	845.2	1670	3650	6090	7.45	14.5106	32.4609	3
-	-	0.04	38.9	292.8	0	2330	679	192	197	22.3	1165	1300	5410	9010	7.4	14.5792	32.4182	4
-	-	0	58	335.5	0	1913	870	208	285.6	24.6	1099	1710	4880	8130	7.32	14.6333	32.4443	5
0.92	0.02	-	98.82	396.5	0	2262	1652	448	307.2	48	1350	2400	6728	10350	7.44	14.5473	32.4977	6
0	0	-	94.45	353.8	0	2100	1600	412	256.8	47	1605	2100	5603	8620	7.28	14.5397	32.4882	7
0	0.07	-	183.5	287	0	1050	1890	580	232.8	65	938	2420	3861	5940	7.46	14.5393	32.485	8
3.9	0.016	-	31.8	427	0	1460	2800	480	307.2	74	1743	2480	5688	8750	7.24	14.5464	32.4892	9
0.79	0.445	-	119.9	366	0	2130	1650	340	240	87	1895	1850	5668	8720	7.34	14.548	32.4986	10

المصدر: م. علي قنونو، تقرير غير منشور.

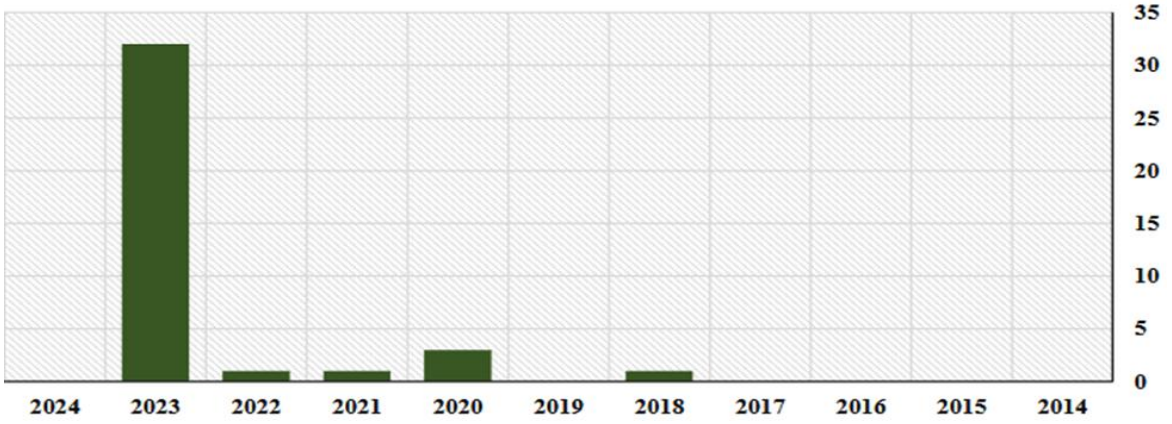
- ✓ تأثير على الأنظمة المائية تحت الأرض: الهزات قد تؤثر في قدرة الصخور على الاحتفاظ بالمياه في الخزانات الجوفية، وخاصة إذا كانت الهزة تضعف أو تكسر الطبقات الصخرية التي تعمل كحواجز للمياه الجوفية. وهذا يمكن أن يسهم في تدفق المياه إلى المناطق السطحية.

ملاحظة: في بعض الحالات، يمكن أن يتسبب ذلك في حدوث ظواهر مثل الينابيع الجوفية المفاجئة أو زيادة في تدفق المياه إلى الآبار، وقد يؤدي إلى تأثيرات بيئية أو تأثيرات على البنية التحتية.

إذن، الهزات الأرضية يمكن أن تؤثر في حركة المياه الجوفية، بما في ذلك دفع المياه إلى السطح عبر الشقوق الجديدة أو المتوسعة في القشرة الأرضية. إذن، الهزات الأرضية يمكن أن تؤثر في حركة المياه الجوفية، بما في ذلك دفع المياه إلى السطح عبر الشقوق الجديدة أو المتوسعة في القشرة الأرضية، وتأكيدا لما حدث في مدينة زليتن حدث ايضاً ارتفاع لمنسوب المياه الجوفية في منطقة بئر الغنم بالرغم من بعد مدينة بئر الغنم عن الساحل، وكذلك وقلة الكثافة السكانية هذه العوامل تؤكد بأن

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

مصدر المياه ناتج عن الحركات التكتونية البطيئة ؛ ويعود ذلك إلى الهزات الزلالية التي تنتج عن ارتدادات زلزالية قوية تصيب الصفائح التكتونية في إعماق الأرض ينتج عنها تدفق المياه من الخزان العميق، ومن خلال الزيارات الميدانية وجدنا أفرادًا من الشركة العامة للمياه والصرف الصحي يقومون بشفط المياه بالمناطق المتضررة من ارتفاع منسوب المياه الجوفية بالمدينة ، وهذه الطريقة غير مجدية في مثل هذه الحالات لأنها مكلفة وإهدار للوقت والجهد والمال، وتم اقتراح منذ الزيارة الأولي بشق ممر مائي حسب طبوغرافية الأرض لانسياب المياه نحو البحر بطريقة سلسة .



شكل (1) زلازل سنوية تقع على بعد 300 كم من مدينة زليتن بقوة تصل 4.5 + - خلال 10 سنوات الأخيرة.

المصدر :https://earthquakelist.org/

حيث أوضحت الدراسات الحقلية التي قامت بها شركات متخصصة (شركة Energoprojekt لسنة 1971) للمنطقة الممتدة من سوق الخميس إلى زليتن عبر منطقة سوق الجمعة بأن الخزانات الجوفية بالمنطقة المدروسة تستقبل تغذية رأسية من الخزان العميق عبر الفوالق التي تصل هذه الخزانات بالخزانات السطحية ، وتحدث هذه التغذية في مواقع الفوالق أو التصدعات فقط ولا تحدث خارجها حيث تمنع الطبقات الطباشيرية الكثيفة الغير منفذة للماء صعود الماء الجوفي للطبقات العلوية ، ويدعم هذه النظرية وجود طبقات الحجر الجيري والطين في الخزان الثلاثي التي تمنع تسرب الماء من الطبقات السفلى إلى الطبقات العليا. وهذا ما تم تأكيده بعمليات ضخ تجريبي لبعض الآبار بالمنطقة.

تحدث عملية التغذية الرأسية في منطقة التصدعات (الفوالق) والتي أثبت وجودها في التقارير والدراسات السابقة حيث بينت إحدى الدراسات وجود صدع (فالق) رأسي يربط بين الخزان الثلاثي والرباعي ويقع قريب من المنطقة المتضررة (شمال شرق سد وادي كعام) وغير محدد بدقة. ولكن أشارت الدراسات إلى وجوده بمنطقة القصبة شمال غرب بلدية زليتن.

حيث أكدت الدراسات على حدوث تجديد لطبقة المياه الجوفية السطحية بشكل رئيسي من خلال التدفق المستمر على طول الصدع، ويبلغ عرض المنطقة المتأثرة بحوالي 2.9 كيلومتر نحو الشمال الغربي لمدينة زليتن.

ويعد وجود هذا الصدع القديم والمثبت بالتقارير العلمية السابقة هو العامل الأساسي لارتفاع منسوب المياه بالخزان الجوفي السطحي للمنطقة المتضررة، بالإضافة إلى أسباب أخرى تم سرد بعض منها أعلاه.

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

ولتفهم مدى تأثير ذلك على ما حدث خلال العام 2023 من نفاد المياه إلى سطح الأرض بشكل مفاجئ وجب البحث عن عوامل أخرى أثرت بشكل سريع ونتجت عنها هذه الظاهرة، وعند مراجعة تاريخ الهزات الأرضية القريبة من المنطقة المتضررة لوحظ وجود شدود في تلك الهزات خلال نفس العام الذي ظهرت فيه المشكلة، وقد يكون لهذا الأمر ارتباط حقيقي بظهور المشكلة بشكل مفاجئ وسريع على الرغم من أن التصدعات المشار إليها قديمة. حيث سجلت عدد (32) هزة أرضية خلال العام 2023 في البحر المتوسط بمسافة لا تزيد عن 300 كيلومتر (تقرير شركة Energoprojekt لسنة 1971).

2- من الملاحظ بان جميع العينات وجد بها نسبة تركيز عالية من الكبريتات(**SO4**)، هذا دليل قاطع بأن مصدر المياه هو الحوض العميق لاحتوائه على الكبريتات، لان هذه النسب لا توجد في المياه الطحلة والقريبة.

3- من خلال الاطلاع على العديد من التقارير والدراسات التي تشير بأن سبب ارتفاع منسوب المياه الجوفية في مدينة زليتن يرجع إلى مياه الصرف الصحي. هذا غير مقبول من الناحية العلمية انفي هذه الفرضية كونها غير واقعية مياه الصرف الصحي موجودة وتم اندفاعها من أسفل بقوة نتيجة لاندفاع المياه الارتوازية بقوة من الحوض العميق وتم اختلاطها بمياه الصرف الصحي.

4- معظم المدن الساحلية يكون فيها نسبة تداخل من مياه البحر نظراً لسحب المياه من الحوض الضحل أو هبوط منسوب المياه الجوفية لا عطاء فرصة لمياه البحر بالتداخل نحو السواحل وسبب ملوحة بعض العينات من منطقة الدراسة يرجع لأخطلتها بمياه البحر.

5- أكد البروفسور هاني السامرائي على أهمية هذه الدراسة، وأكد على صحة فرضية البحث، وهو عالم من العراق وتخصصه جيوكيمياء.

6- أكدت الدكتورة مباركة سعد الغرياني، تخصص الدقيق هيدرولوجيا فرضية البحث، وما وصل من نتائج علمية بخصوص ارتفاع منسوب المياه الجوفية بمدينة زليتن.

7- من أسباب ظاهرة النزر وهي طفح المياه الجوفية على سطح الارض حركة الصفائح القارية التي تتحرك سنويا ونتائج حركتها قد تنجم عنها تصدعات وانكسارات وانهيارات أرضية تجعل المياه الجوفية تنبثق من الأرض وقد تتصل الخزانات الجوفية ببعضها وتخرج المياه منها ارتوازياً (د. الحشاني).

8- قد تنجم عن الحركات التكتونية وطفح المياه الجوفية انهيارات أرضية للمباني والطرق بسبب وجود المياه الغزيرة وميوعة التربة تحت المباني والطرق وأعمدة الكهرباء.

النتيجة المؤكدة لمشكلة ارتفاع منسوب المياه الجوفية يرجع إلى الحركات التكتونية البطيئة وهو السبب الرئيسي لهذه الظاهرة. ومن خلال هذا البحث انفي نفياً قاطعاً فرضية مياه الصرف الصحي وتداخل مياه البحر هي السبب في ارتفاع منسوب المياه الجوفية في زليتن.

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

التوصيات والحلول:

لتجنب الكارثة أو التقليل من آثارها أوصي بعدة توصيات يجب القيام بها في أسرع وقت وبدقة عالية:

ارتفاع منسوب المياه يمكن أن يكون فرصة مهمة لتحقيق التنمية المستدامة إذا تم الاستفادة منه بطرق استراتيجية ومدروسة. إليك بعض الطرق التي يمكن من خلالها الاستفادة من هذه الظاهرة:

1 .**إعادة تدوير المياه وتحسين إدارتها:** يمكن استخدام مياه الفيضانات أو الأمطار الغزيرة في إعادة تدويرها أو تخزينها لاستخدامها في الزراعة أو الشرب في المناطق التي تعاني من نقص في المياه. وإقامة مشاريع زراعية عليها في جنوب مدينة زليتن، واستثمار كل الأراضي الصالحة للزراعة.

2 .**تحسين الزراعة المستدامة:** باستخدام تقنيات الري الحديثة التي تعتمد على جمع وتخزين المياه الزائدة، يمكن تحسين الإنتاج الزراعي في المناطق التي تتأثر بمشاكل الجفاف أو نقص المياه، وبالتالي تقليل الضغط على الموارد المائية.

3. **إعادة تأهيل الأراضي الرطبة:** الأراضي الرطبة تلعب دورًا كبيرًا في الحفاظ على التنوع البيولوجي، وتحسين نوعية المياه والحد من التلوث. يمكن زيادة المساحات الرطبة لتوفير بيئة ملائمة من الأنواع الحيوانية والنباتية في مثل مدينة زليتن.

5 .**تحسين البنية التحتية للمياه:** يمكن استثمار ارتفاع منسوب المياه في تطوير بنية تحتية مستدامة مثل السدود والخزانات التي تخزن المياه للاستخدام المستقبلي، مما يعزز القدرة على التأقلم مع التغيرات المناخية بالمدينة.

6. **التخطيط العمراني المستدام:** تصميم المدن والمناطق السكنية بشكل يراعي ارتفاع منسوب المياه من خلال بناء أنظمة تصريف مياه الأمطار الحديثة وإنشاء حدائق ومناطق خضراء تساعد على امتصاص المياه الزائدة.

7.**إيقاف المجاري المائية القادمة من الغرب:** بالتعميق العرضي في مجرى وادي كعام وضخ المياه للبحر بعد تحديد مسارات مرور المياه وعمقها بدقة.

8.**تعديل وتطبيق التشريعات والقوانين:** فيما يخص تراخيص البناء واستعمالات الأراضي، بما يخدم المخططات الحديثة للمدن.

9.**الاستثمار في التنمية المستدامة:** توطين مشاريع الزيتون، والتين الشوكي، والخوخ، والبرقوق، والمشمش، وغرس فسائل النخيل (المجهول – البرحى) التي ستحدث تنمية حقيقية وسوف يوطن عليها مشاريع صناعية تحولية غذائية بعد خمس سنوات بحلول سنة 2030 كل هذه المشاريع تبدأ بالإنتاج وتحقيق أهداف التنمية المستدامة حسب برنامج الأمم المتحدة (2015–2030).

10. **تعزيز الوعي والتعليم البيئي:** نشر الوعي بين المجتمعات المحلية حول أهمية الاستفادة من المياه الزائدة، وكيفية تنظيم استخدامها بشكل مستدام يمكن أن يساهم في تحقيق استدامة بيئية طويلة الأمد.

باستخدام هذه الاستراتيجيات، يمكن تحويل التحديات المرتبطة بارتفاع منسوب المياه إلى فرص تعزز التنمية المستدامة.

11. عدم وجود شبكة الصرف الصحي زاد من تفاقم الأمر في المحلات المتضررة بالإضافة إلى ذلك هناك عوامل أخرى، ومنها: تداخل مياه البحر من منتصف سبعينيات القرن العشرين وفراغ الخزانات الجوفية نتيجة السحب غير الآمن منذ عقود وذلك أيضا أسهم في حدوث الحركات التكتونية وخروج المياه على السطح إلى جانب استنزاف مياه النهر في الاستخدامات المختلفة. (د. الحشاني).

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

المراجع:

1- العموش هاني، تقرير عن ظاهرة ارتفاع منسوب المياه في مدينة زليتن – ليبيا، جامعة آل البيت، الأردن.

2- الشلطامي أسامة، ارتفاع منسوب المياه الجوفية في مدينة زليتن – مراجعة، قسم علوم الأرض، جامعة بنغازي.

3- قنونو علي، تقرير غير منشور، ظاهرة ارتفاع منسوب المياه مدينة زليتن، المؤسسة الوطنية للنفظ،2024.

4- أمهني واخرون، تأثير المياه الجوفية على الأساسيات والبنية التحتية بمدينة اجدابيا، المجلة الدولية للعلوم والتقنية، كلية الهندسة، جامعة اجدابيا، يوليو، 2022 م.

5-الهيئة العامة للمياه. "تقرير عن مصادر المياه الجوفية بمناطق زليتن–مصراتة–تاورغاء" (1974).

6-الهيئة العامة للمياه. "تقرير عن مصادر المياه الجوفية بمناطق زليتن، 2006 م.

7-الهيئة العامة للمياه. "تقرير عن مصادر المياه الجوفية بمناطق زليتن، 2009 م.

8- الهيئة العامة للمياه. "فرع المنطقة الوسطي 2024م.

9- مباركة الغرياني واخرون، تقرير اولي حول تحديد المناطق التي شهدت نفاذ المياه الجوفية الى سطح الأرض في بلدية زليتن وتحليل العوامل المؤثرة في هذه الظاهرة،2024 م.

1- Gefli, Groupement D. "'Etude Francais En libye Siege Social." Survey for the development of the central wadi zone and Gulf of Sirte 8,1973.

2- Energoprojekt .Wadi Caam Project . Preliminary Report Volume 2..1971

3- (https://mawdoo3.com.2015.الحيارى)