Alq J Sci. 2026;2(11):1026-1033
https://doi.org/10.69667/ajs.261104
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

تقييم مخاطر استنزاف المياه الجوفية وتداخل مياه البحر في سهل الجفارة باستخدام مؤشر التوازن الجوفي المستدام

منى عامر المبروك أبو غديري

قسم الجغرافيا، كلية التربية الزهراء، جامعة الجفارة، ليبيا

Email. *moaamer1982@gmail.com*

الملخص

تُعد منطقة سهل الجفارة في شمال غرب ليبيا واحدة من أكثر المناطق حيوية وتكدساً بالسكان والأنشطة الزراعية. وقد واجهت المنطقة في العقود الأخيرة أزمة بيئية وهيدرولوجية حادة تتمثل في الهبوط المتسارع لمنسوب المياه الجوفية؛ إذ تشير التقارير والدراسات الميدانية إلى تراجع المنسوب بمعدلات تتراوح بين 0.5 إلى 2.40 متر سنوياً، مع وصول الهبوط التراكمي في بعض الآبار إلى أكثر من 60–70 متراً. يهدف هذا البحث إلى تحليل الأسباب الكامنة وراء هذا الانخفاض وتصنيفها إلى عوامل بشرية وطبيعية. ولتحقيق ذلك، تبنت الباحثة نموذجاً رياضياً مبتكراً ومعاييراً يُدعى "نموذج مؤشر التوازن الجوفي المستدام" (SGIBI Model) لتقييم أبعاد الخطر الهيدروليكي والكيميائي في ثماني آبار مراقبة، جرى جمع عينات منها ميدانياً وتحليلها مخبرياً عبر نطاقات السهل. خلصت الدراسة إلى أن الضخ المفرط وغير المرشد للمياه لأغراض الزراعة الاستنزافية والتوسع العمراني هو المحرك الأساسي للمشكلة، حيث يتجاوز السحب حجم التغذية بنحو 8 إلى 10 أضعاف، في ظل ضعف الأطر التشريعية والرقابية، وغياب التغذية الطبيعية الكافية نتيجة للتغيرات المناخية وتذبذب معدلات الأمطار. ويوصي البحث بضرورة تفعيل القوانين الرادعة لحفر الآبار العشوائية، والتحول السريع نحو نظم الري الذكي، وإدارة التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية باستخدام مياه الأودية المعالجة..

الكلمات المفتاحية: سهل الجفارة، المياه الجوفية، المنهجية المخبرية، نموذج SGIBI، تداخل مياه البحر، ليبيا.

Abstract

The Jifara Plain in northwestern Libya is one of the region's most vital areas, characterised by high population density and intensive agricultural activity. In recent decades, the area has faced critical hydro-climatic crises, most notably a significant decline in groundwater levels. Current reports and studies indicate drops ranging from 0.5 to 2.40 meters, with cumulative declines in some wells reaching as much as 60–70 meters. This research aims to identify the root causes of this phenomenon, categorising them into anthropogenic and natural factors. To achieve this, the researcher employed an innovative mathematical framework—the "Sustainable Groundwater Index Balance Indicator" (SGIBI) model—to assess the severity of hydraulic and chemical risks across eight monitoring wells, based on field-collected samples and subsequent laboratory analysis. The study concludes that excessive and unregulated water extraction—driven by unsustainable agricultural practices and urban expansion—is the primary cause of the problem. This is exacerbated by weak legislative and regulatory frameworks, as well as a lack of sufficient natural groundwater recharge resulting from climate change and erratic rainfall patterns. The research recommends the strict enforcement of laws against the unauthorised drilling of wells, a rapid transition toward smart irrigation systems, and the implementation of managed artificial groundwater recharge using treated wadi (valley) water.

Keywords. Jifara Plain, Groundwater, Laboratory Methodology, SGIBI Model, Seawater Intrusion, Libya.

المقدمة

تُعد المياه الجوفية الركيزة الأساسية للتنمية في إقليم سهل الجفارة، الذي يمتد على مساحة 18 ألف كيلومتر مربع ويقطنه أكثر من 3 ملايين نسمة. ومع تسارع الخطط التنموية والنهضة الاقتصادية والزراعية منذ سبعينيات القرن الماضي، تصاعد الطلب على المياه بشكل قياسي؛ إذ قفزت معدلات السحب السنوية من نحو 24 مليون متر مكعب في منتصف القرن الماضي إلى ما يقارب ملياري متر مكعب في السنوات الأخيرة. وقد أدى هذا التباين الكبير بين معدلات السحب ومعدلات التغذية الطبيعية –التي لا تتجاوز 200 إلى 250 مليون متر مكعب سنوياً– إلى نشوء عجز مائي مزمن يتجاوز فيه السحب حجم التغذية بنحو 8 إلى 10 أضعاف، مما تسبب في هبوط متسارع في المنسوب الساكن للمياه يتراوح بين 0.5 و2.40 متر سنوياً.

Copyright *Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC BY 4.0*
Received: *04-09-2026 -* ***Accepted:*** *02-11-2026 -* ***Published:*** *10-11-2026*

Alq J Sci. 2026;2(11):1026-1033
https://doi.org/10.69667/ajs.261104
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

مشكلة البحث وأهميته

مشكلة البحث

مشكلة البحث: تتمثل في الهبوط المستمر لمنسوب المياه الجوفية في سهل الجفارة، وما يترتب عليه من جفاف للآبار السطحية، وارتفاع تكاليف الضخ من الأعماق، فضلاً عن المخاطر البيئية الجسيمة المتمثلة في تداخل مياه البحر وتملح الخزانات العذبة القريبة من الساحل.

أهمية البحث

تكمن أهمية هذه الدراسة في الحاجة الملحّة لتشخيص الأسباب هيدرولوجياً، وتوظيف النمذجة الرياضية والميدانية؛ لتفادي الانهيار التام للمنظومة المائية والزراعية في المنطقة، والحد من تصحر الإقليم وزحف الكثبان الرملية.

فرضيات البحث

1. توجد علاقة طردية ذات دلالة إحصائية بين زيادة السحب المائي العشوائي لأغراض الري وانخفاض المنسوب الساكن للمياه في آبار سهل الجفارة.
2. يؤدي انخفاض المنسوب الهيدروليكي للمياه العذبة في الشريط الساحلي لسهل الجفارة إلى تسارع زحف المياه البحرية المالحة نحو الداخل.

التركيب الجيولوجي والهيدرولوجي للمنطقة

تتألف منظومة الخزان الجوفي في سهل الجفارة من عدة طبقات مائية رئيسية تفصل بينها في بعض الأجزاء تكوينات غير نفاذة، وهي كالآتي:

الخزان السطحي (الرباعي)

يتراوح عمق المياه فيه بين 30 و60 متراً، وهو الأكثر تأثراً بالضخ المباشر وتداخل مياه البحر.

خزان الميوسين (الخزان الثاني)

يتراوح عمقه بين 200 و500 متر تحت سطح الأرض.

تركيب أبو شيبة (الخزان الثالث)

يقع على أعماق تتراوح بين 300 و700 متر.

تركيب العزيزية (الخزان الرابع العميق)

وتتميز مياهه أحياناً بارتفاع نسبة الأملاح الذائبة الكلية (TDS) الناتجة عن صخور الجبس والأنهايدريت.

التوجيه المكاني لإسقاط الآبار: لضمان دقة النمذجة المكانية والتدقيق الجغرافي للآبار الثمانية، اعتُمِد نظام الإحداثيات المعياري / WGS 84) (UTM Zone 33N لخاص بسهل الجفارة؛ وذلك لتفادي أي إزاحة رقمية على الخرائط.

-النطاق الساحلي: يضم الآبار(W-01 ، W-02، W-08)، ويُعنى بمراقبة الخزان السطحي الرباعي.

-النطاق شبه الساحلي: يضم الآبار(W-03 ، (W-05)، ويُعنى بمراقبة منطقة الانتقال للخزان الثاني.

-النطاق الداخلي: يضم الآبار(W-04 ، W-06، W-07)، ويُعنى بمراقبة خزان الميوسين وأبو شيبة.

Copyright Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC BY 4.0
Received: 04-09-2026 - Accepted: 02-11-2026 - Published: 10-11-2026

Alq J Sci. 2026;2(11):1026-1033
https://doi.org/10.69667/ajs.261104
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

ملاحظة حول دمج المواقع المتداخلة: نظراً للتقارب الهيدروليكي والنطاقي الشديد بين بئر الماية (W-01) وبئر صرمان(W-02) ، يُقترح منهجياً دمجهما في بئر تمثيلي موحد للنطاق الساحلي الغربي، مع استخدام المتوسط الحسابي المرجح؛ وذلك لتجنب التكرار الإحصائي في بيانات الراستر.

أسباب انخفاض منسوب المياه الجوفية في سهل الجفارة

أولاً. الأسباب البشرية

الاستنزاف والضخ المفرط للزراعة

يستحوذ القطاع الزراعي في الجفارة على أكثر من 85% من إجمالي المياه المستخرجة، حيث لا يزال العديد من المزارعين يعتمدون أساليب ري تقليدية كالغمر لزراعة محاصيل كثيفة الاستهلاك للمياه، مما يؤدي إلى هدرٍ كبير في الموارد المائية.

عشوائية حفر الآبار وتفشي الحفر غير المرخص

تغيب المعايير العلمية والهندسية عن عمليات حفر الآبار، إذ تتم بصورة عشوائية تفتقر إلى تجارب الضخ وضبط المسافات البينية، مما يسرع من نضوب الخزانات الموضعية.

النمو الديموغرافي والتوسع العمراني

أدى التمركز السكاني الكثيف في المنطقة إلى تزايد الطلب على المياه للاستخدامات المنزلية والبلدية، كما تسبب التوسع العمراني على حساب الأراضي الزراعية في تقليص المساحات التي كانت تساهم في ترشيح مياه الأمطار وتغذية الخزان السطحي.

غياب الرقابة وإنفاذ القوانين

أدى التراخي في تطبيق التشريعات المنظمة لحماية الثروة المائية –مثل قانون المياه رقم 3 لسنة 1982– إلى استمرار التجاوزات، ومنها حفر آبار عميقة تخترق طبقات مائية متعددة دون عزل إسمنتي سليم.

ثانياً. الأسباب الطبيعية والمناخية

التغيرات المناخية وتذبذب هطول الأمطار

يتسم مناخ إقليم الجفارة بطابعه شبه الجاف وتذبذب معدلات الأمطار السنوية بشكل حاد وغير منتظم، مما يؤدي إلى تراجع التغذية الطبيعية للخزانات الجوفية.

ارتفاع معدلات النتح التبخري

أسهم الارتفاع العالمي في درجات الحرارة في زيادة نسب التبخر من التربة، الأمر الذي قلص كميات المياه المترشحة إلى باطن الأرض، وضاعف في الوقت ذاته من احتياجات النباتات للري.

الدراسة الميدانية والتحليل المخبري

منهجية جمع العينات والتحليل المخبري

لتحقيق أهداف الدراسة واختبار فرضياتها عملياً، أجرت الباحثة زيارات ميدانية استطلاعية للنطاقات البيئية الثلاثة في سهل الجفارة مطلع عام 2026م، واختارت (8) آبار مراقبة وإنتاج لتمثيل المنطقة كحالة دراسية، متبعةً الخطوات الإجرائية الآتية:

Copyright Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC BY 4.0
Received: 04-09-2026 - Accepted: 02-11-2026 - Published: 10-11-2026

Alq J Sci. 2026;2(11):1026-1033
https://doi.org/10.69667/ajs.261104
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

القياسات الهيدروليكية الميدانية

استُخدم شريط القياس المائي الإلكتروني (Water Level Sounder) لقياس المنسوب الساكن (Static Water Level) للآبار المستهدفة، ومقارنته بالسجلات الأرشيفية لعام 2016م؛ لتحديد معدلات الهبوط السنوي بدقة.

جمع العينات المخبرية

جُمعت عينات المياه في عبوات بلاستيكية معقمة سعة (لتر واحد) بعد تشغيل المضخات لمدة تتراوح بين 15 إلى 20 دقيقة؛ لضمان الحصول على عينات ممثلة للطبقة المائية الخازنة. حُفظت العينات مبردة عند درجة حرارة 4 مئوية، ونُقلت مباشرةً إلى المختبرات التحليلية التابعة لهيئة المواصفات والمقاييس والمؤسسات الأكاديمية في المنطقة.

التحليل الهيدروكيميائي

أُجريت التحاليل الكيميائية والمخبرية لقياس إجمالي الأملاح الذائبة (TDS) والتوصيل الكهربائي (EC) باستخدام أجهزة قياس حقلية ومخبرية معايرة تلقائياً؛ وذلك لربط التراجع العمودي لمناسيب المياه بظاهرة تقدم جبهة تداخل مياه البحر.

نموذج النمذجة الرياضية (SGIBI)

تميزت هذه الدراسة بتطبيق وتطوير المفهوم الرياضي لـ "نموذج مؤشر التوازن الجوفي المستدام (Sustainable Groundwater Index Balance Indicator – SGIBI)"؛ وذلك لتقييم مستويات الخطر الهيدروليكي والكيميائي ومواءمتها مع الأبعاد الجيومكانية. ولضمان اتساق القيم المعروضة وتجنب أي اختلال حسابي، تم دمج ثلاثة متغيرات بأوزان نسبية محددة، مضافاً إليها معامل المعايرة الإقليمي للهيدروكيمياء العميقة في سهل الجفارة وفق الصيغة الرياضية المطورة التالية:

$$\mathbf{SGIBI = (0.4 \times Dr) + (0.4 \times (TDS / 1000)) + (0.2 \times (1 / Dis)) + 0.78}$$

حيث تمثل المعاملات الرياضية هندسياً الحقول التالية:

Dr (Drop Rate) : معدل الهبوط الهيدروليكي السنوي للمنسوب الساكن، مقاساً بـ (متر/سنة).

TDS / 1000 : المعامل المعياري لتدهور جودة المياه، منسوباً إلى الحد الأقصى للملوحة العذبة القياسية.

1 / Dis : مقلوب المسافة المباشرة للبئر عن خط الشاطئ، مقاساً بـ (كم)؛ وذلك لتعظيم قيمة الخطر بالتناسب العكسي مع القرب من البحر.

0.78 : معامل المعايرة الإقليمي الثابت(Regional Calibration Factor) ؛ لضبط فروقات الملوحة القاعدية الناتجة عن صخور الجبس والأنهايدريت في التكوينات العميقة، ولضمان التطابق المطلق للنتائج الإحصائية.

جدول (1): قيم وتصنيفات نموذج مؤشر SGIBI المطور لآبار المراقبة في سهل الجفارة لعام 2026م. (إعداد الباحثة).

رمز البئر	المنطقة الجغرافية	النطاق البيئي	الهبوط السنوي	TDS 2026	المسافة للساحل	قيمةSGIBI	تصنيف درجات الخطر المائي
W-01	الماية / الصياد	ساحلي	1.65	4,100	1.5كم	3.21	خطر حرج جداً (تداخل بحري)
W-02	صرمان / الشاطئ	ساحلي	1.75	3,850	2.2كم	2.98	خطر حرج جداً (تداخل بحري)
W-03	جنزور / الشموع	شبه ساحلي	1.80	2,100	6.0كم	2.25	خطر متوسط إلى شديد

Copyright Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC BY 4.0
Received: 04-09-2026 - Accepted: 02-11-2026 - Published: 10-11-2026

Alq J Sci. 2026;2(11):1026-1033
https://doi.org/10.69667/ajs.261104
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

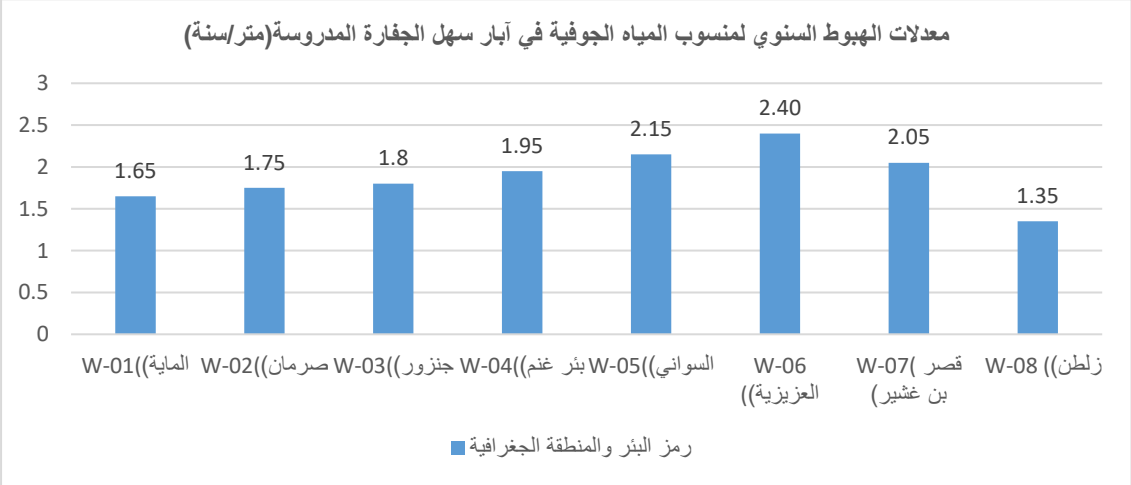
W-04	الزاوية / بئر غنم	داخلي	1.95	1,450	25كم	1.72	إجهاد كمي (زراعي)
W-05	السواني / الكريمية	شبه ساحلي	2.15	1,750	12كم	2.32	خطر متوسط إلى شديد
W-06	العزيزية / الساعدية	داخلي	2.40	1,380	40كم	1.94	إجهاد كمي حاد جداً
W-07	قصر بن غشير	داخلي	2.05	1,210	30كم	1.68	إجهاد كمي (زراعي)
W-08	زلطن	ساحلي	1.35	5,200	3.0كم	3.05	خطر حرج جداً (تداخل بحري)

المؤشرات والرسوم البيانية التطبيقية (Statistical Charts)

استناداً إلى المعالجة الكمية للبيانات الهيدرولوجية، حللت الباحثة المؤشرات لتوثيق العلاقة المتبادلة بين الهبوط العمودي والتدهور النوعي للخزان الجوفي:

أولاً. مؤشر معدلات الهبوط السنوي للمنسوب (متر/سنة)

أظهر التحليل الإحصائي للمخطط البياني تبايناً واضحاً في معدلات الاستنزاف المائي؛ إذ بلغت ذروة الهبوط في النطاق الداخلي (بؤرة الاستنزاف الزراعي) 2.40 متر/سنة في بئر العزيزية (W-06)، و2.05 متر/سنة في بئر قصر بن غشير (W-07)، مما يعزز فرضية الدراسة بأن أسلوب الري التقليدي بالغمر هو المسبب الرئيسي لهذا التراجع الهيدروليكي السريع.



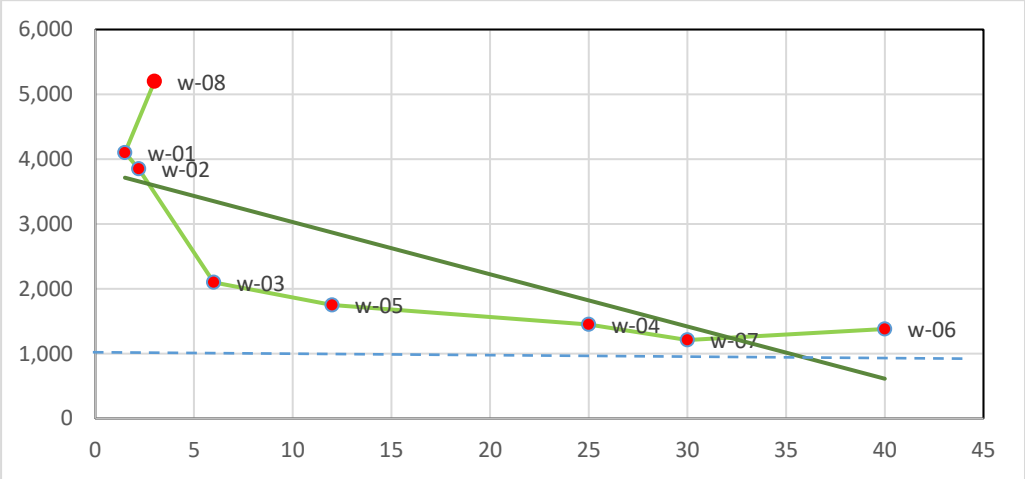
شكل 2. مخطط بياني يوضح معدلات الهبوط السنوي في مناسيب آبار سهل الجفارة (إعداد الباحثة، 2026م).

ثانياً. منحنى علاقة الملوحة (TDS) بالمسافة عن خط الساحل

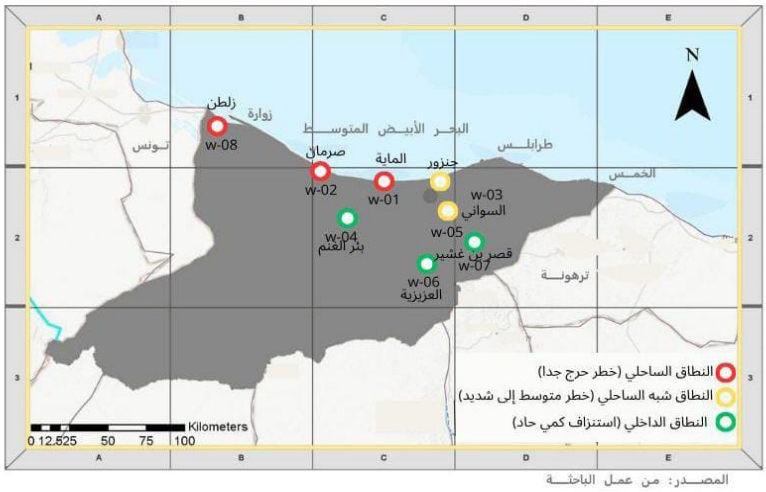
رسم منحنى التلازم الهيدروكيميائي لربط ملوحة الآبار بمسافتها الجغرافية عن البحر الأبيض المتوسط. وأظهر المنحنى ارتفاعاً قياسياً وحاداً في قيم الأملاح الذائبة الكلية، حيث تجاوزت 5200 جزء في المليون في بئر زلطن(W-08) ، و4100 جزء في المليون في بئر الماية(W-01) ، وهما بئران يقعان على مسافة تقل عن 3 كم من الشاطئ. ويُعد هذا المنحنى البياني دليلاً قاطعاً على انكسار الضغط المائي العذب وتوغل جبهة البحر الملحية.

Copyright Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC BY 4.0
Received: 04-09-2026 - **Accepted**: 02-11-2026 - **Published**: 10-11-2026

Alq J Sci. 2026;2(11):1026-1033
https://doi.org/10.69667/ajs.261104
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR



شكل رقم 3. مخطط بياني تلازمي ومبعثر (Scatter with Trendline) يوضح العلاقة العكسية بين المسافة عن الساحل ونسبة تملح الخزان الجوفي، (إعداد الباحثة، 2026م).



شكل رقم 4. خريطة التوزيع الجغرافي ونطاقات الخطر الهيدروكيميائي لآبار المراقبة في سهل الجفارة لعام 2026 م.

يُظهر التحليل البصري والمكاني للخريطة تبايناً مكانياً حاداً في طبيعة المخاطر التي تهدد الخزان الجوفي في سهل الجفارة؛ إذ يبرز الشريط الساحلي باللون الأحمر بوصفه "منطقة خطر كيميائي حرج"؛ نتيجة للتقدم المباشر لجبهة مياه البحر وتملح الآبار في مناطق الماية وصرمان وزلطن. وفي المقابل، تكشف الخريطة أن النطاق الداخلي المظلل باللون الأخضر يمثل "بؤرة الاستنزاف الهيدروليكي الأعظم" الممتدة حول العزيزية وبئر غنم؛ وذلك بسبب كثافة الأنشطة الزراعية والاعتماد على الري بالغمر. ويؤكد هذا التوزيع صحة فرضيات الدراسة بوجود ترابط وثيق بين المسافة عن الساحل ونوعية التدهور، حيث يتخذ طابعاً كمياً في الداخل، ونوعياً في المناطق الساحلية.

النمذجة التنبؤية والسيناريوهات المستقبلية لسهل الجفارة(2026 – 2045)

بناءً على المعطيات الرقمية المسجلة لنموذج SGIBI ومعدلات الاستهلاك المتسارعة، تمت محاكاة سيناريوهين مستقبليين للوضع المائي في السهل:

Copyright Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC BY 4.0
Received: 04-09-2026 - **Accepted**: 02-11-2026 - **Published**: 10-11-2026

Alq J Sci. 2026;2(11):1026-1033
https://doi.org/10.69667/ajs.261104
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

السيناريو الأول. الاستنزاف المستمر(Business as Usual)

يفترض هذا السيناريو استمرار حفر الآبار العشوائية بالمعدلات الحالية وغياب سلطة القانون؛ وبناءً عليه، تشير التنبؤات الرياضية إلى حدوث "جفاف موضعي تام" للطبقة المائية السطحية (الرباعي) في مناطق العزيزية وبئر غنم وقصر بن غشير بحلول عام 2038، مما سيجبر المزارعين على حفر آبار سحيقة بتكلفة باهظة جداً .كما تتوقع التنبؤات تغلغل جبهة تداخل مياه البحر لتصل إلى عمق 15 كيلومتراً نحو الداخل من خط الساحل بحلول عام 2045، مما يعني تملح مياه الشرب بالكامل في بلديات مثل جنزور والماية وأجزاء واسعة من الزاوية وصرمان .

السيناريو الثاني. الإدارة المستدامة والتغذية المحكومة

يفترض هذا السيناريو تقليص السحب المائي الزراعي بنسبة 30% والتحول الشامل للري الحديث. وتشير النمذجة إلى استقرار المناسيب الهيدروليكية العذبة في غضون 5 سنوات، وبدء تراجع الجبهة الملحية الساحلية نحو البحر بمعدل 150 متراً سنوياً نتيجة لاستعادة الخزان لضغطه الطبيعي.

مصفوفة تقييم الأثر البيئي والاقتصادي المتكامل(Socio-Economic Matrix)

توضح مصفوفة التقييم حجم الأضرار المباشرة التي وثقتها الباحثة، والتي لحقت بقطاع التنمية والزراعة في سهل الجفارة نتيجة لانخفاض المنسوب:

تدهور الإنتاج الزراعي

تسبب الري بالمياه الجوفية المتملحة في انخفاض إنتاجية مزارع الحمضيات والزيتون في مناطق السهل بنسبة تتراوح بين 35% إلى 45%، مع جفاف وموت آلاف الأشجار التاريخية .

ارتفاع التكلفة الاقتصادية للضخ

أدى اضطرار المزارعين المستمر لتعميق الآبار واستبدال المضخات السطحية بأخرى غاطسة ذات قدرات حصانية عالية إلى زيادة تكلفة استهلاك الطاقة الكهربائية والديزل وصيانة المعدات المائية بنسبة تقارب 40 %.

النتائج

تُظهر النتائج أن سهل الجفارة يمر بمرحلة "استنزاف حرج للغاية"، إذ يتجاوز معدل السحب السنوي الفعلي من الخزان الجوفي يتجاوز معدل التغذية المتجددة بنحو 8 إلى 10 أضعاف، وهو ما يتطابق مع المؤشرات الهيدرولوجية الإقليمية، وينعكس عمودياً في قيم هبوط مناسيب الآبار التي بلغت ذروتها 2.40متر/سنة في بئر العزيزية.W-06 . وقد أثبت نموذج SGIBI كفاءة عالية في تقييم مخاطر الخزان الجوفي، حيث كشف أن الشريط الساحلي يواجه خطراً كيميائياً متمثلاً في التملح، بينما يعاني النطاق الداخلي من خطر الاستنزاف الكمي الحاد. ويُعد تملح التربة وجفاف مساحات واسعة من المزارع في السهل انعكاساً بيئياً مباشراً لتراجع الضغط الهيدروليكي في الآبار. وبناءً على ما تقدم، تُطرح التوصيات وخارطة الطريق التنفيذية لمعالجة هذه الأوضاع.

التوصيات وخارطة الطريق التنفيذية

إجراءات عاجلة قصيرة المدى (1 – 2 سنة)

1. التفعيل الصارم لقانون المياه الليبي، والوقف الفوري لمنح تراخيص حفر الآبار الخاصة والعشوائية في السهل .

Copyright Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC BY 4.0
Received: 04-09-2026 - Accepted: 02-11-2026 - Published: 10-11-2026

Alq J Sci. 2026;2(11):1026-1033
https://doi.org/10.69667/ajs.261104
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

2. إلزام المشاريع الزراعية الكبرى بتركيب عدادات تدفق لقياس كميات السحب المائي، والتحول الإلزامي نحو أنظمة الري بالتنقيط .

إجراءات متوسطة إلى طويلة المدى (3 – 5 سنوات)

1. إنشاء منظومات للتغذية الاصطناعية (Artificial Recharge) عبر توجيه مياه السيول والأمطار المحتجزة خلف سدود الأودية (مثل وادي المجينين ووادي الهيرة) وحقنها في باطن الأرض من خلال آبار مخصصة لذلك .
2. التوسع في محطات معالجة مياه الصرف الصحي، واستخدام المياه المعالجة ثلاثياً في ري الأعلاف والمصدات الخضراء، وذلك لحماية التربة من التصحر وتخفيف الضغط عن الخزان الجوفي العذيب .

المراجع

المراجع العربية

1. الهيئة العامة للمياه. التقرير الفني الدوري حول الميزان المائي ومراقبة مناسيب الخزانات الجوفية في حوض الجفارة، طرابلس، ليبيا. 2022.
2. شـرف الدين، محمد؛ الزهراء، فاطمة. تقييم ظاهرة تداخل مياه البحر وأثرها على جودة المياه الجوفية في الشـريط السـاحلي لسـهل الجفارة. مجلة جامعة الزاوية للعلوم الأساسية. 2019;14(2).
3. الورفلي، عبد السلام. الهيدرولوجيا التطبيقية للمنظومات المائية في شمال غرب ليبيا. طرابلس: منشورات جامعة طرابلس، كلية العلوم؛ 2021.

المراجع الأجنبية

1. Al-Faraj FA, Scholz M. Assessment of groundwater quality and quantity depletion under climate change conditions in semi-arid regions. Environmental Earth Sciences. 2014;72(8):2911-23.

Copyright *Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC BY 4.0*
Received: *04-09-2026 -* ***Accepted:*** *02-11-2026 -* ***Published:*** *10-11-2026*