مجلة ساحل المعرفة للعلوم الإنسانية والتطبيقية
Sahel Almarifah Journal of Humanities and Applied Sciences
تصدر عن الاكاديمية الليبية فرع الساحل الغربي
المجلد الثاني–عدد خاص-S1
الصفحات (E-373 - E-366)

Study of Groundwater Depletion Caused by Agricultural Activities in the Murzuq Region Using Remote Sensing Techniques

Fouzi Abu Al.qasim Almakhzoom[1],. Omar Ahmed Sharif[2] , Wejdan Abu Al.qasim Almakhzoom[3]
Libyan Center for Environmental Studies, Research, and Technology, Sabratha, Libya
Department of Environmental Sciences, Faculty of Environment and Natural Resources, Wadi Al-Shati University, Brak Al-Shati, Libya
Department of Environmental Sciences, Faculty of Environment and Natural Resources, Wadi Al-Shati University, Brak Al-Shati, Libya
w.makzom@wau.edu.ly

دراسة استنزاف المياه الجوفية بواسطة الزراعة في منطقة مرزق باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد

فوزي أبوالقاسم المخزوم ، عمر أحمد الشريف,. وجدان أبوالقاسم المخزوم

[1] المركز الليبي لدراسات وبحوث وعلوم تكنولوجيا البيئة، صبراتة، ليبيا.
[2] علوم البيئة، كلية البيئة والموارد الطبيعية، جامعة وادي الشاطئ، براك الشاطئ، ليبيا.
[3] علوم البيئة، كلية البيئة والموارد الطبيعية، جامعة وادي الشاطئ، براك الشاطئ، ليبيا.

Abstract

The Murzuq region, specifically in the area between Ghadduwah and Traghan. The research adopts a descriptive-analytical approach utilizing remote sensing techniques through the analysis of Landsat 5 satellite imagery for the years 1990, 2002, and 2017. The results reveal a steady expansion of agricultural land, reaching its peak in 2017 with an increase of 6.09% compared to earlier periods. This expansion has exerted significant pressure on the non-renewable groundwater aquifer in the study

Keywords: Groundwater, Water Depletion, Remote Sensing, Murzuq, Agricultural Activity

الملخص

تناول هذا البحث تحليل ظاهرة استنزاف المياه الجوفية الناتجة عن التوسع في النشاط الزراعي بمنطقة مرزق، وبالتحديد في النطاق الواقع بين غدوة وتراغن. وقد اعتمدت المنهجية البحثية على تقنيات الاستشعار عن بُعد من خلال تحليل بيانات صور القمر الصناعي Landsat 5 لثلاث فترات زمنية متمثلة في الأعوام 1990، 2002، و2017، بهدف رصد التغيرات في استخدامات الأراضي الزراعية.

أوضحت النتائج وجود نمو متدرج في الرقعة الزراعية خلال فترة الدراسة، حيث بلغ أعلى مستوى له في عام 2017 بنسبة زيادة قدرها 6.09%، وهو ما أسهم في زيادة الضغط على الخزان الجوفي غير المتجدد، مما يعكس تفاقم معدلات الاستنزاف المائي في المنطقة المدروسة.

الكلمات الدالة: المياه الجوفية، الاستنزاف المائي، الاستشعار عن بعد، مرزق، النشاط الزراعي.

المقدمة

تعد المياه الجوفية في ليبيا المورد الرئيسي للحياة، حيث تساهم بنحو 95% من الاستهلاك العام. ويعد حوض مرزق في الجنوب الغربي من أهم هذه الخزانات بمساحة تبلغ 350 ألف كم²، إذ يمثل خزانا استراتيجيا للمياه في المناطق الجنوبية الصحراوية، ويغذي العديد من الأنشطة الزراعية والتنموية، خاصة في مناطق سبها ومرزق ووادي الشاطئ، ويقع الحوض في الجنوب الغربي من البلاد، ويمتد على مساحة واسعة داخل بيئة جافة وشبه جافة تتسم بندرة الأمطار وارتفاع معدلات التبخر، مما يجعل الاعتماد على المياه الجوفية أمرا أساسيا لتلبية الاحتياجان الزراعية والسكانية، إلا أن التوسع الزراعي العشوائي أدى إلى استنزاف خطير للمستويات المائية، مما جعل من الضروري دراسة هذه الظاهرة ومراقبة حالة الغطاء النباتي لضمان استدامة الموارد، حيث يعتبر استغلال المياه الجوفية بصورة استنزافية من الخطورة الشديدة على الخزانات الجوفية غير المتجددة لتأثيرها على المستويات المائية حيث أن الزراعة ترتبط ارتباطا وثيقا بموارد المياه حيث يتوقف نمط الزراعة والإنتاج الزراعي واستصلاح أراضي جديدة من سنة لأخرى يزيد الطلب على المياه في القطاع الزراعي وشهدت العقود الأخيرة توسعا ملحوظا في النشاط الزراعي داخل نطاق الحوض، خاصة مع استخدام أنظمة الري الحديثة مثل الري المحوري، الأمر الذي أدى إلى زيادة معدلات الضخ من الأبار الجوفية لتوفير المياه اللازمة من المحاصيل ورغم أهمية هذا التوسع في دعم الأمن الغذائي وتحقيق التنمية المحلية، إلا أنه تسبب في استنزاف تدريجي للمخزون المائي، خصوصا أن مياه الحوض تعد من المياه الأحفورية القديمة ذات معدلات التجدد البطيئة جدا أو شبه المنعدمة، ويترتب على الاستنزاف المستمر للمياه الجوفية عدة أثار بيئية واقتصادية، من أبرزها انخفاض مناسيب المياه في الأبار وزيادة تكاليف الضخ نتيجة الحاجة إلى الحفر لأعماق أكبر، إضافة إلى احتمالية تدهور نوعية المياه وازدياد ملوحتها في بعض المناطق، كما أن استمرار السحب الجائر دون إدارة رشيدة قد يهدد استدامة النشاط الزراعي مستقبلا ويؤثر في خطط التنمية الزراعية بالمنطقة.

حيث بينت العديد من الدراسات أن التغير في الرقعة الزراعية يعد مؤشرا مباشرا على الضغط الواقع على الخزان الجوفي حيث أن زيادة المساحات المزروعة تعني زيادة عدد الابار، وارتفاع الطلب على مياه الراي، واستمرار تشغيل المضخات لفترات أطول، وفي المقابل قد يظهر تحليل التغيرات تقلصا في بعض المناطق الزراعية وهو ماقد يرتبط بانخفاض منسوب المياه أو زيادة ملوحتها، أو ارتفاع تكاليف استخراجها مما يدفع بعض المزارعين إلى هجر الراضي الزراعية. وتقدر كمية المياه المستغلة بواسطة المشاريع الزراعية في منطقة مرزق 63 مليون متر مكعب في السنة وتقدر كمية المياه المستغلة بالمزارع الخاصة

317متر مكعب في السنة وفق تقرير الوضع المائي في ليبيا، وتختلف المساحات المروية من مكان إلى آخر وتأتي منطقة سبها في المرتبة الثانية نتيجة لتوفر المياه الحوفية بها ومن مشروعاتها وادي الشاطئ ومرزق ووادي الحياة.

أصبحت تقنيات الاستشعار عن بعد من الأدوات الفعالة في دراسة الموارد المائية ومراقبة التغيرات البيئية، لما توفره من بيانات مكانية وزمنية دقيقة تغطي مساحات واسعة وبتكلفة أقل مقارنة بالطرق التقليدية، وتستخدم صور الأقمار الصناعية في تقييم أثر النشاط الزراعي على المياه الجوفية من خلال متابعة التغير في استخدامات الأراضي وتحديد المساحات الزراعية المستحدثة، ورصد كثافة الغطاء النباتي خاصة في المناطق الصحراوية التي يصعب فيها الاعتماد على القياسات الحقلية وحدها، مما يجعلها عنصرا أساسيا في دراسة الإدارة المستدامة للمياه، وفي المناطق الصحراوية يمكن أن يكشف أيضا عن تحولات جيومرفولوجية مصاحبة للاستغلال المفرط للمياه، مثل تراجع الكثبان الرملية، أو انكشاف التكوينات الصخرية.

منطقة الدراسة ومنهجية العمل

- أُجريت هذه الدراسة بهدف تحليل ظاهرة استنزاف المياه الجوفية الناتج عن الأنشطة الزراعية في المنطقة المدروسة الواقعة جنوب غرب ليبيا، بين منطقتي غدوة وتراغن، والتي تمتد على مساحة إجمالية تُقدَّر بـــ (1562198.40 هكتار). واعتمدت الدراسة على تقنيات الاستشعار عن بُعد كأداة علمية ومنهجية لتقييم التغيرات المكانية والزمانية في استخدام الموارد المائية، وذلك من أجل تطوير فهم دقيق للظاهرة واقتراح حلول مستدامة للحد من استنزاف المياه الجوفية في المنطقة.

- **الأدوات:** تجميع الصور الفضائية لمنطقة الدراسة وذلك لفترات زمنية مختلفة و المتمثلة في صورة فضائية لمنطقة الدراسة سنة (1990، 2002، 2017) ملتقطة بواسطة القمر الصناعي، استقطاع منطقة الدراسة من الصور الاصلية، تطبيق الخطوات اللازمة للتصنيف للصور المستقطعة بالتصنيف الموجه للصورة باستخدام برنامج Erdas imagine وذلك للحصول على المعلومات واستخراج بالطرق الصحيحة.

- **المعالجة:** تم تطبيق التصنيف الموجه (Supervised Classification) باستخدام برنامج **Erdas Imagine** لتقسيم المنطقة إلى 4 أصناف رئيسية: (مناطق مزروعة، مناطق جبلية، مناطق صخرية، مناطق رملية) حيث تم الاعتماد على هذه الأصناف الأربعة لمعرفة التغيرات من حيث الزيادة أو النقصان في هذه الأصناف والفروق في هذه السنوات بينهما وربطها باستنزاف المياه الجوفية، تعد عملية التصنيف الموجه (Supervised Classification) باستخدام برمجية Erdas Imagine واحدة من أدق التقنيات الجيومعلوماتية المتبعة لتحليل الغطاء الأرضي وتحويل الصور الفضائية الخام إلى خرائط موضوعية ذات دلالات بيئية واضحة. تعتمد هذه المنهجية بشكل أساسي على بناء "بصمة طيفية" (Spectral Signature) لكل صنف من الأصناف الأربعة المختارة، وذلك من خلال تحديد مناطق تدريب (Training Areas) تمثل بدقة كلاً من: المناطق المزروعة، المناطق الجبلية، المناطق الصخرية، والمناطق الرملية. ومن ثم يقوم البرنامج، عبر خوارزميات إحصائية متقدمة مثل (Maximum Likelihood)، بتعميم هذه الخصائص على كامل منطقة الدراسة، مما يتيح استخراج مساحات دقيقة لكل صنف على حدة.

- **عرض وتحليل النتائج**

- من خلال تحليل الصور المصنفة للأعوام الثلاثة، تم التوصل للنتائج التالية:

الصنف	نسبة المساحة (1990)	نسبة المساحة (2002)	نسبة المساحة (2017)	اللون
المناطق المزروعة	0.46%	0.46%	6.55%	
المناطق الجبلية	59.30%	51.74%	37.76%	
المناطق الصخرية	29.79%	44.17%	52.81%	
المناطق الرملية	10.44%	3.62%	%0	

تحليل التغيرات:

- **النمو الزراعي:** لم تحصل زيادة في مساحة الأراضي الزراعية من سنة 1990 إلى سنة 2002 وذلك يمكن أن يكون بسبب عدم وجود أي أنشطة زراعية في تلك الفترة، وهناك زيادة في الأراضي الزراعية سنة 2017 بمقدار 6.09% ويمكن أن يفسر هذا التوسع على زيادة الزراعة الاستثمارية، كما يفسر ذلك وجود استنزاف للمياه الجوفية حيث كان عدد الآبار المحفورة للأغراض الزراعية في منطقة الدراسة 85 بئر بناء على (تقرير الوضع المائي هيئة المياه - سبها 2006) ويؤدي استنزاف المياه الجوفية إلى آثار بيئية أهمها الأثار الاقتصادية فضلا عن الآثار الاجتماعية المتمثلة في تملح المياه.

- **التغير الجيومورفولوجي:** هناك تناقص في مساحة الأراضي الرملية بمقدار 6.82% واختفاء الأراضي الرملية سنة 2014 ويمكن ان يفسر ذلك بسبب حدوث عمليات التعرية التي تسببها حركة الرياح حيث أن هذه الرمال كانت تغطي بعض المناطق، وهناك زيادة في مساحة الأراضي الصخرية من سنة 1990 إلى 2002 بنسبة 14.38% ومن سنة 2002 إلى 2017 بنسبة 8.01% وذلك بسبب ان المناطق الصخرية كانت مغطاة بالرمال وتعرضت للرياح وعوامل التعرية حيث سبب هذا في زيادة المناطق الصخرية كما قد يكون هذا مؤشرا على تدهور بعض الأراضي وفقدانها إلى خصائصها الزراعية أو الرسوبية، الأمر الذي أدى إلى بروز التكوينات الصخرية بشكل أكبر في الصور الفضائية.

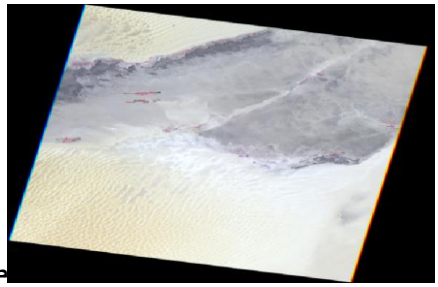
- **المناطق غير المستغلة:** وجود مناطق زراعية غير مزروعة سنة 2017 بنسبة 1.37 % وهي من المناطق التي كانت مزروعة في السنوات المدروسة وهو مايدل على توقف بعض الأنشطة الزراعية بسبب انخفاض الإنتاجية، أو ارتفاع تكاليف الضخ، أو تراجع مناسيب المياه الجوفية، أو عزوف بعض ملاك تلك الدوائر الزراعية عن الاستمرار في الزراعة، ويعد هذا المؤشر من الدلالات المهمة على أن التوسع الزراعي لم يكن دائما مستداما، بل واجه تحديات مرتبطة بندرة المياه وارتفاع تكلفة استغلالها.
- **الخلاصة والتوصيات**

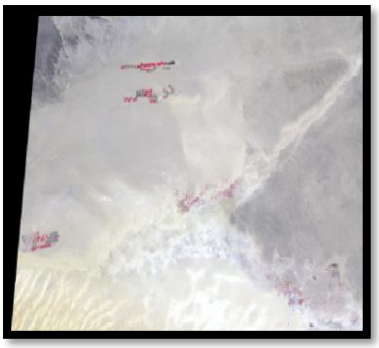
الخلاصة:

أكدت نتائج الدراسة أن تقنية الاستشعار عن بعد تمثل أداة فعالة في رصد وتحليل التغيرات البيئية المرتبطة باستنزاف المياه الجوفية، لما توفره من قدرة على متابعة التغير المكاني والزمني في استخدام الأراضي والغطاء الأرضي بدقة مناسبة وبتكلفة أقل من الممسوحات التقليدية، وأثبتت وجود علاقة طردية بين التوسع الزراعي غير المنظم وهبوط منسوب المياه الجوفية، مما أدى لآثار بيئية واقتصادية سلبية مثل تملح المياه، كما بينت النتائج أن هذا التوسع الزراعي غير المنظم أدى إلى ضغط متزايد على الخزان الجوفي، خاصة أن المنطقة تعتمد على موارد مائية محدودة وغير متجددة.

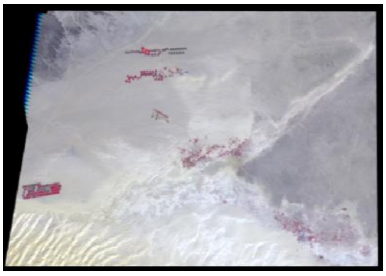
التوصيات:

- إيقاف عمليات الحفر العشوائي للآبار وخصوصا بعد زيادة انخفاض منسوب الماء داخل الحوض الجوفي الذي قد تقابله أخطار بيئية متعددة حيث يؤدي السحب الجائر الذي يتجاوز معدلات التغذية الطبيعية (Natural Recharge) إلى مخاطر بيئية متعددة، منها تدهور نوعية المياه نتيجة تداخل الجبهات الملحية، وفقدان الضغط الارتوازي، وصولا إلى ظاهرة الهبوط الأرضي (Land Subsidence) الناتجة عن انضغاط الطبقات الحاملة للمياه.
- ضرورة متابعة ومراقبة الآبار باستمرار عن طريق دعم الشبكة البيزومترية لمعرفة مستوى المياه في جميع الآبار ومعدلات هبوطها لغرض اتخاذ القرار الصحيح وربطها بقاعدة بيانات رقمية تحدث باستمرار، بما يسمح بتتبع معدلات الهبوط السنوي، والكشف المبكر عن المناطق الأكثر تعرضا للاستنزاف، واتخاذ القرارات المناسبة.
- ترشيد استخدام المياه في القطاع الزراعي حيث يعد القطاع الزراعي كبر المستهلكين للمياه الجوفية وذلك من خلال التحول إلى نظم الري الحديثة وكما ينصح بتنظيم مواعيد الري لتجنب ساعات الذروة وارتفاع درجات الحرارة التي تزيد من معدلات التبخر.
- زراعة المحاصيل ذات الاستهلاك المائي المنخفض وذات مورد اقتصادي مرتفع مثل محاصيل القمح والشعير بالإضافة إلى انها محاصيل موسمية يتم زراعتها في فصل الشتاء
- نشر التوعية بين المزارعين وتنبيههم بأخطار الاستغلال المفرط للمياه وتشجيع التحول من الري بالغمر إلى أنظمة الري الحديثة (كالري بالتنقيط أو الرذاذ) والري التكميلي، والتي تضمن تقليل الفاقد المائي (Water Loss) وتعظيم كفاءة استخدام المياه لكل وحدة إنتاجية.

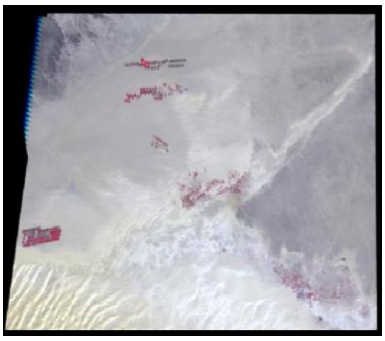

صورة كاملة لمنطقة الدراسة



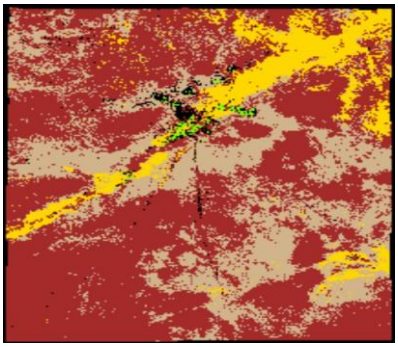
صورة فضائية مقتطعة للمنطقة المدروسة سنة 1990



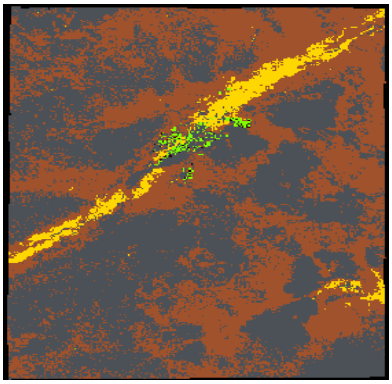
صورة فضائية مقتطعة للمنطقة المدروسة سنة 2002



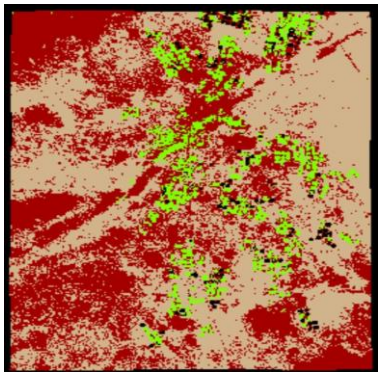
صورة فضائية مقتطعة للمنطقة المدروسة سنة 2017



صورة مصنفة تصنيف موجه لمنطقة الدراسة سنة 1990



صورة مصنفة تصنيف موجه لمنطقة الدراسة سنة 2002



صورة مصنفة تصنيف موجه لمنطقة الدراسة سنة 2017

المراجع

-الاخضري عبد السلام، عبد الحميد حسن (2008). الانعكاسات البيئية لاستنزاف المياه الجوفية ببعض مناطق حوض مرزق الجوفي.

-غومة مصطفى خالد، جحا العادي مصطفى (2012). اعداد قاعدة بيانات جغرافية لاحتمالية قابلية الأوساط المائية الجوفية للتلوث في شمال غرب ليبيا باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية، جامعة طرابلس _ كلية الأداب

-الطنطاوي محمد عطية (.(2018 موارد المياه في ليبيا، قسم الجغرافيا، معهد البحوث والدراسات الافريقية، جامعة القاهرة.

Massoud, E. C., liu, Z., Shaban, A., @ El Hage, M. (2021).groundwater Depietion Signals in the Baqaa Plain, Lebanon: Evidencefrom GRACE and Sentinel.

-Scanlon, B. R., Longuevergane, L. Long, D.(2020) Ground referencing GRACE satellite estmates of groundwater storage changes in the Color ado River Basin, USA.

-Shaki, A.A., @ Adeloye, A. J., (2022). Mathematical modellling of effects of Irawan irrigation project water abst rac tionns on the Murzuq a quifer systems in Libya. Journal of Arid Environments.