مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية
المجلد (5)، العدد (1) (يونيو-2019)

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

بعض الآثار البيئية للتنمية بمنطقة وادي الشاطئ، جنوب غرب ليبيا

فاطمة ناجم شيبة، ابوعزوم عبدالقادر ابوعزوم، عبد السلام محمد المثناني*، عائشة رمضان محمد

قسم علوم البيئة، كلية العلوم الهندسية والتقنية، جامعة سبها، ليبيا

*البريد الإلكتروني: almathnani@yahoo.com

Some Environmental Impacts of Development in Wadi Al Shati Area, Southwest Libya

Fatima N. Shiba, Abu Azoum A. Abu Azoum, Abdul Salam M. Al Muthanani*, and Aisha R. Mohammed

Department of Environmental Sciences, Faculty of Engineering and Technical Sciences, Sebha University, Sebha, Libya.

Received: 28 February 2019; Revised: 29 March 2019; Accepted: 12 May 2019

الملخص

أجريت هذه الدراسة لتقييم بعض الآثار البيئية للتنمية على النظام البيئي بمنطقة وادي الشاطئ، تم تقدير مؤشرات تدهور النظم البيئية بفعل بعض الأنشطة البشرية، حيث اتضح ان تنفيذ برامج التنمية أدت إلى تزايد تعداد سكان المنطقة ليصل أعلى معدلات نمو (4.8%) سنة 1984 ثم انخفض إلى أن وصل في تعداد 2006 معدل نمو قدره (1.32%)، مما أدى إلى الضغط على الموارد البيئية بشكل كبير، وصاحب ذلك بعض المشاكل البيئية كاستنزاف المياه وتدهور شديد لبساتين النخيل بسبب هبوط مناسيب المياه الجوفية نتيجة للسحب الكبير لمياه الآبار, وكذلك تغير في تركيبة الغطاء النباتي الطبيعي وقلة تنوعه (0.85 – 0.97 حسب مقياس سمبسون للتنوع) في الأودية المدروسة والذي يعزى لقلة الأمطار والسيول ونتيجة لتسرب مياه الصرف الزراعي وفرط استخدام المخصبات الزراعية، إضافة إلى ارتفاع مستوى الماء الأرضي مما أدى إلى تدهور وتملح الترب بالمنطقة. حيث وجد أن 64.80% من عينات الترب المدروسة متأثرة بالملوحة حيث كان 30.8% منها ملحية و34.00% ملحية صودية، كما أبرزت نتائج هذه الدراسة التغيرات النوعية التي طرأت على المياه الجوفية مقارنة بنتائج سنوات سابقة الا أنها لا تزال ضمن الحدود المسموح بها، باستثناء عنصر الحديد الذي وصل أعلى تركيز له (2.9 مجم/لتر) والذي يفوق الحدود المسموح بها حسب المواصفة الليبية (0.3 مجم/لتر). وتوصي الدراسة بضرورة رصد الآثار البيئية للمشاريع التنموية القائمة وتقييم الآثار البيئة لمشاريع التنمية المستقبلية.

الكلمات الدالة: الأثار البيئية، الغطاء النباتي، مياه جوفية، تملح الترب، وادي الشاطئ، ليبيا.

Abstract

This study was conducted to evaluate the environmental impacts of development on the ecosystem in the Wadi Shatii region. The findings showed that the development programs lead to an increase in the population of the region, where the highest population growth rate (4.8%) was in 1984, resulting in a growth rate of (1.32%), which resulted in a great effect on environmental resources, such as water depletion and low diversity (0.85-0.97 according to Simpson's diversity scale) due to lack of rainfall. However, the results of this study also showed qualitative changes in groundwater compared to previous years but remained within the permissible limits, except for Fe which reached the highest concentration (2.9 *mg/l*) and exceeded the Libyan permissible limits (0.3 *mg/l*). The results showed that 64.80% of the soil is affected clearly with salts and the rest is salty, whereby 30.8% was saline soils. Meanwhile, 34.00% was classified as sodic saline soil. The study recommends the necessary to assess the environmental impacts of future development projects.

Keywords: *Environmental Impacts, Vegetation, Ground water, Saline soil, Wadi Shatii, Libya.*

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

1. المقدمة

تقع منطقة وادي الشاطئ في القسم الشمالي من حوض مرزق ويمتد الوادي بشكل طولي بين خط طول 13 إلى 15 شرقاً, في حين يمتد من الشمال إلى الجنوب بين دائرتي عرض 27' 20° و 39' 27° ويبلغ طوله 200 كم تقريبا من الشرق إلى الغرب وبعرض يتراوح بين 8 كم إلى 20 كم ويصل ارتفاعه في بعض الأماكن الى 400 متر فوق سطح البحر (أبو لقمة والقريزي، 1995). وترتبط منطقة وادي الشاطئ ارتباطا وثيقا ببقية المناطق شمالا وجنوبا الأمر الذي جعل المنطقة أكثر انفتاحا وتفاعلا مما كان له الأثر الكبير على استقرار المشروعات والخدمات وتنميتها في الاقليم وبالتالي على استقرار السكان وزيادة عددهم نتيجة لذلك (الاجواد، 2008). ويرجع استقرار السكان في وادي الشاطئ لعدة خصائص من أهمها الموقع ووفرة المياه الجوفية ومظاهر السطح والتربة وبعض الخصائص البشرية مثل النشاط الزراعي الذي يمارسه السكان منذ القدم وطرق المواصلات والنواحي الاجتماعية والادارية كل ذلك ساهم في إيجاد سبل الحياة في هذا الاقليم الصحراوي، كما تجدر الاشارة إلى أن هناك خصائص أخرى كان لها دور سلبي في هذا الجانب كالظروف المناخية القاسية. ومن المتعارف عليه ان اغلب الأنشطة الاقتصادية تتطلب قدراً من الاستخدام للموارد الطبيعية؛ ومن ثم، فإنها تترك حتمياً بصمة على النظم البيئية. وقد وصل الاستخدام الجائر للموارد الطبيعية نقطة لا تستطيع عندها العديد من النظم البيئية إصلاح نفسها أو الحفاظ على استدامتها.

وتتجلى مظاهر التنمية بشكل واضح في منطقة وادي الشاطئ كنتيجة طبيعية لتزايد النمو السكاني وما تبعه من نمو اقتصادي مؤكدا على الاستمرارية التاريخية للدور الوظيفي للمنطقة وما تقدمه من خدمات سواء من المدن المركزية أو من القرى الصغيرة التي نشأت حول عيون المياه على امتداد مأتي كيلومتر عبر الوادي (الاجواد، 2008). بالرغم من ظروف الجفاف في المنطقة وقلة الموارد المائية إلا أن تعداد السكان تزايد في منطقة الدراسة بشكل ملفت. كان عدد السكان في منطقة الدراسة حوالي 15,870 نسمة حسب أول تعداد علم 1954م (جدول 1), ثم ازداد العدد إلى حوالي 18,723 نسمة في تعداد 1964م بنسبة زيادة بلغت حوالي 17.9% وبمعدل نمو قدره 1.6% وفي تعداد 1974م تزايد عدد السكان إلى 27,178 نسمة, بلغت نسبة الزيادة 45% وبمعدل نمو قدره 3.7% واستمرت الزيادة لتصل إلى 46,956 نسمة بعد عشرة سنوات اخرى بنسبة زيادة قدرها 72% مسجلة بذلك أعلى نسبة زيادة ثم في عام 1995م بلغ تعداد السكان في المنطقة 64,869 نسمة واستمر التزايد في عدد السكان ليصل إلى 78,563 نسمة حسب آخر تعداد في عام 2006م. ومن المتوقع أن يرتفع تعداد السكان في منطقة وادي الشاطئ ليصل إلى 99,937 نسمة بحلول عام 2030م.

إن تزايد السكان بالمنطقة أدى إلى الضغط على الموارد البيئية بشكل كبير, فحاجة السكان إلى السكن والمنشآت الادارية والخدمية والطرق أدت إلى الزحف العمراني على الأرض الزراعية وبتزايد السكان تزداد الحاجة للإنتاج فيعمل الإنسان على تكثيف العمليات الزراعية وهو ما يجهد التربة، كما إنه بزيادة أعداد الحيوانات يزداد الضغط ويصل أشده ويتناقص الغطاء النباتي ويترك الأرض عرضة لعوامل التعرية وتظهر الكثبان الرملية وتفقد الأرض قدرتها الانتاجية، هذا وتعمل زيادة السكان على زيادة الطلب على المساكن والمنشآت والطرق وهذا يؤدي إلى زحف العمران على ما حوله من أراضي زراعية.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

جدول .1 تغير عدد السكان في منطقة الدراسة*

سنة التعداد	عدد السكان (نسمة)	معدل النمو (%)	مقدار الزيادة (نسمة)	نسبة الزيادة (%)
1954	15,870	-	-	-
1964	18,723	1.6	2853	17.9
1974	27,178	3.7	8455	45.15
1984	46,956	5.4	19778	72.7
1995	64,869	2.9	17913	38.14
2001	72,576	1.87	7707	11.8
2006	78,563	1.32	5987	8.24
2012	79,000	0.09	437	0.55

* www.tedad-libya.info

وتشير العديد من الدراسات السابقة الى انه خلال العقود الأخيرة ازداد عدد الآبار غير الارتوازية. كما ازداد استخدام مضخات سحب المياه بشكل مكثف الأمر الذي أثر على المخزون المائي وبدأ يتناقص عندما زاد استغلال المياه في الاقليم عن طاقة المخزون، إلى جانب أن 90% من المياه بصفة عامة تهدر جراء تسرب المياه من الآبار الارتوازية والابار العادية (فنماب، 1985). ونتيجة لهذا الاستغلال السيئ للمياه في الاقليم اختفت ظاهرة العيون الجارية في كثير من المناطق. وتعد مشكلة هبوط منسوب المياه الجوفية وزيادة ملوحتها من المشاكل الخطيرة التي تواجه عمليات التنمية الزراعية والرعوية في وادي الشاطئ وتزداد الخطورة في ظل معدلات منخفضة جدا لسقوط الامطار والزيادة المضطردة في معدلات سحب المياه الجوفية (عويدات، 2008).

في السبعينات من القرن العشرين وبعد تحسن الأحوال المعيشية اتجه السكان إلى حفر مزيد من الآبار وزاد التوسع في الأراضي الزراعية ولكن بعد نمو القطاعات الأخرى ولا سيما القطاع الخدمي وما وفره من فرص عمل وظيفي أدى إلى اهمال النشاط الزراعي وانعدم التحكم في المياه مما أدى إلى اغداق الأراضي الزراعية وتحولت إلى اراضي تنمو فيها نباتات وحشائش ضارة كالقصبة والديس وتحولت إلى اراضي ملحية. وتنشأ مشكلة تملح الترب بسبب فعالية ونشاطات الإنسان عن طريق إضافة ماء الري دون الاهتمام بأساليب الإدارة الصحيحة للسيطرة على تجمع الأملاح، حيث تعتبر مياه الري مصدر للأملاح ومن ثم تتحول هذه الترب إلى صورة غير ملائمة لنمو أغلب المحاصيل بفعل وجود الأملاح الذائبة (عائشة، 2008). وتهدف هذه الدراسة لتقييم الآثار البيئية للتنمية في منطقة وادي الشاطئ من خلال تقييم وتحليل الغطاء النباتي والوضع المائي بالمنطقة.

2. المواد والطرق

1.2. دراسة الغطاء النباتي (Vegetation Cover)

تمت دراسة مجتمع النباتات عن طريق معرفة وتحليل الغطاء النباتي للمنطقة باستخدام طريقة المربع المرسوم التي طبقت على عدد 24 مربع مرسوم موزعة على أربعة مواقع من الوادي وبمساحة (5×5 م^2) وهذه الطريقة ملائمة لدراسة الغطاء النباتي في المناطق الصحراوية الجافة (شلتوت، 2002). وتم تقدير الصفات الكمية للنباتات من خلال معادلات لحساب كل من الوفرة النباتية والكثافة والتردد والتنوع الحيوي كالآتي:

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

الوفرة (Abundance) (نبات/مربع) = $\frac{\text{عدد الافراد التابعة للنوع}}{\text{عدد المربعات التي وجد فيها النوع}}$ ..... (1)

الكثافة (Density) (نبات/م^2) = $\frac{\text{عدد الافراد التابعة للنوع}}{\text{عدد المربعات التي وجد فيها النوع} \times \text{مساحةالمربع}}$ ..... (2)

التردد (Frequency) (%) = $\frac{\text{عدد المربعات التي يتواجد فيها لنوع}}{\text{العدد الاجمالي للمربعات المدروسة}} \times 100$ ..... (3)

التنوع (Diversity):

تم حساب التنوع النباتي للأنواع النباتية حسب معامل سمبسون للتنوع كالآتي:

$$c = 1 - \sum \left[\frac{ni(ni-1)}{N(N-1)}\right]^2 \quad \text{..... (4)}$$

2.2. التحليل الكيميائي لعينات المياه في منطقة الدراسة

تم جمع عينات المياه من آبار توزيع مياه الشرب في المنطقة والمتمثلة في 7 آبار رئيسية (اشكدة, براك, آقار, محروقة, قطة, برقن, ادري) وتجهيزها للتحليل الكيميائي حيث قدر فيها كل من الإيصالية الكهربية (EC) و الاملاح الذائبة الكلية (TDS) الكلوريد (Cl) و الكالسيوم (Ca) والماغنيسيوم (Mg) والصوديوم (Na) والبوتاسيوم (K) و الحديد (Fe) وذلك حسب الطريقة المذكورة في (Standard Methods ,1978).

3.2. تحليل التربة

تم جمع عينات التربة من مناطق مختلفة من منطقة الدراسة حيث جمعت طبقة القشرة للتربة وهي التي تظهر فيها أثار الملوحة بوضوح ويكون لونها ابيض نتيجة ترسب الأملاح علي السطح، اما بالنسبة للتربة التي ملوحتها غير ظاهرة على السطح فقد تم أخذ العينات من الطبقة السطحية و العميقة (0-30سم، 30-60سم، 60-90سم). تم استخدام عجينة التربة المشبعة في قياس الإيصالية والأس الهيدروجيني باستخدام جهاز pH & conductivity meter .

3. النتائج و المناقشة

1.3. الغطاء النباتي

من خلال دراسة بعض النظم البيئية المتمثلة في الأودية والعيون اتضح وجود مجموعة من العوامل التي تؤثر في تكوين وطبيعة وكثافة الغطاء النباتي في تلك المواقع, ثلاثة من المواقع المدروسة كانت تمثل بيئة الوادي والموقع الرابع كان يمثل بيئة العيون المائية الارتوازية، وقد كان النبات الأكثر شيوعاً في جميع المواقع هو نبات الأثل بنسبة 87.5%، ويليه نبات السمار بنسبة ثبوت 33.3% وكان نبات الطلح منخفض الثبوت بنسبة قدرها 25% وتناقص أعداده يرجع لزيادة ضغط الاحتطاب الجائر. كما يظهر نبات العقول بأقل نسبة ثبوت 20.8% نتيجة لما يتعرض له من ممارسات الرعي الجائر.

اختلفت طبيعة تركيب الغطاء النباتي بالمنطقة نتيجة لاختلاف نسيج ونوع التربة في المواقع المدروسة ففي التربة الرملية الناعمة في الوادي الأول (وادي ققم) تمكن النبات من تثبيت جذوره فيها ربما لذلك نرى تغطية كبيرة جداً لنبات الاثل, وعند

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

سقوط الأمطار تكون الظروف ملائمة لتواجد مجموعة من النباتات الحولية التي جلبت السيول بذورها من المزارع المتاخمة حيث تكون هذه المياه محملة ببقايا النباتات والمواد العضوية والبذور لتستقر في منتصف الوادي بجانب الطريق الرئيسي وعند تطبيق قانون سمبسون للتنوع كان مقدار التنوع يساوي 0.86، ونجد في الوادي الثاني (وادي آقار) تناقص كبير للغطاء النباتي والذي قد يعزى لعامل التعرية الريحية, حيث لوحظ قلة سمك قطاع التربة وظهور الصخور المعراة، فاقتصرت النباتات على أنواع قليلة جداً على جانبي الوادي متمثلة في شجيرات الضمران والأثل بكثافة قليلة جداً, ولم يسجل نبات الطلح والسمار والعقول أي تواجد داخل المربعات المدروسة في هذا الموقع بينما كان لنبات الأثل تردد في كل المربعات المدروسة بوفرة 2 نبات للمربع الواحد أما نبات الضمران فسجل ثبوت بمقدار 83% ووفرة 1.8 نبات في المربع لتكون قيمة التنوع تساوي 0.85، وعند تحليل الظروف والعوامل التي قد تكون مؤثرة في نوع الغطاء النباتي في وادي تاروت وجد أن الوادي يعاني من تدهور شديد نتيجة تركز الأملاح فيه والتي كان مصدرها مياه الصرف الزراعي التي تصل إليه من المزارع القريبة مما سبب في كثافة نبات الأثل والسمار كدليل على ملوحة التربة والذي كان واضحاً من خلال القشور الملحية التي كانت تغطي معظم مساحة الوادي, كما أن اتساع مساحة بطن الوادي أدت إلى بروز عامل التعرية الريحية الذي أزال التربة نهائياً في بعض المواقع وأصبحت عبارة عن صخور مكشوفة. واقتصر تواجد نبات الأثل والسمار فقط في أطراف الوادي حيث بينت نتائج المربعات المرسومة أن كل من النوعين سجل نسبة ثبوت 100% في المربعات المدروسة بوفرة 4.16 عدد نبات/مربع لنبات الأثل و 3.16 عدد نبات/مربع لنبات السمار لتكون قيمة التنوع في هذا الوادي 0.86.

نوع النظام البيئي في الموقع الأخير كان مختلف عن المواقع الأولى, حيث أنه كان يمثل بيئة العيون المائية الارتوازية وهي بيئة ذات تغطية نباتية جيدة نظراً لتوفر المياه والمادة العضوية وتواجد النباتات والأشجار كأشجار النخيل والطلح والذي كان له دور في تلطيف درجة الحرارة في هذا الموقع إلا أنه هو الآخر يعاني من تدهور بيئي شديد وتغير في تركيبته النباتية والذي ربما يكون بسبب الفائض من المياه والذي يزيد عن حاجة التربة والنبات, فمن خلال شهادة سكان المنطقة أن عملية التحكم في مياه الري كان لها أثر جيد في التوازن الذي كان قائم في هذه البيئة في السابق فكانت اشجار النخيل والطلح وبعض النباتات الحولية التي تتكيف مع الظروف الصحراوية متواجدة بوفرة في هذا الموقع بجانب المحاصيل الزراعية والخضراوات ولكن نتيجة للإهمال والتسيب والممارسات الزراعية الخاطئة أدت إلى تغدق التربة الناتج من كميات المياه الكبيرة المهدرة مما أدى إلى ظهور الحشائش الضارة كنبات الديس والسمار والقصبة والتي تنافس الأشجار والنباتات الطبيعية التي كانت متواجدة في هذا الموقع, وبالرغم من ذلك نجد أن الجانب الغربي لهذا الموقع والذي لا تصل إليه كميات ضخمة من المياه ونوع التربة فيه رملية يختلف عن مستنقع الجهة الشرقية في احتوائه على أشجار الطلح المعمرة ونبات العقول في حين تميز الجانب الشرقي بكثافة عالية لنبات الأثل 0.16 نبات/م^2 وبنسبة ثبوت 50% وكانت الوفرة 4 نبات/مربع ونبات السمار بنسبة ثبوت 33.3% وكثافة 0.14 نبات/م^2 وكانت وفرة نبات السمار 1.16 نبات/المربع, اما أشجار الطلح كانت بوفرة 2.16 نبات/مربع وكثافته 0.17 نبات/م^2، بينما كثافة نبات العقول بلغت 0.38 نبات/م^2 لتكن بذلك قيمة التنوع 0.97.

ان تواجد نباتات معينة في بيئات لم تكن موجودة بها من قبل أو أنها لا تعتبر من خصائصها هو من دلائل التدهور البيئي وإن التوسع في الزراعة المروية وسوء تصريف المياه الزائدة والفائضة عن حاجة النباتات المزروعة أدى الى ظهور مشكلة انتشار الملوحة في تلك المناطق ولسوء الحظ فإن الأودية المدروسة تقع قريبة جداً من مناطق صرف هذه الأراضي الزراعية الأمر الذي ادى

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

لتناقص النباتات الطبيعية للوادي كالطلح وظهور نباتات أخرى وسيادتها مثل نبات الأثل والعقول والديس والقصبة والضمران والسمار, من هنا يمكن القول أن الوضع العام يشير إلى وجود تدهور في النظم البيئية المدروسة والذي يدل عليه تغير التركيبة النباتية الخاصة بالأودية, وعند مقارنة هذه الأودية الثلاثة المدروسة بأودية أخرى بعيدة عن النشاطات البشرية مثل وادي أمهات الطلح ووادي زقزة نجد أن التركيبة النباتية الخاصة بتلك المنطقة لم تتغير بنفس الدرجة وإنما لازالت تزخر بأنواع متعددة من النباتات الصحراوية الطبيعية (قدر، 2013). والذي يعتبر نظام الوادي هو البيئة المناسبة لنموها, ولم تتعرض هذه الأودية إلى التملح بالدرجة التي تتعرض لها الأودية في موقع الدراسة فتلك الأودية تتلقى المياه من الجريان السطحي من المناطق الجبلية القريبة أو من الهطول القليل للأمطار ولكنها تضم نباتات تتأقلم وتتكيف مع ظروف الجفاف حيث يعتبر عامل الجفاف هو العامل المحدد بينما في منطقة الدراسة نجد تضافر لعدة عوامل أبرزها الملوحة وانخفاض منسوب المياه الجوفية جراء تنفيذ برامج التنمية بشكل غير مدروس وما ترتب عليه من تدهور بيئي حاد إلى جانب عامل الجفاف كعامل طبيعي.

جدول .2 يوضح وفرة وكثافة وتردد وتنوع النباتات في المواقع المدروسة من منطقة وادي الشاطئ

الموقع	التنوع	النوع النباتي	وفرة	كثافة (نبات/م^2)	ثبوت (C%)
الأول	0.86	*Tamaris Articulate* الاثل	4.16	0.166	100
		Juncus Acutus السمار	3.16	0.126	100
الثاني	0.97	*Tamaris Articulate* الاثل	4	0.16	50
		Juncus Acutus السمار	1.16	0.14	33.3
		Acacia Radiana طلح	2.16	0.173	50
		Alhagi Graecorum عقول	3.16	3.88	33.3
الثالث	0.85	*Tamaris Articulate* الأثل	2.00	0.09	100
		Tragamum Mudatum. ضمران	1.8	0.07	83
الرابع	0.87	*Tamaris Articulate* الأثل	5.83	0.23	100
		Acacia Radiana طلح	0.83	0.06	50
		Alhagi Graecorum عقول	2.6	0.21	50

2.3. كمية ونوعية المياه الجوفية

1.2.3. كمية المياه الجوفية بمنطقة الدراسة

يقع حوض مرزق في جنوب غرب ليبيا و تغطى مساحته 350,000 كم^2 وهو من اكبر الاحواض المائية، حيث اشارت العديد من الدراسات على ندرة التغذية او انعدامها في هذا الحوض (Elssaidi and Aishah, 2012). وبالاطلاع على نتائج تقارير سابقة حول مستوى المياه الجوفية في الفترة من عام 1972م وحتى عام 1999م في 18 بئراً (Shaki *et al.*, 1999) اتضح أن جميع الآبار المدروسة تعاني هبوطاً واضحاً وبمعدلات سنوية مختلفة في مستوي المياه الجوفية. ولقد تراوح معدل الانخفاض السنوي في منسوب المياه الجوفية ما بين 0.3 م/سنة إلى 3.06 م/سنة وبمعدل 1.02 م/سنة, حيث كان معدل الانخفاض عاليا في آبار مشروع اشكدة, وأم الجداول, ووادي الأربل والتي هي مناطق مستغلة زراعياً وبصورة مكثفة حيث كانت المعدلات السنوية

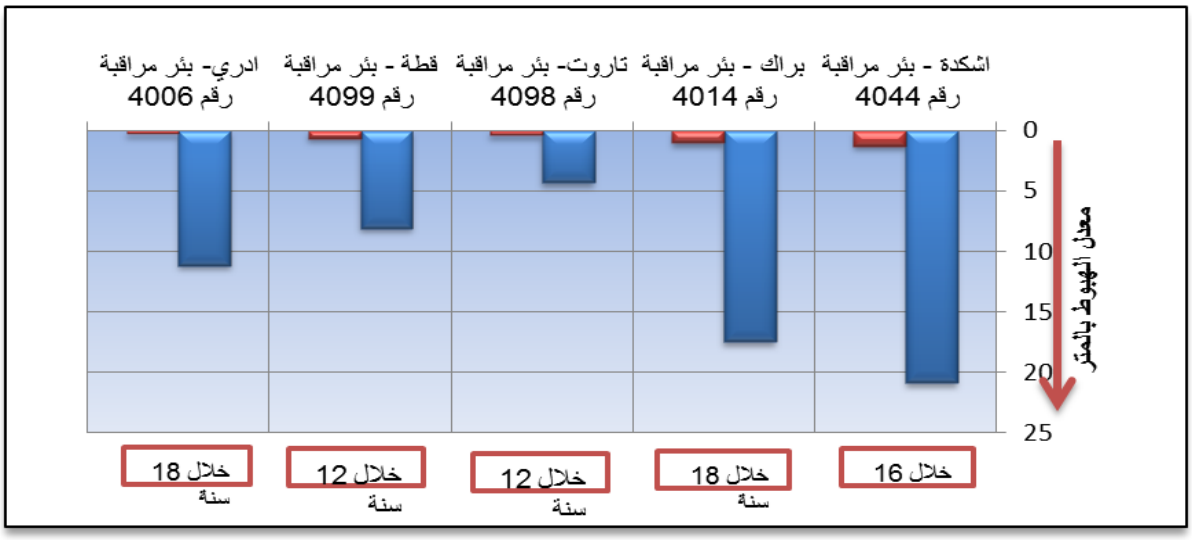
ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

للانخفاض 2.65 م/سنة و 1.78 م/سنة و 1.5 م/سنة على التوالي, في حين أن اقل انخفاض كان في بئر تاروت بمعدل 0.3 م/سنة خلال الفترة 1979–1999م حيث كان الارتفاع 47.85م في عام 1979 وانخفض إلى 54.36م في عام 1999م. وهذا الانخفاض الحاد لمستويات المياه الجوفية في وادي الشاطئ ناتج عن السحب المتواصل و غير المرشد للمياه من الخزانات الجوفية بغرض استغلالها.

جدول 3. هبوط منسوب المياه الجوفية في بعض آبار المراقبة بمنطقة وادي الشاطئ

المنطقة	العمق (م)	منسوب الماء الساكن (م)		معدل الهبوط الكلي (م)	الفترة بالسنوات	معدل الهبوط السنوي (م)	معدل الهبوط النسبي (م) في 2005م
اشكدة – بئر مراقبة رقم 4044	430	7.33	13.54	20.87	16	1.30	39.07
براك – بئر مراقبة رقم 4014	33	8.20	25.68	17.48	18	1.03	37.08
تاروت– بئر مراقبة رقم 4098	128	47.85	52.15	4.3	12	0.38	9.62
قطة – بئر مراقبة رقم 4099	88	9.24	1.15	8.09	12	0.67	17.47
ادري– بئر مراقبة رقم 4006	606	12.20	1.04	11.16	18	0.26	19.47

وقد اوضح تقرير الوضع المائي في ليبيا الصادر عن الهيئة العامة للمياه 2006م أن المشاريع الزراعية في منطقة الدراسة تستهلك حوالي 50 مليون متر مكعب من المياه موزعة على 64 بئراً, وتستهلك المزارع الخاصة حوالي 270 مليون متر مكعب من المياه سنوياً كما هو موضح بالجدول (4).



شكل 1. حجم هبوط منسوب المياه الجوفية في بعض آبار المراقبة بمنطقة الدراسة

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

جدول 4. كميات المياه المستهلكة في المزارع الخاصة بوادي الشاطئ (مليون م^3/سنة)*

الموقع	المساحة المروية (هكتار)	الاستهلاك
تامزاوة	3,042	46.26
برقن	2,610	39.69
إدري	4,257	64.74
أشكدة	2,322	35.30
محروقة	1,521	23.13
ونزريك	1,530	23.26
براك	2,448	37.23
الاجمالي	17,730	269.63

* المصدر :الهيئة العامة للمياه 2006م.

أما المياه المستغلة للأغراض الحضرية بمنطقة وادي الشاطئ فتبلغ حوالي 8 مليون م^3/السنة ويقدر عدد الآبار المحفورة لهذا الغرض بحوالي 44 بئراً يستغل اغلبها الطبقة السطحية وهي ذات ملوحة عالية وغير ملائمة للشرب الأمر الذي يستوجب حفر آبار عميقة. كما تقدر كميات المياه المفقودة نتيجة تآكل رؤوس الآبار الارتوازية بحوالي 20 مليون متر مكعب سنوياً وبهذا يكون إجمالي استهلاك المياه في منطقة وادي الشاطئ حوالي 360 مليون م^3/سنة (تقرير الهيئة العامة للمياه، 2006).

من الآثار السلبية الواضحة لهبوط مناسيب المياه الجوفية هو حدوث تدهور شديد لبساتين النخيل في المنطقة بعد جفافها بسبب هبوط منسوب المياه الجوفية بها أو نتيجة للإهمال المتعمد لهذه البساتين بقصد التخلص من الأشجار بعد موتها لتحويل الأراضي الزراعية إلى مناطق سكنية بعد التوسع العمراني في المنطقة, فقد اختفى بستان للنخيل تبلغ مساحته حوالي 3,200 م^2 في منطقة آقار, والأمر ذاته في منطقة براك القديمة والتي كانت إلى وقت قريب واحة خضراء من النخيل والأشجار تبلغ مساحتها حوالي 3,370 م^2 تقريباً وهي الآن من أبرز المؤشرات التي تدل على التدهور الذي يمر به الغطاء النباتي في منطقة الدراسة.

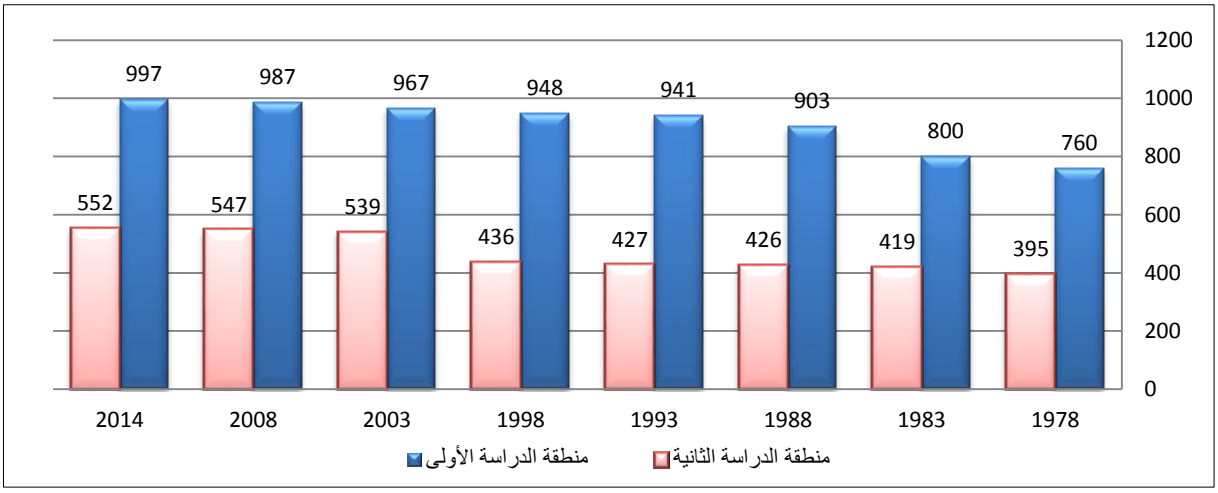
2.2.3. نوعية المياه الجوفية بمنطقة الدراسة

بالرجوع للخريطة الجيولوجية لوادي الشاطئ نجد أن التكوين الجيولوجي لكل من المنطقة الشرقية بداية من منطقة أشكدة إلى منطقة قطة تختلف عن المنطقة الغربية بداية من برقن حتى ادري ، كذلك تختلف أعماق الآبار المدروسة في كلا المنطقتين (Alhaddad, 2004)، وبسبب هذا التباين الواضح في قيم تركيزات ايونات العناصر في المنطقة الشرقية من الوادي عنها في المنطقة الغربية والذي نتج عن الاختلاف بين الطبقات على امتداد الوادي أدى إلى وجود مدى ثانوي يقع غرب بلدة قطة وشرق مدينة برقن يفصل ما بين هاتين المنطقتين (الهيئة العامة للمياه، 1984) عليه تم تقسيم منطقة الدراسة إلى منطقتين, منطقة شرق الوادي وتشمل أشكدة، براك, آقار, محروقة و قطة, ومنطقة غرب الوادي وتشمل برقن وأدري.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

أ) الاملاح الذائبة الكلية (TDS)

النتائج المتحصل عليها لتركيزات المواد الذائبة في منطقة الدراسة الأولى(الشرقية) نجد أنها كانت 997 مجم/لتر, وكانت القراءة في منطقة الدراسة الثانية (الغربية) 552 مجم/لتر ويرجع السبب في هذا الاختلاف إلى اختلاف التكوينات الصخرية الحاملة للمياه في المنطقتين الشرقية والغربية, وهذه التركيزات ضمن الحدود المسموح بها لمنظمة الصحة العالمية والمواصفة الليبية لمياه الشرب وبتتبع القراءات المسجلة لتركيز المواد العالقة منذ سنة 1978م وحتى سنة الدراسة الحالية وجد أن التركيز قد ارتفع من 760 مجم/لتر وأصبح 978 مجم/لتر في سنة 2008م ثم وصل إلى 997 مجم/لتر في سنة 2014م، وقد يعزى ذلك إلى أنه في الآونة الأخيرة توقفت بعض المشاريع الزراعية وانخفض بذلك مقدار السحب الهائل للمياه الجوفية مما حافظ قليلا على قيمة التراكيز لتكون مستقرة نسبياً عن آخر دراسة قبل توقف هذه المشاريع كما هو مبين بالشكل (2).



شكل 2. تركيز الاملاح الذائبة الكلية للمياه في كل من المنطقتين الشرقية والغربية (مجم/لتر)

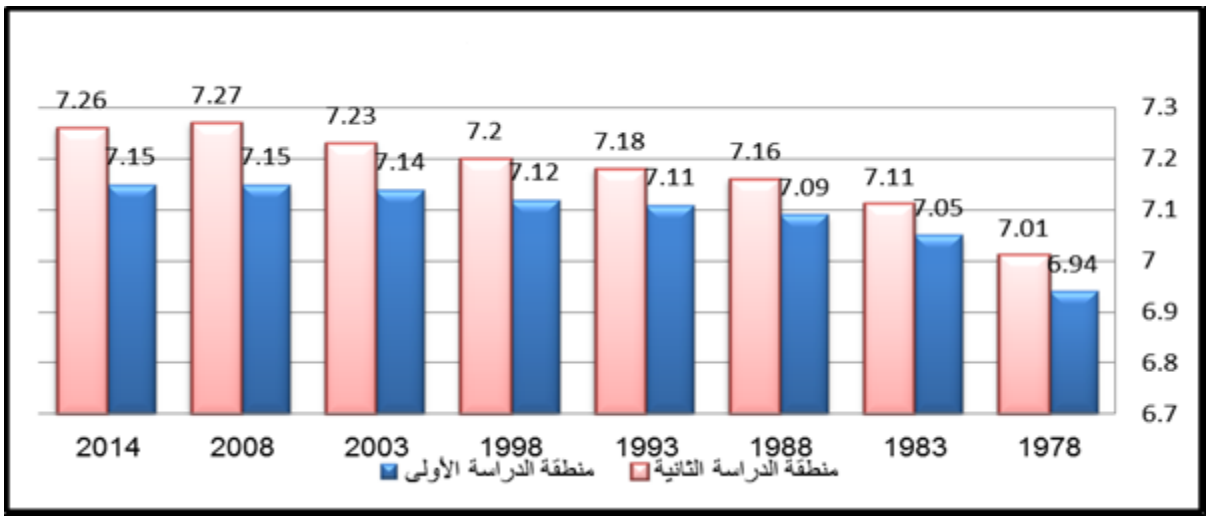
ب) الأس الهيدروجيني (pH)

نظراً للآثار الناجمة من زيادة قيمة تركيز الأس الهيدروجيني أو نقصانه في زيادة تآكل المعادن أو زيادة الترسبات , فقد حددت منظمة الصحة العالمية والمواصفات الليبية للقياس قيمة pH الصالح لشرب من 6.5–7 ومن خلال دراسة نتائج قيمة pH المتحصل عليها من عينات مياه منطقة الدراسة الشرقية والغربية نجد أنها في الحدود المسموح بها دولياً حيث سجلت المنطقة الدراسية الشرقية قراءة بلغت 7.15 والمنطقة الدراسية الغربية 7.26. الشكل (3) يبين تغير قيمة الاس الهيدروجيني للمياه في كل من المنطقة الشرقية والغربية.

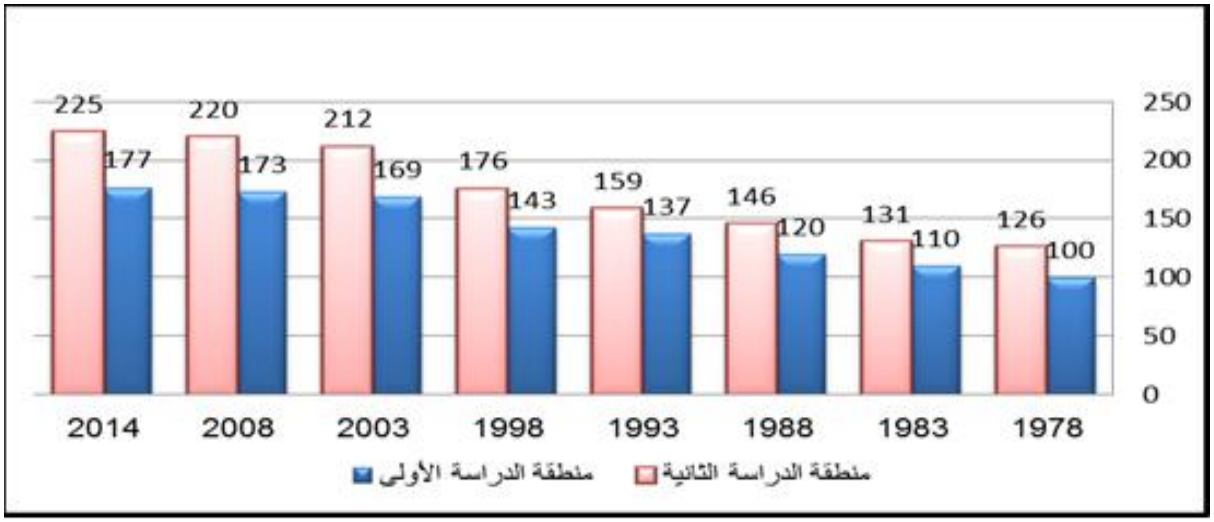
ج) العسورة الكلية $CaCO_3$ (TH)

عسورة الماء هي الرقم المكافئ لمجموع تركيز الاملاح غير العضوية القابلة للترسيب عند تسخينها وتؤثر سلبا على كفاءة وذوبان الصابون، والمياه الجوفية تحتوي بصورة عامة على عسرة بتراكيز أكثر من المياه السطحية (Al Haddad, 2004). ومن خلال النتائج المتحصل عليها نجد أن تركيز العسورة يرتفع عبر الزمن من 100 مجم/لتر في سنة 1978م إلى 177 مجم/لتر في سنة الدراسة 2014م للمنطقة الشرقية في حين أن التراكيز كانت أعلى في المنطقة الغربية وارتفعت فيها التراكيز عبر الزمن أيضا من 126 مجم/لتر في سنة 2008م إلى 225 مجم/لتر في سنة 2014م.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966



شكل 3. يبين قيمة الاس الهيدروجيني للمياه في كل من المنطقة الشرقية والغربية

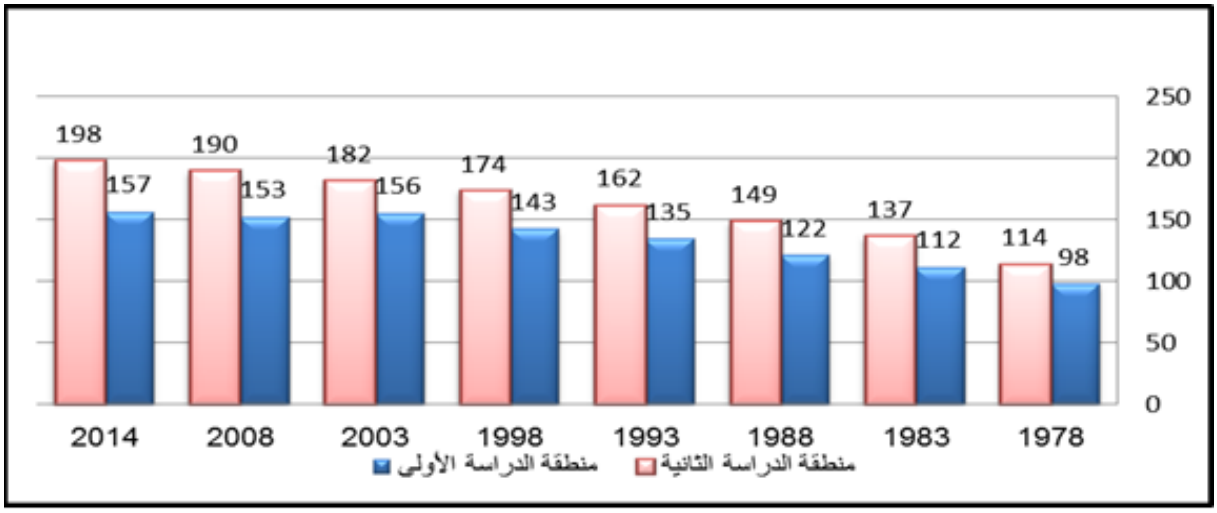


شكل 4. يبين قيم العسورة الكلية للمياه (مجم/لتر) في كل من المنطقة الشرقية والمنطقة الغربية خلال فترات من الزمن

د) الصوديوم (Na)

بتتبع القراءات المسجلة لهذا العنصر في تحاليل المنطقة الدراسية الشرقية بالشكل (5) نجد انه ارتفع من تركيز 98 مجم/لتر في سنة 1978م إلى 156 مجم/لتر في سنة 2003م ثم إلى 157 مجم/لتر في سنة 2014م, كذلك الامر في المنطقة الدراسية الغربية حيث كانت القيمة في سنة 1978م بلغت 114 مجم/لتر ثم ارتفع التركيز ليصل إلى 182 مجم/لتر في سنة 2003م ثم إلى 198 مجم/لتر في سنة 2014م ونجد كذلك أن تركيز الصوديوم في المنطقة الدراسية الغربية أعلى منه في المنطقة الشرقية ربما يرجع ذلك إلى التركيبة الصخرية للمنطقة الدراسية الغربية.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966



شكل 5. يبين تراكيز الصوديوم في المياه (مجم/لتر) لكل من المنطقة الشرقية والغربية من وادي الشاطئ

هـ) الماغنيسيوم (Mg)

تظهر نتائج تحليل المياه في كل من المنطقتين الدراسيتين بالشكل (6) انها كانت دون الحدود المسموح بها فكان تركيز الماغنيسيوم في المنطقة الدراسية الشرقية 10.94 مجم/لتر و11.5 مجم/لتر في المنطقة الدراسية الغربية وباستطلاع القراءات السابقة لتركيز هذا العنصر في المنطقة الدراسية الشرقية نجد انها ارتفعت ارتفاعا طفيفا حيث كانت 9.7 مجم/لتر سنة 1987م وأصبحت 10.94 مجم/لتر سنة 2014م وكذلك هو الحال لتركيزه في منطقة الدراسة الغربية من 7.8 مجم/لتر سنة 1978م إلى 11 مجم/لتر سنة 2014م.

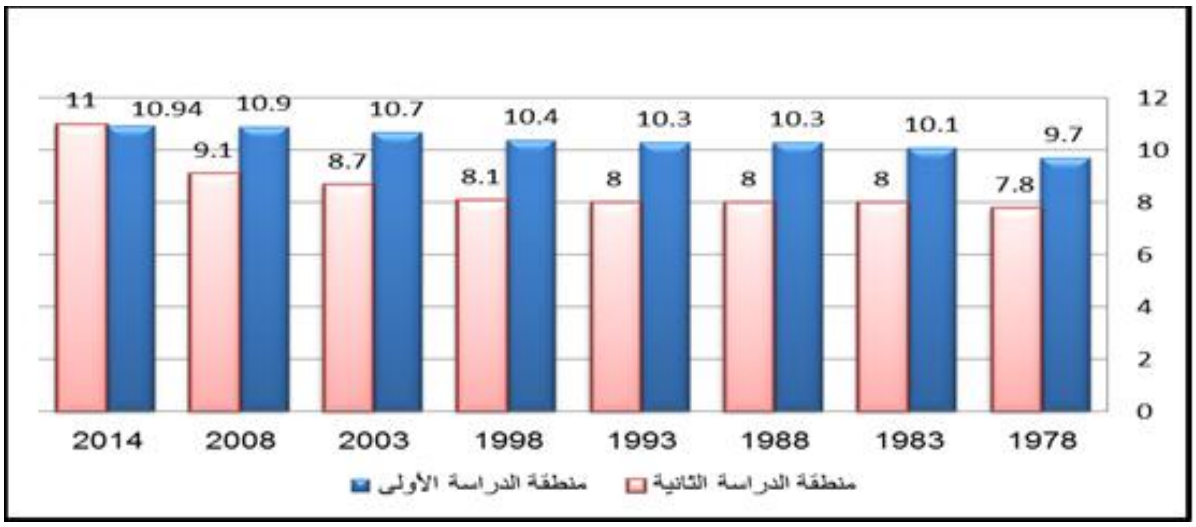
و) الكلوريد (Cl)

ومن خلال دراسة نتائج تحليل عينات مياه الشرب بالشكل (7) في المنطقة الدراسية الشرقية نجد انها قد نجد انها كانت 238 مجم/لتر سنة 1978م وتناقصت هذه القيمة إلى 179 مجم/لتر بشكل تدريجي واستمر الانخفاض ليصل في سنة الدراسة 2014م إلى 165 مجم/لتر، بينما كانت في المنطقة الدراسية الغربية 126 مجم/لتر وقد يعزى هذا الانخفاض لاختلاف تكوينات الطبقات الصخرية الحاملة للمياه والذي يترافق مع هبوط مناسيب المياه الجوفية في الآبار.

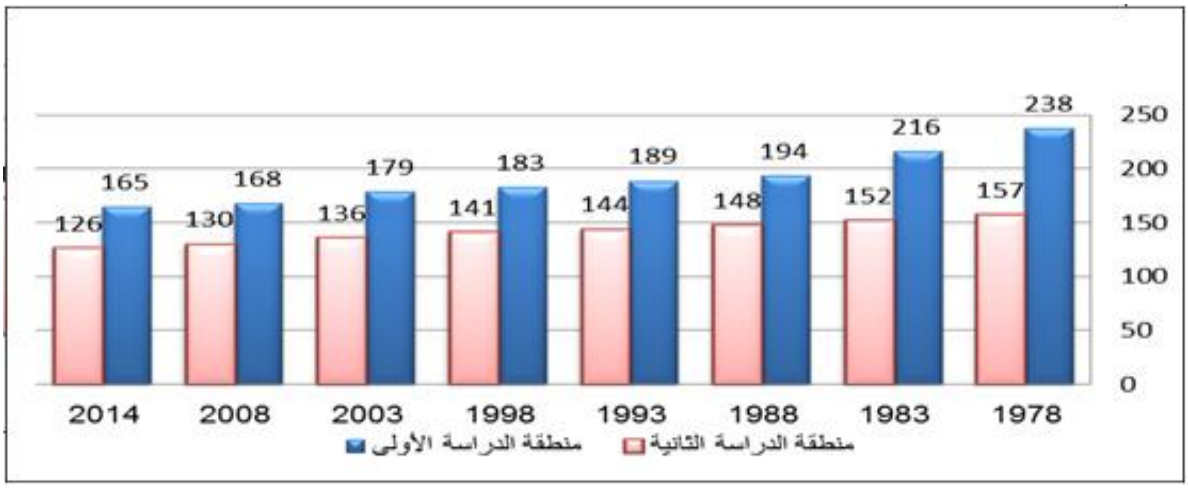
ز) الكالسيوم (Ca)

من نتائج تحليل مياه المنطقة الدراسية الشرقية بوادي الشاطئ, نجد أن تركيز الكالسيوم 17.2 مجم/لتر وكانت قراءة المنطقة الدراسية الغربية 14.4 مجم/لتر وكلتا القراءتين في الحدود المسموح بها حسب النشرة الليبية والدولية, و بتتبع تركيز عنصر الكالسيوم في السنوات السابقة نجد أن تركيزه في المنطقة الدراسية الشرقية ارتفع من 14.7 مجم/لتر سنة 1978م إلى 17 مجم/لتر في سنة 2003م ليرتفع قليلا في سنة 2014م ويبلغ 17.2 مجم/لتر. اما تركيز هذا العنصر في المنطقة الدراسية الغربية ارتفع كذلك من 11.1 مجم/لتر في سنة 1978م إلى 13.9 مجم/لتر في سنة 2003م ويسجل تركيز 14.4 مجم/لتر, وجميع النتائج مبينة بالشكل (8) تقع ضمن الحدود.

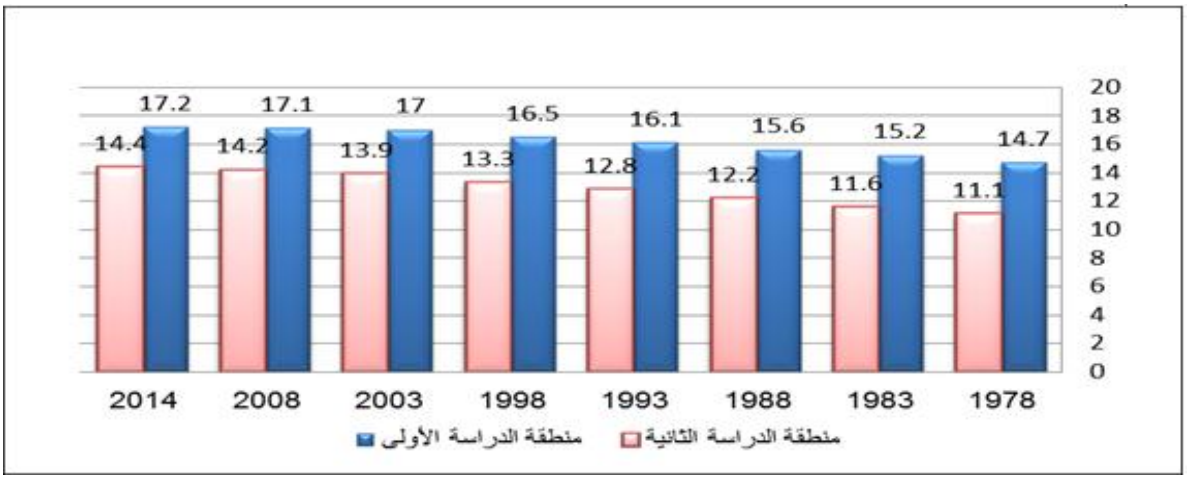
ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966



شكل 6. يبين تركيز الماغنيسيوم في المياه الجوفية (مجم/لتر) للمنطقة الشرقية والغربية من وادي الشاطئ



شكل 7. يبين تراكيز الكلوريد في عينات مياه المنطقتين الشرقية والغربية بمنطقة الدراسة (مجم/لتر)

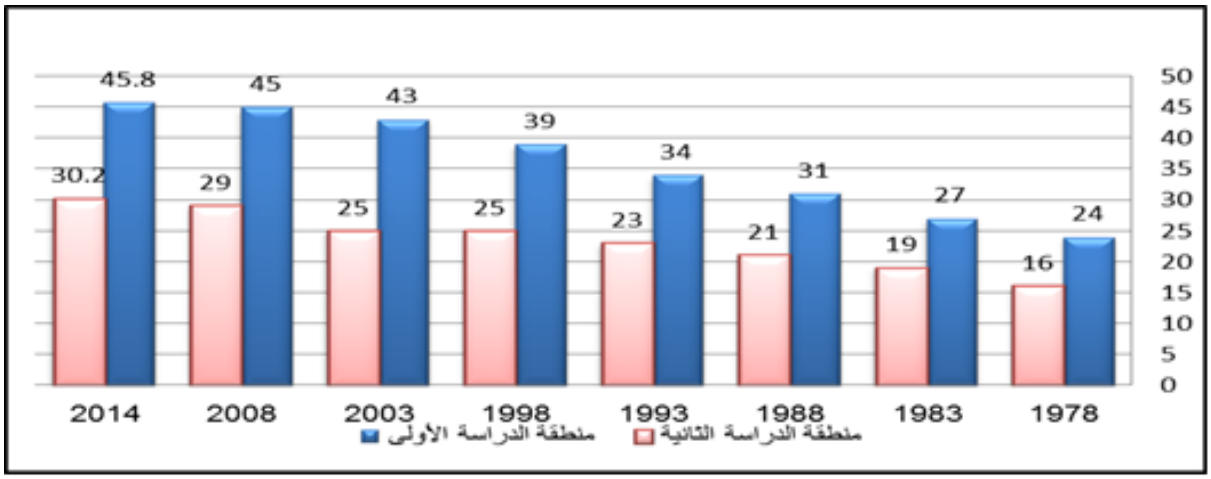


شكل 8. يبين تراكيز الكالسيوم (مجم/لتر) في عينات المياه بمنطقة الدراسة

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

ح) البوتاسيوم (K)

تراكيز البوتاسيوم في عينات المنطقة الدراسية الشرقية بوادي الشاطئ كانت 45.8 مجم/لتر بينما في المنطقة الدراسية الغربية 30.4 مجم/لتر وبالنظر إلى القراءات السابقة لتركيز هذا العنصر نجد أن تركيز العنصر سنة 1978م كان 24 مجم/لتر وارتفع هذا التركيز إلى 43 مجم/لتر سنة 2003م وارتفع تركيزه بمقدار بسيط فيما بعد ليصل إلى 45.8 مجم/لتر سنة 2014م. والنتائج مبينة بالشكل (9).



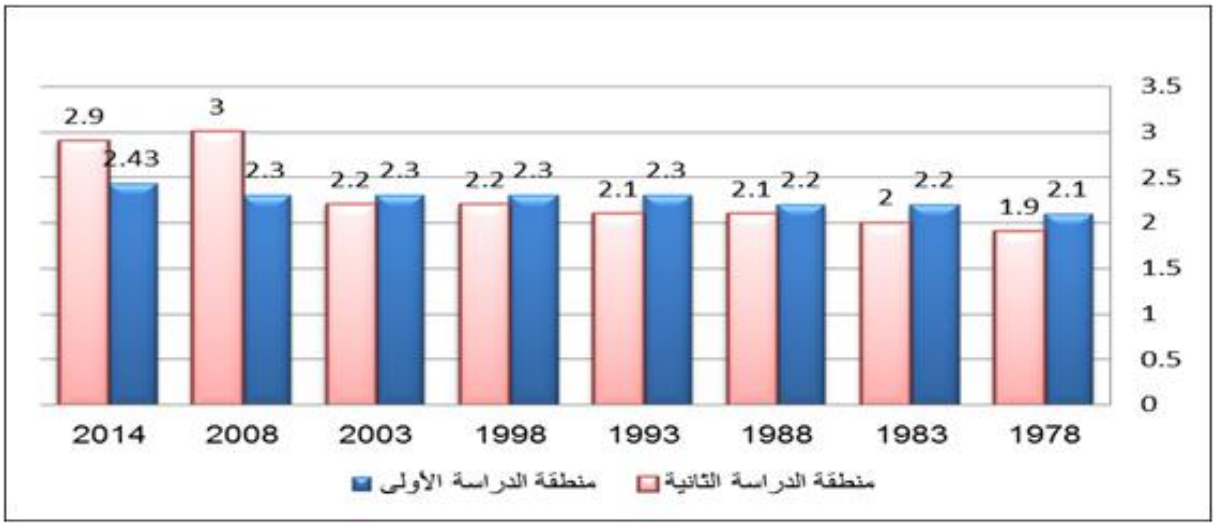
شكل 9. يبين تركيز البوتاسيوم (مجم/لتر) في عينات المياه بالمناطق المدروسة

ط) الحديد (Fe)

في المنطقة الدراسية الشرقية بوادي الشاطئ نجد انه يوجد ارتفاع ملحوظ في نسب تركيز عنصر الحديد في هذه المنطقة حيث كانت قيمته 2.4 مجم/لتر وكانت قراءة المنطقة الدراسية الغربية 2.9 مجم/لتر وهذه القراءة تدل على ارتفاع تركيز هذا العنصر في مياه وادي الشاطئ, لذلك ينصح بمعالجة هذه المياه قبل استعمالها.

وإذا ما استعرضت تراكيز عنصر الحديد في التحليلات السابقة لهذا العنصر في المنطقة الدراسية الشرقية نجد ان التركيز ارتفع من 2.1 مجم/لتر سنة 1978م إلى 2.3 مجم/لتر سنة 2008م ثم استقر التركيز ليكون 2.4 مجم/لتر سنة 2014م ونجد تركيز عنصر الحديد في المنطقة الدراسية الغربية ارتفع من 1.9 مجم/لتر سنة 1978م إلى 2.2 مجم/لتر سنة 2003م وهذا يدل على أن تركيز هذا العنصر في زيادة مستمرة بمرور الزمن إلى أن وصل في سنة 2008م و 2014م إلى 3 و 2.9 مجم /لتر لكل منهما على التوالي. الشكل (10) يبين تراكيز الحديد في عينات المياه للمناطق المدروسة.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966



شكل 10. يبين تراكيز الحديد في عينات المياه للمناطق المدروسة

3.3. مؤشرات تدهور التربة

أظهرت النتائج حدوث تدهور كيميائي لمعظم ترب المنطقة بفعل التملح والمبينة جدول (5). حيث تشير النتائج وجود اختلافات في الأس الهيدروجيني بين ترب منطقة الدراسة وعلى كافة الأعماق، حيث كانت من متعادلة الى مائلة القاعدية (7.53 – 9.03). حيث سجلت اعلى قيم للاس الهيدروجيني عند 9.03 في طبقة القشرة الملحية في منطقة محروقة، وهذه النتائج تتوافق مع ما وجده كل من (عائشة وأخرون , 2017)، حيث أن الأس الهيدروجيني لترب المناطق الجافة عادة ما يكون متعادل إلي مائل إلي القلوية أو قلوي، ويعود الاختلاف في قيمة الأس الهيدروجيني لترب المنطقة الجافة إلي الاختلاف في محتوي الترب من الايونات التي تلعب دوراً مهماً في رفع أو خفض قيمته (Kiliç, and Kiliç, 2007). ويؤثر الأس الهيدروجيني للتربة علي جاهزية العناصر المغذية و السامة فهو مثلاً عامل محدد للفسفور و البورون كما يؤثر علي مستوي النشاط الميكروبي (Marc and Jacques, 2006) .

كما اختلفت قيم الايصالية الكهربائية للترب حيث تراوحت ما بين 1.27 و $195.03 dsm^{-1}$ حيث سجلت أعلى قيمة لطبقة القشرة الملحية في منطقة تمسان. وعموما فان نتائج الدراسة تبين وجود مساحات شاسعة متأثرة بالملوحة. حيث صنفت ترب المناطق براك، زلواز، والقرضة على انها ترب ملحية. بينما كانت ملحية صودية في كل من تامزاوة، ونزريك، تمسان وادري. و كانت غير ملحية في كل من أشكدة وقيرة والزوية. وهذه النتائج تشير الى ان ترب غرب الوادي اكثر تدهورا بفعل الملوحة مقارنة بترب شرق الوادي. وقد صاحب هذا التدهور في خصائص الترب انتشار لبعض النباتات مثل الديس والغردق والأثل.

ان رشح مياه الري إلى المناطق المنخفضة القريبة من مناطق التنمية الزراعية أدى الى تدهور الترب بسبب التملح وتكوين السبخات، مما يعرضها لخطر التصحر، حيث يعد سوء استغلال الموارد الطبيعية هو الأساس في تدهور الأوضاع البيئية للتربة. حيث ان استخدام طرق الري الكمي المتبع في مناطق الدراسة تلعب الدور الأساسي في التملح الثانوي للترب السطحية والتحت سطحية عن طريق إضافة كميات كبيرة من الأملاح الذائبة في مياه الري (Ahmed and Aishah, 2007)، حيث ان السحب الجائر للمياه الجوفية أدى إلى تغير خصائص جودة المياه عن طريق ارتفاع ملوحتها ونسب الاملاح الذائبة فيها.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

جدول 5. يبين خصائص تملح الترب في منطقة الدراسة

مكان العينة	العمق (cm)	pH	ECe dsm^{-1} at 25° C	تصنف التربة
اشكدة	القشرة	7.53	85.20	_
	30-0	7.64	3.98	ترب غير ملحية
	60-30	7.71	3.80	ترب غير ملحية
قيرة	30-0	7.50	1.27	ترب غير ملحية
	60-30	7.55	6.82	ترب غير ملحية
	90-60	7.56	4.90	ترب غير ملحية
براك	30-0	7.70	1.99	ترب غير ملحية
	60-30	7.67	1.55	ترب غير ملحية
	90-60	8.23	9.33	ترب ملحية
زلواز	القشرة	7.78	78.20	ترب ملحية
	30-0	7.69	13.19	ترب ملحية
	60-30	7.51	6.92	ترب ملحية
	90-60	7.63	11.96	ترب ملحية
الزوية	30-0	7.72	3.85	ترب غير ملحية
	60-30	7.69	2.54	ترب غير ملحية
	90-60	7.73	2.03	ترب غير ملحية
تامزاوة	القشرة	8.08	103.50	–
	30-0	7.29	93.37	ملحية صودية
	60-30	7.47	52.24	ملحية صودية
القرضة	القشرة	7.52	160.25	–
	30-0	7.85	10.33	ملحية
	60-30	7.52	4.90	ملحية
محروقة	القشرة	9.03	126.90	–
	30-0	8.45	12.61	ملحية صودية
	60-30	8.32	5.26	ملحية
ونزريك	القشرة	7.52	160.25	–
	30-0	7.75	23.96	ملحية صودية
	60-30	7.91	3.96	ملحية صودية
تمسان	القشرة	8.03	195.03	–
	30-0	7.80	144.67	ملحية صودية
	60-30	7.53	64.17	ملحية صودية
ادري	القشرة	7.24	130.50	–
	30-0	7.53	91.46	ملحية صودية
	60-30	7.54	42.90	ملحية صودية

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

كما إن انعدام نظم الصرف الجيد والصحيح ساعد بشكل واضح في ارتفاع منسوب الماء الأرضي، مما أضاف إلى هذه الترب كمية كبيرة من الأملاح مما ادى الى انتشار وسيادة نباتي الأثل (*Tamarixnilotica*) والقصبة (*Phragmitescommuis*) في منطقتي أشكدة وبراك والقرضة الزهراء وونزريك وتميزت منطقة محروقة غطاء نباتي كثيف من القصبة والسمار (*Juncus acutus*) كما انتشر نباتات الأثل والسمار بشكل كثيف في منطقة قطة ، كما لوحظ سيادة نبات العاقول (*Alhagigraecorum*) (عائشة و أخرون, 2009). ويؤثر تملح الترب على التنوع الحيوي في منطقة الدراسة نتيجة لاستزاف المياه مما يؤثر بالتالي في تغير نمط التنوع البيولوجي في المنطقة نتيجة تغير خواص الترب وارتفاع ملوحتها مما يؤثر علي النظام البيئي الهش للمنطقة (Elssaidi and Aishah, 2012).

المراجع

قائمة المراجع باللغة العربية:

أبولقمة، الهادي مصطفى والقريزي، سعد خليل (1995). ليبيا دراسة في الجغرافيا. الطبعة الأولى، دار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، سرت، ليبيا.

الأجواد، فضل إبراهيم (2008). مراكز العمران في وادي الشاطئ (دراسة في هرمية النظام الحضري). إدارة المطبوعات والنشر، جامعة سبها، سبها، ليبيا.

شلتوت، كمال حسين (2002). علم البيئة النباتية. الطبعة الأولى، المكتبة الاكاديمية، مصر.

عائشة، رمضان محمد (2008). تقييم مياه الري وملوحة التربة الزراعية في منطقة وادي الشاطئ. رسالة ماجستير، قسم علوم البيئة، كلية العلوم الهندسية والتقنية، جامعة سبها، ليبيا.

عائشة، رمضان محمد والمثناني، عبد السلام محمد والسعيدي، محمد علي (2009). تأثير تدهور الترب بفعل الملوحة على الغطاء النباتي في منطقة وادي الشاطئ. مؤتمر التنوع الحيوي، كلية العلوم، جامعة سبها، ليبيا.

عائشة، رمضان محمد، والمثناني، عبدالسلام محمد والسعيدي، محمد علي (2017). تملح الترب الزراعية كأحد إشكاليات التنمية بمنطقة وادي الشاطئ. مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية، 3(1): A14-A34.

عويدات، فايق حسن (2008). التصحر في المنطقة الممتدة ما بين وادي هراوة شرقاً ووادي جارف غرباً بمنطقة سرت، دراسة في اختلال التوازن البيئي في المناطق الجافة وشبه الجافة. رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة التحدي، سرت، ليبيا.

فنماب (1985). إقليم سبها، المنطقة الفرعية الشاطئ، التقرير النهائي للمنطقة الفرعية، تقرير رقم 13، صفحة 1-2.

قدر، نبيل صالح (2013). تقييم الوضع البيئي والحيوي لأشجار الطلح *Acacia Radiana* في وادي زقزة بمنطقة وادي الشاطئ، فزان، ليبيا. رسالة ماجستير، قسم علوم البيئة، كلية العوم الهندسية والتقنية، جامعة سبها، ليبيا.

الهيئة العامة للمياه بالمنطقة الجنوبية (2006) إعادة تقييم الوضع المائي بمنطقة سبها، تقرير علمي.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

قائمة المراجع باللغة الإنجليزية:

Ahmed O.A., and Aishah R.M. (2007). The effect of irrigation water on soil deterioration in the region of Wadi Ashati. *Desert and Desertification Conference*, 19 -21/3/2007, Sebha University, Libya.

Alhaddad Y. A. (2004). *A quality study of drinking water in wadi El Shatee, Libya*. M.Sc. in Arab Academy for Science and Technology and Maritime Transport, Alexandria, Egypt.

Elssaidi M.A., and Aishah R.M. (2012). Quantitative and Qualitative Changes in Groundwater Properties of Murzuk Basin and their Impacts on Ecosystems. *Libyan Agriculture Research Centre Journal International*, 3(S2): 1335-1350.

Kiliç K., and Kiliç S. (2007). Spatial variability of salinity and alkalinity of a field having salination risk in semi-arid climate in northern Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 127(1-3): 55-65.

Marc P., and Jacques G. (2006). *Handbook of Soil Analysis Mineralogical, Organic and Inorganic Methods*, Updated English version, Berlin-Heidelberg, New York.

Shaki A., Alghariani S., and Chair M. (1999). Evaluation of water quantity and Quality of Several wells at Gadowa area in Murzuq Basin. *Regional aquifer systems in arid zones- Managing non – renewable resources*, Tripoli, Libya, 20-24 November 1999. International hydrological Programmer (IHP) Technical Document in Hydrology, No 42.