العجز المائي المناخي والجفاف والحلول المقترحة لمعالجتهما (دراسة جغرافية على بلدية مصراتة)

د. مصباح محمد عاشور
الأكاديمية الليبية مصراتة/ قسم الجغرافيا
mosbahashoor1964@gmail.com

د. محمد المهدي الاسطى
جامعة مصراتة/ كلية التربية/ قسم الجغرافيا
m.alosta@edu.misuratau.edu.ly

استلمت الورقة بتاريخ 2021/02/22
وقبلت بتاريخ 2021/03/26
ونشرت بتاريخ 2021/03/30

الملخص:

تهدف الدراسة إلى تحديد مقدار الجفاف والعجز المائي المناخي بمنطقة مصراتة، في ظل ما تشهده من تغيرات مناخية، كتناقص كميات التساقط المطري، وارتفاع في درجات الحرارة، وزيادة موجات الحر، إضافة إلى الاستنزاف والإفراط في استخدام المياه، واعتمادها على الآبار الجوفية، ونظراً لقابلية المنطقة السريعة للنمو السكاني، والتوسع العمراني، فالأمر يتطلب البحث والسعي نحو إيجاد بدائل ومصادر مائية لمواجهة هذا العجز، وقد توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج أهمها: وجود عجز واضح في الموازنة المائية المناخية، خاصة في الأشهر الحارة مع انعدام سقوط المطر، حيث وصلت نسبة العجز إلى (70%) في أشهر مايو، يونيو، يوليو، أغسطس، سبتمبر مجتمعة، كما توصلت الدراسة إلى وقوع منطقة مصراتة ضمن نطاق الجفاف الفصلي المعتدل، حيث وصل معدل العجز المائي المناخي فيها بين (20 - 40%).

الكلمات الدالة: الجفاف، العجز المائي المناخي، التبخر، النتح.

The study aims to determine the amount of drought and the water-climatic deficit in the Misrata region, in light of the climate changes, such as decreasing amounts of rainfalls, increasing temperatures, and increasing heat waves, in addition to depletion and excessive use of water and its dependence on ground wells, Due to the vulnerability of the region. The rapid growth of population and urban expansion, the matter requires searching for alternatives sources of water to face this deficit. The study reached a set of results. The most important are: a clear deficit in the climate water budget, especially in the hot months with no rain, as the percentage of deficit reached (70%) in the months of May, June, July, August and September combined. The study also found that the Misrata region fell within the range of moderate seasonal drought, where the rate of water deficit was between (20 - 40%).

Key words: drought, water-climatic deficit, evaporation, transpiration.

مقدمة:

تعاني بلدية مصراتة نقصاً حاداً في المياه بحكم وقوعها ضمن نطاق المناطق الجافة وشبه الجافة، وبسبب الإفراط الزائد في استخدام المياه واعتمادها الرئيسي على الآبار الجوفية، وعدم استفادتها من مياه الصرف الصحي لأغراض الري، ولكونها ثالث أكبر مدن ليبيا، وثاني أكبر مدن إقليم طرابلس، ووقوعها في منطقة زراعية كبيرة وخصبة، وقابليتها السريعة للنمو السكاني والتطور العمراني، فهي بحاجة ملحة وضرورية لمصادر المياه متجددة من اجل النهوض بالتنمية البشرية التي تزداد بشكل متسارع، إضافة إلى التنمية الزراعية والصناعية، باعتبارها إحدى اكبر المدن الصناعية والتجارية بالبلاد، خاصة بوجود قطبي النمو "مجمع الحديد والصلب وميناء مصراتة البحري" اللذين جلبا أعداداً كبيرة من العمالة وساهم في التوظيف والتجارة والتركز السكاني مما زاد من الضغط على الموارد المائية بالبلدية، مما نتج عنه انخفاض المخزون الرئيسي للمياه العذبة وعجزه عن تلبية الاحتياجات الضرورية للسكان من المياه.

تُعد دراسة هذه المشاكل من الدراسات الحديثة البالغة الأهمية، لاسيما مع تزايد الطلب والتنافس على مصادر المياه لما يشكله الماء من عنصر حيوي في وجود البيئة الحية، وقد أخذ الجغرافيون على عاتقهم الاهتمام الكبير بهذه الدراسات عن طريق دراسة مفاهيم الموازنة المائية المناخية والتصحر والجفاف والقيمة الفعلية للأمطار،

وتحديد كميات الفائض والعجز المائي المناخي وأثرها على الإنسان ونشاطاته وبيئته، ووضع الحلول الملائمة للتقليل من تلك التأثيرات والسبل الكفيلة للاستفادة من الفائض المائي إن وجد.

1- مشكلة الدراسة:

لقد أظهرت الأوضاع الهيدرولوجية ببلدية مصراتة حجم مشكلة المياه، خاصة مع تزايد الاستنزاف وارتفاع نسبة الملوحة الناجمة عن تداخل مياه البحر، وانخفاض منسوب المياه الجوفية نتيجة لقلة التغذية بسبب تذبذب التساقط، وتشير الدراسات المناخية عند تتبع السلاسل الزمنية، وخط الاتجاه العام للفترات الرطبة والجافة لمنطقة مصراتة إلى تدني معدلات سقوط الأمطار وتذبذب كمياتها وما تبع ذلك من موجات الجفاف وظهور مظاهر التصحر بأراضيها، وتدهور محيطها البيئي والزراعي، وانحسار المساحات الخضراء، الأمر الذي يدفع للتساؤل وتحري أسباب تدهور الأوضاع الهيدرولوجية بالمنطقة، وإمكانية إيجاد بدائل جديدة كمصدر للمياه.

2- فرضيات الدراسة:

شهدت بلدية مصراتة تدهوراً في الأوضاع الهيدرولوجية بسبب الجفاف وقلة التساقط وانخفاض مستوى المياه الجوفية، نتيجة للاستنزاف وارتفاع نسب الملوحة والتي أدت بدورها إلى عجز مائي ببلدية، ولمواجهة العجز المائي بمنطقة الدراسة يتطلب الأمر حفر عدد من الآبار موزعة على فروعها، واستحداث محطات لتحلية مياه البحر، علاوة عن حصاد مياه الأمطار.

3- أهداف الدراسة: تكمن أهداف الدراسة في:

- قلة الدراسات التي تُعنى بدراسة المياه في منطقة مصراتة، الأمر الذي يشكل دافعاً لوضع دراسة تهتم بالوضع المائي وإيجاد حلول لمشكلة قلة المياه.

- التعرف على أهم مصادر المياه المتاحة في منطقة مصراتة، والاحتياجات المستقبلية في ظل النمو السكاني والتوسع العمراني المصاحب له.

- التعريف بالعجز المائي بالمنطقة، ومحاولة تقديم مقترحات للتخفيف منه.

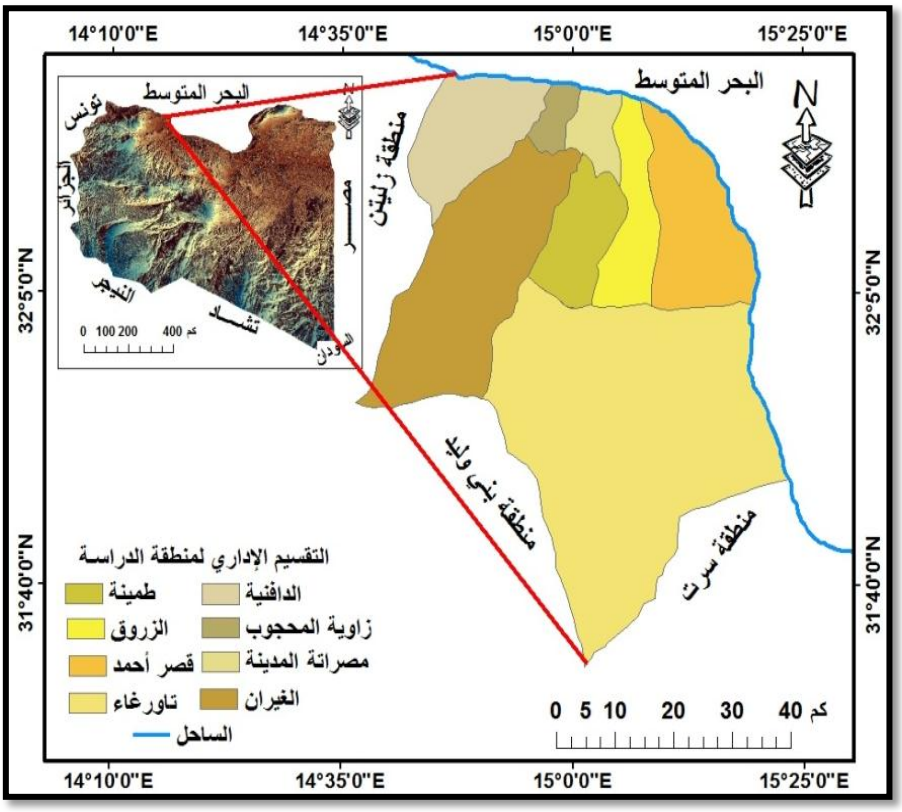
- تحليل واقع الجفاف وأثره على شح المياه بمنطقة الدراسة.

4- أهمية الدراسة:

أدى النمو السكاني بمنطقة مصراتة، وارتفاع المستوى المعيشي، والتطور الصناعي والزراعي، إلى الاستنزاف الحاد للمياه بالمنطقة لاسيما المياه العذبة منها، ونظراً للأوضاع الهيدرولوجية المتدهورة للخزانات الجوفية وتناقص سقوط المطر، والطلب المتزايد للمياه، فقد تم انجاز هذه الدراسة للتأكيد على ضرورة سد الاحتياجات المائية خاصة مع اعتماد المنطقة على مصدر وحيد للمياه.

5- حدود الدراسة:

تنحصر منطقة الدراسة في بعدها المكاني بحدود بلدية مصراتة التي تبلغ مساحتها (55.736كم2) (وزارة الحكم المحلي،2015، ص7)، يحدها البحر المتوسط شمالاً، والبحر المتوسط وبلدية سرت شرقاً، وبلدية زليتن وبلدية بني وليد غرباً، وبلدية سرت وبلدية بني وليد جنوباً خريطة (1)، وتمتد بين خطي طول (47 36 ْ14 و 58 22 ْ15) شرقاً وبين دائرتي عرض (57 33 ْ31 و 28 23 ْ32) شمالاً (الاسطى والمنقوش،2020،ص1093).



المصدر: محمد الاسطي، تحليل أنماط التوزيع الجغرافي لعمال الصناعة التحويلية في منطقة مصراتة، المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، المجلد الأول، العدد16، 2020، ص55.

الشكل (1) منطقة الدراسة.

6- منهجية البحث:

لتحقيق أهداف الدراسة تم استخدام المنهج الوصفي والمنهج التحليلي، استناداً على الأساليب الكمية والإحصائية والتمثيل الكارتوغرافي، لأجل إبراز واقع الجفاف والعجز المائي ببلدية مصراتة، بالإضافة إلى إجراء مسح ميداني للتعرف على التوزيع الجغرافي لمصادر المياه بالمنطقة، كما تم الاستعانة بالعديد من الكتب والمراجع والمصادر ذات العلاقة بالأوضاع الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة، والمطبوعات الصادرة عن الجهات الرسمية، إضافة إلى المراجع التي تناولت منطقة الدراسة من الناحية الجغرافية، والأطالس والخرائط لتغطية النقص في البيانات المطلوبة حول المياه.

رابعاً: الدراسات السابقة:

1- دراسة (الصول،2019) وقد تمحورت حول مصادر التزود بالمياه في السابق، وما لحق بها من عطل، وحلول البديل المتمثل في النهر الصناعي، إلا أنه لا يعتمد عليه على المدى البعيد، بسبب التذبذبات التي تحصل لإمداداته بين الفينة والأخرى، والتي كانت مثار بحث في هذه الدراسة، كما توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج كان في مقدمتها عدم كفاية المياه المخصصة من منظومة النهر الصناعي، وتعرضها للتذبذب من حين لأخر على مدى الفترة الماضية، وقد اقتراح الباحث بعض التوصيات التي يرى فائدتها في دعم الشبكة العامة بالمياه اللازمة لمناحي الحياة المختلفة.

2- دراسة (الشرباصي،2015) حول العجز المائي وأثره على الخريطة الزراعية في محافظة دمياط، حيث هدفت إلى تحديد المصادر المائية المتاحة، واستخدامها في النشاط الزراعي، كما هدفت إلى حساب المقننات المائية لأكبر قدر من المساحة المحصولية ثم دراسة العلاقة بينها وبين التصريفات المائية الفعلية للعام ذاته بغرض حساب العجز أو الفائض المائي بها، ثم كشف آثار الوضع المائي بالمنطقة على اقتصاديات الزراعة بها،

وأخيرا تقديم مقترح لخريطة زراعية جديدة بمنطقة الدراسة تتفق مع الوضع المائي بالمحافظة وتحقق الأهداف التي تناولتها.

3- دراسة (آل الشيخ،2006) وقد تناولت حصاد مياه الأمطار والسيول وأهميته بالنسبة للموارد المائية في السعودية، حيث تطرق للبحث في زيادة التوسع لحصاد مياه الأمطار بالمنطقة المدروسة، والتي أشار إلى معاناتها من عجز مائي بحكم وقوعها ضمن المنطقة الجافة وشبه الجافة، كما أشار أيضاً إلى اختلاف أساليب الحصاد المائي تماشياً مع اختلاف المناخ، وقد توصلت الدراسة إلى أهمية حصاد مياه الأمطار بالنسبة النشاط الزراعي والثروة الحيوانية.

4- دراسة عيبلو (2004) حول استخدامات المياه والمشكلات التي تواجهها بشعبية مصراتة، وقد تناولت المقومات الجغرافية الطبيعية والبشرية بشعبية مصراتة وأثرها على الوضع المائي، إلى جانب الموارد المائية وأهميتها واهم المصادر المائية بالشعبية، كما تناولت الاستخدامات المختلفة للمياه بالشعبية واهم المشاكل الناتجة عن هذا الاستخدام، وخلصت الدراسة إلى أن تزايد عدد السكان وتوسع أنشطتهم المختلفة كان سبباً مباشراً في تدهور الوضع المائي وتداخل مياه البحر، واستنزاف الموارد المائية بمنطقة مصراتة.

المحور الأول: مصادر التغذية المائية بمنطقة الدراسة:

1- مياه النهر الصناعي: تتزود مدينة مصراتة مائياً بشكل رئيسي من منظومة النهر الصناعي، حيث تم ربط مياه النهر بخزان توزيع المياه الرئيسي بمنطقة السكت سعة 2×25000م3 بخط ناقل قطره 900 مليمتر وبطول حوالي(15.3كم)، وقد بدأ استقبال مياه النهر بالمدينة سنة 1999 بحوالي(25000م3 / اليوم) وقد وصلت في عام 2014م إلى السعة التصميمية (93000م3 / اليوم)، حيث تمثل ما يقارب عن (95%) من إجمالي الإمداد المائي للمنطقة، وتتغذى منطقة مصراتة من خلال أربعة خطوط هي:

الخط الأول: بقطر (700ملم) يغذي منطقة الدائري الثالث، يتفرع منه خط بقطر (500ملم) لتغذية الدائري الرابع.

الخط الثاني: بقطر (700ملم) يتفرع إلى فرعين عند الطريق الساحلي، الفرع الأول بقطر (500ملم) يغذي زاوية المحجوب، والفرع الثاني يمتد باتجاه المدينة لتغذية المناطق غرب الدائري الرابع كالجزيرة والصوالح.

الخط الثالث: بقطر (250ملم)، لتغذية الغيران وقرية نسور الجو ومنطقة حول المطار.

الخط الرابع: بقطر (800ملم)، لم ينفد بعد، والغرض منه تقوية الشبكة العامة في مناطق وسط وشرق مصراتة. (بلاعو والمصري، 2006، ص189).

2- مياه الآبار الجوفية: - وتنقسم إلى قسمين كالتالي خريطة (2):

أ - الحقول الجوفية القديمة (السكت / طمينة / فلاجة / المحجوب):كانت هذه الآبار المصدر الرئيسي لتغذية المدينة، إذ تغطي احتياجات المدينة من المياه ما بين سنتي 1972 - 1990م، وبسبب السحب المتزايد وحفر الآبار في نفس الحوض للاستخدامات الزراعية أدى إلى انخفاض منسوب المياه بمعدل عالٍ وجفاف الخزان السطحي مع زحف مياه البحر نحو اليابسة، مما تسبب في ملوحة المياه الجوفية وتدهور نوعيتها بشكل واضح، ونتج عن ذلك إقفال العديد منها حيث لا يعمل سوى ستة آبار بإنتاجية لا تزيد عن(3000م3 / يوم)، وتشمل هذه الآبار حقل آبار السكت الواقعة جنوب غرب مدينة مصراتة بحوالي 12 كيلومتر، ويرتفع بحوالي 70 متر فوق منسوب سطح البحر، ويتكون من (27) بئر حفرت بين الأعوام 1970 لغاية 1975م، بأعماق تراوحت بين 86 إلى 110 متر، ومستوى الماء الساكن فيها (70م)، انخفضت إنتاجية هذه الآبار على مر السنين بالأسباب السالفة الذكر حتى وصل حالياً بئر واحد عامل فقط في هذا الحوض عام 2014 والتي كانت بئرين عاملين قبل عام 2010 (الفقي،2000،ص9-10)، وحقل آبار طمينة الذي يقع جنوب غرب مدينة مصراتة بحوالي (15 كيلومتر)، ويرتفع ما بين (20 إلى 35م) فوق منسوب سطح البحر، ويحتوي على 23 بئراً، حفرت ما بين 1972 - 1973م بأعماق تراوحت ما بين (60 إلى 70م)، وبقدرة إنتاجية تبلغ (10000م3/يوم). وقد توقفت معظمها عن العمل ولم يبقى منها سوى أربعة آبار متذبذبة ومتردية الإنتاجية بسبب الجفاف أو ارتفاع نسبة الأملاح الذائبة

نتيجة لتداخل مياه البحر(قريو،2016،ص74)، ويمكن تقسيم حقل أبار طمينة إلى ثلاث مناطق نسبة للملوحة كما بالجدول (1).

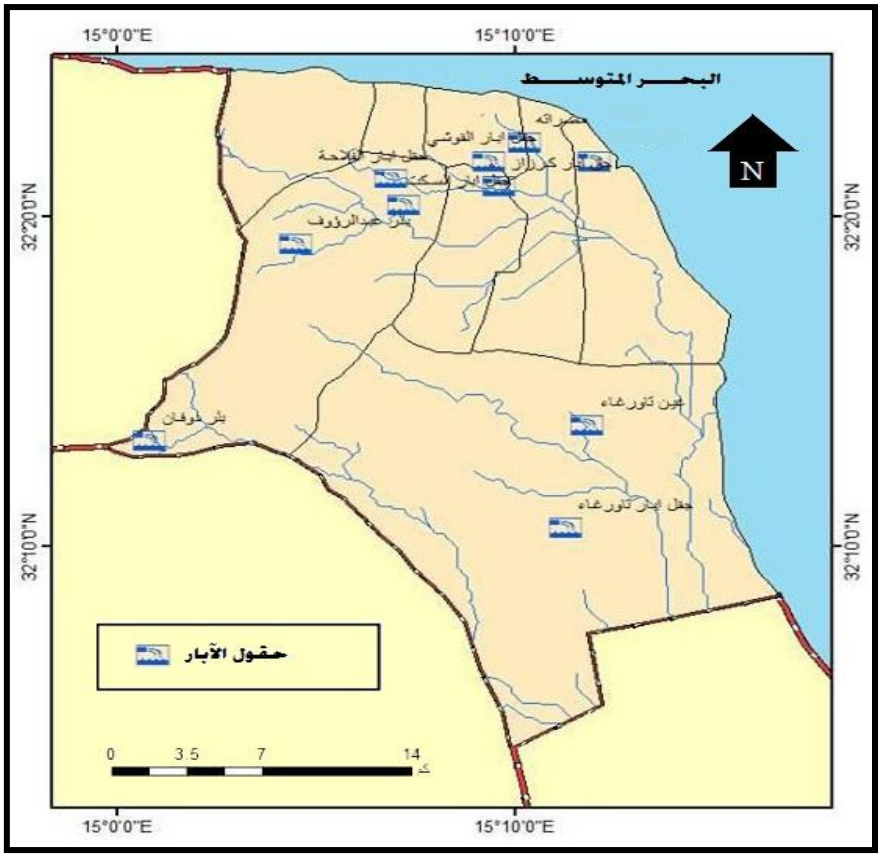
جدول (1) ملوحة مياه الآبار بمنطقة طمينة

المنطقة	الأملاح الذائبة الكلية / جزء بالمليون
المنطقة الجنوبية	**2500 - 1800**
المنطقة الوسطى	**1500 - 1000**
المنطقة الشمالية	**1000 - 800**

المصدر: علي بلاعو، نوفل المصري، الموازنة المائية والعجز المائي في منطقة مصراتة - ليبيا، مجلة الساتل، العدد 8، جامعة مصراتة،2006.

أما عن حقل آبار فلاجة الواقع جنوب غرب مدينة مصراتة بحوالي(17) كيلومتر، ويرتفع حوالي (65 - 75) متر فوق سطح البحر، كما يحتوي على (24) بئراً حفرت ما بين عامي 1980 -1982م، وتراوحت أعماقها ما بين (115 - 135) متر ومستوى الماء الساكن بين(65 - 75)م ذات ملوحة تصل إلى(1100-1300) مليجرام /لتر بإنتاجية للحوض (8000م3 / يوم)، وقد انخفضت إنتاجية الحقل إلى أن وصلت حوالي (6000م3 / يوم) (عيبلو،2010،ص94)، أما في ما يخص حقل زاوية المحجوب الواقع شمال شرق المدينة فيضم سبعة آبار منها ثلاثة آبار قديمة حفرت عام 1971م بعمق من 45 - 55 متراً، وفي عام 1979م أنشئت ثلاثة آبار أخرى وبنفس العمق تقريباً، وفي عام 1994م أنشئت البئر السابعة بعمق أكبر وصل إلى 275متراً، وقد وصلت إنتاجية هذه الآبار إلى 1000م3 / يوم، وفي سنة 1995م وصل الإنتاج إلى 800م3/ يوم. فيما بعد تردت حالة الآبار وتوقفت معظمها بسبب إهمالها وعدم صيانتها (الهيئة العامة للمياه،2000، ص3).

ب - الآبار الفوارة العميقة: توجد هذه الآبار بشكل متفرق في منطقة الدراسة، وتتمثل في بئر عبد الرؤوف والتي تقدر إنتاجيتها بحوالي 5760م3/ يوم، ويقع جنوب غرب المدينة بحوالي 25 كيلومتر ويرتفع حوالي 65 - 70متر فوق سطح البحر، وقد حفر البئر ما بين 1981م – 1984م بعمق 1750متر، ويتم ضخ مياه البئر مباشرة إلى خزان مياه فلاجة عبر خط قطره 400ملم، وبطول 18كم ولازال البئر بحالة جيدة في الوقت الحاضر وعدم استغلاله نتيجة التعديات التي حدثت على الكوابل الكهربائية المغذية للبئر، وكذلك تهالك أنابيب الخط الناقل، وبحاجة لخزان استقبال وتبريد المياه ومعالجتها وضخها(العصاوي،2001،ص34)، وآبار كرزاز وهي أربعة آبار كبريتية عميقة، تتراوح أعماقها بين 660 - 750متراً، وتقع على بعد سبعة كيلومترات شرق محطة معالجة مياه كرزاز، وتقدر إنتاجيتها ما بين 3000 - 4000م3/يوم. إلى جانب آبار القوشي الواقعة على بعد كيلو مترين جنوب مركز مدينة مصراتة، وقد تم حفرها عام 1983م، لاستعمالها للأغراض الطبية، لاحتوائها على كمية من الأملاح والمعادن أهمها الكبريت، ويصل العمق المستغل إلى (594.2متر)، كما توجد بئران ارتوازيان بمنطقة الرويسات والسكيرات، تستخدم للأغراض الزراعية والطبية. (عيبلو،2004، ص105).



المصدر: ربيعة جلغم، تغيرات الحدود الإدارية وأثرها على منطقة مصراتة (1964-2014)، رسالة ماجستير "غير منشورة"، قسم الجغرافية ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة طرابلس، 2018، ص84، بتصريف من الباحثان.

الشكل (2) آبار المياه الجوفية بمنطقة الدراسة.

ج- محطات التحلية: تم استخدام تحلية المياه في ليبيا منذ أوائل الستينيات كمصدر للمياه غير التقليدية لسد الفجوة بين توافر المياه والطلب الصناعي، ونتيجة لازدياد الطلب عليها فقد تم تصميم العديد من المحطات لتحلية المياه على امتداد الشريط الساحلي، وقد بلغ عددها (21) محطة تحلية سعتها التصميمية الكلية قدرت بحوالي 525.680م3/يوم(موسى،2015،ص155)، وبلغت كمية المياه المحلاة التي تم إنتاجها في عام 2010 (71) مليون متر مكعب، غير أن الإنتاج الحالي لا يتجاوز (70) مليون م3/سنة أي ما يعادل (57.6%) فقط من الإنتاجية التصميمية للمحطات العاملة التي بلغ عددها (8) محطات سنة 2014 حيث توقف الكثير منها عن العمل بسبب حاجتها للصيانة من الأعطال بشكل دائم (حميدان، 2017،ص8)، ومن ضمنها محطات التحلية بمنطقة الدراسة والتي تأتي في مقدمتها محطة تحلية المياه بكرزاز التي تعتمد على مياه آبار كرزاز وعددها (4) آبار عميقة، وقد تم تشغيل المحطة في الفترة من 1986 وحتى 1991، بإنتاجية قدرها (9500م3/اليوم) وبنسبة أملاح (400 جزء/مليون)، وقد فقدت المنطقة مساهمة هذا المصدر منذ عام 1991 للأسباب التي سبق ذكرها (بيت المال وبيت المال،2007،ص 383)، أما محطة التحلية بالشركة الليبية للحديد والصلب وعلى الرغم من غزارة إنتاجها الذي يبلغ (30000م3/يوم)، إلا أن مساهمتها المائية للمدينة قد تراجعت من (5000م3/يوم) إلى (3000م3/يوم) وبشكل غير ثابت وفقاً لاحتياج مصانع الشركة الليبية للحديد والصلب بعد ربطها بخزان قصر أحمد عام 1990(الصول،2019،ص 41)، وقد وضعت الشركة العامة للمياه خلال عام 2014 مخططاً لتنفيذ (15) محطة تحلية على طول الشريط الساحلي الليبي حتى عام 2025 بإنتاجية قدرت بحوالي (728.2) مليون م3/السنة لمواجهة العجز المائي المتزايد (حميدان،2017،ص8)، وفي منطقة مصراتة يتطلب معالجة المشكلة العمل على توفير عدد 4 محطات عائمة لتغطية احتياجات السكان في حالات الطوارئ أو توقف المصدر، واستكمال مشروع إنشاء محطة التحلية بمنطقة الجزيرة بسعة (85000) متر مكعب يومياً، وإنشاء محطة تحلية بمنطقة أبوروية بسعة (35000) متر مكعب يومياً، خاصة وأن منطقة مصراتة تمتلك ساحل بحري طويل يمكن

من خلاله استغلال مياه البحر كبديل لزيادة الموارد المائية والحد من العجز المائي، ومع انتشار تقنية تحلية مياه البحر بشكل كبير بين الدول العربية المطلة على البحر خاصة منطقة الخليج العربي ودول شمال إفريقيا للتخفيف من استنزاف المياه الجوفية حيث تحتل السعودية الصدارة بين دول الخليج في تحلية مياه البحر بحوالي (5مليون م3/يومياً)، يليها الإمارات (2.1مليون م3/ يومياً)، ثم الكويت (1.3 مليون م3/يومياً) والتي تشكل فيها تحلية المياه المالحة حوالي (95%) من مواردها المائية"(المعالج وأبوقشة، بلا تاريخ،ص38).

2- المحور الثاني/ الخصائص المناخية بالمنطقة وأثرها على العجز المائي:

أولاً/ الخصائص المناخية بمنطقة الدراسة:

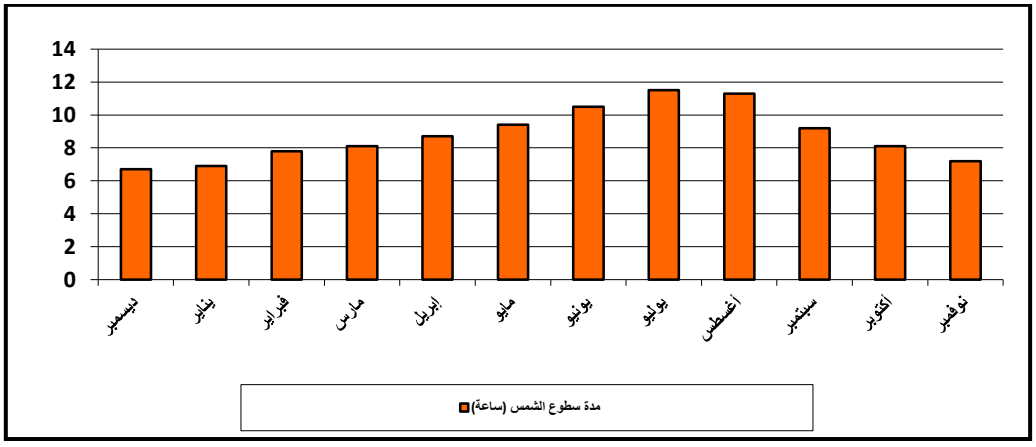
تتباين الخصائص المناخية في منطقة مصراتة فصلياً وشهرياً تبعاً لتباين كميات الإشعاع الشمسي المستلمة ضمن أجوائها نتيجة لتباين عدد ساعات السطوع الشمسي النظرية والفعلية والناتجة عن حركة الشمس الظاهرية بحسب موقع المنطقة بالنسبة لدوائر العرض، مما أثر ذلك في بقية عناصر المناخ، ومن تم وضع الصورة النهائية لخصائص المناخ في المنطقة.

تتلقى المنطقة كميات كبيرة من الإشعاع الشمسي، مما يشير إلى زيادة في عدد ساعات السطوع الشمسي النظرية، وما يرافق ذلك من ارتفاع قيم الإشعاع الشمسي، ومن خلال الجدول (2) والشكل (3) اللذان يوضحان المعدل العام لمدة السطوع الشمسي والتي بلغت (8.8 ساعة)، حيث تصل أقل معدلاتها في فصل الشتاء (7.1 ساعة)، بينما بلغ أعلى معدلاتها (11.1 ساعة) في فصل الصيف.

جدول (2) المعدل العام لمدة السطوع الشمسي بمنطقة الدراسة 1980 - 2015

	فصل الشتاء			فصل الربيع			فصل الصيف			فصل الخريف		
	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر
مدة السطوع الشمسي (ساعة)	6.7	6.9	7.8	8.1	8.7	9.4	10.5	11.5	11.3	9.2	8.1	7.2
المعدل الفصلي	7.1			8.7			11.1			8.2		

المصدر: محطة الأرصاد الجوية، مصراتة، بيانات غير منشورة.



المصدر: الباحثان استناداً للجدول (2).

شكل (3) المعدل العام لمدة السطوع الشمسي 1980-2015.

يرجع تباين درجات الحرارة الشهري والفصلي إلى عدة عوامل أولها الموقع الجغرافي، ثم القرب أو البعد عن البحر، يليها الإشعاع الشمسي، حيث سجل المعدل السنوي لدرجة الحرارة في منطقة مصراتة نحو 20.4مْ للفترة من 1980 - 2020، إلا أن درجة الحرارة تميل إلى الانخفاض في فصل الشتاء، حيث يُعد شهر ديسمبر من أبرد شهور السنة إذ يصل المعدل الشهري أدنى مستوياته ليسجل 13.3مْ، ويعود انخفاض درجة الحرارة في فصل الشتاء لكثرة تعرض المنطقة لموجات البرد التي تربط بالمنخفضات الجوية الشتوية، إضافة إلى زيادة كمية السحب، بينما ترتفع المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة في فصل الصيف لتصل أعلى معدلاتها في شهر مايو لتسجل نحو 27.2مْ، وبسبب طول فترة السطوع الشمسي، وقلة السحب فإن درجة الحرارة قــد سجلت أعلى معدلاتها في فصل الصيف(سليم وحويل،2017،ص232)،

كما أن ارتفاع درجة الحرارة تزيد كمية الفاقد من المياه سواء عن طريق البخر أو النتح، وهذا له أثره على القيمة الفعلية للأمطار، حيث أن ما يتسرب من مياه الأمطار إلى باطن الأرض ليغذي الخزانات الجوفية يكون بسيطاً، وبذلك يكون الأثر سالباً على الميزان المائي الجوفي خاصة في المناطق قليلة الأمطار (الصول،2007، ص29).

أما فيما يتعلق بالأمطار فنجد أن المعدل السنوي لكمياتها يصل إلى (291.5مم) جدول (3)، وهي كمية قليلة مقارنة مع أمطار المناطق المطيرة من العالم، ولا يمكن اعتبارها مورداً مائياً مناخياً، كما أنها تتصف بالتذبذب وعدم الثبات سواء في كمياتها أم في مواعيد سقوطها، عموماً فأمطار البلدية متباينة شهرياً وفصلياً وسنوياً، وهي في واقع الحال شتوية التساقط.

تبدأ الأمطار بالتساقط في أجواء المنطقة اعتباراً من منتصف شهر سبتمبر تقريباً، إذ تسقط بكميات قليلة جداً (1.1ملم)، تبدأ بعد ذلك بالزيادة تدريجياً حتى تصل إلى أكبر معدل شهري لها (66.5) وذلك في شهر يناير الذي تسجل فيه أدنى معدلات درجات الحرارة وأعلى معدلات الرطوبة النسبية، ثم تبدأ الأمطار بالتناقص حتى تصل إلى أدنى معدل شهري (3.3مم) في شهر مايو لتنعدم مطلقاً خلال الأشهر الحارة (يونيو ، يوليو ، أغسطس)، والتي يتزامن انقطاعها مع عدم وصول تأثيرات المنخفضات الجوية، فضلاً عن الارتفاع الكبير في درجات الحرارة وانخفاض معدلات الرطوبة النسبية إلى أدنى مستوياتها (جلغم،2018،ص98).

جدول (3) المعدل الشهري والمجموع السنوي للأمطار (ملم).

الشهر / السنة	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المجموع السنوي
1980	8.4	39.2	14.5	28.4	1	0	0	0	0.4	116.7	54.8	83.3	346.7
1981	206.8	27.7	7.1	2.6	0	0	0	0	0	14.7	102.1	1.6	362.6
1982	13.7	31.3	40.1	11.2	17.5	0	0	0	0	28.9	80.4	83.6	306.7
1983	51.4	4.9	7.4	0.6	0	1.3	0	0	0	28.5	93.9	42.4	230.4
1984	25.9	42.9	6.1	10.3	0	0	0	0	0	70.9	19.7	164.5	340.3
1985	29.4	0.8	19.2	0.8	2.8	0	0	0	9.4	12.9	8.7	135.3	219.3
1986	45.3	0.9	70.2	0	0.8	1.5	0	0	19.6	34.7	113.2	143.8	430
1987	29.9	15.6	11	6	0	0	0	6.5	3.1	0	72.9	30.7	175.7
1988	80.3	24.5	20.3	0	0	0.3	0	0	67.3	24.7	26.3	121.7	365.4
1989	82.8	23	24.9	0	1.7	0	0	0	12.7	31.3	17.6	1.9	195.9
1990	112.4	2.3	3.7	17.4	2	0	0	0	0	0	222.5	22.3	382.6
1991	103.3	40.7	18.7	24.4	27.4	9.8	0	0	18.8	9.5	42.5	167.1	462.2
1992	47.7	36.3	2.4	3.3	2.8	3.8	0	0	0	0	25.8	24.6	146.7
1993	25	56.5	11.8	8.3	0	0	0	0	0	4.7	14.5	45.8	166.6
1994	32.6	16.1	4	53.5	3	0	0.5	0	0	66	47.8	65.3	288.8
1995	215	27.2	14.7	2.3	0	4.6	0	5.6	1.9	136.3	42.4	4	454

238.9	42.6	31.5	5.5	11.9	0.2	0.7	18.5	0	2.4	45.7	65	14.9	1996
252	89.3	29.4	26.8	22.7	0.5	0	0.8	0	12.3	27.1	26.7	16.4	1997
254.9	48.1	33.3	51.3	1.2	0	0	0	7.6	1.7	36.7	26.9	48.1	1998
216	46.2	30.5	44	3.8	0	0	0	0.2	0.1	14.8	35.7	40.7	1999
213.9	41.4	1.4	17.9	1.1	0.5	0	0	0	15.6	0	53.9	82.1	2000
340.1	60.4	198.6	2.1	0.6	0	0	0	2.1	8.3	3.9	48.4	15.7	2001
203.6	26.2	82.3	5	19.7	3.5	0	0	2.7	11.7	10.9	20.6	21	2002
381.1	76.2	125.7	0.2	54.9	3.3	0	0	0	2.4	49.2	18.6	50.6	2003
274.4	21.5	42.3	0	9.2	0	0	0	0	22	113.6	4.2	61.6	2004
213.8	76.4	12.2	14.5	1	0	0	0.3	0	14	20.9	9.6	64.9	2005
304.2	25.4	35.7	58.4	14.1	0	0	0	2.7	9.9	23	41.8	93.2	2006
304.7	39	26.6	63.8	4.6	0	0	0.6	1.7	16	73.3	53.7	25.4	2007
361.4	91.6	48.1	1.9	8	1	0	1	TR	20.4	5.1	42.4	141.9	2008
219.4	8.7	6.3	97.1	18.3	0	0	0	36.8	0.9	10.1	36.3	4.9	2009
132	33	30	21	0	0	0	0	0	21	12	3	12	2010
174	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	117	27	2011
171	36	12	0	0	0	0	0	0	0	21	6	96	2012
297	33	39	120	60	0	0	0	0	6	0	3	36	2013
261	33	6	9	9	0	0	3	0	0	18	24	159	2014
390	33	30	30	18	15	0	0	3	0	57	12	192	2015
900	312	372	6	12	15	0	0	3	0	3	3	174	2016
201	33	3	60	0	0	0	0	12	9	21	3	60	2017
222	21	30	39	18	3	0	3	0	0	15	33	60	2018
342	33	42	15	0	0	0	3	3	150	3	33	60	2019
210	30	60	15	0	0	0	0	0	0	12	33	60	2020
291.5	59.2	55.1	31.3	10.3	1.32	1.2	1.2	3.3	12.02	21.3	27.9	66.5	المعدل الشهري

المصدر: محطة الأرصاد الجوية مصراتة، بيانات غير منشورة، 2018.

أما بخصوص عنصر الرطوبة النسبية فتتميز منطقة الدراسة بارتفاع معدلاها طوال العام وذلك بسبب موقعها الساحلي، وكغيرها من المناطق الساحلية في ليبيا، فإن المتوسط الشهري والفصلي والسنوي تكاد تكون متشابهة إلى حد كبير، حيث يلاحظ أن المتوسط الشهري لشهر يوليو هو أعلى معدل شهري حيث يصل إلى 73%، أما بقية الأشهر فيتراوح بين 68 – 73%، كما أن المعدل الفصلي خلال فصل الصيف نحو 72%، وفي فصل الخريف يصل إلى 69.6%، وارتفع المعدل قليلاً خلال فصل الشتاء 69.3%، وانخفض في فصل الربيع إلى 86.6%، أما بالنسبة للمعدل السنوي للرطوبة قد بلغ 69.8% (جلغم،2018،ص95).

توضح الحقائق المذكورة أنفا إن البلدية تشهد مستويات حرارية عالية وكمية أمطار قليلة وكميات تبخر مرتفعة جداً، مما يعني معاناة أجوائها من جفاف مناخي واضح وكما سيتم توضيحه.

ثانياً/ العجز المائي المناخي ومفهوم الجفاف وطرق قياسهما:

هناك جملة من العوامل الطبيعية والبشرية تعمل على إحداث فجوة مائية تقوم بين ما يصل منطقة ما من تساقط مائي وبين ما يُفقد منه عن طريق (تبخر، تبخر/نتح، تسرب، استهلاك مائي...ألخ).

وفي كل الأحوال فإن الخصائص المناخية تُعد من أكبر العوامل المتحكمة في تحديد قيمة المطر الفعلي ومستويات العجز المائي والجفاف.

1- مفهوم العجز المائي المناخي:

يشار للعلاقة بين كمية الأمطار الساقطة ومقدار الفاقد المائي بالموازنة المائية المناخية التي يُعتمد في حسابها على مقدار التبخر/النتح والعوامل المؤثرة فيها (السامرائي،202،1999-203)، ويرى البعض أنها العلاقة بين ما يدخل منطقة ما من مياه على هيئة تساقط، وبين الفاقد بالتبخر والنتح من النبات، وكذلك تغيرات في المياه المختزلة كرطوبة التربة أو المياه الجوفية أو المسطحات المائية، وهو الذي يحدد الجفاف في أي مكان.

يحصل العجز المائي Water deficitعندما تكون كميات التبخر والنتح الممكن* أكبر من كمية الأمطار الفعالة جدول (4)، وبالعكس يكون هناك فائضاً مائياً Water surpluses، عندما تفوق كمية الأمطار الفعالة كمية التبخر والتبخر/ النتح الممكن (الشرباصي،2015،ص30).

إذا كان تعريف العجز المائي المناخي واضحاً، فإن تحديده من الناحية الكمية ومعرفة درجة حدته تبقى مطروحة، ذلك أن هناك عدة مؤشرات تستعمل في توضيح ذلك لكنها تبقى ناقصة وتعطى نتائج مختلفة وأحياناً متضاربة، وهو ما يبرز في هذه الدراسة من خلال تطبيقنا لبعض المؤشرات، ومع ذلك تبقى عدة أسئلة هامة مطروحة، "أي المؤشرات أكثر تعبيراً وتحديداً لمفهوم العجز المائي المناخي بالمنطقة؟، خاصة وأن بلادنا تتصف بقلة انتظام أمطارها الشهرية، والفصلية، والسنوية.

جدول (4) العجز المائي المناخي في منطقة مصراتة للفترة 1980 - 2020

الشهر	كمية الأمطار (ملم)	كمية التبخر/النتح الممكن (ملم)	مقدار العجز*	النسبة المئوية للعجز (%)*
يناير	66.5	39.6	+ 26.9	-
فبراير	27.9	57.2	- 29.6	1.7
مارس	21.3	98.6	- 77.3	4.3
إبريل	12.02	120.9	- 108.9	6.1
مايو	3.3	190.5	- 187.2	10.5
يونيو	1.2	307.2	- 306	17.2
يوليو	1.2	339.7	- 338.5	19.1
أغسطس	1.32	317.4	- 316.08	17.8
سبتمبر	10.3	254.8	- 244.5	13.8
أكتوبر	31.3	168.1	- 136.8	7.7
نوفمبر	55.1	84.9	- 29.8	1.7
ديسمبر	59.2	46.0	+ 13.2	-
الإجمالي	290.6	2024.9	1774.7	%100

المصدر: الباحثان استناداً للجدول (3).

* نسبة ومقدار العجز من حساب الباحثان.

* يُعرف التبخر/النتح الممكن بأنه مقدار التبخر والنتح من أرض واسعة مغطاة بالنباتات مع توفر كميات كبيرة من المياه في
جميع الأوقات، بحيث لا يعاني النبات نقص في الماء.

ولتحديد العجز المائي المناخي كمياً تستعمل عدة مؤشرات لكن المشكلة تتمثل في أن اختيار أي مقياس من المؤشرات التي سنطرحها يمثل مرحلة دقيقة في دراسة هذه الظاهرة، لأن تعريف العجز المائي المناخي ودرجة حدته تتحدد ابتدأ من قيمة ثابتة تمكن من التقليل أكثر ما يمكن من مساهمة التقديرات الذاتية، ثم أن صلاحية أي مؤشر تتحدد من خلال النتائج التي يمكن الحصول عليها.

ومن بين مؤشرات العجز المائي المناخي "الانحراف بالنسبة للمعدل" وهو الفارق بين مجموع الأمطار لسنة ما (مجـ .م) والمعدل السنوي (معـ . م). **(ن. م = مجـ . م - معـ . م)**

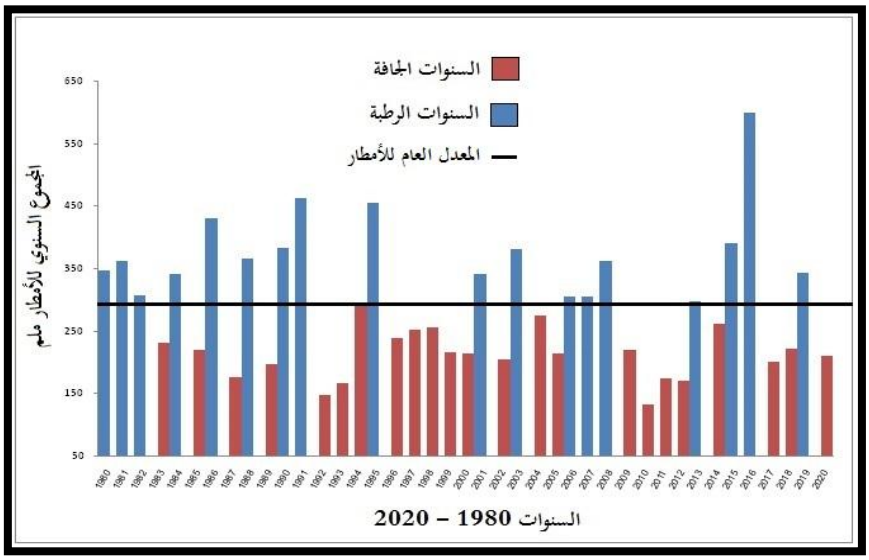
ويكون الانحراف موجباً بالنسبة للسنوات الرطبة وسالباً بالنسبة للسنوات الجافة، ويعني ذلك سنة ناقصة مائياً عندما يكون مجموع الأمطار أقل من المعدل، وسنة فائضة مائياً عندما يتجاوز المجموع المعدل، وبتطبيق المعادلة سالفة الذكر جدول (5) على عدد من السنوات التي تم اختيارها بشكل منتظم من الجدول (3) كالتالي:
الانحراف بالنسبة للمعدل = مجموع الأمطار - المعدل العام

الجدول (5) تطبيق معادلة الانحراف بالنسبة للمعدل على منطقة الدراسة.

السنة	مجـــ .م - معـــ. م	ن .م
1980	291.5 ÷ 346.7	+ 55.2 سنة رطبة.
1990	291.5 ÷ 382.6	+ 91.1 سنة رطبة.
2000	291.5 ÷ 213.9	- 77.6 سنة جافة.
2010	291.5 ÷ 132	- 159.5 سنة جافة.
2020	291.5 ÷ 210	- 81.5 سنة جافة.

المصدر: الباحثان، استناداً على معادلة الانحراف بالنسبة للمعدل.

يتبين من خلال الجدول (3) والشكل (4) اللذان يمثلان المعدل الشهري والمجموع السنوي للأمطار بالمنطقة، أن ما نسبته (43.9%) سنوات رطبة، بينما شكلت السنوات الجافة نسبة (56.1%) من المجموع السنوي للأمطار ضمن سنوات الدراسة.



المصدر: الباحثان استناداً للجدول (3).

شكل (4) السنوات الجافة والرطبة خلال الفترة 1980 – 2020م.

وبالنسبة لمؤشر الأمطار والذي يقصد به العلاقة بين مجموع الأمطار السنوي والمعدل السنوي للأمطار:

$$م.م = \frac{مجـــ.م}{معـــ.م}$$

فإذا ما تجاوزت هذه العلاقة الواحد (1) كانت السنة فائضة، وإذا ما قلت عن ذلك كانت ناقصة مائياً جدول (6)، ولتحديد الاتجاه العام للسنوات الجافة أو الرطبة يستعمل الانحراف التناسبي بالنسبة للمعدل والذي يختلف عن مؤشر الأمطار بخصم واحد من هذا المؤشر.

الجدول (6) تطبيق معادلة مؤشر الأمطار على منطقة الدراسة.

السنة	مجـــ.م ÷ معـــ.م	م.م
1980	291.5 ÷ 346.7	1.2 سنة رطبة.
1990	291.5 ÷ 382.6	1.3 سنة رطبة.
2000	291.5 ÷ 213.9	0.7 سنة جافة.
2010	291.5 ÷ 132	0.4 سنة جافة.
2020	291.5 ÷ 210	0.7 سنة جافة.

المصدر: الباحثان، استناداً على معادلة مؤشر الأمطار.

تشير نتائج استخراج العجز في الموازنة المائية المناخية وكنتيجة متوقعة لارتفاع كميات التبخر وقلة كمية الأمطار الساقطة في المنطقة إلى حدوث عجزاً مائياً كبيراً يبلغ مجموعه السنوي (1774.7ملم) موزع بصورة متباينة على أشهر السنة، ويبدو أن قلة سقوط الأمطار وانعدامها في معظم الأشهر قد هيأ أجواء المنطقة إلى الوضع المناخي الجاف وشبه الجاف، وتشير النتائج أيضا إلى عجز واضح وكبير في الموازنة المائية المناخية، لاسيما في الأشهر الحارة التي ينعدم سقوط الأمطار فيها، فنجد أن نسبة العجز المائي المناخي تصل إلى (70%) تقريباً في الأشهر (مايو - يونيو - يوليو - أغسطس- سبتمبر) مجتمعة، بينما لا تشكل بقية الأشهر أكثر من (30%) من مجموع نسبة العجز المائي المناخي بمنطقة الدراسة.

2- مفهوم الجفاف:

يُعد الجفاف أحد أهم المشكلات التي لا تزال تواجه البشرية، رغم التقدم العلمي والتطور التكنولوجي الهائل التي وصلت إليه، حيث تمثل المناطق الجافة والشبه جافة ثلثي مساحة اليابسة، ولم يُسجل أي جهد لإحداث تغير في هذه النسبة، ويعود السبب إلى تشابك وتداخل مفردات الظاهرة وتنوعها، فالجفاف ظاهرة طبيعية وبشرية والمفاهيم حولها غير واضحة وغير محددة، فالجفاف محصلة العلاقة بين المطر والحرارة والتبخر (الحجري،1994، ص239-240).

يعرف الجفاف على أنه عدم قدرة الرطوبة الجوية أو رطوبة التربة على الإنبات أو حيث تكون الرطوبة الجوية ورطوبة التربة غير كافية للعمليات اللازمة للإنبات، هناك أربعة أنواع رئيسية من الجفاف:

- الجفاف الدائم: وهو النوع الذي تمثله الصحراء، إذ لا يوجد فصل ممطر يساوي كمية الماء اللازمة للإنبات، ولا يوجد في مثل هذه المواقع إلا الأنواع الشديدة التكيف ولا تقوم الزراعة إلا بعمليات الري.

- الجفاف الفصلي: يتميز هذا النوع بسقوط الأمطار في فصول معينه وانعدامها في فصول أخرى.

- الجفاف الطارئ: يقتصر على النوع على المناطق الرطبة وشبه الرطبة نتيجة لعدم انتظام أو تقلب سقوط الأمطار، وهو من أخطر الأنواع نظرا لصعوبة التنبؤ به.

- الجفاف غير المنظور: تنخفض في هذا النوع الرطوبة الجوية أو رطوبة التربة اليومية أو الشهرية عن الحد الذي يحتاجه النبات مما يؤدي موته أو قلة كثافته.

ولقياس حدة الجفاف المناخي يمكن استخدام العديد من المؤشرات والتي من بينها:

- معامل Lang: ويطلق عليه كذلك معامل المطر، حيث يعتمد على العلاقة بين كمية الأمطار الساقطة ومعدل درجة الحرارة وفق الصيغة التالية (الصراف،1980، ص174):

$$F = N / T$$

F = معامل المطر، **N**= كمية الأمطار الساقطة سنوياً / ملم، **T** = معدل درجة الحرارة السنوي / مْ.

291.5 ÷ 20.4 = 14.3 تبين من تطبيق هذه المعادلة على منطقة الدراسة أن قيمة F = (14.3)، حيث قسم Lang نتائج المعادلة إلى أربعة أصناف يمثل الصنف الأول من (0 - 10) إقليم شديد الجفاف، والصنف الثاني الذي أطلق عليه إقليم ذو جفاف معتدل، وهو ما ينطبق على منطقة الدراسة.

- **معامل Walter**: يستند هذا المعامل على رسماً بيانياً للمناخ، يتضمن توقيع لمتوسط درجات الحرارة في شهور مختلفة من السنة على المحور الرأسي ويقابله على المحور الأخر تدرج بين كميات المطر، بحيث توازي العشر درجات المئوية في الحرارة عشرين ملم من المطر الذي يرسم له هو الأخر منحى في الشهور المختلفة (البتانوني، 1992، ص50).

- **معامل المعهد الوطني التونسي للرصد الجوي**: ويعتمد هذا المعامل على النسبية حسب الفئات التالية جدول (7):

* سنة ذات جفاف معتدل يتراوح فيها العجز المطري بين 20 - 40 %.

* سنة جافة يتراوح فيها العجز المطري بين 40 - 60%.

* سنة جافة جداً يتراوح فيها العجز المطري بين 60 - 80%.

* سنة جافة للغاية يفوق فيها العجز المطري 80%.

وبناءً على ذلك فقد تم تطبيق هذه التصنيفات على السنوات من 2009 – 2020.

جدول (7) تصنيف الجفاف حسب معامل المعهد الوطني التونسي بمنطقة الدراسة.

السنه	مجـ السنوي للامطار	العجز المطري	النسبه %	الفئات
2009	219.4	72.1	24.7	سنة ذات جفاف معتدل
2010	132	159.5	54.7	سنة جافة
2011	174	117.5	40.3	سنة جافة
2012	171	120.5	41.3	سنة جافة
2014	261	30.5	10.5	سنة معتدلة
2017	201	90.5	31.0	سنة ذات جفاف معتدل
2018	222	69.5	23.8	سنة ذات جفاف معتدل
2020	210	81.5	27.9	سنة ذات جفاف معتدل

المصدر: 1- الباحثان استناداً لبيانات الجدول (3).

2- العجز المطري ونسبته من حساب الباحثان.

نلاحظ مما ذكر أنفاً أن الجفاف هو ظاهرة طبيعية تتمثل في انخفاض كميات الأمطار الساقطة أو تناقصها عن معدلاتها الاعتيادية في أوقات معينة، والتي قد تستمر لفترات طويلة، ويبدو أن منطقة الدراسة تقع ضمن

النوع الثاني (الجفاف الفصلي)، فالأمطار وإن اقتصرت على السقوط في فصلي الشتاء والخريف فهي لا تسد حاجة النباتات من المياه.

فالمناخ الجاف والذي يرتبط أساساً مع مفهوم الجفاف بمفهومه العام، فإن اغلب علماء المُناخ يتفقون على تحديد المناخ الجاف بأنه " المناخ الذي تتزايد فيه كمية البخر عن كميات الهطول أي المناطق التي تعاني عجزاً سواءً على المستوى الشهري أو الفصلي أو السنوي.

3. المحور الثالث / البدائل المقترحة لتقليل الجفاف والعجز المائي المناخي:

تعيش ليبيا على وقع مشاكل تزداد شيئا فشيئا تتعلق بالتزود بالمياه خاصة خلال الفترة الصيفية التي تمر بانعدام كامل لسقوط الأمطار تقريباً، وقد عزت معظم الدراسات إلى أن تفاقم هذه المعضلة تأتي من خلال هدر حوالي 50 % من الموارد المائية نتيجة لتقادم البنية التحتية، إضافة إلى الاستغلال المفرط والعشوائي للمياه الجوفية (الغزيلي، 2020،ص2)، كما أن ليبيا تفتقر إلى ضعف التخطيط والاستفادة من تجارب الدول الأخرى التي نجحت في توفير جزء كبير من حاجياتها المائية عبر تحلية مياه البحر، وتؤكد الدراسات أن نقص الموارد المائية السطحية التي تتبخر بفعل ارتفاع درجات الحرارة وزيادة نسبة ملوحة المياه، هي من أهم الإشكاليات التّي تواجهها البلاد.

وفي ذات السياق فقد اقترحت معظم الدراسات على ضرورة الالتزام ببرنامج وطني لتطوير تكنولوجيا المياه في إطار استراتيجي، وذلك من خلال التوجه نحو استخدام المصادر البديلة على غرار إعادة استعمال المياه المعالجة نظرا لوفرتها وسهولة الوصول إليها، ومن خلال هذا الاستعراض لسبب الأزمة والرؤى المقترحة لمعالجتها يمكن وضع جملة من البدائل المقترحة لتقليل الجفاف والعجز المائي المناخي:

* **الأمطار الصناعية**: تعاني المنطقة وكما بيناه في خصائصها المناخية من نقص كبير في كمية الأمطار الساقطة، لذا كان لزاماً العمل على زيادة كمية الأمطار بأي شكل من الأشكال، وتُعد تقنية إسقاط الأمطار صناعياً من التقنيات الحديثة التي انتشر استخدامها في معظم دول العالم، والتي يمكن عن طريقها تقليل الجفاف وزيادة هطول الأمطار، ومن ثم إيجاد توازن مائي وربما فائضاً مائياً.

تكمن هذه التقنية في ثلاث محاور رئيسية تتمثل في توجيه الغيوم من مناطق نحو مناطق أخرى يُراد سقوطها فيها وتكثيف الغيوم صناعياً وتسريع تكاثف الغيوم الموجودة من ثم إسقاطها صناعياً.

تعمل هذه الطريقة على تقليل خصائص التذبذب في سقوط الأمطار في المناطق الجافة وشبه الجافة كمنطقة الدراسة، كما تستخدم للتغلب على مخاطر إتلاف المحاصيل الزراعية الناتجة عن الجفاف، ومن ثم رفع إنتاجية المحاصيل واستصلاح مناطق زراعية جديدة عن طريق سد النقص في الاحتياجات المائية للنباتات، كما أنها تُعد أي "الأمطار الصناعية" مورداً مائياً يرفع من مخزون المياه الجوفية ويغديها (الكناني،2005، ص236).

* **حصاد مياه الأمطار أو تجميعها**: ويقصد بها تجميع مياه السيول السطحية الناجمة عن التساقط المطري والاستفادة منها في مجالات عدة أهمها زراعة وإنتاج المحاصيل الزراعية والاستهلاك البشري والحيواني، أو أنها عملية تجميع للمياه المتساقط في خزانات أرضية، ومن تم تستعمل في المزرعة أو الاستعمالات المنزلية الأخرى، ولهذه العملية أهمية كبيرة في المناطق الجافة وشبه الجافة كما هو الحال بالنسبة لمنطقة الدراسة، فهي أولا توفر كمية إضافية واحتياطية للأرض والنبات وكافة نشاطات الإنسان واحتياجاته وحسب طبيعة المنطقة وكمية المياه المتجمعة من الأمطار ونوعية الاستعمالات(سليم وحويل،2017،ص237))، أي يمكن اعتبارها طريقة تكميلية لمعالجة نقص المياه السطحية والجوفية، وتُعد كذلك وسيلة من وسائل التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية، بالإضافة إلى إنشاء السدود والحواجز الترابية والتي تقوم بتجميع المياه ليسهل استعمالها في العديد من الأغراض سواء الزراعية أو المنزلية(آل الشيخ،2006،ص3-8).

* **تطوير أساليب الزراعة**: يتعلق هذا الجانب بطريقة الزراعة أو أسلوبها المتبع وبنوعية المحاصيل التي يمكن زراعتها وبنوعية التربة وخصائصها، أي أن هذه التقنية تعتمد في نجاحها على نوعية التربة وأسلوب الزراعة وما يلزمها من إجراءات، عليه فإن من الضروري اختيار المحاصيل الزراعية المناسبة للترب الرملية والتي تلعب دوراً إيجابياً في تحسين التربة الرملية ذاتها، حيث هناك عدد من المحاصيل الزراعية يمكن أن تحقق تحسين للتربة عن طريق زراعتها في الترب الرملية، وذلك بشكل منفرد أو ضمن دورة زراعية مناسبة.

تشير العديد من الدراسات أنه من الضروري معرفة الاحتياجات المائية للنباتات وذلك لتقليل الفاقد المائي بين التسرب والتبخر، وتقدر نسبة الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية نحو (60%) من كمية المياه المخصصة في شبكات الري الحديثة، في حين يكون الاستهلاك الفعلي أقل من ذلك بكثير فيذهب الباقي كفاقد مائي في النقل والتوزيع بل والتبخر أيضا(عبدالمقصود،1980،ص36)، فاستعمال المياه لأغراض الزراعة بموجب حاجة النبات وبالكثافة الزراعية المطلوبة وبطرق الري الحديثة "كالري بالرش والتنقيط والري تحت السطحي" يوفر كميات كبيرة من المياه تضيع بالتبخر والتسرب دون أي فائدة منها، وعليه فإن إعادة النظر في وسائل الري والصرف الحالية يحقق استعمالاً أمثل للمياه، كاستخدام أسلوب الري بالتنقيط والذي أثبت نجاحه في العديد من الدول العربية، وهو أسلوب اقتصادي ناجح حقق وفراً مائياً في كمية المياه المستعملة بمعدل يتراوح بين (30 - 50%) في حالة الزراعة المكشوفة، وتزيد النسبة إلى (70%) في حالة الزراعة المغطاة "البيوت الزجاجية"، كما أن استعمال أسلوب الري بالرش له فوائده الكثيرة، إذ يقلل من كمية المياه ويساهم في اعتدال المُناخ المحلي بما يخلق وضعاً أفضل للنباتات(عبدالمقصود، 1980،ص38).

كما تستخدم تقنيات أخرى تتعلق بأسلوب أو طريقة حرث الأرض، وهي عبارة عن حرث الأرض بخطوط كنتورية تتماشى مع خطوط انحدار سطح الأرض في المناطق المنحدرة بمنطقة الدراسة حيث تعمل على تقليل سرعة جريان المياه السطحية ومن ثم احتفاظ التربة بالمياه، كما يفيد أسلوب الدورات الزراعية في تقليل كمية التبخر/النتح ومن ثم تقليل العجز المائي المناخي.

* **الآبار المقترحة للتقليل من العجز المائي المناخي**: المنطقة في اعتمادها على مصدر واحد للمياه وهو مياه النهر الصناعي، خلق العديد من الصعوبات والمشاكل نتيجة للأضرار التي تعرضت لها منظومة النهر الصناعي من حين إلى أخر(الجديدي،2008، ص46)، الأمر الذي استدعى توفير مصادر بديلة لسد العجز المائي التي تعاني منه المنطقة، عليه فقد اقترحت إدارة المنطقة الوسطى بالشركة العامة للمياه والصرف الصحي إنشاء محطة تحلية لمياه البحر بإنتاجية (300.000 م^3/اليوم)، وتم إحالة المقترح للجهات المسؤولة ولم يدخل المشروع حيز التنفيذ بعد، كما تم اقتراح حفر عدد (106 بئر) بعمق (300 - 350 متراً) موزعة على معظم جغرافية المنطقة، وتم الموافقة على هذا المقترح بحيث تبدأ مرحلة التنفيذ الأولى لعدد (10 آبار) (الصول،2019،ص47)، كما هو موضح بالجدول (8).

جدول (8) الآبار المقترح حفرها والمواقع المستهدفة للحفر.

م	الموقع	الإحداثيات		عدد الآبار
		شرقاً	شمالاً	
1	شرق المدينة / خزان الملايطة	15 . 10 . 55 . 60	32 .22 .03 .37	1
2	غرب المدينة / سعدون	14 . 57 . 30 . 40	32 .23 .00 .65	1
3	غرب المدينة / الكرامة	14 . 59 . 20 . 00	32 .21 .55 .50	1
4	وسط المدينة / خزان يدر القديم	15 . 06 . 40 . 63	32 .23 .01 .99	1
5	وسط المدينة / 9 يوليو	15 . 05 . 25 . 54	32 .21 .09 .51	1
6	وسط المدينة / باشاغا	15 . 04 . 44 . 72	32 .23 .56 .12	1
7	وسط المدينة / مستشفى الطواري	15 . 04 . 35 . 72	32 .21 .36 .38	1
8	وسط المدينة / خزان رأس فريدغ	15 . 03 . 08 . 27	32 .22 .16 .90	1
9	طمينة / محطة تحلية كرزاز	15 . 06 . 00 . 00	32 .19 .39 .70	2
	المجمـــــــــــــــــــــــوع			10

المصدر: الشركة العامة للمياه والصرف الصحي، إدارة التشغيل والصيانة بالمنطقة الوسطى، 2018.

* **العمل التوعوي والمعرفي والثقافي**: ويخص كافة المعنيين بالمناخ والجفاف والموارد المائية واستصلاح التربة والمزارعين، لأجل رفع المستوى المعرفي والثقافي لديهم لإيضاح أهمية إتباع الأساليب الصحيحة والسليمة في استعمال ما تم عرضه أنفاً من معالجات ممكنة ومقترحة، بل يشمل ذلك كل المنظمات والجهات المسؤولة من أفراد أو مؤسسات باعتبار المسألة وطنية تهم الجميع، ويتضمن ذلك إجراء العديد من الندوات والمؤتمرات العلمية الهادفة والحملات الإعلامية والدعائية لكافة أفراد المجتمع، وإصدار المجلات والنشرات التثقيفية المتعلقة بقيمة وأهمية المحافظة على المياه وتعزيز مصادرها، علاوة عن توسيع التعاون وتبادل الخبرات مع الدول والمنظمات الإقليمية والدولية، لغرض الاستفادة من خبراتهم في هذا المجال، والسعي نحو استيراد التقنيات التكنولوجية والمعرفية الحديثة لمعالجة معضلة الجفاف والعجز المائي المناخي.

النتائج:

1- يعد النمو السكاني والتطور الحضاري وما صاحبهما من زيادة في معدلات الاستهلاك في مختلف الأنشطة من أهم العوامل المؤدية إلى استنزاف المياه في منطقة الدراسة الأمر الذي أوصلها لمرحلة العجز المائي.

2- أوضحت الدراسة أن مناخ المنطقة يشهد مستويات حرارية عالية وكمية أمطار قليلة وكميات تبخر مرتفعة جداً، مما يعني معاناة أجوائها من جفاف وعجز مائي مناخي واضح.

3- أظهرت الدراسة وجود عجز واضح وكبير في الموازنة المائية المناخية، لاسيما في الأشهر الحارة التي ينعدم سقوط الأمطار فيها، فنجد أن نسبة العجز المائي المناخي تصل إلى (70%) تقريباً في الأشهر (مايو - يونيو - يوليو - أغسطس- سبتمبر) مجتمعة، بينما لا تشكل بقية الأشهر أكثر من (30%) من مجموع نسبة العجز المائي المناخي بمنطقة الدراسة.

4- تبين من خلال الدراسة وقوع المنطقة ضمن نطاق الجفاف الفصلي المعتدل، حيث تراوح نسبة العجز المائي المناخي فيها بين 20 - 40%.

التوصيات:

1- العمل على تنويع مصادر المياه لتغذية المنطقة كهدف استراتيجي، يضمن توفير قدر ملائم من المياه في كل الظروف، وذلك بإيجاد روافد لمياه النهر الصناعي لتغذية المنطقة، وسد العجز المائي، إضافة إلى الاستفادة من المياه السطحية المتاحة (حصاد مياه الأمطار) بعمل سدود وخزانات لحفظ المياه والاستفادة منها في الأغراض المنزلية، وري المناطق الخضراء الأمر الذي يساعد في التقليل من استهلاك المياه الجوفية.

3- توصي الدراسة بالأخذ بالبدائل المقترحة والممكنة التي تم تناولها والتي ستسهم في التقليل من العجز المائي، وذلك من خلال تبني خطة استراتيجية هادفة ومدروسة من قبل الجهات ذات الاختصاص، علاوة عن الاستعانة بالخبرات والتقنيات المتاحة والمستوردة لأجل الوصول إلى التقليل من حدة الجفاف والعجز المائي المناخي.

4- إعداد خطط مائية مستقبلية طويلة الأجل لتوفير المياه من خلال تحلية مياه البحر وذلك لإحلال البديل والحفاظ على المياه الجوفية.

5- التوعية والترشيد بأهمية المياه والحد من الإفراط في استخدامها. مع ضرورة إجراء الدراسات العلمية والتحقق من جدواها الاقتصادية، خاصة فيما يتعلق باتجاهات تحلية مياه البحر للأغراض الزراعية والبشرية.

المراجع

الكتب:

1- البتانوني، كمال الدين حسن، بيئة صحراوية، مركز جامعة القاهرة للتعليم المفتوح، مطبعة المركز، القاهرة، 1992.

2- الجديدي، حسن محمد، البدائل المطروحة لمواجهة تناقص المياه الجوفية، الزاوية، دار شموع الثقافة،2008.

3- الصراف، صادق جعفر، علم البيئة والمُناخ، دار الكتب للطباعة والنشر، بغداد، 1980.

4- عبدالمقصود، زين الدين، مشكلة التصحر في العالم الإسلامي، قسم الجغرافية، جامعة الكويت، الجمعية الجغرافية الكويتية، المطبعة العربية الحديثة، 1980.

5- عيبلو، جمال الدين محمد، الموارد المائية في كتاب جغرافية مصراتة، تحرير ونيس الشركسي، حسين أبومدينة، دار ومكتبة الشعب للطباعة والنشر والتوزيع، مصراتة، 2010.

6- مقيلي، امحمد عياد، المناخ، (تحرير الهادي مصطفى أبولقمة وسعد خليل القزيري)، الجماهيرية دراسة في الجغرافية، ط1، سرت، دار الجماهيرية للنشر والتوزيع، 1995.

الرسائل العلمية:

1- جلغم، ربيعة مصطفى فرج، تغيرات الحدود الإدارية وأثرها على منطقة مصراتة 1964 - 2014، رسالة ماجستير "غير منشورة"، قسم الجغرافية ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة طرابلس، 2018.

2- الشرباصي، أسماء نعمة الله، العجز المائي وأثره على الخريطة الزراعية بمحافظة دمياط، رسالة ماجستير "غير منشورة"، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة المنصورة، 2015.

3- الصول، أبوبكر علي سليمان، التذبذب والتباين في معدلات الأمطار بشعبية مصراتة وإمكانية استغلالها، رسالة ماجستير "غير منشورة"، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة السابع من أكتوبر، 2007.

4- العصاوي، إبراهيم محمد، تقييم بعض الخصائص الفيزيائية والكيمائية لمياه الشرب متعددة المصادر بمدينة مصراتة، رسالة ماجستير "غير منشورة"، قسم الكيمياء، كلية العلوم مصراتة، 2001.

5- عيبلو، جمال الدين محمد سالم، استخدامات المياه والمشكلات التي تواجهها بشعبية مصراتة، رسالة ماجستير (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم، زليتن، 2004.

6- الفقي، سالم أحمد، الأمثلة لمعدل سحب المياه من مصادر التزويد المتعددة في مدينة مصراتة، رسالة ماجستير غير منشورة، المعهد العالي للصناعة، مصراتة، 2000.

7- الكناني، نهاد خضير، تحليل زماني ومكاني لخصائص الأمطار الساقطة وسلاسلها الزمنية في العراق للتنبؤ بسنوات الجفاف، رسالة ماجستير "غير منشورة"، كلية التربية للبنات، جامعة الكوفة، 2005.

8- موسى، موسى عمر أحمد، الموارد المائية في شمال ليبيا دراسة في جغرافية المياه، رسالة ماجستير "غير منشورة"، قسم البحوث والدراسات الجغرافية، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، 2015.

المجلات العلمية:

1- الاسطى محمد، فاطمة المنقوش، التحليل المكاني لتوزيع الخدمات السياحية في بلدية مصراتة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة دراسات في العلوم الإنسانية والاجتماعية، جامعة سكاريا، تركيا، المجلد3، العدد26، 2020.

2- بلاعو، علي سالم والمصري نوفل، دراسة الموازنة المائية والعجز المائي في منطقة مصراتة، مجلة الساتل، العدد السادس، جامعة مصراتة،2006.

3- بيت المال، سليم محمد، عمر محمد بيت المال، دراسة الوضع المائي في منطقة مصراتة للفترة 2005 – 2025، مجلة الساتل، جامعة مصراتة العدد الثاني،2007.

4- الحجري، جميل، الجفاف المناخي في البلاد التونسية، بحوث ندوة المياه في الوطن العربي، الجمعية الجغرافية المصرية، المجلد الأول، القاهرة، 1994.

5- ريم إبراهيم حميدان، سياسات إدارة الموارد المائية في ليبيا الواقع والتحديات والاستراتيجيات المستقبلية، المنظمة الليبية للسياسات والاستراتيجيات، ابريل، 2017.

6- السامرائي، محمد جعفر، التباين المكاني لعناصر المناخ في العراق وتحديد الأقاليم المائية، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد 42، بغداد،1999.

7- سليم، علي مصطفى وعادل أحمد حويل، حصاد مياه الأمطار في منطقة مصراتة، المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، المجلد الثالث، العدد التاسع، سبتمبر 2017.

8- الصول، أبوبكر علي، التباين الكمي لإمدادات المياه عبر الشبكة العامة للمياه ببلدية مصراتة (2012 - 2018)، مجلة كلية الآداب، جامعة مصراتة، العدد14، ديسمبر 2019.

9- المعالج، محمد وصالح ابوقشه، واقع وأفاق المياه في الوطن العربي ومدى إمكانية استخدام الطاقات المتجددة، إدارة برامج العلوم والبحث العلمي بالمنظمة العربية للثقافة والتربية والعلوم، بلا تاريخ.

الندوات والمؤتمرات العلمية:

1- الغزيلي، يوسف محمد، استخدام نظم المعلومات الجغرافية في دراسة العجز المائي الجوفي وتحديد أماكن التلوث بمياه البحر في ساحل شمال غرب ليبيا، المؤتمر الدولي الرابع للتقنيات الجيومكانية، ليبيا جيوتك4، طرابلس ليبيا، 3-5 مارس 2020.

2- آل الشيخ، عبدالملك بن عبدالرحمن، حصاد مياه الأمطار والسيول وأهميته للموارد المائية في المملكة العربية السعودية، المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة، السعودية، 2006.

3- قريو، محمود عبدالكريم، المياه والتنمية المستدامة في مصراتة، المؤتمر والمعرض الدولي للتقنيات الجيومكانية- ليبيا جيوتك2، طرابلس، ليبيا، من 6-8 ديسمبر 2016.