Comprehensive Journal of Science
Volume (11), Issue (41), (JUNE, 2026)
ISSN: 3014-6266

مجلة العلوم الشاملة
المجلد (11) العدد 41 يونيو 2026
ردمد: 3014-6266

تقييم واقع الموارد المائية والاحتياجات المستقبلية لمياه الشرب بمدينة الزاوية باستخدام نموذج DPSIR

اميمة البشير الهادي الشائبي
قسم الهندسة المدنية - شعبة الموارد المائية - كلية الهندسة - جامعة الزاوية
am.alshaebi@zu.edu.ly
https://orcid.org/0009-0004-2195-4302
سنية عبدالسلام إسماعيل التركي
قسم الهندسة المدنية - شعبة الموارد المائية - كلية الهندسة - جامعة الزاوية
s.eltuki@zu.edu.ly
https://orcid.org/0009-0007-2759-1217

Assessing the Current State of Water Resources and Future Drinking Water Needs in Zawiya City Using the DPSIR Model

Omaima Al-Bashir Al-Hadi Al-Shaibi
Sonia Abdel Salam Ismail Al-Turki
Department of Civil Engineering - Water Resources Division - Faculty of Engineering – University of Zawiya

تاريخ الاستلام:2026/05/06 –تاريخ المراجعة:2026/05/28– تاريخ القبول: 2026/06/08– تاريخ للنشر: 2026 /06/30

الملخص

هدفت الدراسة إلى تقييم واقع الموارد المائية والاحتياجات المستقبلية لمياه الشرب بمدينة الزاوية، في ظل النمو السكاني المتزايد والاعتماد الكبير على المياه الجوفية، باستخدام نموذج DPSIR القائم على تحليل القوى الدافعة والضغوط والحالة والآثار والاستجابات. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، والاستفادة من البيانات السكانية والتقارير المائية والدراسات السابقة، إلى جانب استخدام المعادلات الرياضية لتقدير النمو السكاني والطلب المستقبلي على المياه. أظهرت النتائج وجود عجز واضح بين كميات المياه المتاحة والاحتياجات الفعلية، مع تدهور نوعية المياه الجوفية وانخفاض مناسيبها نتيجة الاستنزاف المفرط وتداخل مياه البحر. كما توقعت الدراسة ارتفاع الاحتياجات المائية إلى نحو 25.45 مليون متر مكعب سنويًا بحلول عام 2033. وأوصت بإنشاء محطة تحلية، واستكمال خطوط النهر الصناعي، وتطوير شبكات المياه، والحد من حفر الآبار العشوائي، وتفعيل الإدارة المتكاملة للموارد المائية.

الكلمات المفتاحية : الموارد المائية، مياه الشرب، مدينة الزاوية، الاحتياجات المستقبلية، النمو السكاني، نموذج DPSIR.

Abstract

This study aimed to assess the current status of water resources and the future drinking water requirements of Zawiya City in light of increasing population growth and heavy dependence on groundwater, using the DPSIR model, which examines driving forces, pressures, state, impacts, and responses. The study adopted a descriptive-analytical approach and relied on population data, water reports, previous studies, and mathematical equations to estimate population growth and future water demand. The results revealed a clear gap between available water supplies and actual demand, accompanied by groundwater quality deterioration and declining water levels due to overexploitation and seawater intrusion. The study also projected that annual water requirements would increase to approximately 25.45 million cubic meters by 2033. It recommended constructing a desalination plant, completing the Great Man-Made River supply lines, upgrading water distribution networks, limiting unauthorized well drilling, and adopting integrated water resources management.

Keywords: Water resources, drinking water, Zawiya City, future water requirements, population growth, DPSIR model.

1- المقدمة

كان في الزمن الماضي من السهل الحصول علي المياه وبثمن زهيد نسبياً إلا أنه بازدياد عدد السكان زاد الطلب علي المياه وكذلك زيادة النشـــاطات التنموية أدت الي قصـــور الموارد التقليدية للمياه في تلبية هذه الحاجات وأدي ذلك إلي ظهور ظاهرة شـــح المياه في بعض المناطق من العالم ومنها البلدان العربية وبالأخص ليبيا.

تفتقر ليبيا إلي الموارد المائية المتجددة، وتعتبر الموارد المائية غير المتجددة والمتمثلة في المياه الجوفية محدودة، ولكنها توفر ما يقارب من 97 % من إجمالي الإمداد المائي المســـتخدم بكافة قطاعات التنمية .كما تسهم مصادر المياه غير التقليدية والمتمثلة في مياه التحلية ومياه الصرف الصحي والصناعي المعالجة في سد الإحتياجات المائية بكميات محدودة جداً .

ومع التطور المتزايد والسريع في قطاعي الزراعة والصناعة وكذلك النمو السكاني المطرد في العقود الثلاث الأخيرة، ازداد السحب من المياه الجوفية بكميات كبيرة نسبياً مما أدى إلي استنزافها وتدهور نوعيتها مما يشكل ضرورة دراسة الوضع المائي الحالي ومستقبلاً لمعرفة كفاءة الموارد المائية الحالية وبالتالي مدي استدامة وتنمية هذه الموارد ووضع الحلول الأساسية وفق إستراتجية مائية بعيدة المدى تحقق على أساس إدارة متكاملة للموارد المائية وتطويرها .

إن أخطر التهديدات المستقبلية هو خروج الثروة المائية عن نطاق السيطرة المباشرة والرقابة الواعية وترشيد الاستهلاك ولهذا لابد من تبني سياسة مائية تضع مصلحة الأجيال القادمة بعين الاعتبار.

1-1 خلفية الموضوع

إن الزيادة في النمو السكاني والتوسع الزراعي والصناعي والتجاري المتنامي والمتزايد يؤدي بصورة مباشرة إلى ازدياد الطلب علي الموارد المائية وارتفاع حاد في الحاجة الى الماء في كل مكان .

ونتيجة للكثافة السكانية الكبيرة لبلدية الزاوية والتوسع العمراني للمدينة وبسبب تلك التغيرات واكبتها زيادة كبيرة وطردية في استهلاك المياه خلال السنوات الماضية والاستهلاك مستمر حتى الوقت الحاضر وفي زيادة كل سنة .

حيث حصل في المدينة زيادات سريعة في عدد السكان حيث كان عدد السكان في اوائل السبعينيات لا يتجاوز 42,400 آلف نسمة ثم وصل في سنة 2000 م الى 120,000آلف نسمة كما بجدول (1-1)، والنمو في زيادة مضطردة ومستمرة وحيث أن الأرقام السابقة تشمل السكان الليبيين المسجلين بمكتب الأحوال المدنية بالبلدية إضافة الي الأجانب الذين تم إحصاء عددهم [1] .

جدول (1-1) تعداد السكان (1973-2000 م)

السنة	ليبيون		غير ليبين		المجموع		معـدل النمو السنوي %
	ألف	%	ألف	%	ألف	%	
1973	39,400	93	3,000	7	42,000	100	3.2
1980	48,200	91	4,800	9	53,000	100	5.7
1985	63,700	91	6,300	9	70,000	100	5.2
1990	82,800	92	7,200	8	90,000	100	

ومن المتوقع أن تكون الإحصـــاءات الحقيقية أكثر بحوالي 10 % [1] من الارقام المذكورة على أقل تقدير نتيجة دخول العمالة الوافدة ولم يتم احتسابها وبعض سكان ضواحي مدينة الزاوية (المنطقة الغربية) والذين يقيمون مؤقتاً أو يترددون علي المدينة بشكل مستمر وغير المسجلين بمكتب الأحوال المدنية لبلدية الزاوية.

نتيجة النمو الســكاني للمدينة وطبيعة المنطقة المحيطة بالمدينة الملائمة للزراعة بسـبب ملائمة نوعية تربة وظروفها المناخية لعدة أنواع من المحاصيل الزراعية المستنزفة للمياه الأمر الذي أدى الي استنزاف كبير في المصدر الوحيد للمنطقة وهو المياه الجوفية.

ازدياد معدلات الاسـتهلاك للمياه في المنطقة ادى الى الهبوط الحاد في منسـوب المياه وذلك بسـبب ازدياد عدد الآبار وازدياد أعماق الحفر لهذه الآبار ،حيث كانت الآبار في المدينة قديماً ارتوازية ،ونظراً لعدم العناية التامة باستغلال المياه بالمنطقة الاستغلال الأمثل خاصة وان المصدر الوحيد لهذه المياه هو الأمطار التي بدأت تقل في العقود الأخيرة.

3-1 منطقة الدراسة "مدينة الزاوية "

تقع بلدية الزاوية في الجزء الشمالي الشرقي من اقليم زوارة الفرعي ، وتعتبر بلدية الزاوية هي رابع أكبر بلدية من حيث المساحة والثالثة من حيث عدد السكان والكثافة السكانية .جغرافيا تقع في شمال غرب ليبيا، غرب العاصـــمة طرابلس وتبعد عنها حوالي 48 كم , تقع على خط طول 12.72 شـــرقا وعلى خط عرض 32.75 شـــمالا، تطل على البحر المتوســط ومدينة الزاوية هي أكبر مدن الإقليم ، حيث تقع بها منطقة الدراســة (داخل المخطط) والتي يحدها غربا الحرشــة وشــرقا جودائم ومن الجنوب الطريق الســاحلي ويسـودها المناخ الدافئ الممطر شتاء والحار الجاف صيفا وتتفاوت درجات الحرارة تفاوتا كبيرا بين الشتاء والصيف حيث تتراوح ما بين الصفر إلى أكثر من 40 درجة مئوية وتشهد المدينة تطورا اقتصـاديا وحضـاريا هائلا ونموا سكانيا واكبته زيادة في معدلات اســتهلاك المياه مما ضـــاعف من حدة الأزمة المائية مع أن الموارد المائية بليبيا محدودة وموزعة بطريقة غير متساوية زمنيا ومكانيا، وحيث إن المصـدر المتوفر في هذه المدينة هو المياه الجوفية المسحوبة من حوض سهل الجفارة . لقد شهدت مدينة الزاوية توسعاً كبيراً في السنوات الاخيرة حيث زادت مساحتها من حوالي (95 هكتار) الي نحو (2132.02هكتار) [2] .

4-1أهداف الدراسة

إن الهدف من هذه الدراســة هو الوقوف علي الوضـــع المائي القائم لمدينة الزاوية المتمثل في منظومة مياه الشـرب ومصـــادر المياه ونظام توزيعها والنمو السـكاني للمدينة والاحتياجات المائية وتأثير اسـتهلاك للمياه علي نمو المدينة ووضـــع تصـور لاحتياجات المدينة المسـتقبلية لمياه الشـرب حتي عام (2033 م) والذي يكون كالأتي :-

1- التعرف على الوضـــع القائم للإمداد بالمياه بمنطقة الدراســة من ضـــمنها (مصـــادر المياه - تقييم مصادر الشرب بالمدينة - معدلات الاستهلاك).

2- تقدير الاستهلاك المائي لسنتي 2012 م - 2033 م بمعلومية تعداد السكان.

3 - الإدارة المائية- اقتراح الحلول المناسبة للتغلب على مشاكل المياه بمنطقة الدراسة (2030).

1 - 5 منهجية البحث

أنجزت هذه الدراســـة بحيث تم اســـتخدام نموذج (DPSIR) من الوكالة الأوروبية للبيئة European Environmental Agency (EEA) وهو يبحث في امكانية تكييف العلاقة بين ((القوة الدافعة (متطلبات السكان) والضغط والحالة والأثر (الاستجابة)) مع الاحتياج والاستهلاك للمياه بمنطقة الدراسة ، حيث

تستخدم هذه المصطلحات كإطار تحليلي لتقييم المسائل المتعلقة بالمياه . وهذا ما يسمح بالتقييم الشامل للرسالة من خلال دراسة القوة الدافعة ، الضغط ، الحالة ، الأثر و الاستجابة [3].

خلاصةً الى ما تم تناوله في هذه الدراسة حول موضوع "تقييم الموارد المائية لمدينة الزاوية والمتطلبات المستقبلية لمياه الشرب" تم الوصول الى مجموعة من الحلول والتوصيات للنهوض بالوضع المائي للمنطقة إذ ينبغي العمل على عدة مسارات لتجنيب المنطقة أزمة مائية مؤكدة في توفير المياه في المستقبل.

الدراسات السابقة حول الوضع المائي
بمدينة الزاوية

2- الدراسات السابقة حول الوضع المائي بمدينة الزاوية

2 – 1 مقدمة:

عند الرجوع للدراسات السابقة حول الوضع المائي لمدينة الزاوية نجدها قليلة جداً وغير شاملة والبعض منها لا يتعرض للوضع المائي التفصيلي للمنطقة والتحديات المستقبلية التي تواجهها ولقد تم اختيار الدراسات التي تتطرق بشكل أكبر لمدينة الزاوية لفهم الوضع المائي للمدينة وعرض النتائج المتحصل عليها وفيما يلي البعض منها : –

2-2 النمو السكاني في مدينة الزاوية وأثره علي استهلاك المياه خلال الفترة من 1982 – 2002 / نوال الهادي / لعام 2003-2004 .

حيث عملت هذه الدراسة علي حصر عدد السكان في مدينة الزاوية (داخل المخطط) خلال تعدادي 1984 – 1995 ودلك حسب المحلات ، وكذلك حصر انتاجية بعض الابار المغذية للمدينة و التي تتراوح من 27 متر مكعب الى 51.4 متر مكعب وذلك خلال الفترة من سنة 1989- 1994 . ومن خلال عمل عينات لمدي صلاحية مياه الشرب المنتجة من الابار المنزلية الخاصة بالمواطنين تبين ان حوالي 60 % بها تغير في الطعم والرائحة .وقد خلصت هذه الدراسة الي انه وتقديرياً سيصل معدل استهلاك الفرد سنة 2003 م الى 175 متر مكب يومياً ، وكذلك الى ان كمية المياه المستهلكة في الشرب تقدر بحوالي 9.3 % في حين استحوذت نظافة دورات المياه والاستحمام والغسيل علي نسبة 89.7 % مقابل 21.7 % لأمور الطهي . وقد اوصت هذه الدراسة بضرورة المحافظة على الاتزان المائي بالخزانات الجوفية على ألا يتجاوز ذلك كمية التغذية الطبيعية وضرورة الاستفادة من مياه الامطار في تغذية المياه الجوفية وتفعيل الجهات المسئولة عن شؤون المياه مع ضرورة ومراقبة جميع الابار وتبسيط وتسهيل اجراءات دفع قيمة استهلاك .

2 -3 الوضع المائي بشعبية الزاوية [4].

قدمت الهيئة العامة للمياه دراسة حول الوضع المائي بما يعرف سابقاً الشعبية حيث تناولت الدراسة موارد المياه للمدينة وقدرت الاحتياجات من المياه في المستقبل .

وكذلك السحب الإجمالي من الخزان الجوفي الذي كانت تتغذى منه الآبار في منطقة الدراسة وقدرت بحوالي (16 ساعة تشغيل) 160 متر مكعب يومياً إلى 400 متر مكعب يومياً ، كما تطرقت الدراسة الي التنمية المقترحة للمياه الجوفية بالمنطقة بالكامل وقد ادرج بهده الدراسة المصادر المائية المتاحة للشرب بالمدينة (الآبار) وإنتاجيتها ونوعيتها وبمعرفة تعداد السكان والاحتياج العام ، ومعدل العجز في المياه بمقدار 9.4 متر مكعب / سنوياً .

وقد خلصت الدراسة الى توصيات بضرورة الاتجاه الي المصادر الاخرى لتقليل الاستنزاف من الخزان الجوفي لحوض سهل الجفارة ووضع ضوابط فنية بالخصوص ،والمصادر المائية المستقبلية المتمثلة في مياه

النهر الصـــناعي ومياه محطات التحلية، وكذلك عند اســـتغلال مياه الخزن العميق يجب اجراء عمليات معالجة للمياه لارتفاع مجموعة الأملاح الذائبة إذ وصـــل الى أكثر من 10000 جزء / مليون في المناطق القريبة من الساحل.

2-4 المياه الجوفية في بلدية الزاوية وأوجه استثمارها [5].

حيث عملت هذه الدراسـة علي حصـر الابار في البلدية من خلال ما قامت به جهات عديدة من حصـر علي مدي سنوات مختلفة ، خاصة وأن اعدادها كبيرة وتختلف مدى صلاحيتها للاستعمال ، ثم دراسة عينات من الابار التي اشرفت عليها الهيئة العامة للمياه من خلال متابعة اعمال الحفر ، وتجارب الضـخ ، ومدى صـلاحية مياهها بالتحليل الدقيق لها ، حيث تتوزع هده الابار علي جهات مختلفة من البلدية بإنتاجية تتراوح بين 12 متر مكعب يومياً الى حوالي 40 متر مكعب يومياً ، حيث كانت تهدف الى التعرف علي نوعية المياه وصـــلاحيتها وكمياتها ومعرفة الموازنة المائية لبلدية الزاوية ، وقد خلصت الدراسة الي توصيات بضرورة الاتجاه الي المصادر الاخرى لتقليل الاستنزاف من الخزن الجوفي لحوض سهل الجفارة وخصوصًا مع زيادة كميات الاستهلاك للمياه تمشـيا مع ظروف التطور المعيشـــي وزيادة النمو السـكاني أدت لندرة المياه الجوفية ،وتذبذب سـقوط الامطار وضياع قدر كبير منها دون استفادة وكذلك زحف مياه البحر علي بعض الجهات الساحلية بمقدار 2.5 كيلو متر وكذلك اوصـت الدراسـة بإقامة الصـهاريج والخزانات الارضـية لجمع مياه الامطار لسـقي الحيوانات في المناطق الرعوية، استخدام المياه المحلاة في المصانع الكبيرة .

بناءً على هذه الدراســات التي تعرضــت الى الوضـــع المائي بمدينة الزاوية وما نتج عنها من نتائج وتوصــيات للنهوض بالوضـــع المائي من الملاحظ وجود بعض أوجه الاختلافات من ناحية وضـــعية الخزانات الجوفية وأعماقها التقريبية وخصائصها .وأما فيما يخص مشاكل منظومة مياه الشرب بالمدينة فمن الملاحظ تشابه تلك الدراسات لحد كبير وهذا التشابه مرجعه لأمرين هما استمرار المشاكل القائمة بالمنظومة دون تغير والسبب الثاني عدم تنفيذ أي مقترحات أشـارت إليها الدراسـات بالمنطقة والتي سـببت في اسـتمرار الوضـع القائم . لذا تم اختيارنا لدراســة تقييم الوضـــع المســتقبلي لمياه الشــرب بالمدينة باســتخدام نموذج (DPSIR) لما له من أهمية بالدرجة الأولى في المنطقة ولمعرفة مدى تأثيره واسـتدامته في المسـتقبل ووضـع مقترحات لتجنيب المنطقة ازمة مياه حقيقية مستقبلا .

النمو السكاني

والاحتياجات المائية الحالية

3-1 النمو السكاني :

يعرف النمو السكاني عادةً في أية مدينة بمقدار الزيادة أو النقص في سكان تلك المدينة نتيجة لعاملين هما : العمل الطبيعي والعامل الميكانيكي .

ويعرف العامل الطبيعي بأنه الزيادة أو النقصـان في عدد السـكان نتيجة لتفوق المواليد على الوفيات أو العكس تفوق الوفيات علي المواليد في المدينـة خلال فترة معينـة من الزمن ويعتبر تفوق المواليد علي الوفيات بالزيادة الطبيعية للسكان في المدينة .

أما العامل الميكانيكي : فهو عامل الهجرة المكانية (الهجرة الدولية أو الهجرة من الريف للمدينة) ويدعى بالحركة المكانية للسـكان ومن مجموع صـــافي الزيادة الطبيعية والزيادة الميكانيكية يسـتخرج معدل الزيادة الكلية للسكان في منطقة ما في مدة زمنية معينة وتحسب عادةً بزمن سنة تقويمية .

المقاييس الإحصائية المتبعة في تحديد عدد السكان ونموهم في العالم هي :

1- عدد السكان الكلي : وهو عدد الأفراد أو الأشخاص المتواجدين داخل الدولة في زمن معين بإحصاء المواطنين مع احتساب الأجانب سواء مقيمين بشكل دائم أو مؤقت .

2- مؤشر التغير المطلق بين تعدادين : وهو حاصل طرح مجموع عدد السكان نتيجة للتعداد السابق من مجموع عدد السكان الحاصل نتيجة للتعداد الأخير . وهو يمثل الزيادة الإجمالية في عدد السكان نتيجة لعاملي الزيادة الطبيعية والزيادة الميكانيكية .

3-معدل الزيادة الطبيعية للسكان :ويقيس عادة معدل أو نسبة السكان بفعل عاملي الولادة والوفاة لسكان مدينة أو دولة ويتم حسابه بصيغ مختلفة .

3-1-1 الصيغ الرياضية المستخدمة في تقدير النمو السكاني[6] :

تفيد الصيغ الرياضية في تقدير عدد السكاني خلال فترة زمنية واحدة ويكون استخدامها في حساب متوسط النمو خلال الفترة المدروسة وتبيان كيفية توزيع هذ النمو , وقد تبلورت هذه الصيغ نتيجة لتطبيق الديموغرافين لقوانين النمو التي تحكم مختلف المجتمعات على الظواهر السكانية .

وقد تم اختيار بعض الصيغ الرياضية المستخدمة كنماذج للنمو بسبب ملاءمة هذه الصيغ لظاهرة النمو وترافقها مع بعض البيانات الاحصائية التي تقيس تلك الظاهرة وهذه الصيغ هي :

أ-النمو السكاني وفق الصيغة الخطية :

لحساب مقدار المتوسط للنمو السنوي أو الشهري للسكان يتم تقسيم مجموع التغيرات السكانية على عدد السنوات أو الأشهر ومن الواضح أن هذه الطريقة تسمح بمقارنة التغيرات السكانية للدولة عندما تكون الفترات الزمنية المقارنة من أطوال زمنية مختلفة.

وعند دراسة النمو السكاني لفترة زمنية واحدة تأخذ المعادلة الشكل الاتي [6]:-

$$P = nP_o + n.b \quad \ldots\ldots\ldots(1)$$

Po: عدد السكان في بداية الفترة

b : مقدار الزيادة لسكان المدينة

nP : عدد السكان في نهاية الفترة

n : عدد السنوات

ب- النمو السكاني وفق الصيغة الهندسية :

يحسب النمو السكاني وفق هذه الصيغة حسب معدل ثابت لكل وحدة زمنية سواء أكان التغيير تزايدا أو تناقصيا.

تأخذ المعادلة الشكل الآتي [18] :-

$$r = (P/nP)\sqrt[n]{o}) - 1 \quad \ldots\ldots\ldots(2)$$

r : معدل النمو السكاني

P_o : عدد السكان في بداية الفترة

nP: عدد السكان في نهاية الفترة

ج- النمو السكاني وفق الصيغة الآسية :

وتتم هذه الطريقة بحساب الزيادات السكانية ومن معدل ثابت خلال فترة زمنية معينة كالسنة، وإذا أمكن عمليا ان نحسب الزيادات مرة كل سنة اوكل بضع شهور مثلا ،كما يمكن ادخال الزمن كمتغير مستمر

بحيث يطبق معدل ثابت للنمو على فترات زمنية متناهية في الصـغر وبذلك يأخذ النمو الصـيغة الرياضـية التالية –: [6]

$$P_n = P_o . e^{n.r} \quad ....(3)$$

P_o : عدد السكان في بداية الفترة

r: معدل النمو السكاني

P_n : عدد السكان في نهاية الفترة.

n : عدد السنوات

وباخذ اللوغاريتم للطرفين بالنسبة (r) نحصل علي الصيغة :

$$r = (\log(P_n/P_o)/n.\log e) \quad ....(4)$$

e = 2.17828

د– النمو السكاني وفق الصيغة الهندسية المعكوسة :

عندما تعكس البيانات العددية للفترة الزمنية المدروســة انخفاضــا في معدل النمو الســكاني رغم بقاء عدد الســكان في تزايد بقيمه المطلقة، فإن مقدار الزيادة الســنوية يتناقص بصــورة متتالية ولتمثيل هذا التغير في عدد السكان تستخدم السلسلة الهندسية العكسية وذلك بحساب المعدل الهندسي للنمو وجمع الزيادة الحاصلة في السنة ما قبل الأخيرة الي السنة التالية [6].

3–1–2 النمو السكاني لمدينة الزاوية :

يلعب النمو السكاني دوراً كبيراً ومهماً في ازدياد الطلب على الموارد المائية بشكل عام، ومن أجل تقدير الاحتياجات المائية لأي مدينة بشـــكل صـــحيح ومقارب من الاحتياجات الحقيقية لذلك يتطلب الوقوف على معدلات النمو السكاني الحالي والمستقبلي لتلك المدينة حتى يتسنى تقدير تلك الاحتياجات بشكل صحيح .

بلغ عدد سكان مدينة الزاوية في سنة 1995م حوالي 121915 نسمة ، من جودائم حتى الحرشة (داخل المخطط) [7]، وقد مرت مدينة الزاوية بمراحل التغير في تعداد الســـكان نظرا لموقع المدينة ووجود أنشـــطـة ومجالات أعمال مختلفة باعتبارها المركز التجاري لمختلف المناطق الغربية من ليبيا وقربها من العاصـمة ،وحيث إن المدينة تعرضــت لتأثير العامل الميكانيكي وهو الهجرة والعمالة الوافدة .الأمر الذي ســبب حاجة ملحة لتوفير الموارد المائية الكافية لذلك النمو المضطرد.

3–1–3 تقدير النمو السكاني لمدينة الزاوية مستقبلاً :

بالاستناد الى كلا من بيانات التقديرية لمكتب السـجل المدني ببلدية الزاوية حتى نهاية العام (2012) م [7]، وإحصــائياته لعدد سـكان مدينة الزاوية (داخل المخطط) لعام (2012) ، نجد ان سـكان مدينة الزاوية(داخل المخطط) كما هو موضح بالجدول **(4 -1)** التالي :

الجدول(3–1) أعداد السكان بمدينة الزاوية (داخل المخطط)

السنة	عدد السكان
1995	121915
2006	145844
2012	157029

وباستخدام الصيغ التقديرية (أ) (ب) (ج) في حساب النمو السكاني نحصل على تقديرات لمعدلات النمو السكاني في مدينة الزاوية بالصيغ السابقة، ومن ثم تقدير عدد السكان المستقبلي حتي عام 2030م وهي مبينة في الجدولين (4 -2) و (4 -3) :

الجدول(3−2) معدل النمو السكاني

الصيغة المستخدمة	معدل النمو%
الصيغة الخطية	%1.03
الصيغة الهندسية	%1.24
الصيغة الآسية	%1.58

الجدول(3−3) تقدير عدد السكان المستقبلية لمدينة الزاوية(2033)(داخل المخطط)

3− 2

السنة	تقدير عدد السكان (نسمة)		
	الصيغة الخطية	الصيغة الهندسية	الصيغة الآسية
2033	268032	277200	275450

الاحتياجات المائية

3−2−1 استهلاك المياه

يختلف معدل الاستهلاك من منطقة لأخرى وذلك حسب العوامل الآتية : −

1− حجم المدينة وكثافة السكان بها : يزيد معدل الاستهلاك كلما كبرت المدينة وازدادت كثافتها السكانية .

2- نوعية المياه ودرجة الجودة: عندما تكون المياه عذبة أو ذات جودة عالية فإن معدل الاستهلاك للمياه يزيد بشكل أكبر.

3- التقدم الصناعي ومدي احتياج تلك الصناعات للمياه.

4- سعر المياه ووجود ضوابط اقتصادية: تكمن في وجود عدادات المياه الأمر الذي بدونه يزيد معدل استهلاك المياه بقدر أكبر في حالة رخص ثمن الماء أوعدم وجود عدادات .

5- ضغط المياه في الشبكة: كلما زادت قوة ضغط الماء زاد معه معدل الاستهلاك .

6- يزيد معدل الاستهلاك بزيادة التوزيع المستمر للمياه .

7- وجود صرف صحي : في وجود شبكة الصرف الصحي للمياه يساعد على رفع معدل استهلاك المياه بشكل اسرع .

8- طبيعة الطقس والمناخ: في فصل الشتاء وفي المناطق الباردة نسبياً أو المعتدلة نسبياً تقل فيها معدلات الاستهلاك عنه في فصل الصيف وفي المناطق ذات الطقس الحار.

كل تلك العوامل مجتمعة تلعب دوراً مهماً وكبير جداً في معدل استهلاك المياه في مدينة الزاوية حيث ان المدينة ذات كثافة سكانية متزايدة وتوجد بها بعض الصناعات الخفيفة ولا توجد عدادات صالحة في المدينة ومنظومة المياه تعمل بشكل مستمر حيث يكون الضخ مباشراً في الشبكة وتوزيع المياه يكون بشكل مستمر

وكذلك وجود شبكة الصرف الصحي .جميع هذه العوامل لعبت دورا كبيرا في ازدياد معدل المياه المتوقع ان يصل وفي ظل تلك العوامل السابقة الى 300 لتر / اليوم ،كمتوسط استهلاك الفرد اليومي .

3-2-2 تقدير كمية المياه الفعلية اللازمة للأغراض الحضرية بمدينة الزاوية

متوسط معدل الاستخدام المائي اليومي للمياه للأغراض المنزلية بأغلب التجمعات الحضرية في ليبيا يصل الى 135 لتر / شخص / يوم [8] ، بينما تقترح منظمة الصحة العالمية ان تتراوح هذه القيمة بين (100 - 200) لتر/ شخص/ يوم [9].

ما يعني أن الكمية المذكورة تتضمن المتطلبات الصحية المنزلية ومياه الشرب. إلا أن معدلات استخدام المياه في الأغراض الحضرية تختلف اختلافاً متبايناً في مدن ليبيا ومن مدينة لأخري، تبعاً لعدة عوامل أهمها، المناخ ومستوي المعيشة وضغط المياه في الشبكة ، وتجميع المياه المستعملة وحجم التجمع ونظام توزيع المياه والتقدم الصناعي.

3-3 الاحتياجات المائية المستقبلية :

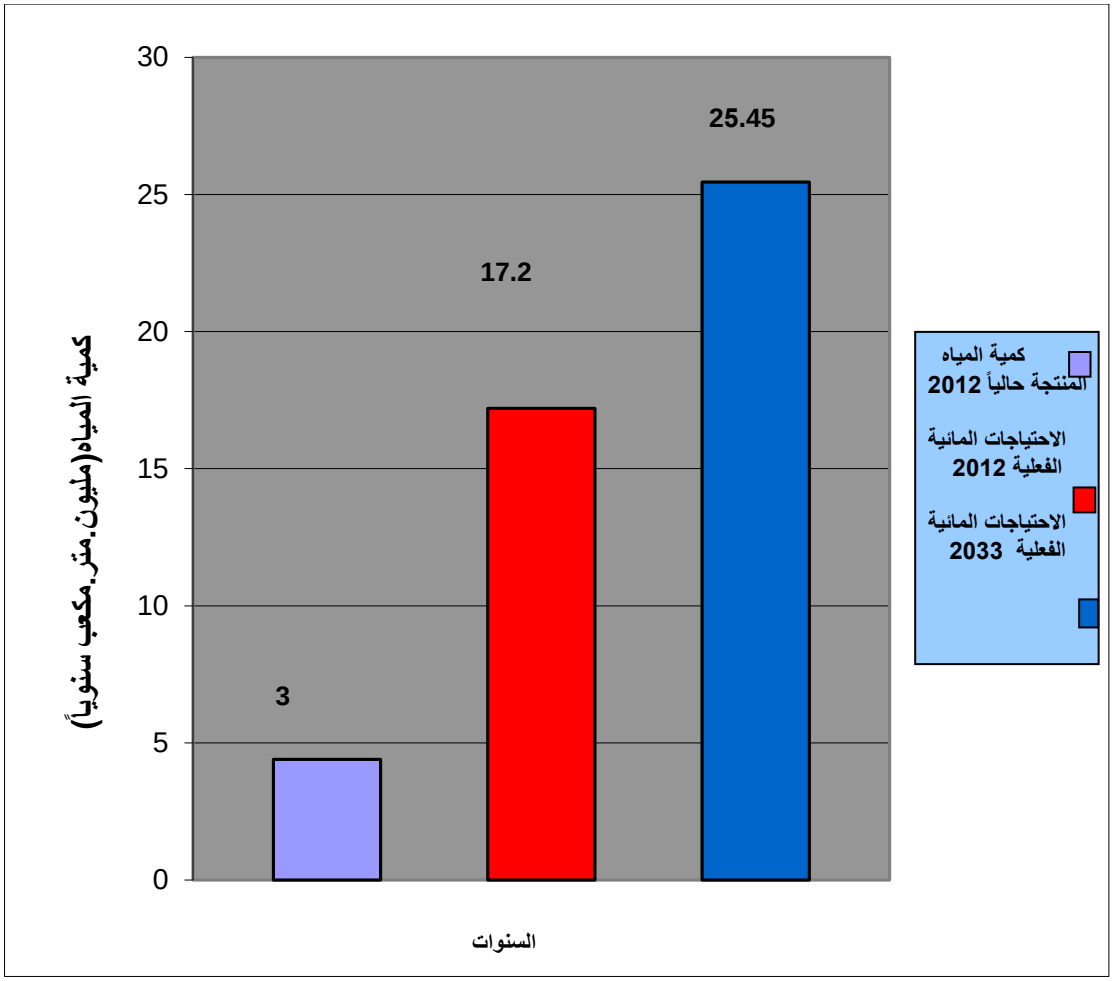
إن الزيادة في معدل النمو السكاني لأي مدينة من أبرز الأمور المؤدية الى زيادة الإحتياجات المائية ، في الوقت الحالي تبلغ الاحتياجات الفعلية من الموارد المائية وللأغراض الحضرية للمدينة بحوالي 17.2 مليون .م³ .في السنة ، بينما تصل كمية المياه التي يتم توفيرها من منظومة المياه إلى حوالي 3 مليون م³ في السنة ، وهذا يوضح أن هناك عجزاً مائياً مقداره 12.9 مليون م³ . سنوياً , وبالرغم من عدم توفر عدادات قياس التدفق لجميع الآبار أو توفر سجلات لذلك فإن كمية العجز موجودة فعلياً وهذا العجز يفسر نقص وتذبذب المياه عن بعض المناطق بالمدينة .

في ظل ذلك تصل الاحتياجات المائية المستقبلية للأغراض الحضرية الى حوالي (65970 م³ / اليوم) 25.50 مليون م³ في السنة لعام 2033 م ، آي ما يقارب الضعف من الاحتياجات الفعلية للمدينة (داخل المخطط) ، كما هو موضح بالجدول (5- 3) والشكل

(5 – 3) ، ويزداد الاحتياج الفعلي بزيادة النمو السكاني وارتفاع المستوى المعيشي والتوسعة المستهدفة للمخطط الجديد للمدينة (جنوب الطريق الساحلي) .

الجدول (3- 4) الاحتياجات المائية المستقبلية للمدينة

نوع الموارد المائية	كمية المياه مليون م³ .في السنة
كمية المياه المنتجة (المتبقية) حاليا	3
كمية الاحتياجات المائية الفعلية 2012 م	17.2
الاحتياجات المائية المستقبلية 2033 م	25.45



الشكل (3 – 5) المنتج من المياه والاحتياجات المائية لمدينة الزاوية

3-4 الاستهلاك المائي

تقييم معدل استهلاك الفرد من المياه :

من خلال كمية المياه المنتجة نجد أن معدل اســتهلاك الفرد من المياه بحوالي 52 لتر/ اليوم ، وهذا المعدل لا يعكس في واقع الأمر الاستهلاك الحقيقي للمياه لكل شخص على وجه الدقة وذلك للأسباب الاتية: –

أ– كمية المياه المنتجة للأغراض الحضــرية غير ثابتة لأنه في حالة حدوث مشــكلة في الشــبكة أو توقف أحد الآبار عن العمل مؤقتا لعطل ما فإن ذلكً يؤثر علي هده الكمية وبذلك يصعب تحديدها .

ب– مناخ المدينة وارتفاع درجات الحرارة وخاصة في فصل الصيف لا تعكس هذا المعدل التقديري من استهلاك الفرد للمياه.

ج– عدد سـكان المدينة في عام 2012 تجاوز 100,000 نسـمة ومعدل الاسـتهلاك من المفترض أن يكون أكثر وذلك عند مقارنته بالاحتياجات المائية للاسـتعمالات الحضــرية للمدن حسـب الحجم السـكاني التي يصل فيها هذا المعدل الى 300 لتر / اليوم .

الإدارة المائية بمدينة الزاوية
باستخدام برنامج DPSIR
إدارة موارد المياه

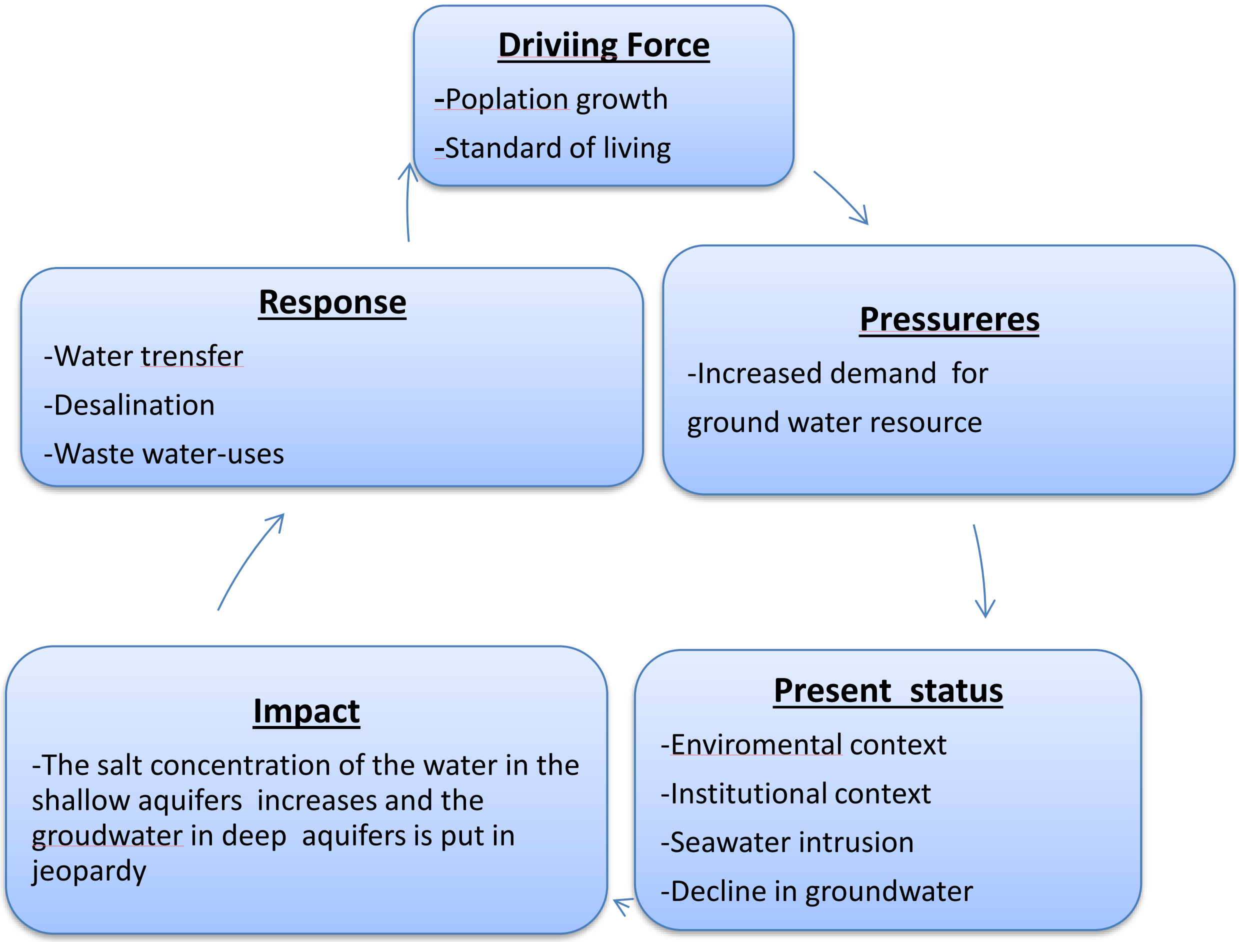
تعد قضية المياه من الموضوعات ذات الحساسية، نظراً لما يعانيه ليبيا من نقص وعجز كبير في الموارد المائية ، عائد لارتفاع مستوى الطلب على المياه نظراً لازدياد عدد السكان الذي يتطلب ازدياد معدل الاستهلاك لتعدد الاستخدامات، إضافة لذلك فأن التغيرات المناخية والبيئية وارتفاع درجات الحرارة قد أثر على زيادة نسبة التبخر، مما يسبب فقدان نسبة كبيرة من المياه أيضاً وكذلك الآثار المناخية قد أثرت على قلة الامطار مما أدى إلى ضعف نسبة المياه المخزن من المياه الجوفية. كل ذلك وغيرها من الأسباب تنذر بمشكلة حقيقية مستقبلية في نقص المياه في ليبيا ، مما يتطلب الإعداد والتحضير لمواجهة هذه الأزمة قبل تفاقمها مستقبلا وفقدان السيطرة عليها، خاصة وأن الحياة لا تستقيم دون وجود هذا المورد الهام. وللحفاظ على هذا المصدر النادر والمهم فقد أصبحت عملية إدارته ذو أهمية قصوى لدى جميع الدول وجميع المؤسسات المعنية بالمياه وأصبح استخدام مبدأ الإدارة المتكاملة للموارد المائية ضرورة لا بد منها لتلبية الطلب المتزايد على المياه ، وتحقيق التوازن بين النمو الاقتصادي والسكاني وبين استهلاك المياه حفاظاً على الحياة .

أصبحت الإدارة الفاعلة للموارد المائية تتطلب ربط التنمية الاجتماعية والاقتصادية بحماية الأنظمة البيئية، ويعد استخدام الطرق الاقتصادية وسيلة مهمة لتحقيق الاستخدام الفاعل والمتوازن، وكذلك تشجيع صيانة وحماية الموارد المائية ومن ثم يمكننا استنتاج أن إدارة الموارد المائية لم تعد تقتصر على الإدارة التقليدية للموارد المادية، بل إنها تتضمن أيضا إدماج الجوانب الإجتماعية الإقتصادية لتعظيم المنافع الإنسانية وتقليل الآثار السلبية على البيئة إلى أقصى درجة.

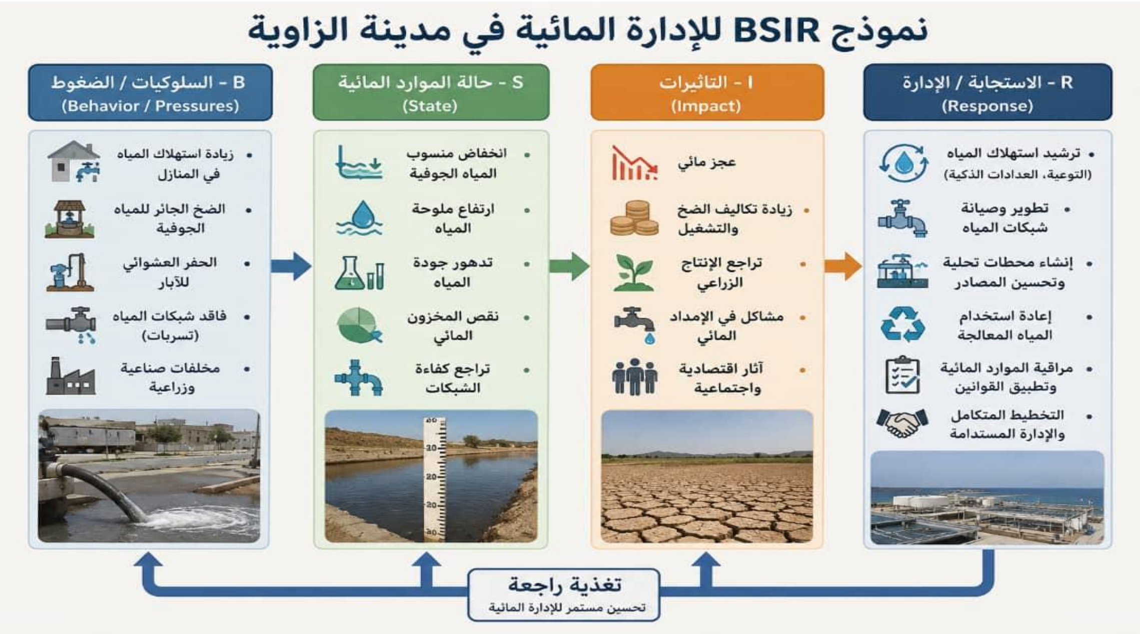
في هذا البحث، تم استخدام نموذج (DPSIR) كما موضح بالشكل (4- 1) من الوكالة الأوروبية للبيئة European Environmental Agency (EEA) وهو يبحث في امكانية تكييف العلاقة بين ((القوة الدافعة (متطلبات السكان) والضغط والحالة والأثر

(الاستجابة)) مع الاحتياج والاستهلاك للمياه بمدينة الزاوية ، حيث تستخدم هذه المصطلحات كإطار تحليلي لتقييم المسائل المتعلقة بالمياه . وهذا ما يسمح بالتقييم الشامل للرسالة من خلال دراسة القوة الدافعة ، الضغط ، الحالة ، الأثر و الاستجابة .

لتسهيل عملية فهم و استيعاب استجابة الدولة لأثر وضغط القوة الدافعة من خلال الشكل رقم (4- 1) (أ) ، التابعة للوكالة الأوربية للبيئة (EEA) ويكون توضيحا في الشكل رقم (4- 1) (ب) .



الشكل (4 – 1) (أ) نموذج (DPSIR)



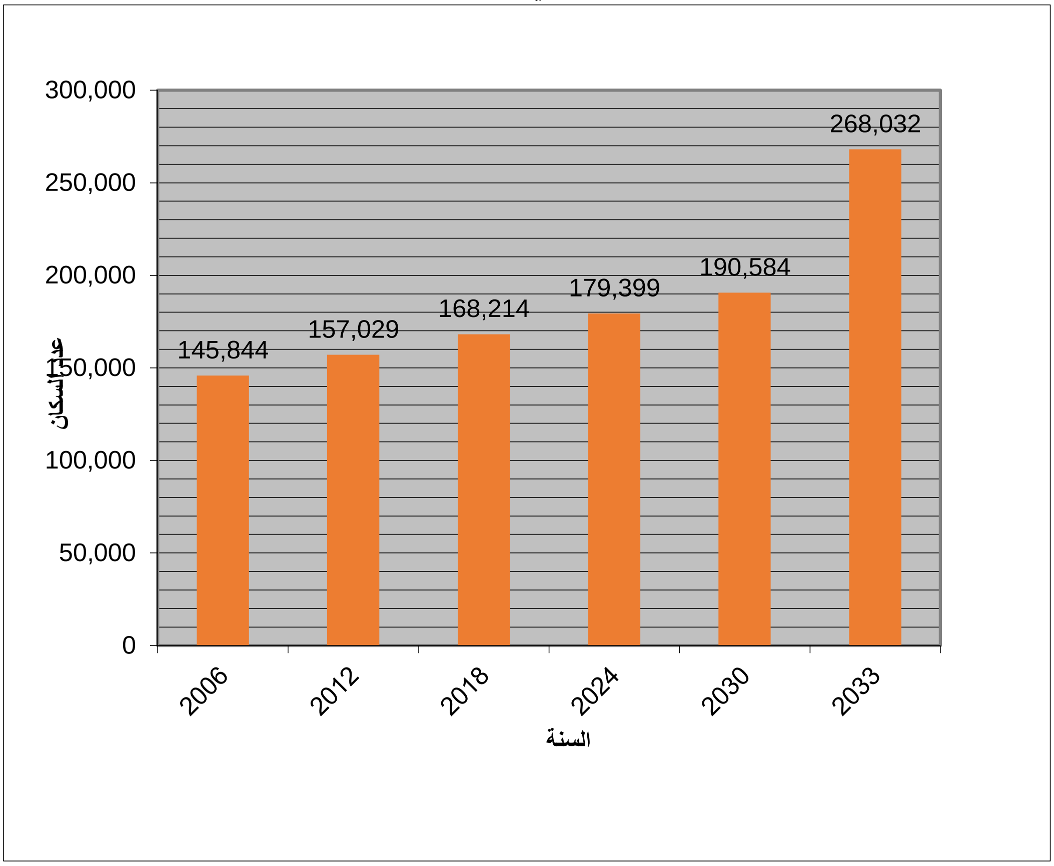
الشكل (4 – 1) (ب) نموذج (DPSIR)

القوة الدافعة (Driviing Force):-

الحاجات والمتطلبات للزيادة المطردة للسكان هي أساس القوة الدافعة و مساهمتها في إيجاد مصادر المياه لمختلف شرائح المجتمع و حاجتهم الماسة للغذاء كهدف رئيسي. الضغط السكاني والمنافسة المتزايدة بين السكان لتحسين انماط المعيشة أكدت الحاجة الضرورية لوضع سياسات و خطط تتعلق بمصادر المياه وهي استخدام المياه بطريقة صحيحة واقتصادية وهي واحدة من الاهتمامات الأساسية للسلطات الليبية وكذلك المهتمين بالمحافظة على مصادر المياه للاستفادة منها في الحاضر و لمصلحة الأجيال في المستقبل.

النمو السكاني أحد العوامل الأساسية التي تؤدي إلي الزيادة في الطلب على الغذاء و المنتجات الزراعية وبالتالي زيادة الطلب علي المياه وتتطور طرق الحصول علي المياه والاستفادة الكاملة منها بدون النظر للضغوطات والآثار المترتبة علي البيئة باستنزاف المياه ، ودون وضع سياسات من قبل الدولة لترشيد استعمال المياه و كذلك حماية البيئة.

وفي منطقة الدراسة حيث وتقديرياً سايتزايد تعداد السكان في من 145844 آلف نسمة عام 2006 الى حوالي 268032 آلف نسمة عام 2033 كما هو موضح في الشكل (4-2).



الشكل (4- 2) تعداد السكان لمدينة الزاوية (2006-2033)

وقد أصبحت مدينة الزاوية ذات اهمية استراتيجية بعد تأسيس مصفاة الزاوية في الجانب الغربي للمدينة وافتتاحها في عام 1974 م لتصدير خام البترول وتكرير جزء منه ، حيث أنعكس ذلك إيجاباً علي المدينة حيث تحسنت الأحوال المعيشية للمواطنين بالمدينة بصورة ملحوظة بتوظيف غالبية ابنائها ممن يحملون شهادات تؤهلهم للعمل بهذه المصفاة وكذلك تعرض المدينة لتأثير لعامل الهجرة من الريف للمدينة ،الأمر الذي سبب حاجة ملحة لتوفير الموارد المائية الكافية لذلك النمو المضطرد ، وهذا التغير في مستوى المعيشة بات عاملاً رئيسياً في معدلات

النمو السكانية المرتفعة و يعتبر عاملاً ثانوياً يدفع باتجاه المطالبة المتزايدة في الحصول على الخدمات الضرورية و نموذج أفضل للحياة.

الضغط (Pressure) :-

الطلب المتزايد في الحصول على مصادر المياه السطحية أدي إلي انحسارها، وكذلك انخفاض منسوب المياه الجوفية آذى لتداخل مياه البحر مع المياه الجوفية في المناطق الساحلية بصفة عامة وبمنطقة الدراسة بصفة خاصة ، ولمواجهة هذه المشاكل تحتاج المدينة إلي و سياسات ووسائل مناسبة قابلة للتطبيق كاستجابة منها لتخفيض الضغط و التأثير على الموقف الراهن.

الموقف الراهن (Present Status) :*

من الضروري توضيح و شرح الموقف الراهن لمصادر المياه في ليبيا أولاً . ذلك يتضمن تطورها من الجانب البيئي و القانوني وكذلك الاجابة على الأسئلة المهمة المتعلقة لكل من الحالة الراهنة للتربة و الأحوال المناخية و مصادر المياه.

1-المحيط البيئي (Enviromental context) :-

*** التربة:**

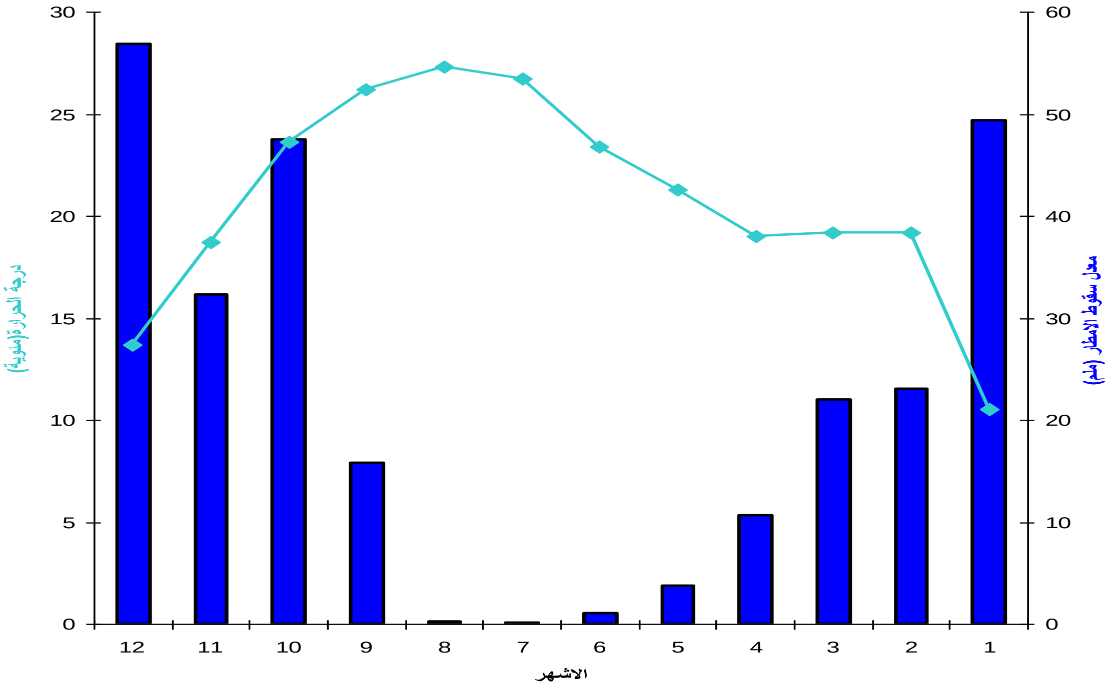
تمت دراسات مكثفة للتربة في العقود الأربعة الأخيرة في ليبيا، و تم تركيز الانتباه أكثر على الجزء الشمالي للبلاد و كذلك على مناطق متفرقة من الجزء الجنوبي من البلاد ، و كانت كل هذه الدراسات المعمقة بغرض التطوير الزراعي. فمثلاً على سبيل المثال قام خبراء التربة الروس بمسح منطقة كبيرة بلغت اجمالاً 3.5 مليون هكتار في المناطق الغربية و الشرقية حيث المعدل السنوي لنسبة الامطار تجاوز 200 مم بقليل . و قاموا بمسح 0.5 مليون هكتار أخرى في أماكن متفرقة بلغت معدلات سقوط الامطار فيها من 50 إلي 150 مم كدراسة تهدف لمعرف مناطق التي يمكن استهلاك المياه للأغراض الزراعية .

في مدينة الزاوية حيث أثر ارتفاع الطلب الزراعي لحوالي 24000 هكتار من الأراضي الزراعية المستغلة للإستخدام المفرط للمياه في داخل المدينة في الري علي تغيير بعض خصائص المياه بحيث اصبحت اكثر ملوحة مما آثر سلباً علي التربة حيث أصبحت التربة ملحية في المناطق شمال المدينة حيث تستخدم اغلب الأراضي للأغراض الزراعية .

****المناخ:**

تتأثر الأحوال المناخية في مدينة الزاوية بمناخ البحر الأبيض المتوسط في الشمال وهو حار صيفاً و معتدل شتاءً. حيث درجات الحرارة تتراوح كمعدل بين 10 الي 27 درجة كما هو موضح في الشكل (1-3) ، و تسقط الأمطار خلال أشهر الشتاء من شهر اكتوبر حتى مارس ، وأحيانا في شهري أبريل و مايو. أما الشهور من يوليو حتى سبتمبر تتميز بكثرة الرطوبة . وتختلف معدلات سقوط الامطار السنوية من منطقة إلي أخرى بحسب الظروف الجوية المحيطة بالمنطقة كما هو موضح في الشكل (4-3).

أجمالي معدلات سقوط الأمطار تختلف من منطقة إلي أخرى قد تصل نسبتها إلي 43 % شتاءً، وفي الخريف الي حوالي 40.4 % ، وفي الربيع تصل الى حوالي 16.3% وصيفاً الى 0.2 % ، وتتراوح معدلات سقوط الامطار بالمدينة من 3 مم إلي 56.9 مم [1] .



الشكل (4- 3) معدل درجات الحرارة وسقوط الامطار سنوياً علي مدينة الزاوية

*****مصادر المياه:**

صاحبت عدة دراسات هايدروجيولوجية طوال فترة استكشاف النفط و الغاز في ليبيا حيث معظم تلك الدراسات كان الهدف منها ايضاً التحقق من مصادر المياه الجوفية المتوفرة ومساهمتها في التطوير في مختلف أجزاء البلاد. في الوقت الذي فيه الطلب حول المياه زاد وتمركز معظم السكان حول الشريط الساحلي الضيق المحاذي للبحر الأبيض المتوسط . تتمثل مصادر مياه الشرب لمدينة الزاوية بشكل عام وأساسي في آبار المياه الجوفية التي تزود المدينة باحتياجاتها من المياه لجميع الأغراض الحضرية والزراعية والصناعية حيث مصدر مياه هذه الآبار والمتمثل في مياه حوض سهل الجفارة الذي يعتبر من أهم المناطق الاقتصادية والبشرية في ليبيا. وعلي اعماق يتراوح بين 20 و 50 متراً، ونظراً للاستغلال المفرط لمياه هذه التكوينات فقط انخفض مستواها بشكل واضح تحت مستوى سطح البحر، مما أدى الى تداخل مياه البحر وزيادة ملوحة المياه وسوف يؤدي المزيد من التطور الى زيادة الطلب على المياه بالشكل الذي يتعذى الطاقة الحالية لموارد المياه الجوفية وتبلغ نسبة الاعتماد على المياه الجوفية حوالي من (95%-97%).

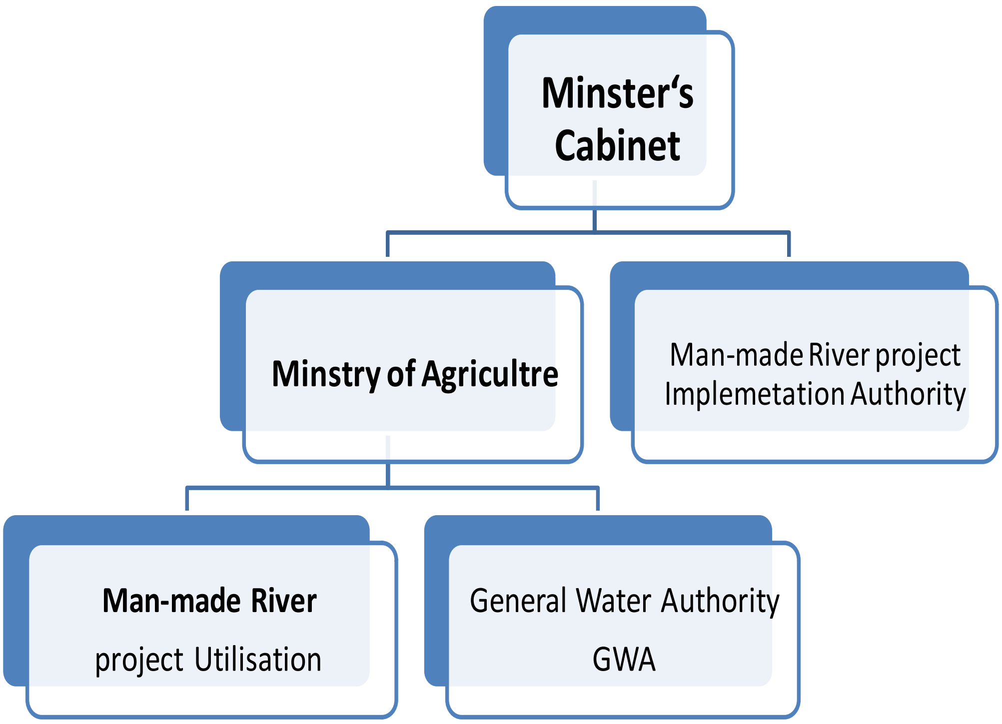
2- الجانب المؤسساتي (الدستوري أو القانوني) (Institutional context) :-

***المؤسسات السياسية :**

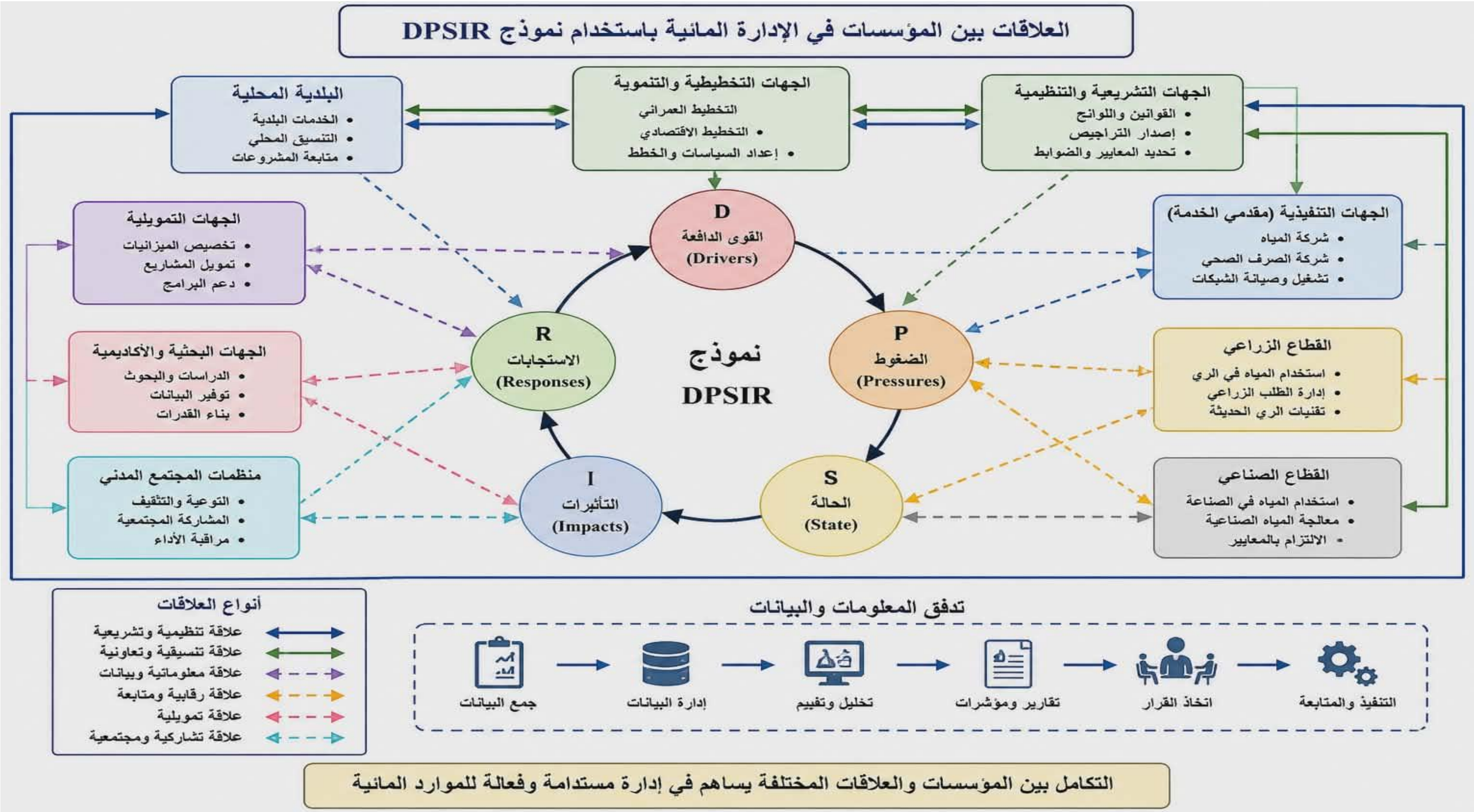
تقع المسئولية الكاملة لتطوير البلاد على عاتق مجلس الوزراء الليبي ، حيث يقوم بتنفيذ قرارات و توصيات المجلس الوطني، وزارة الزراعة مسئولة عن تطوير الجانب الزراعي كما هو موضح من خلال الشكل رقم (4- 4) (أ) ،(ب) .

في فترة التسعينيات من القرن المنصرم تم اعتماد الصورة المعبرة عن الإصلاح باللامركزية بتقسيم البلاد إلي عدة وحدات إدارية محلية . هذه الإدارات المحلية كانت حجر الزاوية لما سمي بالإصلاح الجديد. كل سلطة محلية كان مسئولة مسئولية كاملة عن التخطيط في منطقتها. و لذلك كانت هذه المخططات تثير النزاع مع السلطات في المركز. وهذه السلطة المركزية متمثلة في الهيئة العامة للمياه

وهي المسئولة عن إدارة مصادر المياه و طرق الاستفادة منها في كافة أرجاء البلاد. و كانت النتيجة أن واجه عمل الهيئة العامة للمياه عراقيل في المستوى المحلي. وكذلك تعتبر وزارة الزراعة هي المسئولة عن تطوير عمليات الري الزراعية و أداء المشاريع الرئيسية. ولحل مشكلة تفاقم الاحتياج المائي تشكلت هيئة تنفيذ مشروع النهر الصناعي في اكتوبر 1983 و تكفلت باستخراج المياه من باطن الأرض في منطقة الجنوب ونقلها بوسائل اقتصادية و عملية لاستخدامها في تغطية العجز الحاصل في الشمال الليبي. وتبلغ كميات المياه المستخرجة والمنقولة بواسطة مشروع النهر الصناعي والمستخدمة لأغراض الاستهلاك المحلي و الصناعي و الزراعي 6.556 مليون متر مكعب يومياً وقد حددت مجالات استخدام مياه النهر الصناعي بنسبة 60 % للأغراض الزراعية و 40 % للأغراض الحضرية والصناعية . بات من الضروري تأسيس إدارة أخرى للقيام بمهام التوزيع لمعظم القطاعات المختلفة. و تهتم في نفس الوقت بمهام الخصائص الفنية للمشاريع الزراعية التي يتم إنشائها. و تكون مسئولة كذلك عن حقيقة الجانب الفني و الإداري لمجمل المشاريع وذلك لتقنيين استعمال مياه النهر الصناعي وبطرق اقتصادية . في مدينة الزاوية حيث سا يتم مد خطوط النهر الصناعي لجنوب الطريق السحلي لتغذية الجزء الجنوبي من المدينة وهدا يعطي مؤشر علي سوء الادارة المائية لأنه بالإمكان تغذية المدينة بالكامل بمياه التحلية وذلك بالاستفادة القصوى من مياه البحر وتحديد استعمال مياه النهر الصناعي للمناطق خارج المدينة لخفض استهلاك المياه الجوفية . أي أنه بات من الضروري تأسيس إدارة أخرى للقيام بمهام التوزيع لمعظم القطاعات المختلفة وتهتم في نفس الوقت بمهام الخصائص الفنية للمشاريع الزراعية التي يتم إنشائها، و تكون مسئولة كذلك عن حقيقة الجانب الفني و الإداري لمجمل المشروع.



الشكل (4 – 4) (أ)العلاقات المختلفة بين المؤسسات وضع و اعداد القرارات الدستورية



الشكل (4– 4) (ب)العلاقات المختلفة بين المؤسسات وضع و اعداد القرارات الدستورية

**** الاعتبارات الاجتماعية – السياسية :**

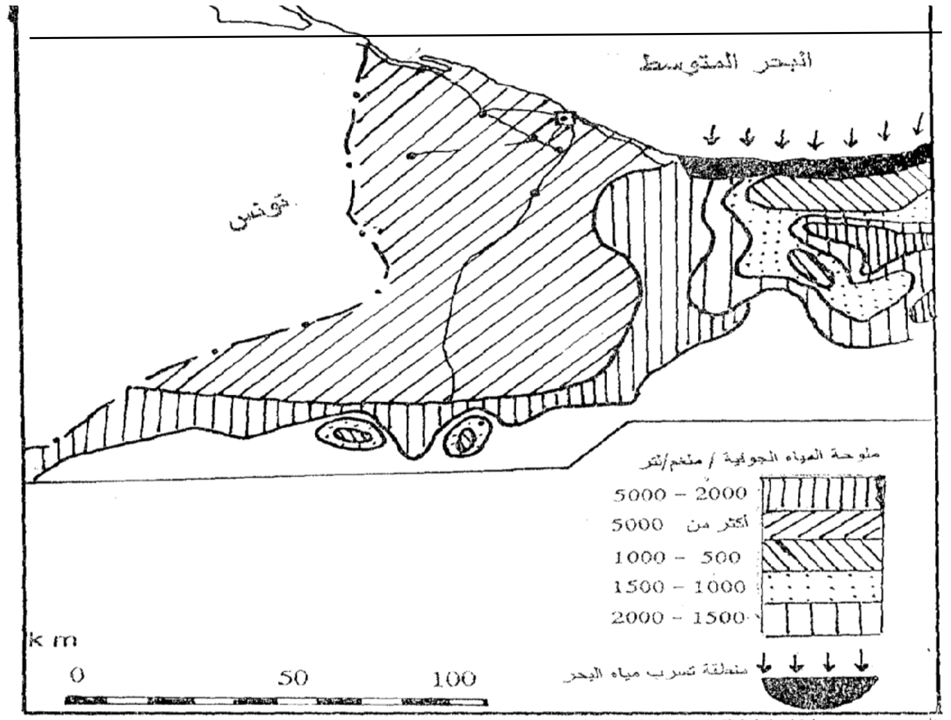
ذ-

تم إعطاء الأولوية لتوفير الغذاء في السـياسـة القومية للبلاد . وكان الهدف الوصـول للاكتفاء الذاتي من المنتجات الزراعية باعتبارها الدعامة الأساسية في النظام الغذائي.**[11]**

حيث آذت التطورات التنموية الحديثة في مجال الزراعة والتي كان الهدف منها زيادة اجمالي المنتجات الزراعية . صـاحب تلك الزيادة التوسـع في المناطق المروية مما آذى ذلك الى إنخفاض في منسـوب المياه الجوفية وخاصـة بعض المناطق الشـمالية من المدينة ، كذلك النمو السـكاني للمدينة وتحسـن مستوي المعيشة آثر هو الآخر علي انخفاض منسوب المياه الجوفية .

*****تداخل مياه البحر:**

قلة مصـادر المياه السطحية ومحدودية تسـاقط الأمطار السنوي و التصـاعد المستمر في الطلب للحصول على المياه من المواطنين خلال العقود القليلة الماضية أدى كل ذلك إلي زيادة ضخ المياه و الاستغلال المفرط للمياه الجوفية من حوض سـهل الجفارة ونتيجة للضـغط الهائل علي المياه الجوفية قلت مناسـيبها وتداخل مياه البحر مع المياه الجوفية لمسافة حتى 9.0 كيلومتر من الشاطئ .



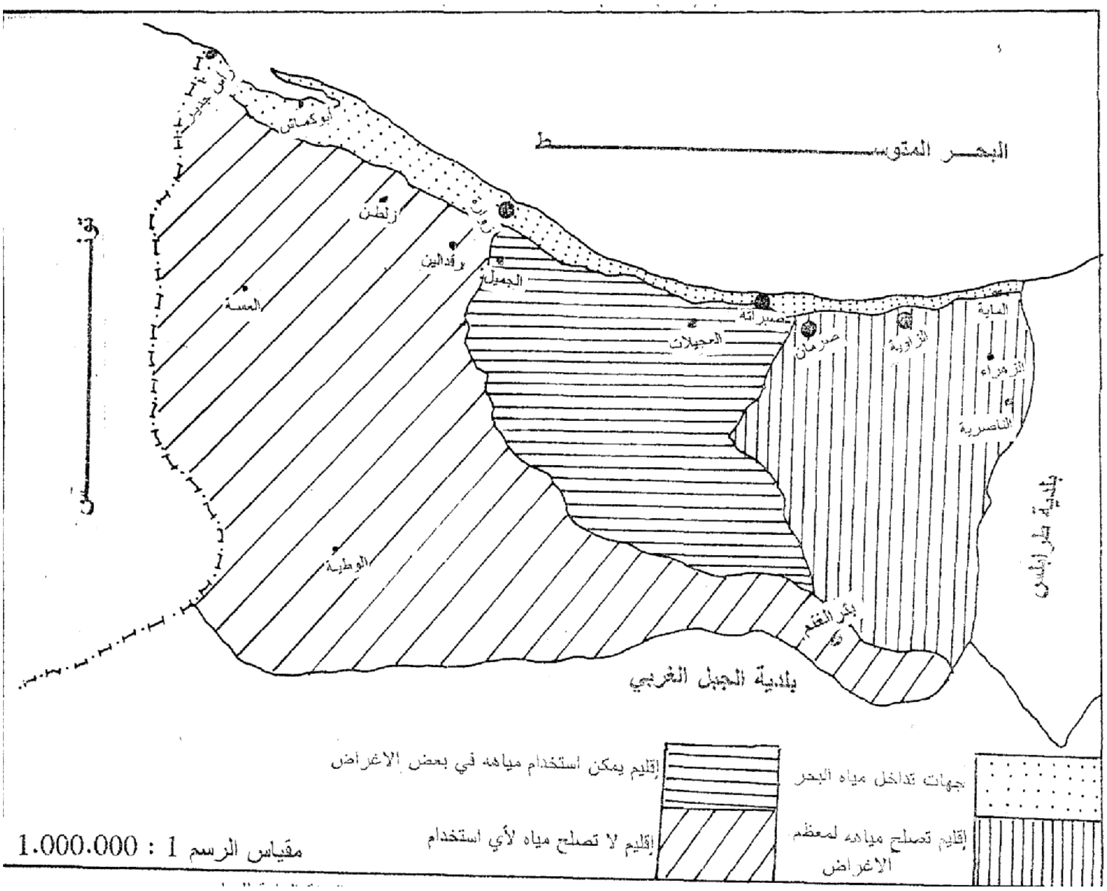
المصدر : POLSERVICE . CONSULTING OFFICE . TRIPOLI REGION . REGIONAL PLAN -- 2000 . FINAL REPORT.REPORT NO : TF - 1 . WARSAW . POLAND . 1986

الشكل (4 – 5) تداخل مياه البحر مع المياه الجوفية[10]

******التدهور في مستوى المياه الجوفية (Decline in ground water):**

في الشمال الغربي الليبي هناك تدهور مريع في مستويات المياه في حوض سهل الجفارة من سنة 1972 إلى 1999 حيث المصـدر الرئيسـي للزراعة في سـهل الجفارة قد بدأت تستنفذ. بالإضـافة إلي أن هذا التدهور في المستوى المائي نتج عنه مشكلة تسرب مياه البحر على طول الساحل من زوارة إلي تاجوراء كما بالشكل (4– 6) ، مما جعل المياه الجوفية شـمال منطقة الدراسـة غير قابلة للاسـتعمال. وكذلك لجؤ المواطنين داخل المدينة الى

زيادة عمق الحفر بداخل المدينة لتعميق الآبار بسبب إنخفاض المستوى المائي الذي تجاوز 50 م في أغلب المناطق المتأثرة بالمدينة [13] .



الشكل (4- 6) صلاحية المياه الجوفية [10]

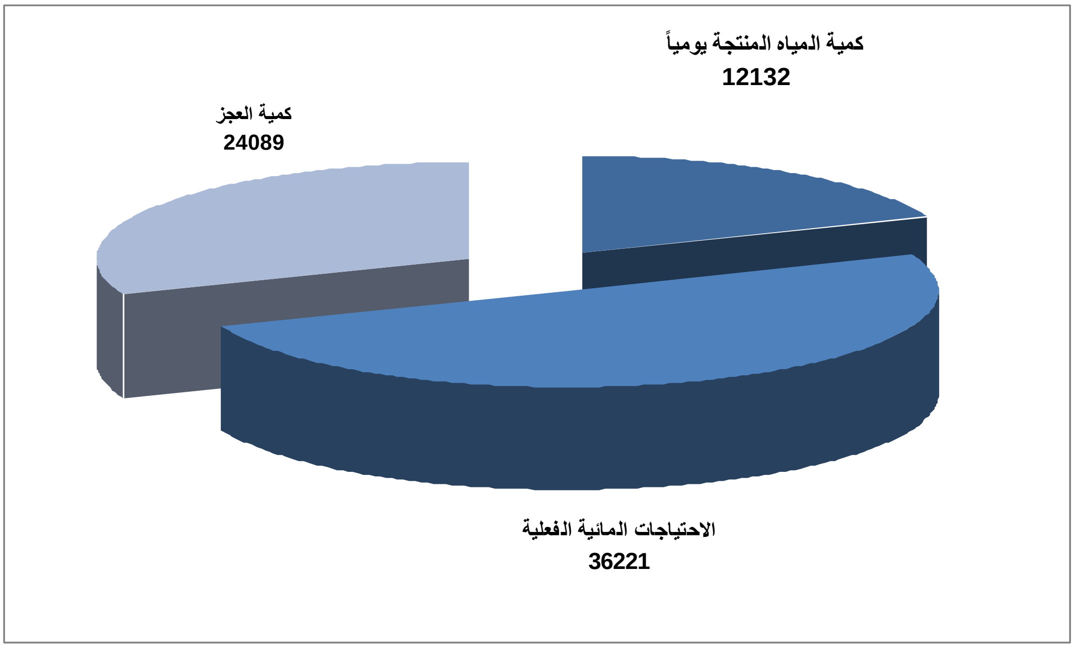
3- التأثير (Impact) :

بما أن التنقيب عن المياه الجوفية مستمر في عدة مناطق في المدينة وزيادة عدد الابار والتي تبلغ تقديريا بحوالي 4000 بئر واغلبها بدون تراخيص من قبل الحكومة بالمدينة وكذلك زيادة عدد ساعات الضخ للمياه من الابار التي تغذي المدينة وكذلك زيادة تداخل مياه البحر مع المياه الجوفية بذلك سيكون الخطر كبيرو التكلفة عالية في حالة اهمال انتشار تداخل مياه البحر مع المياه الجوفية ووزيادة معدلات استهلاك المياه الجوفية كل ذلك تأثر بزيادة عدد السكان وتغير وتطور انماط المعيشة .

4- الاستجابة (Response) :

كما هو واضح أن هناك نمو سكاني و بالتالي طلب متزايد على المياه بمدينة الزاوية التي تعتمد إعتماداً كبير على المياه الجوفية ، لتلبية الحاجات المتزايدة للمياه ، وجود عجز كبير في التوازن بين العرض و الطلب حيث انتاج الآبار المغذية المدينة حوالي (15390 م^3 في اليوم) 5.54 مليون م^3 في السنة و حيث بلغت حصة المدينة من مياه التحلية حوالي (4500 م^3 في اليوم) 1.6 مليون م^3 في السنة . هذا و بوجود عجز بمقدار (34977 م^3 / يوم تقريباً) حوالي 12.77 مليون م^3 في السنة ، كما بالشكل (4- 7) , أي بنسبة عجز حوالي 75% . وسوف يزيد وبلا شك في المستقبل العجز مع استمرار النمو السكاني بناءً على الحاجات المائية للاستهلاك اليومي والصناعي و الزراعي هذا الوضع سوف يكثف الضغط على صانعى القرارات بسن سياسات فاعلة لمواجهة هذه التحديات. و على الدولة الاختيار بين ثلاث خيارات:-

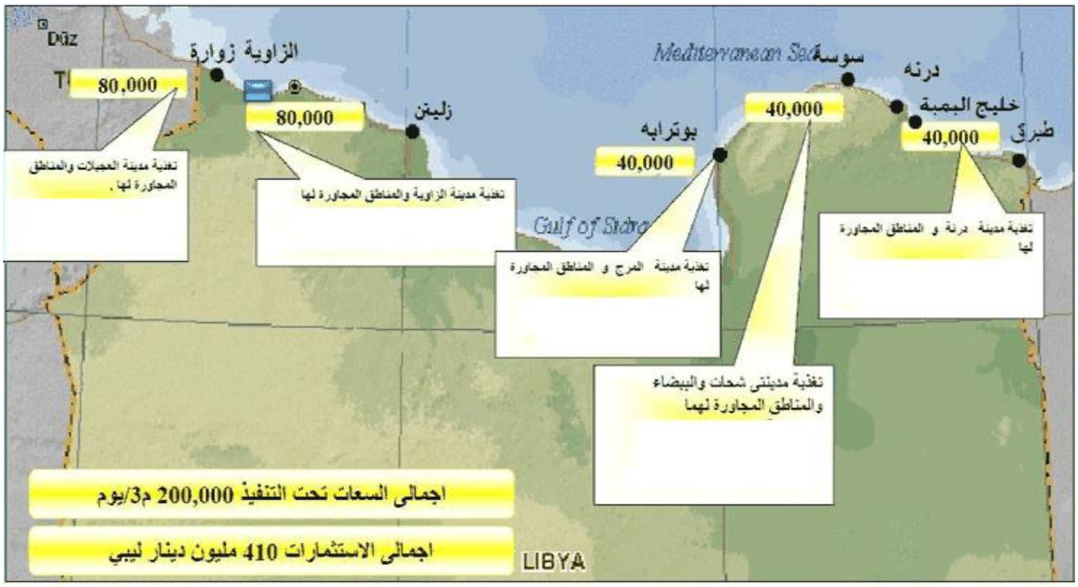
1- زيادة مياه التحلية
2- الاسراع بنقل المياه
3- تدوير مياه الصرف الصحي.



الشكل (4- 7) الاحتياجات المائية اليومية للأغراض الحضرية

1- تحلية المياه

مع تدهورت نوعية المياه الصالحة للشرب من الآبار الجوفية في الشريط الساحلى للمدينة الذي تقطنه الغالبية الكبيرة من السكان والحاجة الملحة للمياه توجب ضرورة وضع خطط و سياسات فاعلة للتغلب على هذه المشكلةبانشاء محطات التحلية على طول الساحل شكل(4–8)، وخصوصا أن المدينة تطل علي البحر الأبيض المتوسط فإن وجود عملية تحلية المياه قد تبدو هامة بطريقة واضحة. حيث بلغت حصة المدينة من مياه التحلية حوالي (4500 م^3 في اليوم) 1.6 مليون م^3 في السنة ولا تكفي لسد العجز في المياه .



الشكل (4 – 8) محطات التحلية بليبيا

نقل المياه:

تم نقل المياه من المناطق الوفيرة بالمياه في الجنوب الى المناطق المحتاجة الى زيادة في المياه في الشمال عبر منظومة النهر الصناعي بحيث تكون مدينة الزاوية مستهدفة في المرحلة الرابعة من مراحل تنفيذ النهر الصناعي عن طريق خط غدامس – نالوت – زوارة – الزاوية، وتكون الكمية المستهدف نقلها في هذه المرحلة حوالي 0.246 مليون .م^3 / يوم وهذه المرحلة تحت الإنجاز (متوقفة حالياً) .

تدوير مياه الصرف الصحي:

خلال الأربع عقود الأخيرة شهدت ليبيا زيادة مضطردة نسبيا في عدد السكان مقارنة بالكثافة في بعض المناطق المحاذية لمنطقة الساحل. استوجب ذلك تأسيس بنية تحتية كالطرق ، شبكة أنابيب المياه ، مصانع معالجة مياه الصرف الصحي في المناطق المدنية و الريفية على حد سواء. في السبعينيات و الثمانينيات أعطيت الأولوية لمعالجة مياه الصرف الصحي المنزلي و ذلك لسببين رئيسيين هما:

1 – لحماية البيئة و ذلك بتحديد كميات المياه الملوثة و أثرها السلبي على الصحة العامة و الموارد الاقتصادية .

2– البحث عن وسيلة لتطوير مصادر للمياه إضافية غير تقليدية. لو لم تكن المياه المدورة ذات استعمالات صالحة للشرب و لكن هناك فائدة منها و طرق أخرى لاستعمالها فيها كالزراعة والصناعة [11] .

أما فيما يخص منطقة الدراسة من حيث اهتماماتها بتدوير مياه الصرف الصحي تم انشاء محطة واحدة فقط خارج المدينة لتدوير مياه الصرف الصحي بالمدينة واستغلالها للأغراض الزراعية ولم تستكمل لغاية الوقت الحالي انشائياً. حيث في حال استكمالها سوف ترفع بعض العبء علي كاهل المياه الجوفية لإستخدام مياه الصرف الصحي المدورة لبعض الأغراض الزراعية والصناعية داخل المدينة وخارجها.

الخلاصة والحلول

التوصيات

5– الخلاصة العامة والحلول المقترحة والتوصيات

5–1 الخلاصة والحلول

5–1–1 الخلاصة

استناداً الي ما تم تناوله في هذه الدراسة حول موضوع "تقييم الموارد المائية لمدينة الزاوية والمتطلبات المستقبلية لمياه الشرب من خلال عدة نقاط ركزت علي الظروف الطبيعية للمنطقة ،والخصائص السكانية ، ومصادر المياه بالإضافة للمعادلات الرياضية والاستعانة بالدراسات الحقلية من زيارات لبعض المؤسسات ومقابلة لبعض المسؤولين ، والمتخصصين كالشركة العامة للمياه بالزاوية ، وقسم التنفيذ والمشروعات بوزارة المرافق ، ومصلحة الإحصاء والتعداد ومكتب السجل المدني ، والهيئة العامة للمياه بجنزور.

الي جانب ما تم جمعه من المراجع والنشرات والإحصائيات والتقارير والزيارات الميدانية لمحطات المياه والآبار و شهادات سكان المدينة مما امكنني للوصول إلي حقائق أهمها:–

1- تم تقدير الاحتياجات الفعلية الحالية من المياه للأغراض الحضـرية لمنطقة الدراسـة بحوالي 17.2 مليون م^3 من المياه سـنوياً ، وفي ظل هذه الاحتياجات نجد تدهوراً واضـحاً في جودة مياه عدد كبير من آبار المدينة حالياً ونقص إنتاجية عدد آخر.

2- تصل الاحتياجات الحضرية المستقبلية الى حوالي 25.45 مليون م^3 من المياه سنوياً لسنة 2033 ميلادي ، وفي ظل التزايد لعدد السـكان المتوقع في نفس السـنة بحوالي 268032 نسـمة ، وحيث إن الانتاج الفعلي للمياه حالياً هو حوالي 7.26 مليون . م^3 سنوياً ، وهذا بدوره يؤدي الى الأخذ بعدة تدابير مهمة وضرورية حتى نضمن حسـن تدابير للموارد المائية المتاحة بالمنطقة، وهذه التدابير تعتبر ضـرورة لتجنيب المنطقة أزمة مائية في المستقبل .

3- تنامي تركيز السـكاني بالمنطقة في ظل تدني كميات المياه المتاحة مع تدهور نوعيتها، ومن توقف تجديد المخطط العام للمدينة عند مراحل معينة لعدة أسـباب مختلفة وازدياد عدد سـكان المدينة بشـكل سـريع وانتشـار الأحياء السكنية خارج مجال المنظومة المائية للمدينة.

4- إن زيادة نشاط حفر الآبار والتوسع في المساحات المروية 40% وما صاحبه من زيادة في استهلاك المياه من الخزانات الجوفية في المناطق الزراعية خارج المخطط والبعض الآخر داخل المخطط انعكس سـلباً على الميزان المائي للحوض [12] .

5- يقدراستهلاك الفرد للمياه حالياً حوالي 52 لتر/ اليوم وهذا أقل بكثير من المعدلات الوطنية والعالمية [3] .

5-1-2 الحلول

الحلول المناسبة للتغلب علي مشاكل المياه بمنطقة الدراسة مستقبلاً :-

1- شـبكة مياه الشـرب بالمدينة تحتاج لدراسـة تفصـيلية حتى في ضـوء الظروف الحالية والمتمثلة في أعمال الصـيانة التي تتم حالياً، ومن المهم تنفيذ التجديد لهذه الشـبكة على نحو مسـتقبلي ودون جعل رؤية ومقترح التجديد لمجرد حل المشـاكل الحالية فقط، لأن ذلك سـيؤدي الي عودة الوضـع الذي تعاني منه الشبكة مستقبلاً .

2- البدء في انشاء محطة تحلية خاصـة بالمدينة (داخل المخطط) بإنتاجية تقدر بحوالي 25.45 مليون م^3 من المياه سنويا (68000 م^3 / يوم) لسنة 2033 م لسد احتياجات المدينة من المياه ، ويتم زيادة القدرة الإنتاجية لهذه المحطة تدريجياً حتى تغطي الإحتياجات المطلوبة من الآن لغاية سنة 2033 م .

3- قفل جميع الآبار الغير صـالحة للشـرب حالياً وفي حالة إنشـاء محطة خاصـة بالمدينة (داخل المخطط) يتم قفل جميع الآبار المغذية للمدينة بالمياه الصالحة للشرب .

4- سـرعة اسـتكمال خطوط الامداد لمياه النهر الصـناعي والتي في حال نجاحها تعتبر حل اسـتراتيجي للمدينة والحد من الاسـتنزاف الحاصـل للمياه الجوفية في المناطق خارج المخطط الحالي وضـمن المخطط الجديد(جنوب الطريق السـاحلي) ، حيث تبلغ كميات المياه المخصـصـة لمدينة الزاوية 13.35 م^3 سنوياً(36579 م^3 /اليوم) .

5- انشاء محطات تدوير مياه الصرف الصحي .

6- دراسة جدوى فنية واقتصادية كاملة وشاملة لمحطات التحلية.

5-2 التوصيات

للنهوض بالوضع المائي للمنطقة ينبغي العمل على عدة مسارات لتجنيب المنطقة أزمة مائية مؤكدة في توفير المياه في المستقبل وهي التي تشمل الآتي

1- إجراء تحاليل دورية لجميع الآبار التي تزود المدينة حاليًا بالمياه وذلك بتوفير مختبرات جودة وتحاليل المياه ومراقبة جودة وصلاحية مياه الشرب ذلك بإيقاف جميع الآبار التي بدأت تزداد الملوحة بها والتي تعمل حالياً لاحتمال اختلاطها مع الآبار ذات النوعية الجيدة للمياه عند ضخها في الشبكة.

2- الاهتمام بملحقات كل بئر واستكمالها وإجراء أعمال الصيانة وإصلاح تسرب المياه من الأنابيب القريبة من الآبار لمنع نمو النباتات والحشائش لجعل الظروف الصحية للآبار أكثر أمناً وكذلك عدم رمي المخلفات حول فتحات الابار.

3- تعويض النقص في احتياجات المدينة حالياً والناجم من توقف الآبار غير الصالحة للشرب بالمدينة عن طريق زيادة الضخ من محطة التحلية بالحرشة ومستقبلاً بإنشاء محطة جديدة تكفي لسد الإحتياجات بالكامل.

4- استكمال المخطط العام للمدينة بالكامل.

5-التنبيه على سكان المدينة بعدم تركيب مضخات على الشبكة والاعتماد على التدفق الطبيعي للمياه من الشبكة لأن هذه المضخات تسهم في إضعاف كفاءة الشبكة ، كذلك تركيب عدادات مياه على الشبكة بالكامل لجميع سكان المدينة لحثهم على التقليل من استهلاك المياه بشكل كبير والاقتصاد في استعمال المياه خصوصاً في ضوء عدم وجود مؤسسة قادرة على أعمال الجباية الدورية وكذلك توعية سكان المدينة للإبلاغ عن أي خلل يحدث في الشبكة سواء تسرب أو كسر في المواسير للمناطق المختلفة من المدينة حتى يتم إصلاحه في أسرع وقت بحيث لا تؤثر على سير عمل الشبكة بشكل سلبي .

6- دراسة شبكة المياه دراسة تفصيلية كاملة وعمل التجديدات الكاملة .

7- إن الزيادة المتنامية في المساحات المروية 45 % داخل المدينة وذلك بإستعمال قطع الأراضي الصغيرة داخل المدينة من قبل المواطنين للأغراض الزراعية وما يصحبه من زيادة في استهلاك المياه نتج عنه هبوط لمناسيب المياه في أنحاء متفرقة من المدينة ولذلك يجب إعادة النظر في هذا التوسع ومدى الجدوى الاقتصادية منه .

8- سن تشريعات للحد من استنزاف الأحواض المائية الجيولوجية بالمنطقة نظراً لشح المياه وعدم سقوط الأمطار بنفس كميات الاستنزاف، ويجب التركيز على الحد من الاستنزاف بجميع الطرق الممكنة لإنقاذ الوضع المائي بالمنطقة مستقبلاً .

9- ضرورة الحد من الحفر العشوائي للآبار الخاصة والعامة.

10- الاهتمام بالتوثيق لما له من أهمية في توفير المعلومات الأساسية خصوصاً لأعمال التخطيط المستقبلي ووضع سياسات لإدارة وتشغيل منظومة المياه في المدينة وحفظ السجلات المتعلقة بذلك والعمل على تسجيل وحفظ البيانات (Data Base) الخاصة بمحطات المياه والآبار داخل المدينة لما لها من أهمية في تسهيل إدارة المياه وتوفيرها بالكمية المطلوبة خلال فترات الطلب المختلفة في السنة

11- تنمية وتطوير الموارد المائية وذلك عن طريق :-

* تحديث البيانات والمعلومات المتعلقة بالخزانات الجوفية للمنطقة .

* عمل الدراسات الهيدروجيولوجية والجيوفيزيائية للتعرف بدقة على حدود وأعماق وكميات المياه ونوعيتها للمنطقة بالكامل.

* رصد ومراقبة خصائص الأحواض الجوفية من خلال شبكات لآبار مراقبة لمعرفة مقدار الهبوط الحاصل في هذه الخزانات على وجه التحديد لاتخاذ التدابير اللازمة .

* عمل دراسة شاملة للوقوف على الوضع المائي الحقيقي للمنطقة .

12 – تقليص العجز المائي من خلال التدابير الآتية :-

* نشر الوعي بالوضع المائي الحرج للمنطقة لدى المواطنين وتفعيل دور الإعلام المسموع والمرئي

* إعادة النظر في السياسات الزراعية للمناطق المتفرقة وذلك بمنع زرع المحاصيل الزراعية داخل المدينة.

13- العمل على تطوير القدرات البشرية والإدارية من خلال :-

* تنفيذ برامج تدريب وتأهيل وبصـــورة دورية لجميع العاملين بقطاع المياه بالمدينة والاســـتعانة بالخبرات والكوادر العلمية المتخصـصـــة في مجال المياه وذلك لإيجاد الطرق الفنية والعلمية المناسـبة لوضـع السـياسـات الكفيلة بحفظ الميزان المائي للمنطقة مستقبلاً .

14- إعادة الدراسات الخاصة بمحطات معالجة مياه الصرف الصحي وتقدير مدى الاستفادة منها في أي مشاريع ذات جدوى اقتصادية أو بيئية للمنطقة .

15- استكمال خطوط الامداد لمياه النهر الصناعي وضمن المخطط الجديد(جنوب الطريق الساحلي).

16- تكوين مجلس وطني للموارد المائية كأداة لديها تفويض سياسي لإدارة المياه.

17- أجراء تحقيق بشأن السياسية الزراعية الفعلية والمؤسسات الفاعلة لإدارة قطاع الموارد المائية.

18- تحديد الإستراتيجية القومية للموارد المائية لتحسين الظروف المعيشية للمواطنين الليبيين بطريقة مستدامة. وكذلك أي استراتيجية مائية مستقبلية يجب أن تعتمد على الاطار الزمني لفترة الإعداد وهو هدف قصير الأجل و طويل الأجل.

المراجع

المراجع :

1- دراسة المياه الجوفية في بلدية الزاوية وأوجه إستثمارها ، د. عبدالرزاق الرجيبي ، سنة 1998 ميلادي.

2- "تقييم مخطط مدينة الزاوية لسنة 2000 "– جامعة السابع من ابريل –عواطف الأمين محمد عمر – 1996م .

3–تقييم الموارد المائية لمدينة الزاوية والمتطلبات المستقبلية لمياه الشرب، أ.اميمة البشير الهادي الشائبي،2013–2014 ميلادي.

4–الوضـع المائي بشـعبية الزاوية / الهيئة العامة للمياه /فرع المنطقة الغربية / محمد القاضـي /حسـين التلوع ، سـبتمبر 2007 .

5– التقرير الشهري الثامن والأربعون عن سير الاعمال بمشروع شبكة التغذية بمياه الشرب لمدينة الزاوية / شعبية الزاوية ، المكتب الاستشاري الوطني .

6– الإحصاء السكاني، د. محمد الصطوف .

7– السجل المدني ببلدية الزاوية ، 2012 م .

8 – تقرير تقييم الوضـع القائم، الإقليم التخطيطي الخليج 2005 ميلادي، المكتب الإسـتشـاري الهندسـي للمرافق، غير منشور.

9 – أمانة اللجنة الشعبية العامة للتخطيط، المعايير التصميمية لمنظومات المياه والصرف الصحي وصرف مياه الامطار، البرنامج الوطني لمشروعات المياه ،طرابلس، ليبيا 2005 .

10- دراسة المياه الجوفية في بلدية الزاوية وأوجه إستثمارها، د. عبد الرزاق الرجيبي، 1998 ميلادي.
11– FAO. Data base. http:// faostat.fao.org/ site/ 567/ Desktop Default.2008.
12- النمو السكاني في مدينة الزاوية وأثره علي استهلاك المياه خلال الفترة من (1982 – 2002)، نوال الهادي ، لعام 2003- 2004 .
13- نزهة مختار على العلوص. (2026). دراسة واقع مياه الشرب المياه الجوفية في بعض مزارع منطقة قصر بن غشير فى مدينه طرابلس. *مجلة العلوم الشاملة*, *10*(39), 1135-1143.
14 – إدارة موارد المياه في ليبيا ، جامعة طرابلس، طرابلس، ليبيا. د.الضاوي وحيدة .
15- فريده عمر عبدالرحمن, ناصر مولود عبدالسلام, عبدالعزيز رمضان امحمد, عبد الباسط علي خليفه, & نشوى نورالدين محمد الدباشي. (2025). استخدام أدوات ضبط الجودة في مراقبة مياه الشرب: تحليل مؤشرات pH وTDS-حالة دراسية بمدينة صبراتة. *مجلة العلوم الشاملة*, *10*(38), 2680-2697.