مجلـــة جـامـعـة الســـعـيـد للعلـــوم الإنســـانـيـــة
Al – Saeed University Journal of Humanities Sciences
journal@alsaeeduni.edu.ye
Vol (8), No(2), Aug., 2025 المجلـد(8)، العـدد(2)، 2025م
ISSN: 2616 – 6305 (Print) ISSN: 2790-7554 (Online)

تقييم نوعية مياه الشرب في مدينة المكلا من منظور المستخدمين "دراسة ميدانية اجتماعية"

د/ سعاد عبدالله خميس الصبان
كلية العلوم البيئية والاحياء البحرية، جامعة حضرموت

محمد فتحي عباد محمد بن قصام
كلية العلوم البيئية والاحياء البحرية، جامعة حضرموت

معتز محمد عمر باشامي
كلية العلوم البيئية والاحياء البحرية، جامعة حضرموت

كمال عبدالله علي العمودي
كلية العلوم البيئية والاحياء البحرية، جامعة حضرموت

فاطمه صالح حسن السومحي
كلية العلوم البيئية والاحياء البحرية، جامعة حضرموت

تاريخ تسليم البحث 2025/4/25م تاريخ قبوله للنشر 2025/7/27م

موقع المجلة: journal.alsaeeduni.edu.ye

تقييم نوعية مياه الشرب في مدينة المكلا من منظور المستخدمين "دراسة ميدانية اجتماعية"

د/ سعاد عبدالله خميس الصبان
كلية العلوم البيئية والاحياء البحرية، جامعة حضرموت
محمد فتحي عباد محمد بن قصام
كلية العلوم البيئية والاحياء البحرية، جامعة حضرموت
معتز محمد عمر باشامي
كلية العلوم البيئية والاحياء البحرية، جامعة حضرموت
كمال عبدالله علي العمودي
كلية العلوم البيئية والاحياء البحرية، جامعة حضرموت
فاطمه صالح حسن السومحي
كلية العلوم البيئية والاحياء البحرية، جامعة حضرموت

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم جودة مياه الشرب في مدينة المكلا – الجمهورية اليمنية، من خلال استبيان ميداني استهدف مستخدمي المياه في عدد من المناطق في مدينة المكلا، وهي: المكلا، الشرج، الديس، فوه، وخلف. ركزت الدراسة على ثلاثة محاور رئيسية: مستوى الوعي المجتمعي بمشكلات المياه، التأثيرات الصحية الناتجة عن تلوث المياه، وآراء السكان حول سبل تحسين الوضع المائي. تم جمع البيانات من 101 مشارك، وتم تحليلها باستخدام برنامج SPSS.

أظهرت النتائج أن هناك تحديات جوهرية تتعلق بتوزيع المياه وجودتها، إذ أفاد 70% من المشاركين بأن توزيع المياه غير عادل بين المناطق المستهدفة، مع تباين في فترات التوصيل ومستوى الجودة للمياه. كما بينت النتائج أن 39.4% من المشاركين أشاروا إلى إصابة أحد أفراد الأسرة بأمراض مرتبطة بالمياه مثل الإسهال وآلام المعدة (المغص). ومن اللافت أن 94.6% أشاروا إلى معاناة من الترسبات الكلوية، وهي نتيجة تتماشى مع المؤشرات الكيميائية لمياه الشرب، وخاصة الارتفاع في نسبة الأملاح الكلية الذائبة (TDS)، مما يشير إلى تدني جودة المياه وزيادة احتمالية الإصابة بأمراض الكلى واضطرابات المسالك البولية في المناطق المدروسة.

كما كشفت الدراسة عن محدودية الوعي المجتمعي بقضايا جودة المياه، حيث أوضح 55% من المشاركين أنهم غير مطلعين على طرق معالجة المياه المنزلية أو تحسين جودتها. وبناءً على النتائج، توصي الدراسة بتطوير البنية التحتية لشبكات المياه وتحسين نظم التوزيع لتحقيق العدالة في إيصال المياه لجميع المناطق. كما تشدد على أهمية رفع مستوى الوعي البيئي من خلال حملات توعوية، وتشجيع استخدام تقنيات معالجة المياه المنزلية مثل الفلاتر والغلي، لضمان تحسين نوعية المياه المستخدمة للأغراض المنزلية.

تسهم هذه النتائج في تقديم رؤى عملية لتحسين إدارة المياه في مدينة المكلا، وتعزيز الصحة العامة، وتحقيق توزيع أكثر عدالة للموارد المائية.

الكلمات المفتاحية: جودة مياه الشرب، مدينة المكلا، وعي المجتمع، التلوث المائي، التأثيرات الصحية، المعالجة المنزلية للمياه، استبيان ميداني، البنية التحتية للمياه.

Assessment of drinking Water Quality in the City of Mukalla from the Users Perspective "A Social Field Study"

Dr. Suad Abdullah Khamis Al-Subban
Faculty of Environmental Sciences and Marine Biology
Hadhramout University, Yemen

Mohammed Fathi Abad Mohammed Bin Qasam
Faculty of Environmental Sciences and Marine Biology
Hadhramout University, Yemen

Moataz Mohammed Omar Bashami
Faculty of Environmental Sciences and Marine Biology
Hadhramout University, Yemen

Kamal Abdullah Ali Al-Amoudi
Faculty of Environmental Sciences and Marine Biology
Hadhramout University, Yemen

Fatimah Saleh Hassan Al-Somahi
Faculty of Environmental Sciences and Marine Biology
Hadhramout University, Yemen

Abstract

This study aims to evaluate the quality of drinking water in the city of Mukalla, Yemen, through a field-based questionnaire targeting water users in selected areas, namely Mukalla, Al-Sharj, Al-Dees, Fouh, and Khalaf. The research focused on three main aspects: community awareness regarding water-related issues, health impacts resulting from water pollution, and residents' perspectives on possible solutions to improve the water situation. Data were collected from 101 participants and analyzed using SPSS software.

The findings revealed significant challenges in both the distribution and quality of water. Approximately 70% of respondents indicated that water distribution is inequitable across areas, with noticeable variations in delivery frequency and quality. Furthermore, 39.4% reported that a family member had experienced water-related illnesses such as diarrhea and stomach pain. Notably, 94.6% of participants cited kidney stone formation as a common health issue—an outcome consistent with elevated levels of total dissolved solids (TDS) in drinking water, which increases the risk of kidney stones and urinary tract disorders in the study areas.

The study also highlighted limited public awareness regarding water quality issues. About 55% of respondents reported inadequate knowledge of household water treatment methods or quality improvement strategies. Based on these findings, the study recommends upgrading water infrastructure and expanding distribution networks to ensure fair access to water across all areas. It also emphasizes the need for environmental awareness campaigns and encourages the use of household water treatment techniques such as filtration and boiling to improve water quality for domestic use.

These insights contribute to improving water management in Mukalla, enhancing public health, and promoting a more equitable distribution of water resources.

Keywords: Drinking water quality, Mukalla city, community awareness, water pollution, health impacts, household water treatment, field survey, water infrastructure.

المقدمة:

يواجه قطاع المياه في اليمن تحديات متعددة تتعلق بالكمية والنوعية، تعود بشكل رئيس إلى انخفاض معدلات هطول الأمطار التي يبلغ متوسطها السنوي نحو 157 ملم فقط. ويُضاف إلى ذلك الطبيعة الطبوغرافية الوعرة التي تحدّ من قدرة الأرض على تخزين مياه الأمطار، فضلاً عن ارتفاع معدلات التبخر وقلة الغطاء النباتي، مما يضعف من فرص الاستفادة الفعلية من الموارد المائية.

تسجل العديد من الأحواض الجوفية معدلات استنزاف مقلقة نتيجة الفجوة المتزايدة بين كميات التغذية الطبيعية ومعدلات السحب، حيث تم استغلال ما يقارب 35% من المخزون الاحتياطي في حوض صنعاء، و25% في حوض صعدة، و46% في حوض عمران، و17% في أحواض تهامة. كما أدى النمو السكاني السريع والتوسع العمراني وزيادة الطلب على المياه إلى تفاقم الوضع المائي، مما ينذر بظهور أزمة مائية حادة ما لم تُتخذ إجراءات عاجلة لترشيد الاستهلاك وتنويع مصادر المياه (Ba Marof, 2001).

في ظل هذه التحديات، تكتسب المياه الجوفية أهمية حيوية كمصدر رئيسي للمياه، خاصة في المناطق القاحلة، ما جعلها محل اهتمام متزايد من قبل الباحثين والمهتمين في مجالات البيئة والتنمية المستدامة. ورغم الطابع العالمي لمشكلة المياه، فإن خصوصية الظروف البيئية والاجتماعية تجعل من أزمة المياه في اليمن مسألة ذات أبعاد خاصة (باضريس والهندي، 1999).

تتغذى المياه الجوفية من خلال تسرب مياه الامطار عبر مجاري الاودية والمناطق الزراعية المروية الى الطبقات الارضية العميقة، الا ان هذه المصادر تتعرض لاستنزاف مفرط ادى الى تدهور في كل من نوعية المياه وكميتها (Al-Munaifi and Al-dweela, 2002).

في هذا الإطار، تأتي هذه الدراسة لتسلط الضوء على وضع مياه الشرب في مدينة المكلا، في ظل الضغوط البيئية والاجتماعية والاقتصادية، مع التركيز على تقييم الوضع الراهن للمياه من منظور المجتمع المحلي، وربط العوامل الاجتماعية بالتحليل الفني للموارد المائية.

مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة البحث في وجود قصور في جودة مياه الشرب المقدمة لسكان مدينة المكلا، مما قد يؤثر سلباً على الصحة العامة ويزيد من العبء البيئي والاجتماعي.

أهداف البحث:

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم مستوى وعي المجتمع المحلي بمشكلات جودة مياه الشرب في مدينة المكلا، وبيان مدى تأثير التغيرات في نوعية المياه على الصحة العامة، مع استكشاف فاعلية الوسائل المنزلية المستخدمة لتحسين جودة المياه. كما تسعى الدراسة إلى تقديم توصيات عملية لتعزيز إدارة الموارد المائية وتحسين مشاركة المجتمع في حل المشكلات المرتبطة بها.

أهمية البحث:

تتمثل أهمية هذه الدراسة في تسليط الضوء على واقع مياه الشرب في مدينة المكلا، والمساهمة في صياغة حلول واقعية تعزز الصحة العامة وتدعم الإدارة المستدامة للموارد المائية.

منهجية البحث:

اتّبعت الدراسة منهجاً وصفياً تحليلياً، حيث تم تصميم استبانة موجهة لجمع البيانات من عينة مكونة من أفراد المجتمع في مدينة المكلا. شملت الاستبانة محاور متعلقة بالخصائص السكانية للمشاركين، والوعي بمشكلات المياه، وملاحظة التغيرات في نوعية المياه، والانطباعات حول الآثار الصحية والوسائل المنزلية لتحسين جودة المياه. تم تحليل البيانات باستخدام الأساليب الإحصائية الوصفية (النسب المئوية والتكرارات) بغرض تفسير الاتجاهات العامة للنتائج وربطها بالدراسات السابقة والمعايير العالمية لجودة المياه.

منطقة الدراسة:

مدينة المكلا عاصمة محافظة حضرموت ومركز مديريات ساحل حضرموت والهضبة، وثالث أهم مدينة يمنية بعد صنعاء وعدن، تطل المدينة على البحر العربي ويقسمها خور المكلا الى نصفين، يبلغ عدد سكان مدينة المكلا أكثر من نصف مليون نسمة وفق تقديرات عام 2004م، وتعد مجتمعا حضريا، وقد ارتفع عدد سكانها الى نحو842,500 نسمة بحلول عام 2025 م، بمعدل نمو سكاني سنوي يقدر بـ2.5% (شكل 2 وشكل1).

الموقع الفلكي لمدينة المكلا:

خط العرض 14 '31 °14" شمالاً

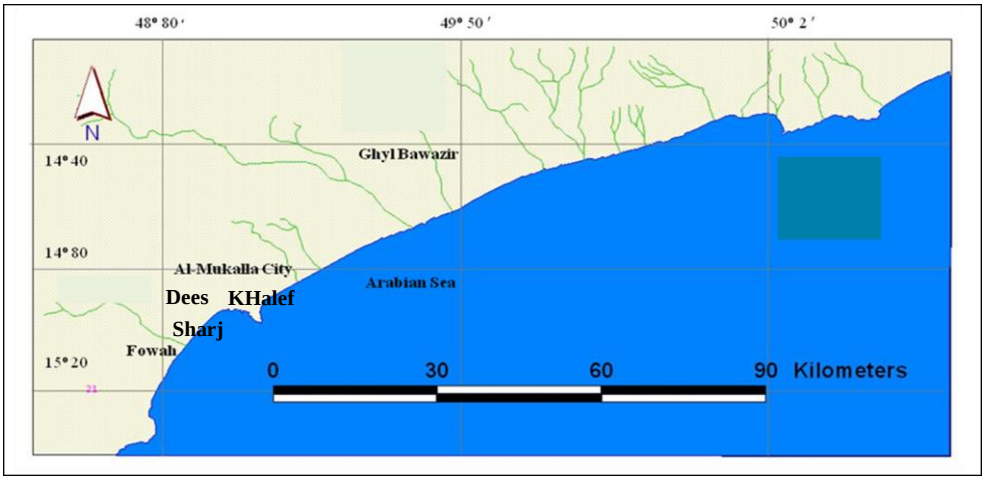
خط الطول 37 '07 °49" شرقاً

الطقس في المكلا حار صيفاً ومعتدل شتاءً وتهطل الامطار فيها شبه موسمية، تحيط بها مجموعة من الجبال المتوسطة الارتفاع بشكل دائري كما يمر من خلالها عدة اودية تصبح في ساحلها.

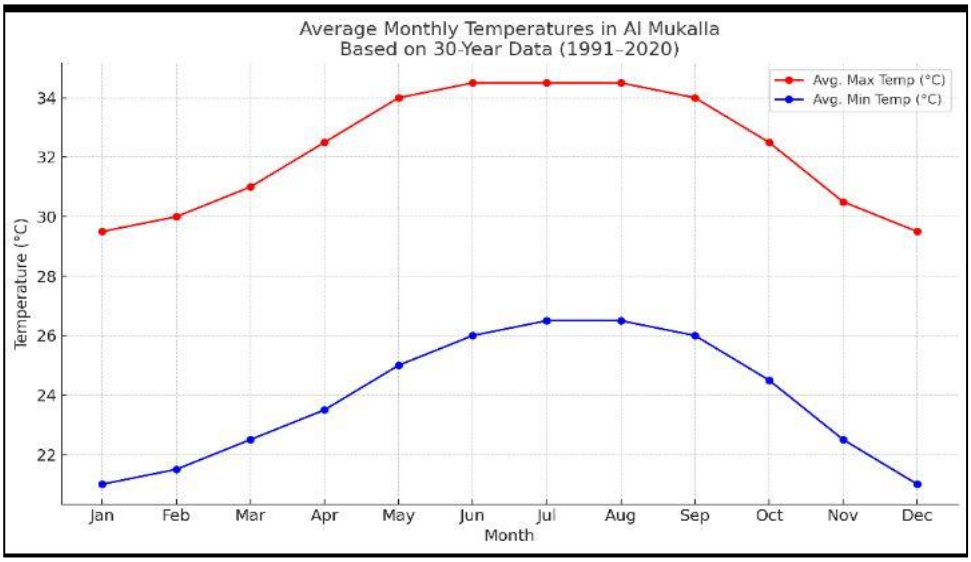
فمواسم الأمطار في حضرموت هي الربيع والخريف. تتكون معظم فترات هطول الأمطار من زخات كثيفة ولكن قصيرة تليها أمطار خفيفة. وبشكل عام فإن طقس الساحل الجنوبي لليمن وخليج عدن حار وجاف، وتحدث الرياح الموسمية الجنوبية الغربية بين شهري مايو وسبتمبر بينما تحدث الرياح الموسمية الشمالية الشرقية بين أكتوبر وأبريل. ويقدر متوسط هطول الأمطار السنوي بحوالي 50 إلى 100 ملم. تعد الأمطار في المكلا موسمية، حيث تتركز في أشهر الصيف (من يونيو إلى سبتمبر)، وذلك نتيجة للرياح الموسمية التي تؤثر على السواحل اليمنية. وتختلف الكميات السنوية للأمطار من سنة إلى أخرى حسب الظروف الجوية، لكن بشكل عام تبقى المكلا من المناطق ذات الكميات المحدودة من الأمطار.

تُشير البيانات المناخية المستخلصة من محطة مطار الريان الدولي (موقع: 14.66° N, 49.37°E) إلى أن متوسط درجة الحرارة السنوية يبلغ نحو 28.6°C، استنادًا إلى سجلات طويلة الأمد تمتد من 1991 حتى 2020، وفقًا لموقع Weather Spark. إذ يبلغ متوسط درجات الحرارة العظمى الشهرية أقصى قيمة لها في يونيو (حوالي 33.4°C)، وأدناها في يناير (حوالي 27.6°C). أما درجات الحرارة الصغرى الشهرية، فتسجل أعلى متوسط لها في يونيو أيضًا (28.9°C)، وأدناها في يناير (21.1°C). ويُلاحظ أن فصل الصيف (مايو – سبتمبر) يمتاز بدرجات حرارة مرتفعة نسبيًا، إلا أن التفاوت اليومي بين العظمى والصغرى يظل محدودًا بسبب تأثير الرطوبة العالية والكتل الهوائية البحرية شكل (3) (Weather-Atlas, 2020).

شكل (1) موقع مدينة المكلا



شكل (2) منطقة الدراسة



شكل (3) متوسطات درجات الحرارة العظمى والصغرى الشهرية في مدينة المكلا

Average monthly maximum and minimum temperatures in Al Mukalla, Yemen (1991–2020), data from Weather Atlas (updated June 2024) and CRU/Climate Research Unit via World Bank climate data portal (1991–2020)

اتسعت الرقعة الحضرية لمدينة المكلا بشكل كبير في الاعوام الاخيرة نتيجة للنمو السكاني والتطورات العمرانية وقد ادى هذا التوسع العمراني الى زيادة الضغط على البنية التحتية، مما نتج عنه عدم كفاية خدمات المياه والصرف الصحي لتلبية احتياجات السكان المتزايدة. وعلى الرغم من أن غالبية المساكن متصلة بشبكة إمدادات المياه، إلا أن المياه المتاحة قليلة في ظل التزايد السكاني والتوسع العمراني والحضري. إذ يرتبط أقل من 50% من المساكن بشبكة صرف صحي.

تنقسم المكلا الى مديريتين:

- مديرية المكلا وتشمل المناطق التالية: المكلا القديمة، حي السلام، خلف، الريان، بويش، الديس، جول الشفاء، الشرج، الغار الأحمر، فوه، 40 شقة، الستين.
- مديرية أرياف المكلا وتشمل المناطق التالية: وادي حمم، وادي عوج، وادي الهوته، وادي المسنى، وادي شهوره، وادي المذينب.

جيولوجية المكلا:

تتواجد في مدينة المكلا وحدتان طباقيتان من الرواسب الفيضية. الوحدة الأولى تتكون من الكونغلوميرات العائدة إلى العصر الرباعي القديم (Pleistocene)، أما الوحدة الثانية فتتكون من تراكيب حصوية–رملية–طينية تعود للعصر الحديث (Holocene)، وتشكل مناطق الأودية (Al-Eryany, 1990).

منذ بداية العصر الحديث، دخلت معظم الأودية مرحلة التعرية نتيجة الحركات التكتونية الرافعة. وتُظهر الطبقات الكونغلوميراتية تعرضاً شديداً للتعرية حتى القاعدة، ولم تُحفظ سوى بشكل موضعي على هيئة مدرجات في السهل الساحلي. وتتميز هذه الصخور المتماسكة بإسمنت طبيعي قوي، ويصل سمكها إلى 30–20 مترًا. ونتيجة لتماسكها وضعف نفاذيتها، فإنها لا تشكل مصدراً جيدًا للمياه الجوفية. يتحدد نظام تدفق المياه الجوفية بحسب البنية الجيولوجية والتتابع الطباقي وخصائص الهيدروليك في الطبقات المختلفة، بالإضافة إلى المناخ كمصدر رئيسي للتغذية المائية المحتملة (CSCEC, 1992).

هيدرولوجيا المياه الجوفية:

يوضح الشكل (4) أبرز الخصائص الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة. وتتركز الطبقات الحاملة للمياه الرئيسية في حوض المكلا ضمن ترسبات الأودية المفتوحة (Sogreah, 1983). ومن الأودية الرئيسية في المنطقة:

- وادي خربة – فوه
- هيمام – بويش
- حويره
- عرف – الشحر
- خرد

تُشكل منابع الأودية تقطعات عميقة في الهضبة، المكونة في الغالب من ترسبات كربونية تعود للعصر الباليوجين، والحجر الرملي الطباشيري، وصخور متحولة تعود إلى ما قبل الكمبري. وعند اقترابها من السهل الساحلي، تتسع الأودية وتقطع ترسيبات الأوليغوسين – الميوسين (تكوين الشحر)، والتي تتكون في الغالب من ترسيبات ضعيفة النفاذية مثل الطين والرمل الطيني والجبس والحجر الرملي الأحمر. وتتحكم مواقع الأودية وطبيعتها الجيولوجية في نشوء المياه الجوفية وتوزيعها في المنطقة (John and Sons, 1986).

خزانات المياه الجوفية:

توجد على ساحل خليج عدن بعض الأحواض الضيقة المفتوحة على البحر، وهي تمثل تصدعات ملئت بسلاسل ترسيبية تعود للأوليغوسين حتى الرباعي. وتُعد مدينة المكلا أحد هذه الأحواض. وتتكون الخزانات الجوفية الرئيسية في هذه المنطقة الجافة من ترسيبات العصر الرباعي التي تملأ الأودية، بالإضافة إلى تكوينات الأوليغوسين–الميوسين (مجموعة الشحر – حقل آبار فوه). وقد ترسبت طبقات مجموعة الشحر في بيئة ساحلية أثناء انفتاح صدع عدن خلال فترة الأوليغوسين إلى الميوسين. وتوجد هذه الترسيبات في الغالب جنوب الحافة الجبلية، وتمثل مواد

فتاتية ناتجة عن عمليات تعرية نشطة أثرت على الحافة الحديثة التكوّن، وتتداخل مع تبخرات وكربونات شعابية. وتشير هذه الترسيبات إلى فترة نشاط تكتوني حدث فيها هبوط سريع لكتل صدعية إلى ما دون مستوى سطح البحر في الجنوب. هيدروجيولوجيًا، تمتلك خزانات السهل الساحلي نفاذية منخفضة، وتُعد المياه الجوفية فيها مصدرًا ثانويًا للمياه (Sonntag and Everit, 1987). وبشكل عام، تُعد ترسيبات العصر الرباعي من نوع الفيضية – السيلية (تكوين الجزع) في الأودية المصدر الرئيسي لإمداد مدينة المكلا بالمياه الجوفية.

حقلا آبار النقعة والعضيبة:

يُعد حقلا آبار النقعة والعضيبة المصدر الرئيسي للمياه في مدينتي المكلا وغيل باوزير، ويقعان على بعد 5 كم شمال مدينة غيل باوزير (Komex, 2003). يغطي تكوين الجزع (العصر الرباعي) مساحات شاسعة من المنطقة، ويعلو خزان أم الرضمة، والذي يعلوه بدوره حاجز شروين غير النفاذ وتكوين المكلا الجوفي. ويتكون تكوين الجزع من تتابعات من الحجر الجيري والطَفل الصفحي (Komex ,1992).

الجيولوجيا العامة لحقلا النقعة والعضيبة:

تقع المنطقة حول النقعة على المنحدرات الجنوبية لهضبة جول، حيث تحفظ تتابعات من الحجر الجيري العائدة للإيوسين بفعل صدوع انزلاقية على امتداد الشرق–غرب. وتظهر هذه الطبقات الآن عند مستوى طوبوغرافي أقل من الحجر الجيري الباليوسيني الذي يشكل المرتفعات الشمالية. أما في الجنوب، فطبقات الإيوسين مغطاة بتراكب من الحجر الرملي الأحمر والطَفل المارلي العائد إلى الأوليغو–ميوسين (CSCEC, 1992).

يتألف الجزء العلوي من طبقات الإيوسين من طبقات المارل مع مستويات قليلة من الحجر الجيري الرقيق. ومع التعمق، تزداد سماكة الحجر الجيري وتنوعه، ويظهر على شكل وحدات مفككة تتحول إلى طبقات متبلورة صلبة ذات خصائص كارستية (Matthess, 1972). وتوجد طبقات جبسية في الجزء العلوي من السلسلة، لكنها غير واضحة غالباً وقد أذيبت بفعل الجريان القديم للمياه الجوفية. أما في الجزء السفلي، فتظهر رمال كلسية متقطعة، وطَفل غير كلسي، ومستويات طفلية (Komex, 1992).

تواجد المياه الجوفية لحقلا النقعة والعضيبة:

تتحكم أنظمة الجريان الشقي في حركة المياه الجوفية في منطقة النقعة، حيث تمر المياه عبر البنيات الكارستية المختلفة. ويُقدر المعدل السنوي للهطول المطري بحوالي 250 مم، والذي يتسرب عبر الكسور في هضبة الجول إلى الحجر الجيري الباليوسيني (تكوين أم الرضمة)، لتبدأ المياه حركتها جنوبًا. وتغطي منطقة الجريان السطحي مساحة تقارب 20 كم شمال منطقة النقعة. وتؤدي

البنيات الكارستية إلى تباين واضح بين مناطق الجريان السطحي وتلك الخاصة بالمياه الجوفية نتيجة للأنظمة الشقية المتصلة. وعند وصول المياه إلى حافة الهضبة، تُعزز الحركة عبر طبقات الإيوسين الأقل نفاذية بفضل وجود صدوع عرضية انزلاقية (Komex, 1997).

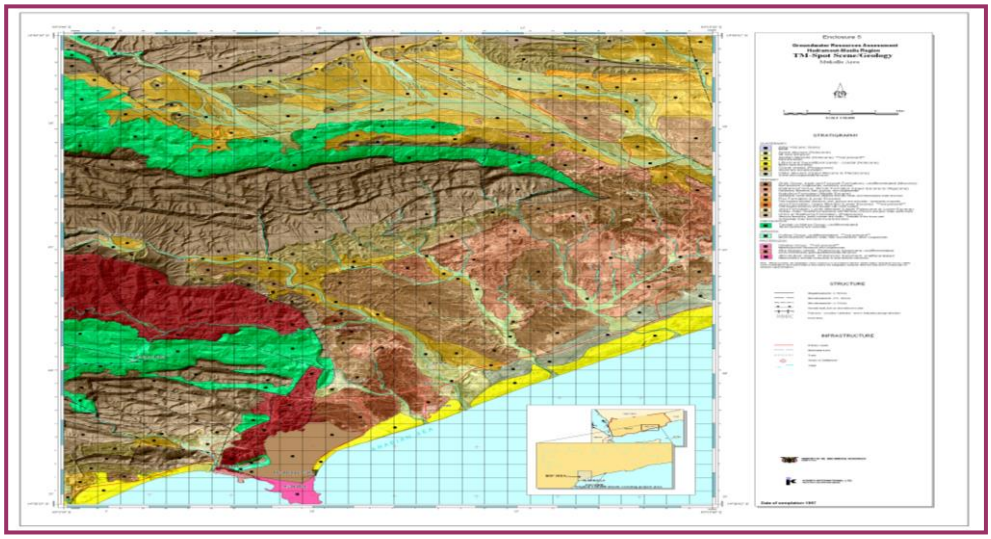
- وادي الخربة

يقع وادي خربة (حقل آبار فوه) غرب مدينة المكلا، وتتواجد منطقة فوه عند مصبه. ويعتمد إمداد المياه على استغلال المياه الجوفية من الخزان الفيضي–السيلي للعصر الرباعي. ويبلغ معدل الفيضان السنوي الرئيسي 220 لتر/ثانية (Komex, 2003). وتتراوح سماكة ترسيباته الحاملة للمياه من 6 إلى 14 مترًا، وتعلو طبقات من مارل وحجر جيري تعود للإيوسين ذات نفاذية ضعيفة.

وقدّر "سوجريا" (1981) الحد الأقصى الممكن لضخ المياه في الجزء السفلي من الوادي بـ 35 لتر/ثانية، إلا أن المعدلات الموصى بها تتراوح بين 10–20 لتر/ثانية، حيث أن الضخ الزائد قد يؤدي إلى تغلغل مياه البحر إلى الآبار (John and Sons, 1987).

- حقل آبار زمن (وادي أمبيخة)

يقع وادي أمبيخة (حقل آبار زمن) غرب مدينة المكلا، ويعتمد في إمداده المائي على الخزان الفيضي–السيلي للعصر الرباعي (تكوين الجزع). ويتكون هذا التكوين من طَفل رمادي ومصفوفة من الحجر الجيري المارلي الغني بالمغنيسيوم. ويمتاز بسماكة صغيرة ولا يمتد لمسافات كبيرة (Komex, 2003).



شكل (4) مصادر المياه في منطقة الدراسة

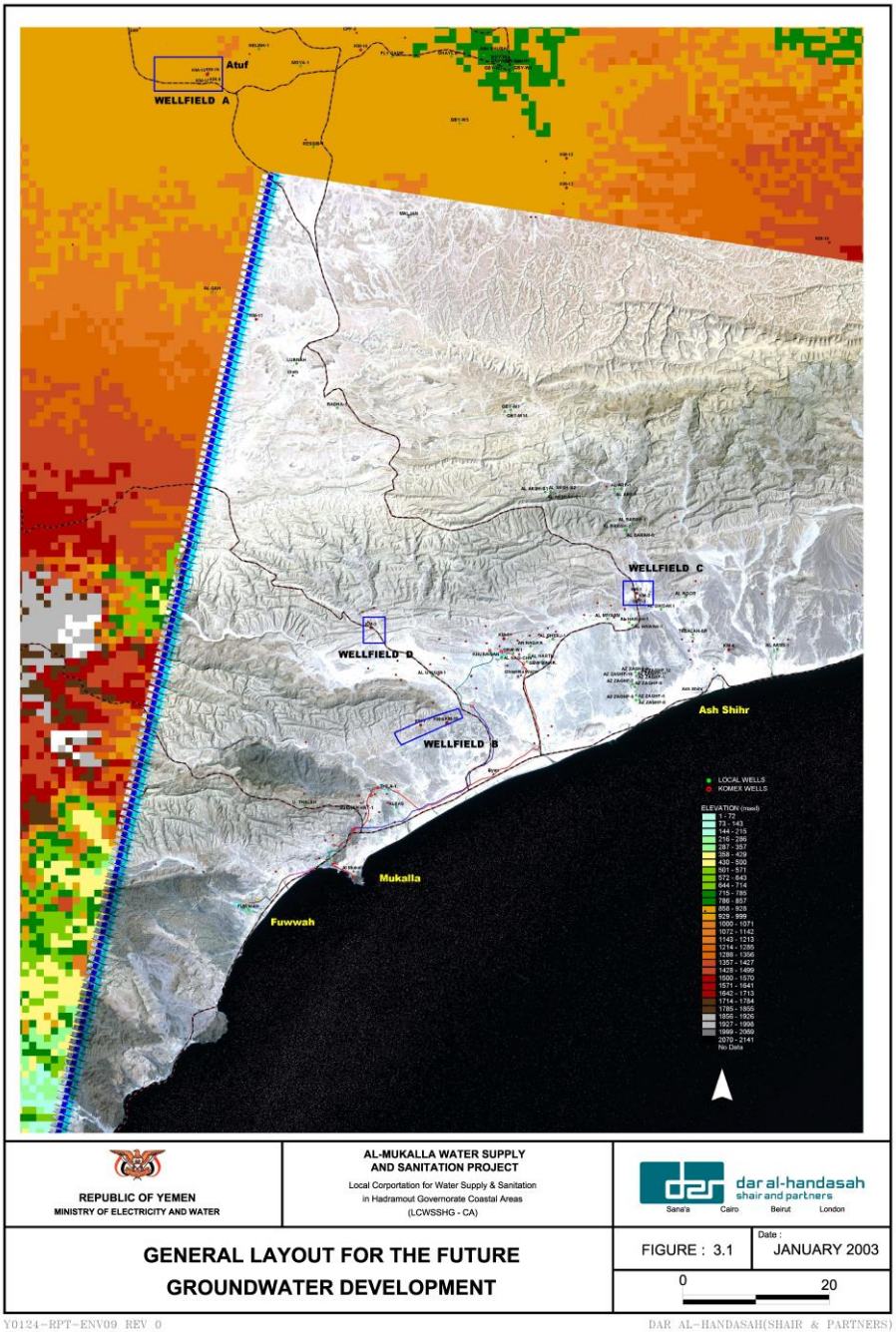
مصادر المياه التي تغذي مدينة المكلا وضواحيها:

تتزود مدينة المكلا بالمياه من عدة حقول للآبار خارج المدينة منها حقلي العضيبة والنقعة وتقع في منطقة غيل باوزير بين 49° E و14° N. وتبعد الى الشمال الشرقي من مدينة المكلا حوالي 45 كم، وحقل فوه الواقع إلى الغرب من مدينة المكلا شكل (5) يوضح حقول الابار التي تزود مدينة المكلا بالمياه.

وتعتبر تلك المصادر من أكبر واقدم الخزانات المائية الفرعية في المنطقة إذ تحوي مخزون مائي كبير إلا أنه وبسب التغيرات المناخية في السنوات الاخيرة والجفاف الذي ضرب المنطقة أنخفض عدد الآبار المنتجة من تلك الخزانات الفرعية في مدينة غيل باوزير، وهناك حقول اخرى تزود المدينة بالمياه الا انها تحوي أقل عدد من الآبار مثل (حقل فلك – حقل ثلة – وحقل فوة).

حقل ثلة هو أحد المصادر الهامة التي تزود منطقة خلف بمياه الشرب ايضا وفقا لمصادر المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي بساحل حضرموت (2024). ويقع حقل ثلة في منطقة خارج المدينة ويعد من الخزانات الجوفية الفرعية التي تمد العديد من المناطق في مدينة المكلا، بما في ذلك منطقة خلف بمياه الشرب.

ويعد هذا الحقل أحد المصادر الرئيسية لمياه الشرب في مناطق المكلا في ظل التحديات المتعلقة بنضوب المياه الجوفية وارتفاع الطلب على الموارد المائية إضافة الى حقلي ابار فلك وفوه.



شكل (5) مواقع حقول الابار التي تزود مدينة المكلا بالمياه

المصدر: المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي – ساحل حضرموت

مواد وطرق العمل:

تم تبني منهج وصفي تحليلي معتمد على الاستبيان كأداة رئيسية لجمع البيانات، نظرًا لقدرته على رصد الاتجاهات والآراء بدقة ضمن عينات سكانية متنوعة. ركزت الدراسة على فهم مستوى توافر المياه، تقييم السكان لجودة مياه الشرب، وسلوكيات ترشيد الاستهلاك.

تم إعداد الاستبيان بناءً على قواعد تصميم أدوات البحث الاجتماعي كما أوضحها Babbie (2010) وقد روعي في تصميمه: وضوح الأسئلة وسهولة فهمها، تجنب الغموض والتحيز في صياغة الأسئلة، التنويع بين الأسئلة المغلقة والمفتوحة، التدرج المنطقي من العام إلى الخاص، وقد تضمن الاستبيان المحاور التالية (ملحق 1 يوضح الاستبيان):

- البيانات الديموغرافية (العمر، الجنس، المستوى التعليمي، الحالة الاجتماعية، حجم الأسرة).
- مصادر مياه الشرب.
- تقييم جودة مياه الشرب (الطعم، الرائحة، اللون).
- مدى انتظام التزود بالمياه.
- أسباب ومشاكل قطاع المياه.
- أفكار لتحسين نوعية المياه

عينة الدراسة:

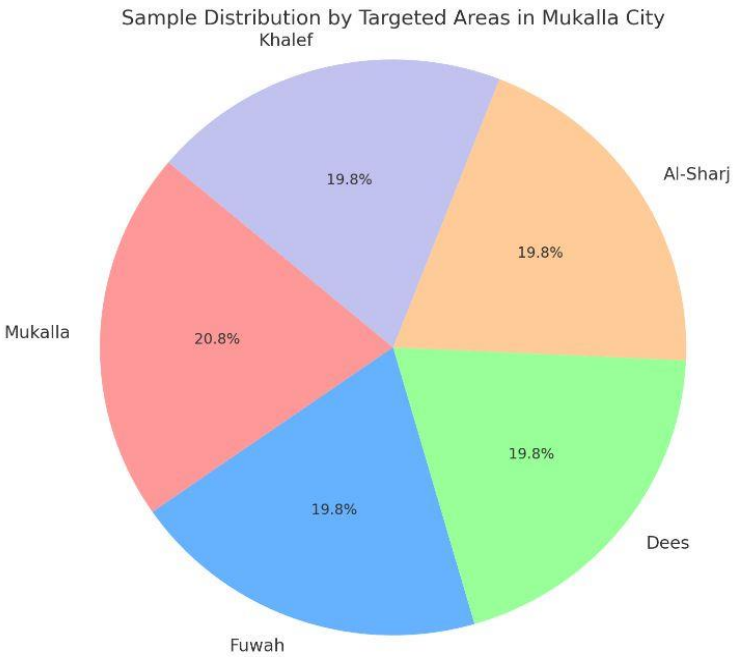
تم اختيار خمس مناطق حضرية رئيسية في مدينة المكلا (المكلا القديمة، الشرج، الديس، فوه، وخلف)، وقد بلغ إجمالي حجم العينة 101 استبانة تم توزيعها على المناطق المستهدفة حسب التوزيع السكاني والتنوع الاجتماعي، وفق الآتي (جدول (1) وشكل (6):

- المنطقة
- عدد الاستبيانات
- النسبة المئوية

جدول (1)

يوضح إجمالي عدد الاستبانات والنسبة المئوية لتوزيعها

المنطقة	عدد الاستبانات	النسبة المئوية
المكلا	21	20.8
فوه	20	19.8
الديس	20	19.8
الشرج	20	19.8
خلف	20	19.8



شكل (6) النسبة المئوية لتوزيع الاستبانات في المناطق المستهدفة في مدينة المكلا

وقد تم منح منطقة "المكلا" نسبة أعلى قليلًا (21 استبانة) باعتبارها مركز المدينة وأعلى كثافة سكانية. ولضمان تمثيل العينة لجميع الفئات في المناطق الخمس، تم أخذ الاعتبارات التالية عند اختيار المستجيبين:

- حسب العمر: شمل الفئات العمرية الاتية: (أقل من 30سنة، من 30–45 سنة، والفئة العمرية أكبر من 45 سنة).
- حسب الوظيفة (المهنة): وشملت (موظف، عمل خاص، متقاعد، طالب).

وقد تم استخدام أسلوب العينة العشوائية البسيطة لاختيار المشاركين. وهو حجم يعد ملائمًا لطبيعة الدراسة ومواردها (Fink, 2013)، حيث تم تقسيم العينة داخل كل منطقة إلى مجموعات بحسب: حسب العمر والوظيفة، وتم اختيار المشاركين بشكل عشوائي المناطق لضمان التنوع والتمثيل الشامل.

جمع البيانات وتحليلها:

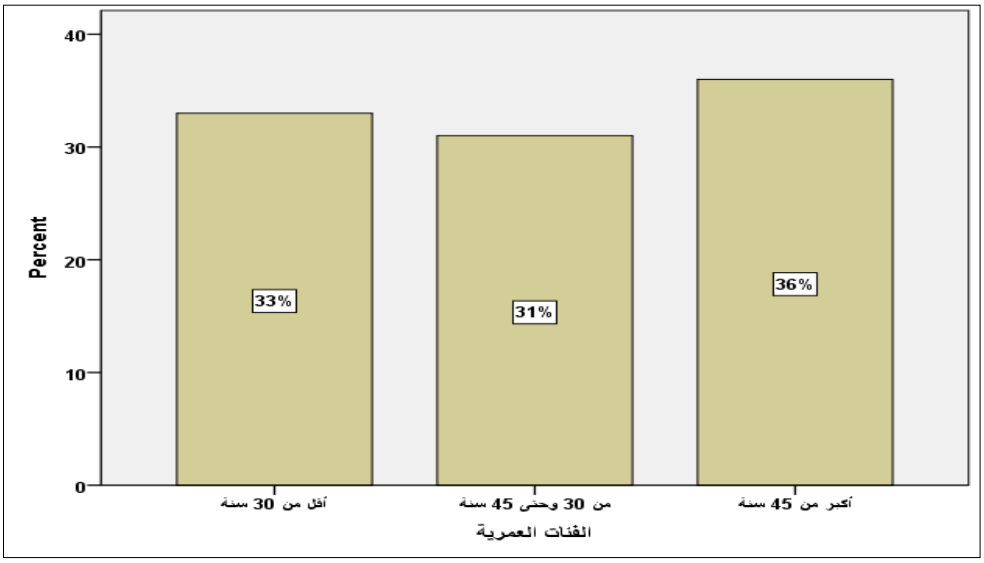
- تم جمع البيانات عبر توزيع الاستبيان على المشاركين في المناطق المستهدفة (المكلا، الشرج، الديس، فوه، وخلف)، مع شرح مضامين الأسئلة لضمان فهمهم للمحتوى.

- تم إدخال وتحليل البيانات باستخدام برنامج SPSS، وتم تطبيق:
- التحليل التكراري وحساب النسب المئوية.
- حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية.

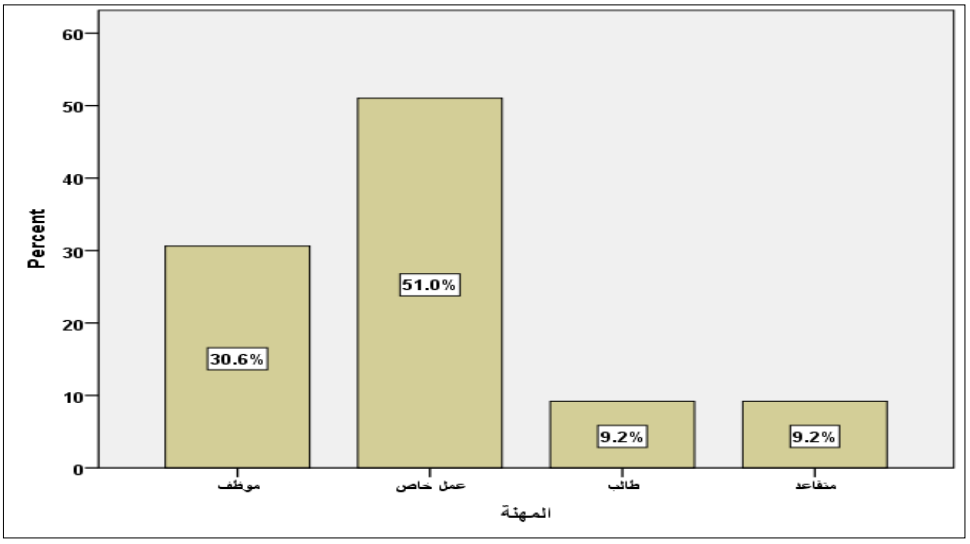
النتائج والمناقشة:

أولاً: الخصائص السكانية للمشاركين

أظهرت نتائج الدراسة أن الفئة العمرية الغالبة بين المشاركين تجاوزت 45 عاماً (36%) يُعزى ذلك إلى اعتماد العينة على أفراد يتمتعون بخبرة حياتية طويلة تؤهلهم لتقييم موضوعي لجودة المياه، وهو ما يتفق مع دراسة Ramya et al. (2021) التي أوضحت أن وعي الأفراد بقضايا البيئة والمياه يزداد مع تقدم العمر والخبرة العملية. كما ان التفاعل مع مشكلات البنية التحتية كقطاع المياه يكون أكبر لدى الفئات العمرية العاملة النشطة مجتمعيا، بينما كانت أقل فئة عمرية بنسبة (31%) وكانت اعمارهم تتراوح ما بين (30 إلى 45 سنة) شكل (7). كما يوضح شكل (8) الدرجات الوظيفية للفئات المستهدفة والتي تشمل (موظف، عمل خاص، متقاعد، وطالب) حيث كانت أعلى نسبة (لقطاع العمل الخاص) بنسبة تمثيلية51% بينما كانت أقل نسبة 9.2% لقطاع (طالب ومتعاقد) وهو ما أشار اليه تقرير البنك الدولي (World Bank, 2018) بأن التفاعل مع مشكلات البنية التحتية يكون أكبر لدى الشرائح الاقتصادية النشطة.



شكل (7) الفئات العمرية المستهدفة لاستبيان المياه

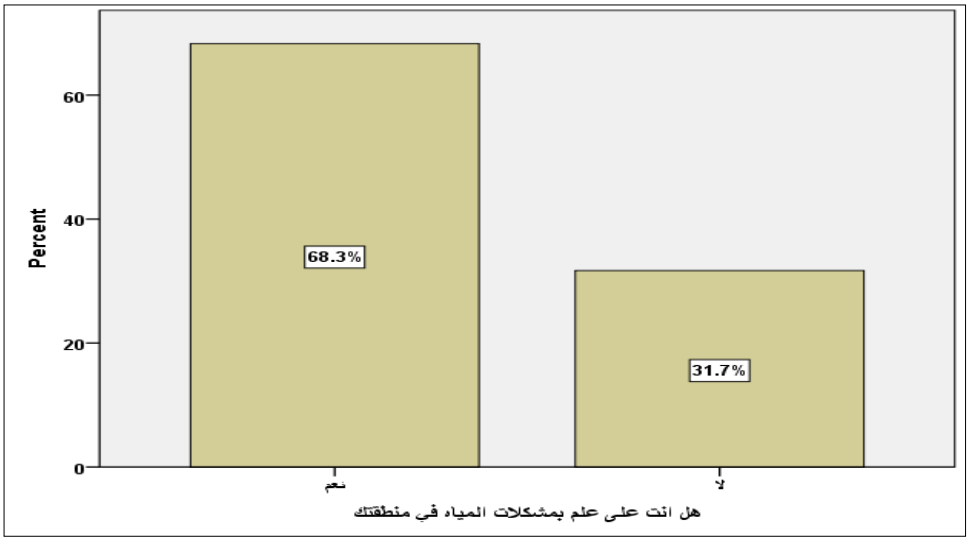


شكل (8) الدرجات الوظيفية المستهدفة لاستبيان المياه

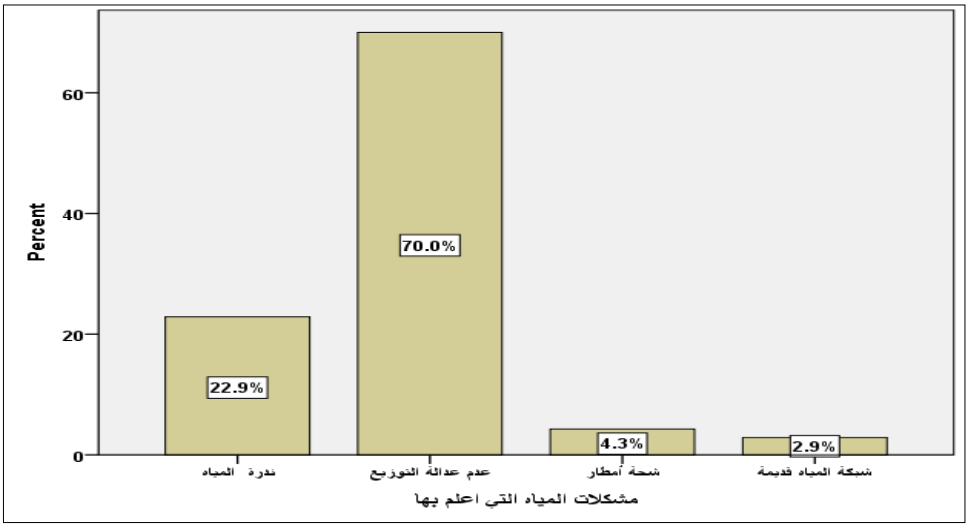
ثانياً: الوعي المجتمعي بمشكلات المياه

أفاد 68% من المستجيبين أنهم على دراية بمشكلات المياه في منطقتهم، مما يعكس وعياً مجتمعياً لا بأس به (شكل 9,10). وقد أكدت الهيئة العامة لحماية البيئة (2018) أن الوعي البيئي في اليمن قد تحسن تدريجياً نتيجة تزايد المشكلات البيئية والمائية. ويؤكد البنك الدولي (2018) أن توفر المعلومات لدى المجتمعات المحلية يعزز القدرة على التفاعل مع أزمات المياه.

تركزت المشكلات في مناطق الدراسة المستهدفة في عدم عدالة توزيع المياه بنسبة 70%، وهو ما يتفق مع تقرير البنك الدولي حول تحديات توزيع المياه في المدن الساحلية النامية، حيث أشار إلى أن سوء التخطيط العمراني وتدهور الشبكات المائية وقدمها من أهم أسباب ضعف العدالة في توزيع المياه (World Bank, 2018).



شكل (9) يوضح نتائج هل انت على علم بمشكلات المياه في منطقتك



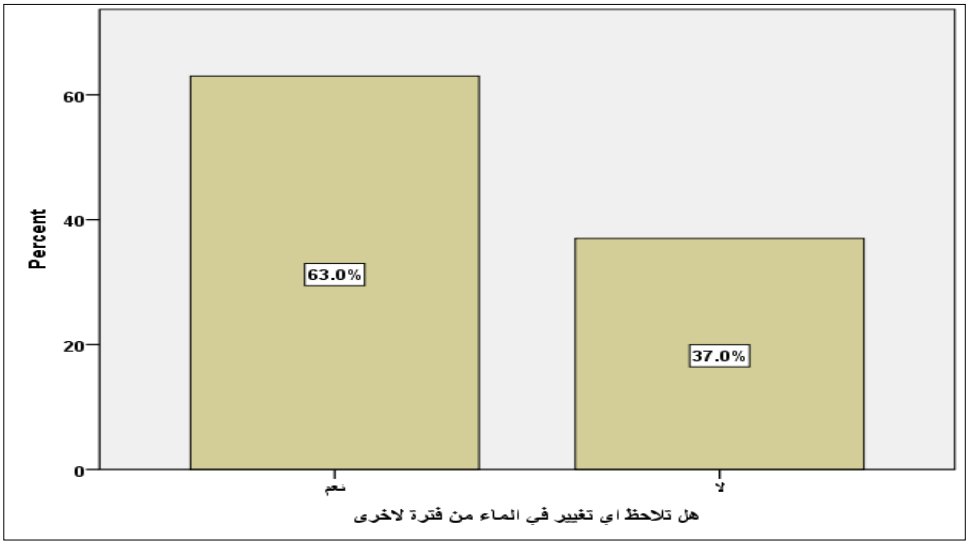
شكل (10) يوضح نتائج مشكلات المياه التي اعلم بها

ثالثاً: التغيرات في نوعية المياه

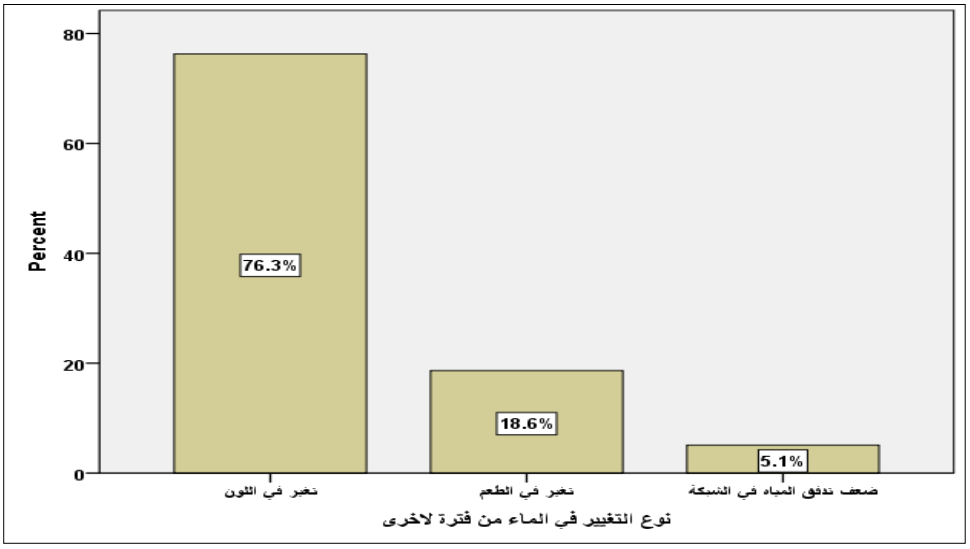
لاحظ 63% من المشاركين تغيراً في خصائص مياه الشرب شكل (11)، وأبرزها تغير اللون (76.3%) شكل (12) يشير تغير اللون الى ان جودة المياه في مناطق الدراسة (المكلا، الشرج، الديس، فوه، وخلف) تتأثر بالعوامل الجيولوجية والبنية التحتية للشبكة القديمة لتوزيع المياه. فالمناطق القريبة من البحر، او ذات التكوينات الرسوبية او الجيرية كمنطقة فوه أكثر عرضة لتغير الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه فهي منطقة ذات مستوى مائي جوفي قريب من السطح مما يؤدي الى

مشاكل صحية مزمنة خصوصا في ظل غياب الصيانة المنتظمة وهو ما اكدته دراسة (Al Sabban, 2009). ووفقاً لمنظمة الصحة العالمية (WHO, 2017) فإن تغير خصائص مياه الشرب يعزى الى احتمال وجود تركيزات معدنية في الشبكات القديمة او خزانات التوزيع، كما أن تغير الطعم وضعف تدفق المياه يعكس وجود مشكلات مرتبطة بتهالك الأنابيب وتغير مصادر التغذية المائية، فالشبكات المائية غير المصانة تمثل مصدراً رئيساً لتغير الخصائص الحسية للمياه كالطعم واللون.

اما بالنسبة لمنطقة خلف والتي تمد بالمياه من حقل ثلة غرب مدينة المكلا عبر شبكة توزيع المياه فمياه هذه المنطقة عادة ما تكون منخفضة الملوحة نسبيا مقارنة بالمياه الساحلية وفق ما اكدته نتائج التحاليل الكيميائية لمختبرات المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي – ساحل حضرموت (2018) الا ان الشبكة الطويلة التي تنقل المياه من ثلة الى خلف غالبا ما تكون متهالكة او غير معزولة تماما، ما يسمح بتفاعل المياه مع الانابيب او تسرب الملوثات في بعض النقاط، وهو ما يفسر التغيرات الحسية مثل الطعم واللون.



شكل (11) يوضح نتائج هل تلاحظ أي تغيير في نوعية الماء من فترة لأخرى



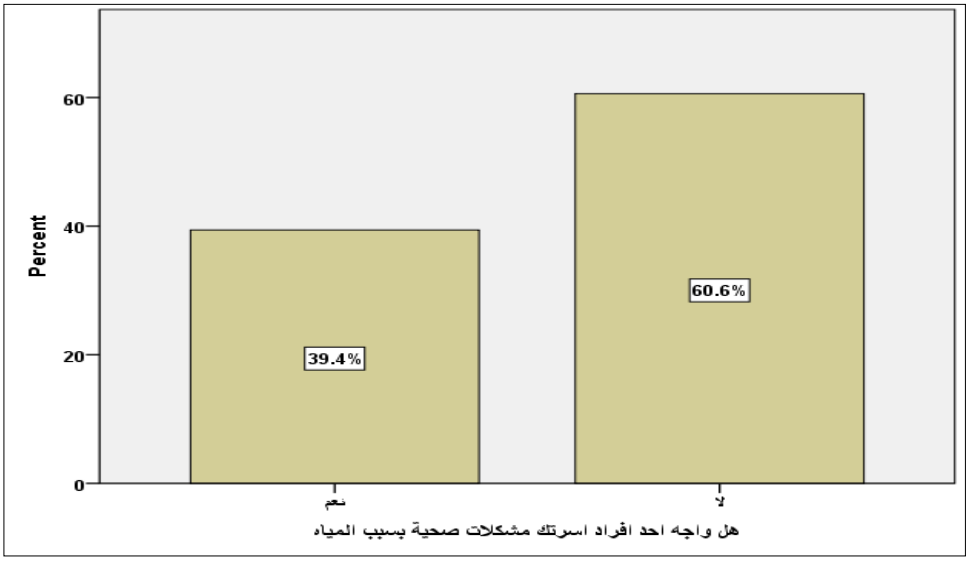
شكل (12) يوضح نتائج نوع التغيير في الماء من فترة لأخرى

رابعاً: الآثار الصحية المرتبطة بجودة المياه

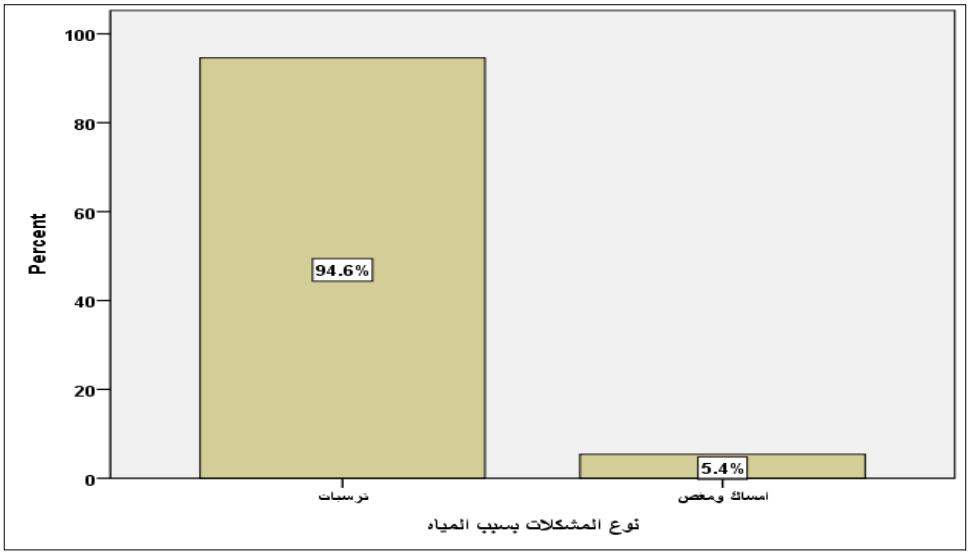
أشار (39.4%) من المشاركين إلى إصابة أحد أفراد الأسرة بأمراض مرتبطة بالمياه، وكان من أبرز هذه المشكلات الترسبات الكلوية (حصى الكلى) بنسبة 94.6% ويُعد هذا النمط الصحي مؤشرًا هامًا على وجود اختلال في الخصائص الكيميائية للمياه، خصوصًا فيما يتعلق بتركيز الأملاح الذائبة الكلية (TDS) والعناصر المعدنية مثل الكالسيوم، والمغنيسيوم، والصوديوم، والكلوريد. تؤكد الدراسات العلمية أن التعرض المزمن لمياه ذات محتوى مرتفع من الأملاح يمكن أن يؤدي إلى تراكم رواسب بلورية في الكلى، مسببةً تحصي كلوي ومضاعفات في الجهاز البولي. وقد أظهرت دراسة Chatterjee et al. (2010) أن مياه الشرب التي تحتوي على TDS يتجاوز 600 ملغم/لتر ترتبط بشكل ملحوظ بزيادة معدلات الإصابة بحصى الكلى، خاصة في المناطق الحارة والجافة التي تتطلب استهلاكًا مائيًا مرتفعًا.

فمناطق الدراسة المستهدفة (المكلا، الشرج، الديس، فوه، وخلف) تزود بالمياه عبر شبكة توزيع من حقول ابار خارج المدينة (ثلة، فلك، العضيبة والنقعة، وفوه)، والتي تمر بتكوينات جيولوجية متنوعة تؤثر في خصائص المياه الكيميائية وخاصة الارتفاع في نسبة الأملاح الكلية الذائبة (TDS)، مما يشير إلى تدني جودة المياه وزيادة احتمالية الإصابة بأمراض الكلى واضطرابات المسالك البولية في تلك المناطق المدروسة، فهناك علاقة طردية بين نوعية المياه الجوفية في مدينة المكلا ومصادرها الجيولوجية من جهة، وارتفاع معدلات الإصابة بمشكلات الجهاز البولي – وبخاصة الترسبات الكلوية – من جهة أخرى (شكل 13,14).

كما أكدت منظمة الصحة العالمية (WHO, 2019) أن استهلاك مياه ذات مستويات مرتفعة من الأملاح والمعادن الثقيلة يمثل خطراً صحياً كبيراً، خصوصاً للفئات الهشة مثل الأطفال وكبار السن.



شكل (13) يوضح نتائج هل واجه احد افراد اسرتك مشكلات صحية بسبب المياه



شكل (14) يوضح نتائج نوع المشكلات الصحية

خامساً: فاعلية استخدام الفلاتر المنزلية

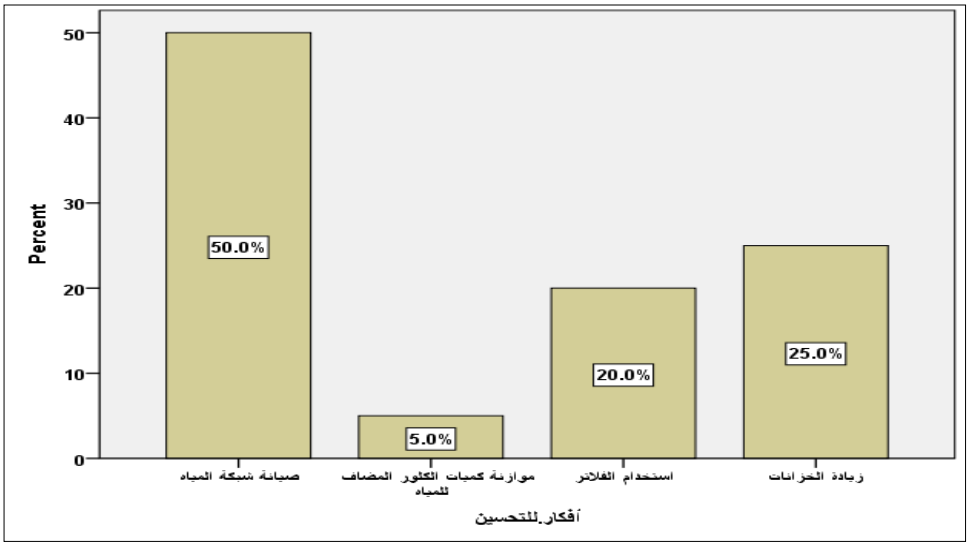
أظهرت الدراسة أن 89% من المشاركين يرون أن استخدام الفلاتر المنزلية يحسن من جودة مياه الشرب. تدعم هذه النتيجة مراجعة سميث (2016) التي أوضحت أن الفلاتر ذات الكفاءة العالية قادرة على إزالة ما يزيد عن 80% من الملوثات البيولوجية والكيميائية من المياه المنزلية (شكل 15,16).

ومع ذلك، تحذر منظمة الصحة العالمية (WHO, 2019) من أن عدم صيانة الفلاتر بانتظام قد يؤدي إلى تلوث المياه مجدداً، مما يستدعي نشر الوعي بأهمية صيانة أدوات تنقية المياه بشكل دوري.

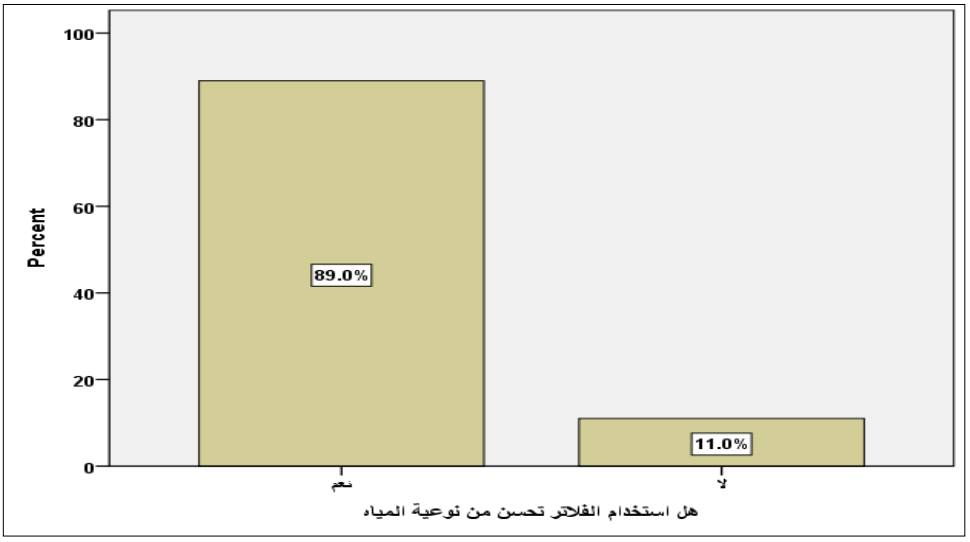
سادساً: مشاركة المجتمع في تحسين جودة المياه

أظهرت النتائج أن صيانة الشبكات (50.5%) واستخدام الفلاتر والمطهرات (61.2%) تعتبران من أهم الوسائل التي يراها السكان لتحسين جودة المياه. ومع ذلك، فإن 57% من المشاركين لم يتمكنوا من تقديم أفكار واضحة، مما يعكس فجوة في الثقافة البيئية العامة.

دراسة الغامدي وآخرين (2015) حول مدينة جدة، أظهرت أن غياب ثقافة المشاركة المجتمعية يُعد أحد معوقات إدارة موارد المياه بشكل فعال، وهو ما يتطابق مع واقع مدينة المكلا، مما يستدعي تعزيز حملات التوعية البيئية.



شكل (15) يوضح نتائج أفكار للتحسين



شكل (16) يوضح نتائج هل استخدام الفلاتر تحسن منن نوعية المياه

سابعاً: مقارنة مع الدراسات الإقليمية والدولية

تُظهر نتائج الدراسة الحالية في مدينة المكلا توافقًا ملحوظًا مع ما توصلت إليه دراسات سابقة محلية وإقليمية ودولية في سياق تقييم نوعية مياه الشرب من منظور المستخدمين. فعلى المستوى المحلي، أظهرت دراسة Al-Areeq et al. (2023) في محافظة تعز باستخدام تقنيات التحليل الإحصائي المتعدد ونظام المعلومات الجغرافية (GIS) أن غالبية مصادر المياه في منطقة وادي الدبّاب لم تكن صالحة للاستهلاك البشري دون معالجة، وأن تصور السكان لجودة المياه تأثر بشكل كبير بالخصائص الحسية مثل الطعم والرائحة، وهي ملاحظات تتطابق مع ما تم رصده في مدينة المكلا.

وعلى الصعيد الإقليمي، تشير دراسات مثل Al-Hmani et al. (2024)، التي أُجريت في صنعاء إلى أن تدهور جودة المياه كان من بين الأسباب الرئيسية لانتشار الأمراض المنقولة بالمياه، مع تأكيد السكان على أهمية الخصائص الظاهرة في تقييمهم لجودة المياه. وقد أظهرت هذه الدراسة كذلك أن المستهلكين يبدون وعيًا متزايدًا بمخاطر المياه غير الآمنة، وهو ما يُلاحظ أيضًا لدى مستخدمي المياه في المكلا.

وفي السياق الدولي، تُعد تجربة سنغافورة – كما وثقتها هيئة المياه العامة (PUB, 2020) – نموذجًا ناجحًا في إدارة موارد المياه وتوفير مياه شرب آمنة من خلال الابتكار التكنولوجي والتكامل المؤسسي. وتبرز الفجوة بين هذه النماذج العالمية وواقع مدن مثل المكلا في النظم الرقابية، والبنية التحتية، وتوعية المجتمع، رغم التقاطعات الجزئية في أولويات التقييم السُكاني.

الاستنتاجات:

أولا: مستوى عدم الرضا عن جودة مياه الشبكة:

أظهرت الاستبيانات وجود درجة ملحوظة من عدم الرضا بين المستخدمين تجاه مياه الشبكة في المكلا، حيث أبلغ العديد منهم عن مشكلات متكررة في الطعم والرائحة، بالإضافة إلى تغير لون المياه أحيانًا.

ثانيا: الأهمية المحورية للعوامل الحسية في تقييم المياه:

أكد المشاركون أن الطعم، والرائحة، واللون هي المعايير الرئيسية التي يعتمدون عليها لتقييم جودة المياه، مما يجعلهم متأثرين بشكل كبير بأي تغير في هذه الخصائص.

ثالثا: الوعي الصحي والإجراءات الوقائية:

تبين أن غالبية المستخدمين يدركون العلاقة بين استخدام مياه غير آمنة والمشكلات الصحية، وقد أشار عدد كبير منهم إلى اتخاذ إجراءات وقائية مثل غلي المياه أو استخدام فلاتر المياه لتحسين جودة المياه قبل الاستخدام.

رابعا: الرغبة في تحسين جودة المياه والتوعية:

أعرب معظم المستجيبين عن رغبتهم في تحسين جودة مياه الشرب والخدمات المرتبطة بها، بالإضافة إلى الحاجة لتعزيز التوعية المجتمعية حول السلامة المائية وطرق الوقاية.

التوصيات:

1- تحسين البنية التحتية لشبكات المياه: بناءً على نتائج الدراسة، أظهرت معظم المشاركين أن مشاكل توزيع المياه تتعلق بعدم العدالة في التوزيع، وهو ما يستدعي ضرورة تحسين البنية التحتية لشبكات المياه في مدينة المكلا. يوصى بتنفيذ خطة شاملة لصيانة وتحديث الشبكات المائية لضمان توزيع المياه بشكل عادل وفعال لجميع المناطق، مع التركيز على تجديد الشبكات القديمة والتوسع في مشاريع المياه لتلبية احتياجات السكان المتزايدة.

2- تعزيز حملات التوعية المجتمعية حول إدارة المياه: بما أن الوعي المجتمعي يعتبر من العوامل الأساسية لتحسين جودة المياه، من الضروري تعزيز الحملات التوعوية حول أهمية الحفاظ على المياه وإدارة مواردها. يوصى بتطوير برامج تعليمية تستهدف مختلف فئات المجتمع، بما في ذلك الأطفال والشباب، لزيادة الوعي البيئي وضرورة المشاركة الفعالة في تحسين جودة المياه وحمايتها من التلوث.

3- تحسين عمليات صيانة الفلاتر المنزلية: نظرًا لأهمية الفلاتر المنزلية في تحسين جودة المياه كما أظهرته الدراسة، فإن التوعية بصيانة الفلاتر بشكل دوري أمر ضروري. يجب وضع برامج

توعية وتعليم للأسر حول كيفية صيانة الفلاتر المنزلية بشكل منتظم لضمان كفاءتها في إزالة الملوثات ومنع تلوث المياه مجددًا.

4-توفير حلول تقنية لتحسين نوعية المياه: لتقليل مشكلات تغير خصائص المياه مثل تغير اللون والطعم، يُوصى باستخدام تقنيات متقدمة لتنقية المياه مثل الفلاتر المتطورة أو نظم معالجة المياه المناسبة. من المهم أن يتم اعتماد تقنيات متكاملة تجمع بين تنقية المياه وتحسين كفاءة توزيعها، لا سيما في المدن الساحلية التي تعاني من وجود شبكات مائية قديمة.

5-إعادة النظر في سياسات توزيع المياه وتخزينها: يجب أن يتم دراسة وإعادة تقييم سياسات توزيع المياه بما يتناسب مع احتياجات السكان المحليين. يوصى بتطوير استراتيجيات لتخزين المياه أثناء فترات الهطول الكثيف، وتطبيق حلول تخزين مبتكرة لضمان توافر المياه في الأوقات التي تنخفض فيها معدلات الأمطار.

6-التشجيع على الاستثمار في أنظمة تنقية مياه جديدة: تعزيز استخدام أنظمة تنقية المياه المتطورة في الأماكن التي تعاني من مشكلات في المياه الجوفية أو المياه التي تحتوي على شوائب معدنية أو عضوية. يمكن استثمار برامج التمويل المحلي أو الدولي لتشجيع الأسر والشركات على شراء وصيانة فلاتر المياه الفعالة.

7-مواكبة التجارب الدولية في إدارة المياه: يُوصى بالاستفادة من التجارب الدولية الناجحة في إدارة المياه مثل تجربة سنغافورة. يمكن دراسة نماذج تلك الدول التي تواجه تحديات مشابهة والاستفادة من الحلول التي حققت نجاحًا في تحسين جودة المياه، مع تبني حلول تناسب السياق المحلي.

8-مراقبة صحية مستمرة للمياه: لتقليل المخاطر الصحية المرتبطة باستخدام المياه الملوثة، يُوصى بإنشاء نظام مراقبة دوري لمياه الشرب في جميع المناطق، مع تحليل العينات بشكل مستمر لتحديد مستوى التلوث أو وجود الملوثات السامة في المياه. ويجب تطوير آليات للتعامل السريع مع أي حالات تلوث قد تحدث.

المراجع:

البنك الدولي. (2008). مشروع دعم قطاع المياه في اليمن: وثيقة معلومات المشروع رقم AB4161. واشنطن: البنك الدولي.

باضريس، عمر حاج، والهندي، عبدالكريم هشام. (1999). ورقة مقدمة في الندوة العلمية حول مشكلة الجفاف وانخفاض منسوب المياه الجوفية في ساحل حضرموت. وزارة النفط والثروات المعدنية، المكلا، اليمن.

الصبّان، سعاد. (2009). تقييم نوعية مياه الشرب لمنطقة النقعة والعضيبة التي تزود مدينة المكلا بمياه الشرب، حضرموت، اليمن (رسالة ماجستير، جامعة الإسكندرية).

المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي، محافظة حضرموت. (2024). تقرير فني حول وضع شبكة توزيع المياه في مدينة المكلا. قسم الدراسات والتخطيط. المكلا. اليمن.

الهيئة العامة لحماية البيئة. (2018). أولويات قطاع المياه والبيئة: التحديات والسياسات الوطنية. وزارة المياه والبيئة، الجمهورية اليمنية.

Al-Areeq, A. M., Al-Nabhani, H., Al-Sulaimani, Z., & Al-Risi, A. (2023). Assessment of water quality using multivariate statistics and GIS of Wadi Al-Dabab, Taiz, Yemen. Applied Water Science, 13, Article 139. https://doi.org/10.1007/s13201-023-01973-8

Al-Eryany, M. L. (1990). Groundwater pollution potential in the Sana'a Basin. Science and Technology Center, Sana'a University.

Al-Hmani, H., Al-Eryani, M., Al-Rubaidi, A., & Al-Wazir, A. (2024). Case-control study of drinking water quality in Yemen. Eastern Mediterranean Health Journal, 30(3). https://www.emro.who.int/emhj-volume-30-2024/volume-30-issue-3/case-control-study-of-drinking-water-quality-in-yemen.html

Al-Munaifi, A. A., & Al-Dweela, N. S. (2002). Drinking Water Contamination of Al-Mukalla City. Arwatex Conference, 486 pp.

Babbie, E. R. (2010). The Practice of Social Research (12th ed.). Wadsworth, Cengage Learning.

Ba Marof, S. (2001). Water objects of Wadi Hadhramout and different treatments of water. Earth Science Conference, 210 pp.

Chatterjee, R., Tarafder, G., & Paul, S. (2010). Impact of high TDS drinking water on human health: A study in West Bengal. Journal of Environmental Health, 72(8), 28–35.

China State Construction Engineering Corporation (CSCEC). (1992). Al-Mukalla Water Supply Project: Main Report. 27 pp.

Fink, A. (2013). How to Conduct Surveys: A Step-by-Step Guide (5th ed.). SAGE Publications.

Hussein, M. H., & Magram, S. F. (2012). Domestic water quality in Jeddah, Saudi Arabia. Journal of King Abdulaziz University: Engineering Sciences, 23(1), 63–79. https://www.researchgate.net/publication/338996270

John, T., & Sons. (1986). Al-Mukalla Water Supply Rehabilitation Project: Part 2 – Appendices. Public Water Corporation, Aden. 417 pp.

Komex International (LTD). (1992). Masila Block Development Environmental Studies Program – Phase II: Hydrogeological Program. Canadian Oxy Offshore International Ltd.

Komex International (LTD). (1997). Groundwater Resource Assessment of Hadhramout–Masila Region. Canadian Oxy International Development Agency-Industrial, 127 pp.

Komex International (LTD). (2003). Groundwater Resource Assessment – Masila Export Project, Yemen Arab Republic. File A93-3561.

Matthess, G. (1972). Hydrogeologic criteria for the self-purification of polluted groundwater. International Geology Congress, 11, 110 pp.

PUB, Singapore's National Water Agency. (2020). Sustainable Water Management in Singapore.

Ramya, N., Reddy, M. M., & Kamath, P. B. (2021). Community perception vs. biochemical confirmation: A mixed-methods study on water quality from South India. Journal of Environmental and Public Health. https://doi.org/10.1155/2021/8816403

Sogreah, N. (1983). Al-Mukalla Water Supply Rehabilitation: Study of Artificial Recharge of Aquifers Underlying the Wadis Buwaysh and Huwayrah. Feasibility Study for PDRY, Republic Water Supply Corporation, Aden.

Sonntag, N. C., & Everit, C. (1987). Cumulative Effects Assessment: A Context for Further Research and Development. Canadian Environmental Assessment Research Council, 97 pp.

Weather-Atlas. (2020). Climate Data for Mukalla, Yemen. Retrieved from https://www.weather-atlas.com

WHO. (1998). Guidelines for Drinking-water Quality (2nd ed.). World Health Organization.

WHO. (2017). Guidelines for Drinking-water Quality (4th ed.). World Health Organization.

WHO. (2019a). Household Water Treatment and Safe Storage. WHO Publications.

WHO. (2019b). Drinking-water Fact Sheet. Geneva: World Health Organization.

World Bank. (2018). Urban Water Supply in Coastal Cities: Challenges and Solutions. World Bank Report.

ملحقات البحث

ملحق (1) يوضح الاستبيان

استبيان المستفيدين من المياه في مدينة المكلا (المكلا، الشرج، الديس، فوه، وخلف)

الفئة المستهدفة: أهالي المناطق المحددة (مستخدمي المياه)

الاسم: ..... العمر: .....

المهنة: ..... الحي: .....

1- هل أنت على علم بمشاكل المياه في منطقتك؟ نعم ☐ لا ☐

- في حالة الإجابة نعم، ماهي؟

أ- ندرة مياه ☐ ب- عدم عدالة في التوزيع ☐

ت- شحة أمطار ☐ ث- مشاكل أخرى .....

2- هل تلاحظ ايي تغيير في الماء من فترة لأخرى؟ نعم ☐ لا ☐

- في حالة الإجابة نعم، ماهي؟

.....

.....

3- هل هناك أفكار لتحسين نوعية المياه؟ نعم ☐ لا ☐

- في حالة الإجابة نعم، ماهي؟

.....

.....

4- هل تفضل المياه الصحية ام المياه العادية التي تأتي من شبكة التوزيع؟ ولماذا؟

.....

.....

5- هل استخدام الفلاتر تحسن من نوعية الماء؟ نعم ☐ لا ☐

6- هل طعم المياه مقبول؟

- قوي ☐

- متوسط ☐
- ضعيف ☐

7- هل أنت راضي عن خدمات مياه الشرب بشكل عام؟

- راضي تماما ☐
- راضي إلى حد ما ☐
- غير راضي ☐

8- هل واجه أحد افراد الاسرة من مشاكل صحية بسبب المياه؟ نعم ☐ لا ☐

- في حالة الإجابة نعم، ماهي؟

.....

.....

9- كيف يمكنك المساهمة في تحسين نوعية المياه؟

.....

.....