International Journal of Environment & Water
ISSN 2052-3408

تقييم جودة المياه الجوفية لأغراض الري باستخدام نموذج ميريليس(WQIM) لمشروع الهيرة الزراعي– ليبيا.

خيري محمد العماري[1]، احمد ابراهيم خماج[2]، ايمن محمد عريبي[3]

[1، 3]الاكاديمية الليبية للدراسات العليا (ليبيا)، khairi.Alamari@academy.edu.ly

[2]جامعة طرابلس (ليبيا)، ekhmaj@gmail.com

ملخص:

أجري البحث بهدف تقييم جودة مياه الري لمشروع الهيرة الزراعي باستخدام مؤشر ميرليس (*WQIM, 2010*)، و تصنيف معمل الملوحة الأمريكي (*1954*) تم تجميع *25* عينة عشوائية لمياه ابار جوفية من مزارع مختلفة في المنطقة خلال شهر نوفمبر *2020*. اجريت العديد من التحاليل الكيميائية التي شملت تقدير كل من *pH* , *EC* والايونات الذائبة الرئيسية. اظهرت النتائج ان قيم كلاً من *pH*, *EC* متقاربة باستثناء الآبار (4 ،24 ،25).أما بالنسبة للأملاح الكلية الذائبة فكانت أعلى قيمة في البئر *25*. ارتفع تركيز الكالسيوم في الآبار (4،11،24،25) ، وكانت اعلى قيمة لتركيز ايون الماغنسيوم في الآبار الواقعة في شمال منطقة الدراسة ، بينما كانت أعلى قيمة لتركيز الصوديوم في الابار الواقعة شمال غرب منطقة الدراسة تحديدا البئر (*4*). كان اعلى تركيز للبوتاسيوم في البئرين (*17*، *9*).كما لوحظ ان ايونات الكلوريد والبيكربونات يزيد تركيزهما في الآبار الواقعة شمال غرب منطقة الدراسة وتحديدا الآبار (*25* ، *24* ، *11* ، *4*) بخلاف الكبريتات التي كان اعلى تركيز لها في الآبار الواقعة شمال غرب وجنوب غرب منطقة الدراسة. ووفقاً لمؤشر *WQIM* فأن *28* % من ابار منطقة الدراسة تصنف على انها ذات قيود عالية الاستخدام لأغراض الري، وتمثل ذلك في الآبار (2،3،7،10،13،19،24) حيث ينصح باستخدامها في زراعة نباتات ومحاصيل متوسطة تحمل الملوحة. كما كانت *72%* من هذه الآبار ذات قيود مرتفعة الاستخدام حيث ينصح باستخدامها في زراعة نباتات ومحاصيل عالية تحمل الملوحة. أما عن تقييم جودة المياه باستخدام تصنيف معمل الملوحة الأمريكي (*1954*) فان مياه أبار منطقة الدراسة تقع جميعها تحت صنف *C4S1* والتي تصنف بأنها مياه عالية جدا في الملوحة.

كلمات مفتاحية: *مؤشر جودة المياه (WQIM) ، مياه الري، معمل الملوحة الامريكي ، مشروع الهيرة الزراعي.*

تصنيفات JEL : Q1 الزراعة، Q15 الري، Q25 الزراعة والبيئة

المؤلف المرسل: الاسم الكامل، **الإيميل:** khairi.Alamari@academy.edu.ly

1. مقدمة:

تعتبر المياه الجوفية المصدر الأساسي والرئيسي للمياه في أغلب مناطق ليبيا لوقوعها داخل نطاق المناطق الجافة وشبه الجافة اذ تساهم بأكثر من 98 % من اجمالي الاستهلاك وهي في معظم المناطق المصدر الوحيد المتاح للاستغلال للأغراض المختلفة.

المياه الجوفية هي مصدر طبيعي قابل للتناقص و التلوث، وعليه يجب ان تستغل الاستغلال الأمثل و تدار بحكمة و حسن تصرف علي اسس علمية صحيحة وسليمة حتي لا تستنزف في فترة وجيزة و يساء استعمالها و يتم تلوثها فيتحول استغلالها خطراً علي البيئة بصورة عامة و علي الانسان بصورة خاصة. أما نوعية المياه الجوفية فهي من المعاملات الهامة و المؤشرات الرئيسية في تحديد مدي ملاءمة هذه المياه واستخدامها في غرض معين وذلك لكونها المحصلة الرئيسية لجميع العوامل و التفاعلات و المؤثرات التي اثرت علي هذه المياه منذ لحظة تكثفها في الغلاف الجوي حتي لحظة ظهورها علي سطح الأرض من بئر أو ينبوع، وعلاوة علي ذلك فهي مؤشراً هاماً ومحدداً لأصل وتاريخ هذه المياه. (الباروني، 1997)

International Journal of Environment & Water
ISSN 2052-3408

تلعب المياه الجوفية دوراً هاماً في حياة الانسان في سهل الجفارة والذي يمثل احد اهم المناطق الزراعية في ليبيا والمصدر الاساسي لمياه الشرب و الزراعة و الصناعة، ونظرا لزيادة الطلب علي المياه بصورة مستمرة لمواكبة متطلبات التطور الذي تشهده كافة قطاعات التنمية المختلفة أصبحت الخزانات الجوفية بالأحواض المائية و خاصة الواقعة في الشمال تعاني عجزاً في الميزان المائي، وقد أوضحت دراسات عديدة أن منطقة سهل الجفارة قد تعرضت في العقود الماضية للاستخدام غير المرشد للموارد المائية نتيجة التوسع في الزراعة المروية و تعاظم الانشطة الصناعة و النمو السكاني بالإضافة الي العجز المائي، وتداخل مياه البحر مع الخزانات الجوفية بالمنطقة(Ekhmaj *et al*, 2014) حيث يتركز في سهل الجفارة 58 % من السكان تبعا لذلك فهو أكثر المناطق طلباً للمياه حيث تصل رقعة الاراضي المروية به حوالي 50 % من اجمالي الاراضي المروية بليبيا وينتج حوالي 60% من اجمالي الانتاج الزراعي (الساعدي ،2008). وفي هذا البحث يبين مدى تقييم جودة المياه في مشروع الهيرة الزراعي، وتحديد الإدارة المثلى للمشروع بما يتماشى مع الوضع المائي واستمرارية المشروع الذي يمكن تحقيقها من خلال دراسة مدى ملاءمة هذه المياه للاستعمال الزراعي استناداً على المعايير الدولية لمؤشر جودة المياه (WQIM, 2010) والمقترح من قبل(Meireles *et al*, 2010) ومؤشر مختبر الملوحة الأمريكي (USSL,1954).

2. الطريقة والمواد

1.2 موقع الدراسة:

يقع مشروع الهيرة الزراعي جنوب مدينة طرابلس بحوالي (60 كلم) وتحده مدينة إسبيعة من ناحية الشمال، ويبعد (20 كلم) جنوب مدينة العزيزية، أما من الناحية الشرقية فتحده منطقة سوق الخميس, ويتكون من (225) مزرعة مساحة كل مزرعة (10) هكتارات، حيث يمتد ما بين خطي طول (13.125769^{0}و13.067477^0) شرقاً ودائرتي عرض (32.336035^{0}و 32.377291^0) شمالاً. كما موضح علي الخريطة (1).

شكل (1) يوضح موقع أبار موقع الدراسة المصدر: Google earth.com

2.2 صلاحية المياه لأغراض الري

لتصنيف ماء الري , هناك عدة معايير ومؤشرات تستخدم لغرض الحصول على أنواع معينة من ماء الري تختلف من ناحية النوعية والتي تعكس لنا مدى صلاحية هذه المياه لأغراض الري، وبالفعل فقد اقترحت عدة أنظمة مخططات لتصنيف ماء الري، ولقد تم في هذه الدراسة إجراء التحاليل الكيميائية لعدد 25 عينة مياه مأخوذة من آبار مياه تقع على مسافات متفاوتة داخل منطقة الدراسة ومحفورة على أعماق مختلفة تتراوح في ما بين (180-300م) كما هو موضح بالجدول (1.5), الذي يبيّن أرقام الآبار

ومواقعها. تستخدم مياه هذه الآبار في ري الأشجار ومحاصيل الزراعية بمنطقة الدراسة، حيث تم إجراء التحاليل الكيميائية التي اشتملت على قياس تركيز أيون الهيدروجين (pH) ودرجة توصيل الكهربائي (pH) والأملاح الكلية الذائبة (TDS)، والكالسيوم (Ca^{2+}) والماغنيسيوم (Mg^{2+}) والصوديوم (Na^{+}) والبوتاسيوم (K^{+}) والبيكربونات (HCO_3^{-}) والكلوريد ($C1^{-}$) والكبريتات (SO_4^{2-}).

2.3 نظام تصنيف معمل الملوحة الامريكي

اقترح هذا النظام في بداية الخمسينات من قبل مختبر الملوحة الأمريكي (USSL, 1954) ويعتبر أكثر الأنظمة استعمالاً في العالم حتى الآن حيث يأخذ هذا النظام بعين الاعتبار المؤشرين الأساسين لتقييم المياه وهما التركيز الكلي للأملاح معبراً عنه بالتوصيل الكهربي بالميكروسيمنز/سم عند درجة حرارة 25 مئوية ونسبة الصوديوم المدمص. وفيما يلي وصفاً لهذين العاملين المستخدمين لهذا النظام.

2.4 التوصيل الكهربي(EC):

إن التركيز الكلي للأملاح الذائبة في مياه الري يمكن أن يعبّر عنه بصيغة التوصيل الكهربي والسبب في ذلك يعود إلى سرعة ودقة تعيينها وهي تعكس بدقة خطورة الملوحة لماء الري. يمكن تقسيم ماء الري حسب درجة التوصيل الكهربي تبعا لتصنيف مختبر الملوحة الأمريكي إلى ماء ذات خطورة ملوحة منخفضة جداً **(**C1**)** عند درجة التوصيل الكهربي أقل من (250) ميكروسيمنز/ سم، ومنخفضة الخطورة **(**C2**)** عند درجة التوصيل الكهربي من (250) إلى (750) ميكروسيمنز/سم، ومتوسطة الخطورة **(**C3**)** عند درجة توصيل كهربي تتراوح من (750) إلى (2250) ميكروسيمنز/ سم، وعالية الخطورة (C4)، ذلك عند درجة التوصيل الكهربي أعلى من (2250) ميكروسيمنز/سم.

2.5 نسبة إدمصاص الصوديوم:

إن النسبة بين تركيز أيون الصوديوم إلى تركيز أيونات الكالسيوم والماغنيسيوم لماء الري يعبر عنها عادة من خلال مصطلح نسبة إدمصاص الصوديوم (SAR) والتي تعكس بدورها مدى فاعلية أيونات الصوديوم في محلول التربة ومدى خطورة الصوديوم لماء الري، وقيمة SAR تعرف من المعادلة (1).

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \qquad (1)$$

ربط النظام بين هذين المؤشرين للحصول على مخطط يضم (16) صنف مختلف لماء الري بواسطتهما يمكن الحكم على صلاحية هذه المياه لأغراض الري آخذين بعين الاعتبار نوع المحصول المزروع وطبيعة التربة المستعملة (USSL,1954).

2.6مؤشر (ميريليس) لتحديد جودة مياه الري(WQIM) .

طور Meireles وآخرون (2010) طريقة نوعية لتحديد جودة مياه الري وتقييم المياه في الأغراض الزراعية. توجد بعض الاختلافات البسيطة بين هذه الطريقة وتلك المستخدمة من قبل منظمة الصحة العالمية، ولكي يتم حساب الأوزان النسبية للعوامل المختلفة في هذه الطريقة يجب استخدام قيم تلك المعلمات المشتقة من بيانات نوعية مياه الري وفق مستشارية لجنة جامعة كاليفورنيا (UCCC)، بالإضافة إلى ما أورده من خصائص مياه الري من قبل (Ayer and Westcot1999) . ففي نموذج IWQI, يجب أولاً أن يتم التعرّف على المعلمات التي لها السيادة في أداء الدور الهام في نوعية المياه للأغراض الزراعية. تتضمن هذه المعلمات كل من التوصيل الكهربي (EC)، وتركيز أيون الصوديوم الذائب في مياه الري (Na^{+})، وتركيز

أيـون الكلوريـد الـذائب فـي ميـاه الـري (Cl^-)، وتركيـز أيـون البيكربونـات الذائبـة فـي ميـاه الـري (HCO^-_3)، ونسـبة الصـوديوم المـدمص المعدلـة (SAR^o) والمحسـوبة وفقـاً لمـا اقترحـه Suarez, D. L. (1981) كمـا تتضـمن الخطـوة الثانيـة تحديـد أوزان تلـك المعلمـات والتـي تشـمل قيـم معلمـات نوعيـة الميـاه المقاسـة (qi) والـدليل التراكمـي (wi)، وذلـك لكـل عامـل علـى حـدة واعتمـاداً علـى خصـائص نوعيـة ميـاه الـري المقترحـة مـن قبـل (Ayers and Westcot1999) والموضـحة بالجـدول (1). وتجـدر الإشـارة هنـا إلـى أن القـيم الصـغرى فـي هـذا النمـوذج تمثـل نوعيـة الميـاه الرديئـة، والعكـس بـالعكس. وتسـتخدم المعادلـة (2) فـي حسـاب قـيم (qi) وذلـك علـى النحو التالي.

$$q_i = q_{\max} - \left(\frac{(x_{ij} - x_{\inf}) \times q_{iamp}}{x_{amp}} \right) \qquad (2)$$

الجدول 1: القيم الحدية لعوامل حساب قياس مياه الري (qi) (Ayers, Westcot, 1999)

HCO_3^-	Cl^-	Na^+	SAR	EC	Qi
(ملليمكافئ/ لتر)			(ملليمكافئ/ لتر)$^{0.5}$	(ميكروسيمنز/سم)	
(1.5 ،1]	4 >	(3 ،2)	3 >	(750 ،200]	85-100
(4.5 ،1.5]	(7 ،4]	(6 ،3]	(6 ،3]	(1500 ،750]	60-85
(8.5 ،4.5]	(10 ،7]	(9 ،6]	(12 ،6]	(3000 ،1500]	35 – 60
أصغر من 1 أو أكبر من 8.5	10≤	2> أو 9≤	12≤	200> أو 3000 ≤	0 – 35

حيث تمثل qi القيمة العظمى لكل صنف أو تقسيم، x_i تمثل القيمة المقاسة لكل معلمة، x_{inf} تمثل قيمة الحد الأدنى للتصنيف أو القسم الذي تتبعه المعلمة، qi_{amp} تمثل سعة التصنيف أو القسم، X_{amp} تمثل القيمة المقابلة لسعة القسم أو التصنيف والذي تتبعه المعلمة ، وفي هذا الشأن يمكن اعتبار أن الحد الأعلى هو الذي يمثل القيمة العليا المحددة في عينات المياه والمطلوبة لتحديد قيمة X_{amp} للقسم الأخير لكل معلمة. كما أن قيم w_i تم معايرتها، بحيث يساوي المجموع الكلي لها 1، وذلك وفقاً للمعادلة (3).

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^{k} F_j A_{ij}}{\sum_{j=1}^{k} \sum_{i=1}^{n} F_i A_{ij}} \qquad (3)$$

حيث تمثل w_i قيمة الوزن النسبي للبارمتر في النموذج IWQI، (F) تمثل القيمة الثابتة للمكون 1 (a constant value of component 1) كما يمثل (j) عدد العوامل المختارة في النموذج IWQIM وتتراوح قيمها من (1 إلى k), (i) عدد البارمترات الكيميائية والفيزيوكيميائية والتي تدخل في حسابات النموذج IWQIM وتتغير من (1 إلى n) ويوضح الجدول (2) الأوزان النسبية لكل بارامتر. كما تدل النتائج المتحصل عليها من خلال منهجية تحديد قيم IWQIM من المعادلة (5) والجدول(3) خصائص IWQIM لكل صنف.

$$IWQIM = \sum_{i=1}^{n} q_i \; w_i \qquad (5)$$

في المعادلة السابقة , المؤشر IWQI هو مؤشر بدون أبعاد ولا وحدات ، وتتراوح قيمه من (0 -100) و تمثل qi قيمة نوعية المياه بالنسبة للبارامتر وتتراوح قيمها (0-100)، والتي تناظر قيمها أو تركيزاتها. كما تعكس wi الوزن المعياري للبارامتر ويرتبط بأهميته في تفسير التغير الكلي في نوعية المياه والموضح في الجدول (2). وبناءً على مؤشرات نوعية المياه المتوفرة، تم التقسيم مع الأخذ في الاعتبار مخاطر مشاكل الملوحة، الانخفاض في معدلات

تخلل ماء التربة، بالإضافة إلى تأثيرات السمية على النبات. تلك التقسيمات تم تصنيفها من قبل كل من (Amorim and Holanda 1997) ، (Bernardo, 1995).

جدول (2) قيم أوزان عوامل حساب **IWQIM**

العامل	القيمة (wi)
درجة التوصيل الكهربي (EC)	0.211
الصوديوم (Na^+)	0.204
البيكربونات (HCO_3^-)	0.202
الكلوريد (Cl^-)	0.194
نسبة امتزاز الصوديوم (SAR)	0.189
الإجمالي	1

يوضح الجدول (3) القيود والمحددات وفقاً للتقسيمات المختلفة لاستعمال المياه وذلك على النحو الذي اقترحه Meireles *et al*, 2010 وآخرون.

جدول (3) تصنيف والخصائص العامة لمؤشر جودة مياه الري

IWQIM	محددات وقيود الاستخدام	التوصيات	
		التربة	النبات
[85-100]	لا توجد	بالإمكان استخدامها لجميع أنواع الترب وقد تتعرض التربة إلى مخاطر قليلة من الصودية والملوحة.	لا توجد خطورة للسمية لأغلب النباتات
[70 – 85]	منخفضة	بالإمكان استخدامها للترب خفيفة القوام أو متوسطة النفاذية ولاستبعاد مخاطر الصودية في الترب ثقيلة القوام ينصح بإجراء عمليات الغسيل	ارتفاع خطورة الملوحة للنباتات الحساسة للملوحة.
[55-70]	معتدلة	من الأفضل استخدامها للتربة متوسطة وعالية النفاذية، كما ينصح بإجراء عمليات الغسيل المتوسط للأملاح لمنع تدهور التربة.	بإمكان المحاصيل متوسطة التحمل للملوحة أن تنمو.
[40-55]	مرتفعة	بالإمكان استخدام هذا النوع من المياه للترب عالية النفاذية والتي لا تحوي طبقات منضغطة، كما يتطلب أن يكون تكرار الري مرتفعاً.	ملائمة لري المحاصيل من متوسطة إلى عالية التحمل للملوحة مع عمليات تحكم خاصة في الملوحة عدا المياه التي تحوي كميات منخفضة من الصوديوم والكلوريد والبيكربونات.
[0 – 40]	عالية	لا يجب استخدام هذه المياه لأغراض الري تحت الظروف الاعتيادية.	تصلح للنباتات عالية التحمل للملوحة ما عدا تلك التي تحوي قيم منخفضة من الصوديوم والكلوريد والبيكربونات.

3. النتائج والمناقشة:

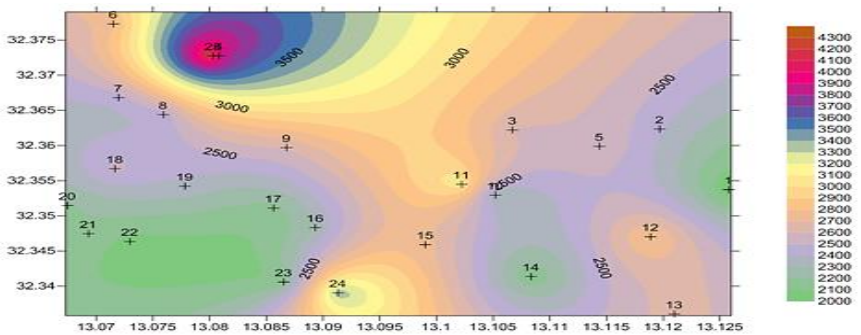
يوضح الجدول (4) نتائج التحاليل الكيميائية على عينات مياه منطقة الدراسة وقد كانت النتائج على النحو التالي:

International Journal of Environment & Water
ISSN 2052-3408

جدول (4) يوضح نتائج التحاليل الكيميائية لآبار منطقة الدراسة

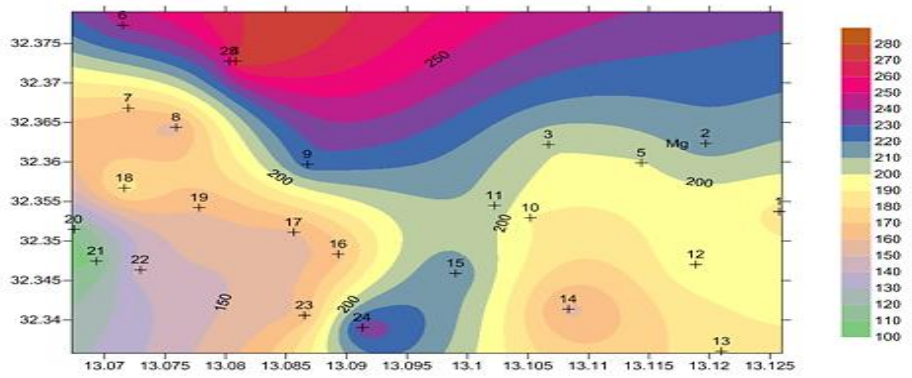
رقم العينة	pH	EC µs/	TDS	Ca^{2}	Mg^{+}	Na^{+}	K^{+}	HCO_3^-	Cl	SO_4	SAR
1	6.2	3140	2010	216	187.2	114.54	2.34	1152.9	372.75	100.8	1.37
2	6	3770	2413	308	216	122.82	3.9	1415.2	443.75	115.2	1.30
3	6.1	4060	2598	364	201.6	128.8	7.8	1470.1	489.9	129.6	1.33
4	6.5	6050	3872	488	276	301.3	7.41	1610.4	1047.25	230.4	2.69
5	6.1	4050	2592	392	199.2	99.36	7.02	1451.8	482.8	124.8	1.01
6	6	4340	2778	296	242.4	193.2	11.7	1476.2	596.4	139.2	2.00
7	6.1	3820	2445	368	170.4	130.64	3.9	1396.9	475.7	86.4	1.40
8	6.1	3820	2445	332	156	196.88	17.94	1366.4	504.1	67.2	2.22
9	6.4	4080	2611	228	225.6	244.26	24.96	1238.3	617.7	148.8	2.73
10	6.3	3610	2310	304	189.6	118.22	5.85	1354.2	433.1	105.6	1.30
11	6.7	4790	3066	552	206.4	71.76	10.14	1799.5	518.3	182.4	0.65
12	6.2	4430	2835	456	199.2	112.7	3.9	1665.3	504.1	163.2	1.10
13	6	4120	2637	372	187.2	160.54	5.46	1518.9	489.9	153.6	1.68
14	6.1	3300	2112	304	156	111.32	2.34	1213.9	376.3	110.4	1.28
15	6.2	4280	2739	392	218.4	114.08	5.46	1500.6	497	144	1.14
16	6	3580	2291	340	165.6	112.24	4.68	1317.6	418.9	120	1.243
17	6.1	3390	2170	320	158.4	108.1	24.96	1244.4	397.6	105.6	1.23
18	6.1	3950	2528	384	184.8	113.16	3.9	1451.8	454.4	139.2	1.18
19	6.1	3710	2374	364	160.8	126.04	3.9	1232.2	433.1	225.6	1.37
20	6	3410	2182	400	110.4	112.7	3.9	1085.8	397.6	244.8	1.28
21	6	3410	2182	400	110.4	112.7	3.9	1085.8	397.6	244.8	1.28
22	6.2	3220	2061	316	146.4	97.06	5.85	982.1	383.4	254.4	1.12
23	6.1	3350	2144	268	163.2	195.04	3.9	1055.3	390.5	268.8	2.30
24	6.3	5270	3373	532	237.6	145.82	9.75	1915.4	788.1	28.8	1.31
25	6.4	6670	4269	584	247.2	388.24	12.48	1964.2	1224.75	38.4	3.38

1.3 الأمـلاح الكليـة الذائبـة (TDS) تـدل النتـائج الـواردة فـي الجـدول (4) والشـكل (2) أنـه لا توجـد فـروق كبيـرة فـي قـيم الأمـلاح الذائبـة المدروسـة فـي عينـات الآبـار، حيـث تراوحـت مـا بـين (2010-4269) ملليجـرام/ لتـر بـانحراف معيـاري (5501) ملليجـرام/ لتـر ومعامـل اخـتلاف (18.9%)، ومتوسـط (2602) ملليجرام/لتـر حيـث كانـت أعلـى قيمـة فـي البئـر 25 والـذي يقـع فـي شمال غرب منطقة الدراسة بقيمة 4269 ملليجرام/لتر.



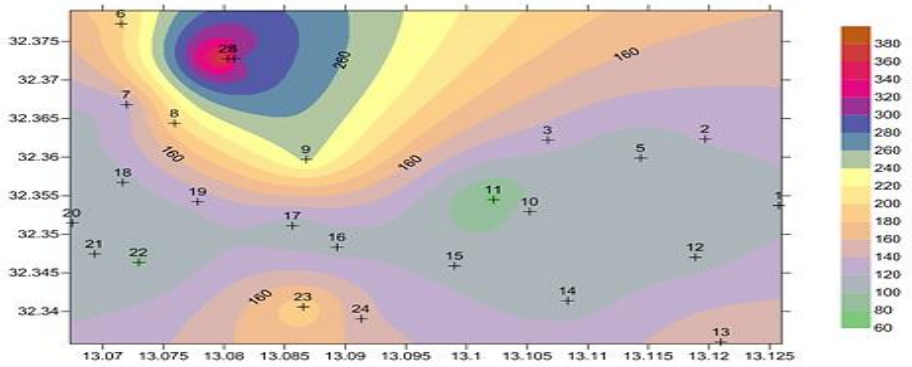
الشكل 2: التوزيع المكاني لقيم (TDS) لآبار منطقة الدراسة

2.3 الماغنيسيوم (Mg^{2+}) تشير النتائج الموجودة في الجدول (4) و الشكل (3) أن قيم أيون الماغنيسيوم للآبار الواقعة في شمال منطقة الدراسة أعلى قيم من باقي آبار منطقة الدراسة، وذلك بانحراف معياري (40.5) مليجرام/ لتر، ومتوسط 188.6مليجرام/لتر، وبمعامل اختلاف (21.5%)،وتراوحت قيم أيون الماغنيسيوم Mg^{2+} ما بين (110.4-276) مليجرام/ لتر.



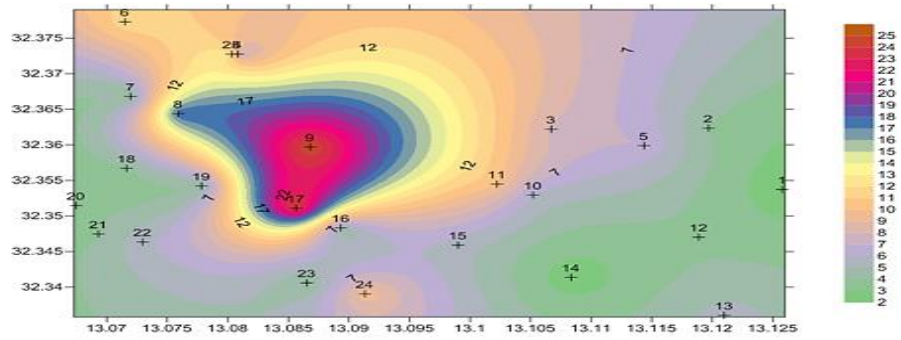
شكل 3: التوزيع المكاني لقيم الماغنيسيوم في آبار مياه منطقة الدراسة

3.3 الصوديوم (Na^{+}) لوحظ أن أيون الصوديوم يزداد بقيم متفاوتة في المنطقة حسب الجدول (4) والشكل (4)، حيث أن الآبار الواقعة في الشمال الغربي بأعلى القيم في تركيز أيون الصوديوم مقارنة بباقي الابار وتحديداً البئر رقم (4، 25) بانحراف معياري (71.3) ومعامل اختلاف (47.8%) ومتوسط (149.3) تراوحت قيم أيون Na^{+} ما بين (71.8-388.2) ملليجرام/لتر.



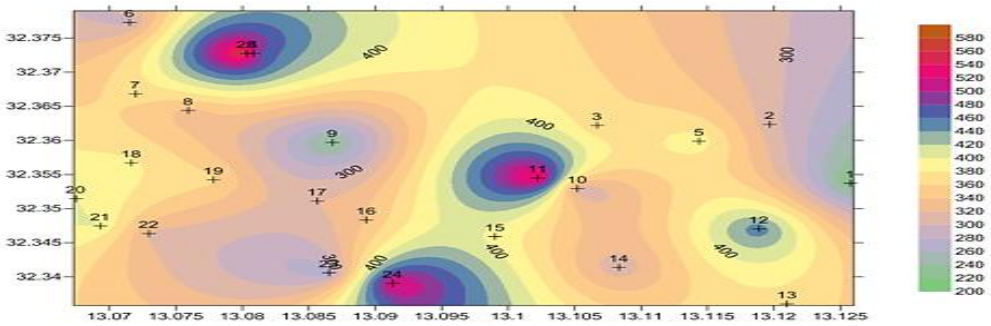
شكل 4: التوزيع المكاني لقيم الصوديوم في آبار مياه منطقة الدراسة

4.3 البوتاسيوم (K^{+}) يوجد تفاوت كبير في قيم أيون البوتاسيوم في منطقة الدراسة حسب نتائج الجدول (4) و الشكل (5) حيث تراوحت القيم ما بين (2.3-25) ملليجرام/لتر، وكان أعلى تركيز في منطقة وسط الدراسة بالتحديد بئر رقم (9، 17) بانحراف معياري 3.6 ملليجرام/لتر بمعامل اختلاف (79.6%) ومتوسط (7.9) ملليجرام/لتر.



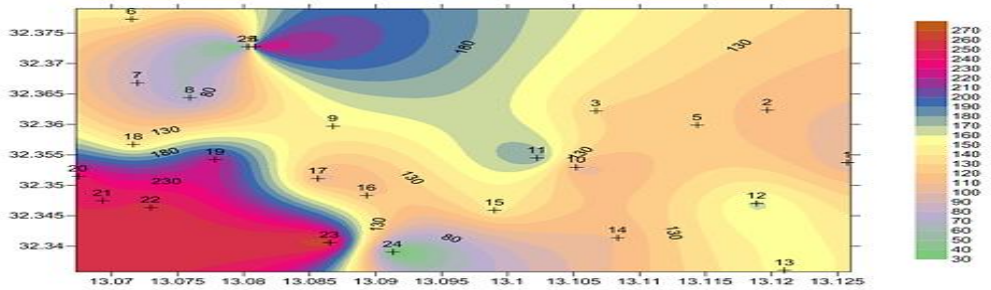
شكل **5**: التوزيع المكاني لقيم البوتاسيوم في آبار مياه منطقة الدراسة

5.3الكالسيوم (Ca^{+2}) قيم أيون الكالسيوم تراوحت ما بين (216-584) مليجرام/لتر كما موضح في الجدول (4) بمعامل اختلاف (25.2%) ومتوسط (371.2) مليجرام/لتر أي بوجود تفاوت بين العينات حسب الشكل (6)، حيث توجد زيادة في قيم أيون الكالسيوم في منطقة الشمال الغربي تحديداً في البئرين رقم (4،25) ومنطقة وسط الدراسة في البئر رقم (11) ومنتصف جنوب منطقة الدراسة في البئر (24). كان تركيز الكالسيوم الذائب في تلك الآبار 488، 584، 552، 532 مليجرام/لتر على التوالي.



شكل **6**: التوزيع المكاني لقيم Ca^{+2} في مياه ابار منطقة الدراسة

6.3 الكبريتات (SO_4^{2-}): يوجد تفاوت في توزيع أيون الكبريتات حسب نتائج الجدول (4) والشكل (9) في منطقة الدراسة، حيث يزيد تركيز الكبريتات في الجزء الجنوب الغربي والشمال غربي من منطقة الدراسة وتتمثل في الآبار (23,22,21,20,4) وقد تراوحت ما بين (28.8- 268.8) مليجرام/لتر بانحراف معياري (66.3) ومعامل اختلاف (45.2 %) ومتوسط (146.9) مليجرام/لتر.

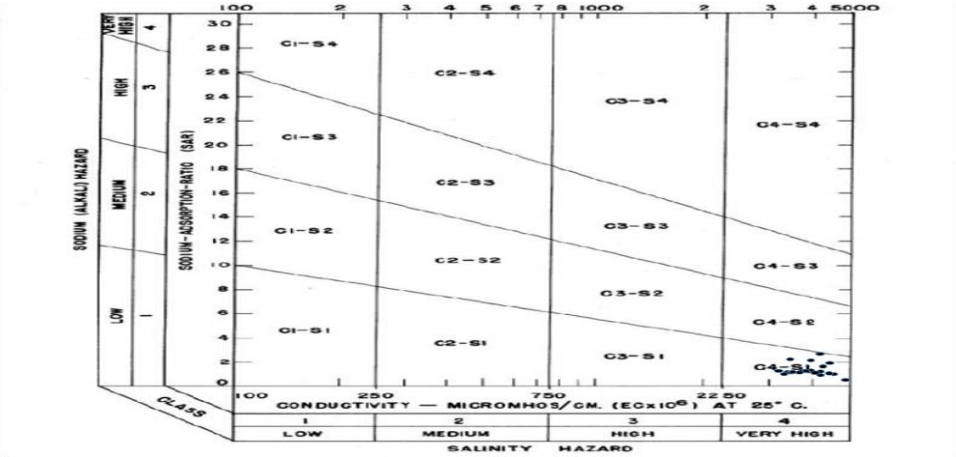


شكل **9**: التوزيع المكاني لقيم SO_4^{2-} الذائبة في آبار مياه منطقة الدراسة

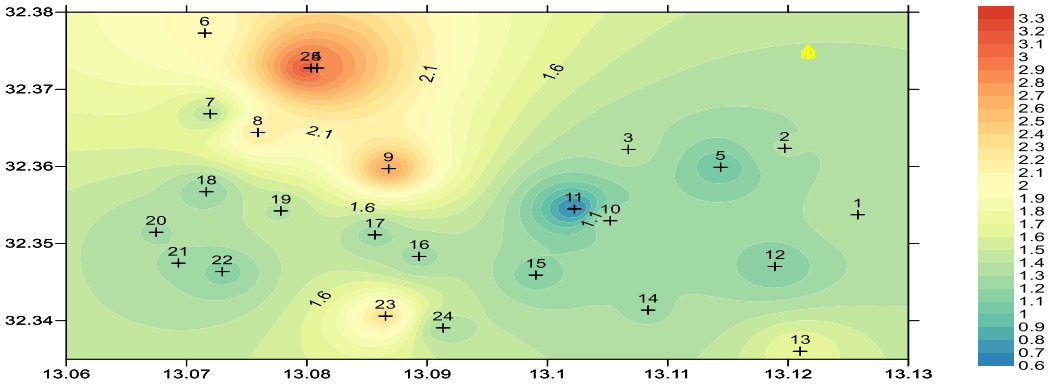
4. تصنيف مياه الري.

1.4 تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي 1953

من خلال الشكل رقم (10) وبعد وضع قيم EC ، SAR اتضح أن مياه آبار منطقة الدراسة تقع جميعها تحت الصنف C_4S_1 والتي تتصف بأنها مياه عالية جداً في الملوحة - منخفضة في تركيز الصوديوم- وحسب شكل (11)، ويستعمل هذا النوع من المياه في التربة جيدة الصرف مثل التربة الخشنة ومتوسطة القوام والتي لا توجد بها طبقات صماء لضمان عملية الغسيل كما يجب اختيار الأصناف المقاومة للملوحة.



شكل **10**: تصنيف مياه الري في منطقة الدراسة وفقا للنظام المقترح من معمل الملوحة الأمريكي **1954**

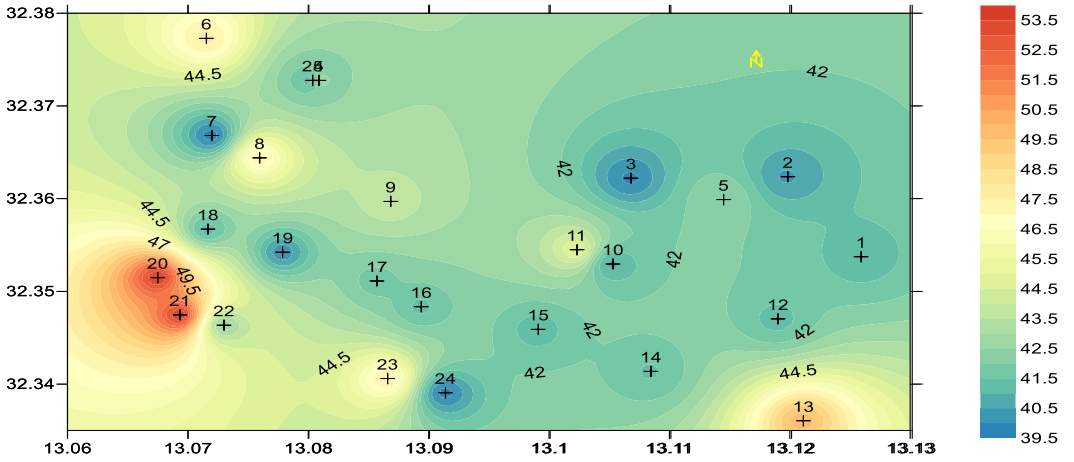


شكل **11**: التوزيع المكاني لنسبة الصوديوم المتبادل **(SAR)**

2.4 مؤشر (WQIM 2010) لجودة مياه الري

وضح جدول (5) الحسابات المتعلقة بمؤشر جودة مياه الري بالاعتماد على محددات وقيود الاستخدام الموضحة في الجدول (3) فإن مياه الآبار (3، 7، 13،24) يمكن وصفها على أنها عالية ذات قيود استخدام مرتفعة بقيم مؤشر جودة (0 - 40) حيث يمنع استخدام مياه تلك الآبار لأغراض الري تحت الظروف الاعتيادية، كما يجب عند استهداف تلك المياه لأغراض الري أن يتم اختيار محاصيل عالية التحمل للملوحة, أما بقية الآبار فقد تراوحت قيم مؤشر جودة مياه الري , (WQIM) ما بين (40 - 50.43). وبما أن مياه هذه الآبار تقع ضمن مدى (40-55) في المؤشر فتصنف على أنها ذات قيود مرتفعة حيث يسمح باستعمال هذا النوع من المياه للترب عالية النفاذية والتي لا تحوي على طبقات منضغطة، كما يتطلب أن يكون تكرار الري مرتفعاً. ايضا هذه النوعية من المياه تكون ملائمة لري المحاصيل من متوسطة إلى عالية التحمل للملوحة مع ضرورة التحكم في عمليات الري من اضافة

كميات من المياه لأغراض غسيل التربة من الأملاح التي يتوقع تراكمها ، وعلى النتائج المتحصل عليها من التوزيع المكاني لمؤشر جودة مياه الري والموضحة في الشكل (12) تظهران 72% من مساحة منطقة الدراسة تصنف على أنها مياه ذات قيود مرتفعة الاستخدام لأغراض الري، وأن 28% منها تصنف على وجوب تقييد استخدامها بدرجة عالية للاستخدام في أغراض الري.



شكل **12**: التوزيع المكاني لمؤشر جودة مياه الري **WQIM**

5. الخلاصة:

من خلال هذه الدراسة تم التوصل إلى تصنيف مياه الري بمشروع الهيرة الزراعي حسب أنظمة تصنيف مياه الري الأكثر شيوعاً: نظام مختبر الملوحة الأمريكي (USSL,1954)، **ومؤشر**(Meireles *et al*,2010) ومن تم تقييم صلاحيتها للري. وقد بينت الدراسة أن مياه الآبار بالمشروع صنفت على أنها من نوع (C4SI) , أي مياه ذات ملوحة عالية جداً ومنخفضة تركيز الصوديوم. يستعمل هذا النوع من المياه في الترب جيدة الصرف (خشنة ومتوسطة) القوام على ان يتم اختيار أنواع وأصناف من الأشجار ومحاصيل تكون عالية المقاومة للملوحة . أما بالنسبة لمؤشر(Meireles *et al*,2010) أظهرت النتائج أن نمط التوزيع المكاني لكل من أيوني الكالسيوم والبيكربونات الذائبة مشابه إلى حد كبير لنمط التوزيع المكافئ لدرجة التوصيل الكهربي، مما يعطي دلالة على أن المكون الرئيسي للأملاح الذائبة في أغلب مياه الآبار في منطقة الدراسة هو ملح بيكربونات الكالسيوم مع وجود بعض الاستثناءات في جنوب غرب منطقة الدراسة. ان معرفة نوع مياه وتقييم جودتها ساهمت بشكل كبير في إنجاح برامج الري في منطقة الدراسة وذلك من خلال اختيار طريقة الري ونوعية التربة والمحاصيل الملائمة للري.

لذا توصي الدراسة بضرورة إجراء تحاليل دورية لعينات المياه من آبار المشروع وتسجيل التغيرات الحاصلة في نوعية المياه لتدبر معالجتها وتوثيق كل البيانات والمعلومات المتعلقة بالخزانات الجوفية ونوعية المياه في منطقة الدراسة وتحدثيها في إدارة مشروع الهيرة الزراعي حتى يتسنى للباحثين دراستها ومتابعتها وتقييمها. وعدم التوسع في استغلال المياه الجوفية نظراً لأن جميع الآبار بالمشروع ذات ملوحة عالية، أي ذات نوعية مياه رديئة مما تؤدي إلى خفض الإنتاج الزراعي. ونظراً للملوحة العالية لمياه المشروع ينصح بزراعة محاصيل خضروات

وأشجار عالية ومتوسطة التحمل للملوحة، والتي منها محاصيل حقلية عالية التحمل للملوحة (شعير، قمح، شوفان، ذرة صفراء، الدخن، دوار الشمس، الفول). أشجار عالية التحمل للملوحة (النخيل، الزيتون، التين الشوكي، الخروب، التين).

6. قائمة المراجع العربية والاجنبية:

1. الباروني، سليمان (1997)، تأثير الاستغلال المفرط للمياه الجوفية في ليبيا، ندوة المياه في الوطن العربي، القاهرة.
2. الساعدي، عمر ؛علي فارس ورمضان الهنداوي (2008)، مقدمة في الموارد الطبيعية، منشورات جامعة عمر المختار، البيضاء.
3. Ayers. R. S. and Westcot, D.W. 1999. A Qqualidade da agua na Agricultura. 2. Ed campina grand : UFPB, 1999. 218p. Water quality of agriculture. FAO. Rome
4. Berardo,S.(1995).Manual of Irrigation.(4thed),vicosa:federal university of vicosa,brazil.
5. Ekhmaj, I. A, Ezlit, Y., and Elaalem, M (2014). The Situation of Seawater Intrusion in Tripoli, Libya. International Conference on Biological, Chemical and Environmental Sciences (BCES-2014) June 14-15, 2014 Penang -Malaysia.
6. Handbook No 60 .1954. Diagnosis and improvement of saline and alkine soils. USSL, USDA.
7. Holanda, J. S. and Amorim, J. A. (1997). Management and control salinity and irrigated agriculture water, Congresso Brasileiro de Engenharia setting, 26, Campina Grande: 137-169.
8. Meireles, A., Andrade E. M., Chaves L., Frischkorn, H., and Crisostomo, L. A. (2010)"A new proposal of theclassification of irrigation water", RevistaCiênciaAgronômica, Vol. (41), No. (3), pp. 349-357
9. Surfer Mapping System Surfer.(2002). Software, Version 10.7.972. Golden Software, Inc.
10. Suarez, D. L. (1981). Relation between pHc and sodium adsorption ratio (SAR) and an alternative method of estimating SAR of soil and drainage waters. SSSA J. 45(3): 469-475.
11. *http:www.google.earth.com*

6. ملاحق:

جدول (5) نتائج التحاليل الكيميائية لمؤشر جودة مياه الري WQIM

iwqi	wi HCO_3^- * qi HCO_3^-	qi HCO_3^-	wi Cl^- * qi Cl^-	qi Cl^-	wi Na^+ * qi Na^+	qi Na^+	wi SAR^o * qi SAR^o	qiSAR^o	wi EC * qi EC	qi EC	البئر
41.16	7.07	35.00	6.79	35.00	13.30	65.20	6.62	1.70	7.39	35.00	1
40.43	7.07	35.00	6.79	35.00	12.57	61.60	6.62	1.69	7.39	35.00	2
39.90	7.07	35.00	6.79	35.00	12.04	59.00	6.62	1.82	7.39	35.00	3
43.18	7.07	35.00	6.79	35.00	7.14	35.00	14.80	3.67	7.39	35.00	4
42.51	7.07	35.00	6.79	35.00	14.65	71.80	6.62	1.41	7.39	35.00	5
47.63	7.07	35.00	6.79	35.00	10.34	50.67	16.04	2.53	7.39	35.00	6
39.73	7.07	35.00	6.79	35.00	11.87	58.20	6.62	1.99	7.39	35.00	7
47.28	7.07	35.00	6.79	35.00	10.21	50.04	15.83	3.13	7.39	35.00	8
43.85	7.07	35.00	6.79	35.00	7.14	35.00	15.46	3.32	7.39	35.00	9
40.83	7.07	35.00	6.79	35.00	12.97	63.60	6.62	1.73	7.39	35.00	10
44.96	7.07	35.00	6.79	35.00	17.10	83.80	6.62	1.00	7.39	35.00	11
41.32	7.07	35.00	6.79	35.00	13.46	66.00	6.62	1.60	7.39	35.00	12
49.73	7.07	35.00	6.79	35.00	11.46	56.19	17.02	2.35	7.39	35.00	13
41.45	7.07	35.00	6.79	35.00	13.59	66.60	6.62	1.77	7.39	35.00	14
41.20	7.07	35.00	6.79	35.00	13.34	65.40	6.62	1.56	7.39	35.00	15
41.36	7.07	35.00	6.79	35.00	13.50	66.20	6.62	1.73	7.39	35.00	16
41.73	7.07	35.00	6.79	35.00	13.87	68.00	6.62	1.70	7.39	35.00	17
41.28	7.07	35.00	6.79	35.00	13.42	65.80	6.62	1.66	7.39	35.00	18
40.14	7.07	35.00	6.79	35.00	12.28	60.20	6.62	1.96	7.39	35.00	19
53.52	7.07	35.00	6.79	35.00	13.46	66.00	18.81	2.02	7.39	35.00	20
53.52	7.07	35.00	6.79	35.00	13.46	66.00	18.81	2.02	7.39	35.00	21
42.71	7.07	35.00	6.79	35.00	14.85	72.80	6.62	1.56	7.39	35.00	22
47.52	7.07	35.00	6.79	35.00	10.27	50.36	16.00	3.03	7.39	35.00	23
39.83	7.07	35.00	6.79	35.00	11.97	58.68	6.62	1.91	7.39	35.00	24
40.73	7.07	35.00	6.79	35.00	7.14	35.00	12.34	4.97	7.39	35.00	25

International Journal of Environment & Water
ISSN 2052-3408

Evaluation of Groundwater for Irrigation Purpose in Al-Heira Agricultural Project in Libya Using Meireles Model (WQIM).

Khairi M. Alamari[1], Ahmed A. Ekhmaj[2], Aimen M. Aribe[3]
Libyan Academy,(Libya), khairi.alamari@academy.edu.ly
Tripoli University (Libya), ekhmaj@gmail.com
Libyan Academy (Libya)

Abstract:

The research was conducted with the aim of assessing the quality of irrigation water for the Al-Heira Agricultural Project using the WQIM (Meireles *et al*,2010), and the classification of (USSL,1954), 25 random samples of groundwater from various farms in the region were collected during November 2020. Several chemical analyses were performed to estimate pH, EC and major dissolved ions. The results showed that the values pH, EC were convergent except wells (4, 24, 25). For dissolved major ions , the highest value was in well (25). Calcium concentrations were high in wells (4,11,24, 25). The highest concentrations of magnesium were in wells which located north west of the study area, specifically the well (4). The highest value was for sodium concentration in wells north-west of the study area specifically the well (4). The highest concentrations of potassium were in the two wells (17, 9). Chloride and bicarbonate ions were also observed to be high in wells which located north-west of the study area, specifically wells (25, 24, 11 and 4). On the other hand, sulfates, the highest concentrations were noticed in wells which located north-west and south-west of the study area. According to the WQIM index, 28% of the wells in the study area were classified as having high-use constraints for irrigation purposes, i.e. wells (2,3,7,10,13,19,24). They are recommended to be used for irrigation of crops with moderate tolerance to salts. 72% of these wells were classified highly restricted and recommended for irrigation of crops with moderate to high tolerance to salts. According to (USSL ,1954), All water well samples were classified with C4S1 category. Such category was classified has very high salinity water.

Keywords: *Water Quality Index (WQIM); Irrigation Water; USSL (1954); Water Quality Indices; Al- Heira Agricultural Project.*

JEL Classification Codes: Q1Agriculture**,** Q15Irrigation; Agriculture and Environment, Q25Water.