تقييم كفاءة منظومات تحلية المياه الجوفية في ظروف هيدروجيولوجية مختلفة في محافظة صلاح الدين/ العراق

مناهل عبد الخالق محمود البياتي[1] ، صبار عبد الله صالح القيسي[1] ، وليد محمد شيت العبد ربه[2]

[1] قسم علوم الارض التطبيقية ، كلية العلوم ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

[2] قسم هندسة البيئة ، كلية الهندسة ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

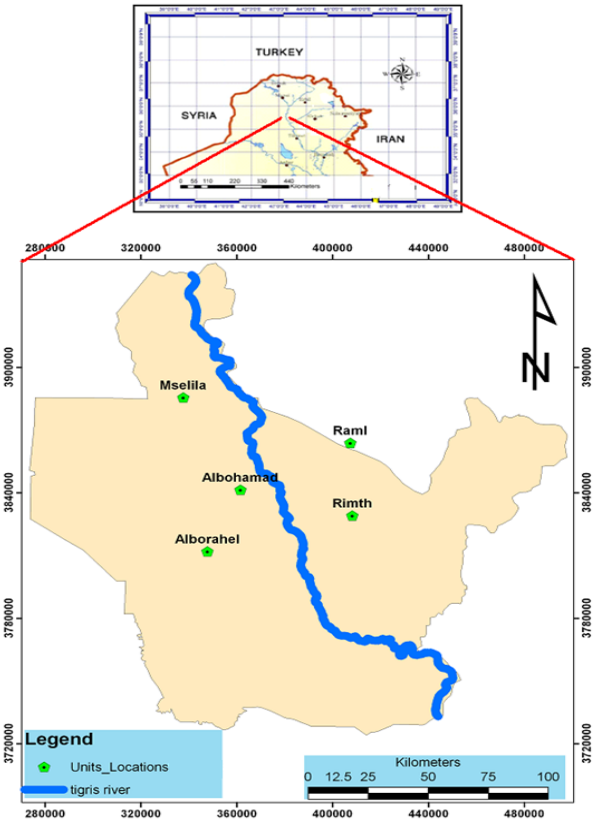
الملخص

تهدف هذه الدراسة لتقييم الخصائص النوعية للمياه الجوفية الخام والمحلاة والمحلاة الممزوجة والراجعة من محطات تحلية المياه الجوفية في محافظة صلاح الدين، واُعتماد المعايير النوعية في التقييم النوعي والكمي لكفاءة التحلية إذ اُنتخبت خمسة محطات تحلية للمياه الجوفية الخام المجهزة من أحواض ذات ظروف هيدروجيولوجية مختلفة، إذ تمثل المياه الجوفية المصدر الرئيسي لمياه الشرب في هذه المناطق النائية والبعيدة عن أي مصدر للمياه السطحية العذبة ولعدم وجود المياه الجوفية بالموصفات المطلوبة تم نصب هذه المحطات لتوفير مياه الشرب بحيث تلبي احتياجات السكان من مياه الشرب، وقد قُورنت نتائج التحاليل لنماذج المياه (الخام، المحلى، المحلى الممزوج) مع أهم المواصفات القياسية العالمية لمياه الشرب وبينت هذه المواصفات بأن الماء المحلى والمحلى الممزوج كان من ضمن الحدود المسموح بها لهذه المواصفات، ولكن هذه المواصفات القياسية تجاهلت بعض من العناصر النزرة بالرغم من الآثار الصحية لها.

كلمات دالة: تحلية، مياه جوفية، المواد الذائبة الصلبة الكلية، التناضح العكسي.

1- المقدمة:

تقع المواقع المنتخبة على أحواض مختلفة ضمن محافظة صلاح الدين وتم اختيار خمس محطات فقط بسبب الظروف التشغيلية للمحطات والظروف الأمنية التي يمر بها البلد، والمحطات هي الرمث، الرمل، ألبوحمد، ألبو رحيل، مسيليلة، والتي تجهز من أحواض الناعمة، حوض غرب زغيتون، حوض بيجي– تكريت الثانوي، حوض غرب سامراء شرق الثرثار، حوض غرب مكحول، على التوالي كما في الشكل (1) وجميع هذه المحطات تعمل بنظام التناضح العكسي (Reverse osmosis).



شكل (1) مواقع المحطات على خريطة صلاح الدين

2- جيولوجية وهيدروجيولوجية المواقع المنتخبة:

للظروف الجيولوجية والهيدروجيولوجية أهمية كبيره في دراسات تحلية المياه الجوفية، وذلك لان هذه الظروف هي التي تتحكم في الخصائص الهيدروكيميائية للمياه الجوفية المستهدفة في التحلية، وبالتالي فان معظم هذه الخصائص موروثة عن الخلفية الجيولوجية والهيدروجيولوجية، ومن هذا المنطلق يجب أجراء تقييم جيولوجي وهيدروجيولوجي لتحديد الخصائص اللثولوجية والترسيبية والطباقية والجيوكيميائية للتكوينات الخازنة لهذه المياه، وكذلك تحديد نظام الخزانات الجوفية في الحوض المجهز والخصائص الهيدروليكية (الناقلية، الايصالية الهيدروليكية، معامل الخزن، وتقييم التصريف والهبوط الكلي لمنسوب المياه الجوفية والسمك المشبع في الآبار المتاحة). تتراوح أعمار الصخور المنكشفة في المواقع المنتخبة من عصر المايوسين إلى العصر الحديث (Miocene- Recent) وهي كالاتي من الأقدم إلى الأحدث.

تكوين الفتحة إن الصخور المكونة لهذا التكوين هي أنهايدرايت (Anhydrite)، جبس (Gypsum)، التي تكون متداخلة مع الحجر الجيري والمارل الأحمر على وفق الظروف البيئية من أكسدة واختزال [1-2]، ولا يمثل هذا التكوين الخزان المدروس بل يتمثل بطية مكحول المحدبة، والذي مكاشفه تمثل منطقة التغذية في مواقع محطات (البو رحيل، مسيليلة).

تكوين انجانة وعد [3] بيئة الترسيب لهذا التكوين هي بيئة نهرية (Fluvial)، ويغطي هذا التكوين جزء كبير من المنطقة ويمثل الخزان الرئيس وذلك لتواجد الطبقات الرملية التي تعد كطبقات خازنة، فضلا عن احتوائه على التكسرات التي لها دور كبير في التوصيل الهيدروليكي، ويتكون من عضوين أساسيين

العضو السفلي: يتكون من تعاقب طبقات الحجر الطيني والحجر الغريني والحجر الرملي مع وجود طبقات قليلة السمك (20-40) سم وعدسات من السيلينايت [4].

العضو العلوي: يتكون من تعاقب طبقات الحجر الرملي والحجر الطيني المتكسرة وطبقات الحجر الغريني ذات السمك القليل [5]، وينكشف هذا التكوين في جميع مواقع المحطات (الرمث، الرمل، البوحمد، البورحيل، مسيليلة).

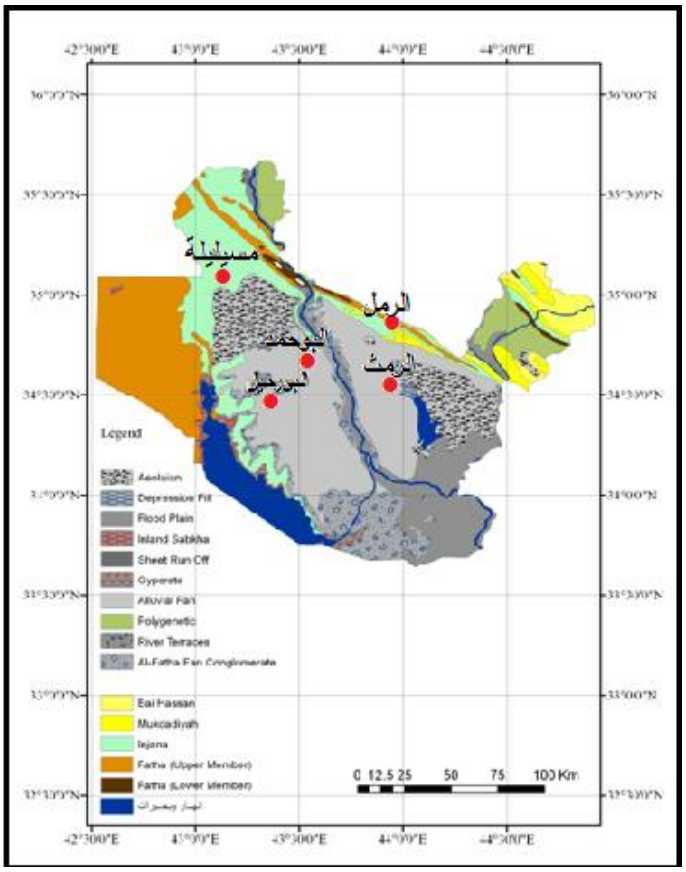
تكوين المقدادية أن منكشفات الصخرية لهذا التكوين تظهر على الجناح الشمالي الشرقي لطية حمرين الشمالية المحدبة وتختفي في الجناح الآخر من الطية، ويتألف التكوين بشكل أساسي من الصخور الحصوية الناعمة والخشنة والرملية الحصوية، المتعاقبة مع طبقات من الصخور الرملية والغرينية والطينية، ويختفي الجزء الأحدث منه تحت الترسبات والتربة الحديثة [6]، ويتكشف هذا التكوين في مواقع المحطات (الرمل، البورحيل).

تكوين باي حسن يتكون هذا التكوين من تتابع من المدملكات الخشنة والحجر الطيني والحجر الرملي [4] وينكشف هذا التكوين في موقع محطة البورحيل.

ترسبات العصر الرباعي تتألف من الترسبات غير المتماسكة أو التي تكون شبه متماسكة والتي هي عبارة عن مزيج من الرمل، الطين، الحصى والغرين وتكون بشكل طبقات غير منتظمة [7]، وعادة ما تكون هذه الترسبات ضعيفة الترابط مما يؤدى إلى إيجاد طبقة جيدة لتغلغل المياه إلى خزانات المياه الجوفية، وتغطي هذه الترسبات جميع مواقع المحطات (الرمث، الرمل، البوحمد، البوحيل، مسيليلة) شكل (2) والخزان الرئيسي في هذه المواقع خزان تكوين انجانة بالإضافة إلى خزان تكوين المقدادية في موقع الرمل والبورحيل وخزان الفتحة في مسيليلة وتمثل جميع هذه الخزانات خزانات محصورة، أما خزان ترسبات العصر الرباعي خزان غير محصور في مواقع الرمث والرمل والبوحمد والبورحيل.

ومن الناحية التركيبية تقع محافظة صلاح الدين ضمن نطاقي أقدام الجبال والسهل الرسوبي اللذان يعودان إلى الرصيف غير المستقر [8]. توجد في المنطقة صدوع تحت سطحية، أهم هذه الصدوع هي صدوع مستعرضة ذات اتجاه شمال شرق – جنوب غرب وصدوع طولية ذات اتجاه شمال غرب – جنوب شرق، وبدون أي دلائل سطحية [9] باتجاه شمال – جنوب، ومنها صدع الثرثار – الرزازة الذي يكون موازي لوادي الثرثار. وإن من أهم العناصر التركيبية في المواقع هو وجود الطيات المحدبة غير المتجانسة، والمفصولة بالطيات المقعرة المغطاة بالترسبات الحديثة، وإن معظم الطيات والتراكيب تحت السطحية تكونت وتطورت خلال الحركات الالبية [10]. ومن أهم هذه الطيات هي حمرين ومكحول اللذين يكون جناحيهما الجنوبي الغربي الحد الفاصل بين نطاق السهل الرسوبي ونطاق أقدام الجبال. ويعتبر تركيب مكحول أكبر الطيات في المنطقة وهو ذو اتجاه شمال غرب – جنوب شرق، وفي جزءها الشمال الغربي يكون غرب شمال غرب – شرق جنوب شرق. إن أهم الطيات المحدبة السطحية الموجودة في المحافظة هي: حمرين، جلابات، بلخانة، كمر، كلار وبردة سور. أما أهم الطيات المحدبة تحت السطحية فهي: سامراء، تكريت، عجيل، السنية وطية المفشاك المكونة من ثلاث طيات هي (المفشاك، أبو طبر وأبو صالح) [11].

ومن الناحية الطوبغرافية والجيومورفولوجية تتميز المواقع بوضع جيومورفولوجي بسيط ومنبسطة مع وجود بعض التموجات البسيطة والمتباعدة ومن أهم المظاهر الجيومورفولوجية المتواجدة في المواقع هي الوديان الطولية والعرضية وأهم هذه الوديان ادماث، وادي خر الطيرة، وادي الحدادية، وادي الخشب، وادي زغيتون، وادي شيشين وكذلك تواجد الكثبان الرملية وهي من نوع الكثبان البرخانية (Barchan) والعرضية (Traverse).



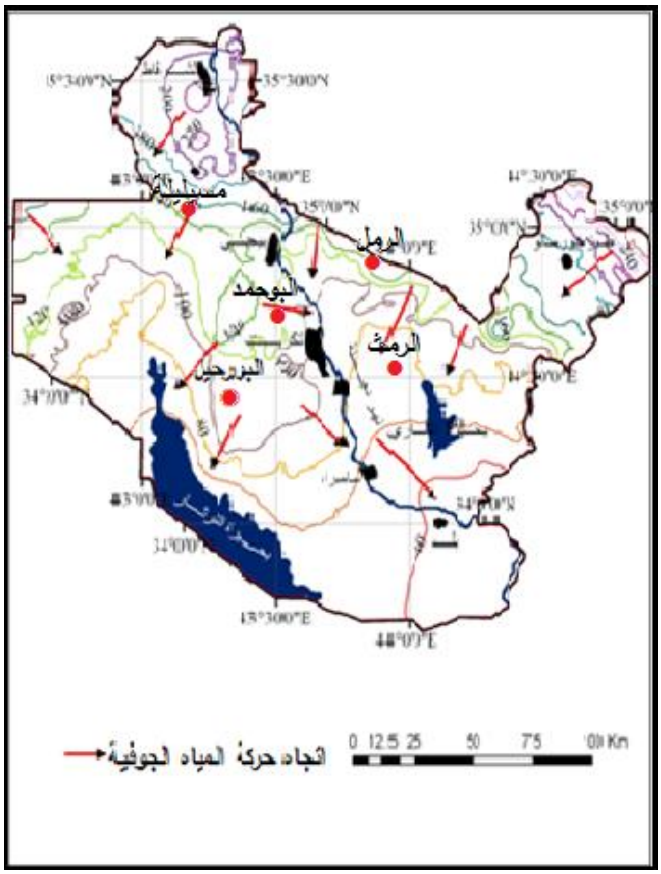
شكل (2) خارطة جيولوجية لمحافظة صلاح الدين موضحا عليها مواقع المحطات [12].

3- حركة المياه الجوفية

تعتبر السلاسل الجبلية الموجودة في المحافظة منطقة مرتفعات بيزومترية، وهي مناطق تغذية للمياه الجوفية خاصة عند مواسم سقوط الأمطار عن طريق الوديان الموجودة في المنطقة، أما مناطق التصريف للمياه الجوفية في المحافظة، فيعد نهر دجلة الممتد بين مدينتي بيجي وشمال تكريت منطقة تصريف لكلتا الضفتين باتجاه أسفل النهر، ويكون منطقة تصريف عند ضفته الغربية فقط في المنطقة الممتدة بين مدينتي تكريت وسامراء. تعد بحيرة الشاري منطقة تصريف للمناطق الواقعة إلى الجنوب والجنوب الغربي من جبال حمرين، إضافة إلى إن جزء من المياه الجوفية يتصرف من خلال عدد من العيون على طول سفح جبل حمرين [11] والشكل (3) يوضح مناسيب المياه الجوفية من اتجاه حركتها.

4- هيدروكيميائية المياه المواقع المنتخبة

من خلال دراسة الخواص الهيدروكيميائية للمياه الجوفية تبين بأن الكبريتات تمثل أعلى تركيز بالنسبة للانيونات وفي أبار أخرى الكلوريدات يمثل أعلى تركيز، في حين الكالسيوم يمثل أعلى تركيز للكتيونات وتراوحت تراكيز مجموع المواد الذائبة الكلية (TDS) ما بين (5190 ppm– 785 ppm) وهذا المدى يساعد في نصب محطات التحلية في الآبار التي تكون تراكيز (TDS) فيها قليلة حيث، إذ تبين عدم الاعتماد على المعايير الهيدروكيميائية التي هي الأساس في عملية التحلية، فهناك الكثير من الآبار في هذه الأحواض تكون مياهها ذات مواصفات نوعية أفضل من الآبار المجهزة للمحطات قيد الدراسة.



شكل (3) خريطة هيدروجيولوجية لمحافظة صلاح الدين توضح مناسيب المياه الجوفية (متر فوق مستوى سطح البحر) من اتجاه حركتها وموضح عليها مواقع المحطات عن [12].

5- وصف المحطات

إن محطات التحلية في المواقع المنتخبة تحاول توفير مياه عذبة لسكان هذه المناطق النائية والبعيدة عن أي مصدر مياه عذبة ولقد تأسست هذه المحطات مابين (2003 – 2012)، إذ تنتج هذه المحطات مياه محلاة توزع للأهالي بواسطة خزانات، أما المياه الراجعة (المركزة) فيتم طرحها أما إلى خزانات مكشوفة لأشعة الشمس لتتبخر أو تطرح لأي وادي قريب من المحطة إن محطات التحلية التي تعمل بنظام التناضح العكسي (Reverse Osmosis) عادة تتكون من ثلاث وحدات رئيسية هي المعالجة الأولية، وحدة التحلية والمعالجة النهائية. إذ تهدف المعالجة الاولية إلى تهيئة المياه الجوفية الخام لعملية التحلية ولها تأثير مباشر على الكلفة وكذلك تحمي الغشاء، إذ أن المياه الجوفية تحتوي على مواد عضوية وبكتريا؛ وتتضمن عددا من المعالجات الفيزيائية والكيميائية المستخدمة كالفلتر الرملي والتلبيد، أما وحدة التحلية فتتضمن أزاله ألايونات السالبة والموجبة والتي تزيل بمعدل أكثر من 90% من الآيونات [13]، بينما تهدف المعالجة النهائية إلى جعل المياه المحلاة مناسبة للاستعمالات المقصودة ومن خلال وصف محطات التحلية لوحظ وجود بعض النواقص مثل فلاتر المعالجة الأولية و (softener) الذي يزل عسرة المياه .

6- العمل المختبري

أنقسم العمل ألمختبري على قسمين القياسات التي أُجريت في مختبر(Acmelabs^{TM}) في كندا، وشملت جميع العناصر لثلاث محطات (الناعمة، الرمل، البوحمد)، أما محطتي البورحيل ومسيلية فقد أُجريت داخل القطر وشملت فقط تحليل (Na^{+}, ، Mg^{2+}, Ca^{2+}) (K^{+}) كأيونات موجبة، و(SO_4^{-} Cl^{-} HCO_3^{-}) كأيونات سالبة. إذ تم تحليل الكالسيوم والمغنيسيوم بطريقة التسحيح بدلالة (EDTA) أما البوتاسيوم والصوديوم بواسطة جهاز (Flame Photometer) والبيكاربونات بطريقة التسحيح مع حامض الكبريتيك (H_2SO_4)، والكلوريدات عن طريق التسحيح مع محلول نترات الفضة ($AgNO_3$) أما الكبريتات قُيست باستخدام جهاز (Ultraviolet spectro photo meter) نوع (U.V-1650Pc) صنع الشركة اليابانية (SHIMADZU) وبطول موجي (420nm).

7- الصفات الفيزيائية والكيميائية للمياه Physical and Chemical Characteristic of Water

وتشمل:

- **الأس الهيدروجيني pH**

بينت نتائج تحاليل الأس الهيدروجيني كما في جدول (1)، أن الماء المحلى والمحلى الممزوج هي ضمن الحد المسموح به بالنسبة لجميع المواصفات (DEP 2012, India 2012, EU 2012, Canada 2008, WHO 2011, IRS 1996, DWQSA 2012, كما في

الجدول (2) وبنسبة 100%، وكذلك الحال بالنسبة للماء الخام والماء الراجع فهي مناسبة للاستعمال البشري من جانب الأس الهيدروجيني فجميعها تراوحت بين (7–8.3) إي إنها ضعيفة القلوية. ويكون (الأس الهيدروجيني) للماء المحلى اقل من الماء الخام دائما [22].

الجدول (1) المقارنة بين القيم العليا والدنيا للمتغيرات الهيدروكيميائية الرئيسية مع المواصفة العراقية (IRS, 1996).

المتغيرات	نوعية الماء	أقل قيمة	أعلى قيمة	(IRS, 1996) [14]	المتغيرات	نوعية الماء	أقل قيمة	أعلى قيمة	(IRS, 1996) [14]
pH	الخام	7.12	8.20	6.8 – 8.5	K^+ ppm	الخام	3.04	11	5
	محلى	7.98	8			محلى	0.25	0.42	
	محلى ممزوج	6.68	7.5			محلى ممزوج	0.37	2.12	
	راجع	7	7.9			راجع	7.31	16.5	
TDS	خام	1000	6660	1000	Cl^- ppm	خام	100	1290.3	250
	محلى	21.40	45			محلى	2.5	9.3	
	محلى ممزوج	50.40	460			محلى ممزوج	3	130	
	راجع	1650	10780			راجع	138	1850.2	
Ca^{++} Ppm	خام	118.5	648	50	$SO_4^=$ Ppm	خام	652	2899	250
	محلى	1.14	2.96			محلى	4.56	5.34	
	محلى ممزوج	4.82	82.18			محلى ممزوج	0.5	441	
	راجع	443.24	1522			راجع	1958	7608	
Mg^{++} Ppm	خام	37.74	158.4	50	HCO_3^- Ppm	خام	40	112	-------
	محلى	0.32	0.67			محلى	4	4	
	محلى ممزوج	0.64	35.25			محلى ممزوج	7	31	
	راجع	128.304	345.06			راجع	30.5	130	
Na^+ Ppm	خام	173	1623	200	$NO_3^=$ Ppm	خام	42	79.2	50
	محلى	6.28	14.54			محلى	2	3.4	
	محلى ممزوج	8.33	182.42			محلى ممزوج	2	6.2	
	راجع	251.48	2056			راجع	23.6	113	

جدول (2) يوضح أهم المواصفات القياسية العالمية المعتمدة لمياه الشرب.

[21]DWQSA 2012	[20]WHO 2011	[19]CANADA 2008	[18]EU 2012	[17]EPA 2012	[16]INDIA 2012	[15]DEP 2012	الخصائص
8.5-6.5	8.5-6.5	8.5-6.5	9.5-6.5	8.5-6.5	8.5-6.5	8.5-6.5	PH
500	600	500		500	500	500	TDS
83	300-100				75		Ca^{++} ppm
15					30		Mg^{++} ppm
98	500				200		TH ppm
160	200	200	200	60-30		160	Na^+ ppm
	5						K^+ ppm
250	300-200	250	250	250	250	250	Cl^- ppm
250	250	≤500	250	250-500	200	250	$SO_4^=$ ppm
37	40				200		HCO_3^- ppm
10	50	45	50	10	45	10	$NO_3^=$ ppm
0.1	0.005			0.1	0.1	0.1	Ag ppm
0.2	0.2-0.1	0.1	0.2	0.2-0.05	0.03	0.2	Al ppm
0.05	0.002-0.001	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	As ppm
2	0.7	≤1		2	0.7	2	Ba ppm
	0.5	0.5	1	0.005	0.5		B ppm
0.005	0.003	0.005	0.005	0.005	0.003	0.005	Cd ppm
1	2	1	2	1	0.05	1	Cu ppm
0.3	0.3	≤0.3	0.2	0.3	0.5	0.3	Fe ppm
0.015	0.01	0.01	0.025	0.015	0.05	0.015	Pb ppm
0.05	0.04	0.01	0.01	0.05	0.01	0.05	Se ppm
0.1	0.07		0.02	0.1	0.02	0.1	Ni ppm
0.05	0.004		0.005	0.05	0.1	0.05	Mn ppm
5	5	≤5		5	5	5	Znppm
0.002	0.006		0.01	0.002	0.001	0.002	Hg ppm
	0.0021						Sn ppm
0.004	0.012			0.004		0.004	Be ppm
	0.003			0.003			U ppm
	0.007				0.07		Mo ppm
0.004	0.002					0.004	Sm ppm
	0.01	0.001	0.01	0.01		0.001	Br ppm
	0.05		0.05	0.05			Cr ppm

- **مجموع المواد الذائبة Total dissolved sold(TDS)**

بينت نتائج التحاليل للمواد الذائبة الكلية كما في الجدول رقم (1) بأن الماء الخام لا يقع ضمن الحد المسموح به بالنسبة للمواصفات القياسية (WHO 2011, IRS 1996, DWQS 2012, FKAA 2012 DEP 2012, India 2012, EU 2012, Canada 2008,) كما في الجدول (2) وبنسبة 100%، إذ تراوحت في الماء الخام ما بين (6660 ppm −1000 ppm) أما بالنسبة للماء المحلى والماء المحلى الممزوج فإنها تقع ضمن المواصفات القياسية وبنسبة 100%، وإن قيم (TDS)للماء المحلى تراوحت من (218 ppm−20 ppm)، أما الماء الراجع فتراوحت ما بين (1650 ppm −10780 ppm).

- **أيون الكالسيوم Calcium Ion (Ca^{+2})**

بينت نتائج تحاليل تركيز أيون الكالسيوم كما في الجدول رقم (1) بأن تركيز الماء الخام تجاوز الحد القياسي المسموح به من قبل المواصفات العالمية القياسية (DEP 2012, India 2012, EU 2012, Canada 2008, WHO 2011, IRS 1996, DWQSA 2012, FKAA 2012) كما في الجدول (2) في محطة مسيلية فقط وكان ضمن المواصفات في المحطات الأربعة الأخرى، إذ تراوحت تراكيزه بين (158.4 ppm_53.1 ppm)، أما بالنسبة للماء المحلى والمحلى الممزوج فإن نسبة 100% تقع ضمن المواصفات القياسية، إذ تراوحت تراكيزه ما بين (1.14ppm −82.18ppm)، أما بالنسبة للماء الراجع فتراوحت تراكيزه ما بين (443.24 ppm −822.36 ppm).

- **أيون المغنيسيوم Magnesium Ion (Mg^{+2})**

بينت نتائج التحاليل لأيون المغنيسيوم كما في الجدول رقم (1) بأن تركيزه في الماء المحلى والمحلى الممزوج يكون ضمن الحد المسموح به بالنسبة للمواصفات القياسية (DEP 2012, India 2012, EU 2012, Canada 2008, WHO 2011, IRS 1996, DWQSA 2012, FKAA 2012) كما في الجدول (2)، بنسبة 100% إذ تراوحت تراكيزه بين (35.25 ppm −0.32 ppm)، أما الماء الخام لا يقع ضمن الحد المسموح به لهذه المواصفات وبنسبة 100% إذ تراوحت تراكيزه ما بين (37.79 ppm −158.4 ppm)، أما بالنسبة للماء الراجع تراوحت تراكيزه ما بين (159.92 ppm −267.18 ppm).

- **ايون الصوديوم Sodium Ion (Na^{+1})**

بينت نتائج التحاليل لأيون الصوديوم كما في الجدول رقم (1) بأن تراكيزه في الماء المحلى والمحلى الممزوج هي ضمن المواصفات القياسية (India 2012, EU 2012, Canada 2008, WHO 2011) إذ تراوحت تراكيزه ما بين (182.42 ppm−6.28 ppm) وغير مقبولة بالنسبة للمواصفات (DEP 2012, IRS 1996, DWQSA 2012, EPA2012) كما في الجدول (2)، أما الماء الخام فإنه 100% غير مقبول من قبل المواصفات القياسية (DEP 2012, IRS 1996, DWQSA 2012, EPA2012) وتراوحت تركيزه ما بين (1623 ppm −173 ppm) أما الماء الراجع فتراوحت تراكيزه ما بين (2065 ppm −251.48 ppm).

- **أيون البوتاسيوم Potassium Ion (K^{+1})**

بينت نتائج التحاليل لأيون البوتاسيوم في نماذج الماء (الخام، المحلى، المحلى الممزوج) كما في جدول (1) بأن تراكيزه تقع ضمن الحد المسموح به للمواصفات القياسية (DEP 2012, India 2012, EU 2012, Canada 2008, WHO 2011, IRS 1996, DWQSA 2012) كما في الجدول (2) وبنسبة 100%، إذ تراوحت تركيزه في الماء الخام (11 ppm −3.04 ppm) وفي الماء المحلى والمحلى الممزوج (2.12 ppm−0.25 ppm)، أما في الماء الراجع تراوحت تركيزه ما بين (16 ppm−ppm5.24).

- **ايون الكلوريد Chloride Ion (Cl^{-})**

بينت نتائج التحاليل لأيون الكلوريد كما في جدول (1) بأن تراكيز الماء المحلى والمحلى الممزوج تقع ضمن الحد المسموح به للمواصفات القياسية (DEP 2012, India 2012, EU 2012, Canada 2008, WHO 2011, IRS 1996, DWQSA 2012, FKAA 2012) كما في الجدول (2) وبنسبة 100% إذ تراوحت تراكيزه (130 ppm−2.5ppm)، إما بالنسبة للماء الخام كان مقبول في محطات البورحيل والبوحمد والرمل والرمث وغير مقبول في محطة مسيلية إذ تراوحت تراكيزه ما بين (1290 ppm−100 ppm)، أما الماء الراجع تراوحت تراكيزه ما بين (1850.2 ppm−138 ppm).

- **الكبريتات Sulfate ($SO_4^{=}$)**

بينت النتائج التحاليل بأن تركيز أيون الكبريتات كما في جدول (1) أن الماء المحلى هي ضمن الحد المسموح به من قبل المواصفات القياسية (DEP 2012, India 2012, EU 2012, Canada 2008, WHO 2011, IRS 1996, DWQSA 2012, FKAA 2012) كما في الجدول (2) وبنسبة 100% وكانت تراكيزه (5.34 ppm −4.56 ppm) أما الماء المحلى الممزوج فقد كانت تراكيزه متفاوتة من محطة إلى أخرى إذ كانت مقبولة في محطات الرمث، البوحمد والبورحيل وغير مقبولة في محطات الرمل ومسيلية إذ تراوحت تراكيزه ما بين (441 ppm−0.5 ppm)، أما الماء الراجع تراوح تراكيزه ما بين (1958 ppm−7608.5 ppm).

- **البيكاربونات Bicarbonate (HCO_3^{-})**

بينت نتائج تحاليل تركيز أيون البيكاربونات كما في جدول (1) بأن جميع نماذج الماء (المحلى، المحلى الممزوج) هي ضمن الحد المسموح به من قبل الموصفات القياسية (India 2012, DWQSA 2012, WHO 2011) كما في الجدول (2) وبنسبة 100% إذ تراوحت تراكيزه في الماء المحلى والمحلى الممزوج بين (4 ppm − 31ppm)، أما في المياه الخام فقد تجاوز الحد المسموح به بالنسبة للمواصفات القياسية (DWQSA 2012, WHO 2011) في محطات البورحيل ومسيلية إذ تراوحت تراكيزه ما بين (ppm

118 ppm–22.875)، أما الماء الراجع تراوحت تراكيزها ما بين (130 ppm–30.5 ppm).

- **العسرة الكلية Total Hardness (TH)**

بينت نتائج التحليل للعسرة الكلية كما في جدول (1) بأن تراكيز الماء المحلى تقع ضمن المواصفات القياسية (India 2012; WHO 2011; DWQSA 2012) كما في الجدول (2) وبنسبة 100% وتراوحت تراكيزها بين (10.1 ppm –4.16 ppm)، أما الماء المحلى الممزوج فكانت تراكيزه مقبولة بنسبة 100% للمواصفة القياسية (WHO2011) وغير مقبولة بالنسبة للمواصفات (DWQSA 2012, India 2012) في محطات الرمل ومسيليلة حيث تراوحت تراكيزه ما بين (349.97 ppm –14.67 ppm)، إما بالنسبة للماء الخام فهي غير مقبولة بالنسبة للمواصفات القياسية وبنسبة 100% وتراوحت تراكيزه مابين (1933 ppm – 513.96 ppm)، أما الماء الراجع فتراوحت تراكيزه ما بين (4332.046ppm – 1850ppm).

- **ايون النترات Nitrates Ion (NO_3^-)**

بينت نتائج التحاليل لأيون النترات كما في جدول (1) بأن الماء المحلى والمحلى الممزوج هي تحت الحد المسموح به من قبل المواصفات القياسية (DEP 2012, India 2012, EU 2012, Canada 2008, WHO 2011, IRS 1996, DWQSA 2012, FKAA 2012) كما في الجدول (2) وبنسبة 100% وكانت تراكيزه بين (6.2 ppm–2 ppm) أما تراكيز الماء الخام فهي غير مقبولة بالنسبة للمواصفات (DEP ,DWQSA 2012, FKAA 2012) ومقبولة بالنسبة للمواصفات (India 2012, EU 2012, WHO 2011, Canada 2008) إذ تراوحت تراكيزه بين (79.4 ppm–42 ppm)، أما الماء الراجع فتراوحت تراكيزه ما بين (113 ppm–23.6 ppm).

- **العناصر النزرة**

وتشمل هذه العناصر مجوعتين من العناصر المجموعة التي تزداد تراكيزها في الماء المحلى نسبة إلى المياه الخام وتشمل (Fe- Pb- Al- Cd- Ni- Sn) والعناصر التي تقل تراكيزها في الماء المحلى نسبة إلى المياه الخام وتشمل (Ca- Mn- Zn- Ba- B- As- Ag- Se- Hg- Be- U- Mo- Br- Sm- Cr)، ولكن جميع هذه العناصر تقع ضمن الحدود المسموح بها بالنسبة للمواصفات القياسية (DEP 2012, India 2012, EU 2012, Canada 2008, WHO 2011, IRS 1996, DWQS 2012,) كما في الجدول (2) بالنسبة للماء المحلى والماء المحلى الممزوج.

- **العناصر النزرة الأخرى**

وتشمل العناصر التي لم تناقش ضمن متون المواصفات القياسية بالرغم من الآثار الصحية والموضحة في جدول (3) لها وكذلك تقسم إلى قسمين قسم يزداد تراكيزها في الماء المحلى نسبا إلى الماء الخام وتشمل (Cs- Nb - Nd- P- Pr- Pt- Sb- Co- Ce- Te- W- Y- Zr- La) والعناصر التي تقل في الماء المحلى نسبا إلى الماء الخام (Yb- Tm- Pd- Ru- Sc- Ta- Tb- Ti- Er- Eu- Ga- Hf- Ho-Bi - Ge- Li- Rb- Re- Rh- Si - V- Th- Sr- Gd- Dy- Au- In- Lu-).

جدول (3) يوضح العناصر النزرة التي تجاهلتها المواصفات القياسية والآثار الصحية لها [23- 24- 25].

العنصر	التأثير الصحي له
(Pt) Platinum	استمرار تعرض الجسم لهذا العنصر يسبب سرطان وقد يؤثر على مقاومة الأمراض.
(V) Vanadium	تهيج الرئتين والحنجرة والعينيين والتهاب المعدة ولأمعاء والنزيف من الكبد والكلى.
(Th) Thorium	يتم تخزينه في العظام وبالتالي يسبب سرطان العظام عند التعرض لفترات طويلة.
(Sr) Strontium	مركباته القابلة للذوبان أكثر تهديد على صحة الإنسان، التراكيز العالية قد تسبب السرطان.
(Zr) Zirconium	أملاحه لها سمية منخفضة ويتراكم في الهيكل العظمي أكثر من باقي الأنسجة.
(Y) Yttrium	يشكل خطر على الكبد عند تراكمه في الجسم، قد يسبب إنسدادت في الرئة عند استنشاقه.
(Tb) Terbium	ليس له دور بيولوجي و لم يتم التحقق من سميته.
(Yb) Ytterbium	ليس له دور بيولوجي وهو شديد السمية ولوحظ إن بعض أملاحه تحفز الأيض.
(W) Tungsten	يصنف على إنه شديد السمية، ومهيج للعين والجلد.
(Si) Silicon	التعرض الدائم للسيليكا والسيليكا البلورية يسبب عدة أمراض منها تصلب الجلد والتهاب المفاصل الروماتيدي وإمراض الكلى وقد يؤثر على النظام المناعي مما يؤدي إلى حدوث التهابات فطرية.
(Sc) Scandium	يشكل خطر على الكبد عند تراكمه في جسم الإنسان، واستنشاقه يسبب إنسدادت في الرئة.
(Rb) Rubidium	متوسط السمية ويتفاعل بسهولة مع رطوبة الجلد والتعرض المفرط قد يسبب حروق الجلد والعين.
(Ru) Ruthenium	مركباته شديدة السمية و مسرطنة ولها تأثير على الجلد وعند ابتلاعه يتم الاحتفاظ بيه بالعظام.
(Te) Tellurium	استنشاقه يسبب الصداع والغثيان والنعاس وجفاف الفم.
(Lu) Lutetium	قليل السمية وأملاحه غير قابلة للذوبان وغير سامة .
(Re) Rhenium	لا يعرف الكثير على سميته والآثار الصحية المحتملة تهيج العين والجهاز الهضمي.
(Ge) Germanium	طريقة التعرض له عن طريق الهواء ويسبب تهيج العينيين والجلد والجهاز التفسي وقد يؤثر على الدم والتعرض لفترة طويلة يؤدي إلى الوفاة.
(Li) Lithium	من أهم إضراره تآكل الجلد والعين ويسبب ابتلاعه تقلصات وآلام البطن والغثيان والضعف.
(Ti) Titanium	سميته قليلة و كثرة العرض له يؤدي إلى تغيرات طفيفة في الرئتين.
(Nb) Niobium	مركباته قد تكون سامة وعند استنشاقه يتراكم في الرئة بشكل رئيس وبالعظام بشكل ثانوي.
(Rh) Rhodium	مادة سمية و مسرطنة ولا توجد بيانات كافية عن تأثير هذه المادة على صحة الإنسان لذا يجب التعامل معها بعناية فائقة.
(Pr) Praseodymium	سميته من قليلة إلى معتدلة ولكن التعرض لفترات طويلة يسبب تراكم في جسم الإنسان يشكل خطر على الكبد.
(Nd) Neodymium	ليس له دور بيولوجي، عند تراكمه في جسم الإنسان يشكل خطر على الكبد.
(Tm) Thulium	تكون أملاحه قليلة السمية والأملاح الذائبة ليست سامة تماما.
(Ta) Tantalum	يسبب تهيج للعين والجلد في الأغشية المخاطية والجهاز التنفسي العلوي.
(Tl) Thallium	عنصر سام ولينبغي التعامل معه ويُمتص بسهولة من قبل الجسم وخاصة الجلد وأجهزة التنفس والجهاز الهضمي وقد سبب اضطرابات في الجهاز العصبي ويؤدي إلى الموت.
(Pd) Palladium	يمكن اعتبار مركباته شديدة السمية و مسرطنة ويؤثر على نخاع العظام والكبد والكلى.
(Ce) Cerium	التعامل معه خطر قد يسبب إنسدادت رئوية عند استنشاقه ويكون خطر على الكبد عندما يتراكم في جسم الإنسان.
(Hf) Hafnium	ليس لديه سمية معروفة والتعرض المفرط يسبب تهيج خفيف للعيون والجلد والأغشية المخاطية.
(Dy) Dysprosium	ليس له دور بيولوجي وأملاحه الذائبة قليلة السمية .
(Gd) Gadolinium	سميته قليلة إلى معتدلة و أملاحه تسبب تهيج العين والجلد ولم يتم التحقق من سميته بالتفصيل.
(Au) Gold	قد يسبب تهيج وحساسية للعين والجلد.
(In) Indium	لا يوجد له دور بيولوجي ومركباته شديدة السمية وتسبب مركباته أضرار بالقلب والكلى والكبد.
(Er) Erbium	ليس له دور بيولوجي وموجود في جسم الإنسان وبكميات كبيرة في العظام وقليلة في الكبد والكلى
(Eu) Europium	ليس له دور بيولوجي ولم يتم التحقق من سميته بالكامل.
(Bi) Bismuth	أملاحه قد تسبب تلف في الكلى وابتلاعه يسبب التهاب الفم والحمى وتهيج الجلد والعين وقد يؤثر على الكبد.
(Ho) Holmium	ليس له دور بيولوجي ويعتبر من أقل العناصر الموجودة في الجسم ويحفز الايض وهو ذو سمية منخفضة.
(Ga) Gallium	عند التعرض لجرعة بكميات عالية يسبب تهيج الفم وصعوبة التنفس وآلم في الصدر.
(Cs) Cesium	التعرض المستمر له يسبب الغثيان والقي والنزيف وقد يؤدي إلى فقدان الوعي وحتى الوفاة ومدى الخطورة تعتمد على المقاومة لكل شخص ومدة التعرض والتركيز .
(Co) Cobalt	التعرض لتراكيز عالية له اثأر ومن أهمها القي والغثيان ومشاكل في القلب والرئة وتلف الغدد الدرقية وقد يسبب التهاب الجلد وفرط الحساسية في الجهاز التنفسي.
(La) Lanthanum	عند تراكمه في جسم الإنسان يؤثر على الكبد.
(Te) Tellurium	التعامل مع مركباته يكون نادر إذ يسبب استنشاقه الصداع والغثيان والنعاس وجفاف الفم.
(P) Phosphorus	عند التعرض لكميات كبيرة يسبب مشاكل صحية مثل الفشل الكلوي وهشاشة العظام والتعرض للفسفور الأبيض يسبب غثيان ومغص في البطن وقد يتسبب أضرار في الكبد والقلب والكلى.

8- تقييم كفاءة محطات التحلية للمواقع المنتخبة

تم تقييم الكفاءة لهذه المحطات على أساس نوعين إذ اعتمدنا على معيار النوعية لسببين أولهما إن دراستنا تقييم النوعية والسبب الثاني إن بيانات التصريف الداخل والخارج غير متوفرة لأسباب تشغيلية تخص المحطات إذ إن تصاميم المحطات مغلقة وغير مجهزة بعدادات وإن نصب هذه العدادات ومراقبتها يحتاج إلى دراسة مستقبلية وكلف مالية

إضافية وأسباب أمنية تخص مواقع المحطات وأوقات عملها، لذا تم تخمين التقييم الكمي بالاعتماد على الخصائص النوعية للمياه والمتمثلة بمجموع المواد الذائبة الكلية (TDS) والتي تعبر عن جميع المتغيرات الأخرى، تبين بأن المحطات ذات كفاءة عالية حيث تراوحت كفائها في إزالة المواد الصلبة الذائبة (TDS) ما بين (81,31% – 98.18%)، أما بالنسبة للكمي تراوحت نسبة الماء المحلى إلى الماء الخام ما بين (29%–70.37%).

- **معيار النوعية (Quality)**

يعبر عن نسبة التخلص من الأملاح الذائبة (Rejection) في الماء المراد تحليته كما في جدول رقم (4) وجدول رقم (5)، وتعرف هذه النسبة على إنها الفرق ما بين تركيز الأملاح في الماء الخام والماء المحلى المنتج مقسوما على تركيز الأملاح في الماء الخام، كما في المعادلتين الآتيتين:

$$\text{كفاءة التحلية} = \frac{\text{تركيز الأيون في الماء الخام} - \text{تركيز الأيون في الماء المحلى}}{\text{تركيز الأيون في الماء الخام}}$$

$$\text{كفاءة التحلية الممزوجة} = \frac{\text{تركيز الأيون في الماء الخام} - \text{تركيز الأيون في الماء المحلى الممزوج}}{\text{تركيز الأيون في الماء الخام}}$$

الجدول (4) يوضح كفاءة التحلية في أزاله الايونات الرئيسية في محطتي ألبو حمد والرمل.

المحطات	TDS	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	$SO_4^{=}$	HCO_3^{-}	CL^{-}	NO_3^{-}
الرمل	95.5	99.03	99.39	94.83	86.18	99.18	90.47	94.52	97.48
ألبو حمد	98.18	99.43	99.43	96.70	93.35	99.69	90	97.5	93.38

الجدول (5) يوضح كفاءة التحلية الممزوجة في أزاله الايونات الرئيسية في محطات التحلية .

المحطات	TDS	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	$SO_4^{=}$	HCO_3^{-}	CL^{-}	NO_3^{-}
الرمث	81.3157	99.404	96.05	94.75	84.75	94.71	66.66	95	92.38
الرمل	91.76	30.649	33.616	35.25	30.26	32.361	47.619	23.529	92.191
البو حمد	95.76	98.97	99.462	95.63	91.755	99.99	62.5	97	96.108
البو رحيل	96.45	96.67	90.33	88.38	88.57	91.76	75.96	92.73	
المسيليلة	93.093	96.41	51.12	99.45	95.45	91.44	73.72	99.20	

- **المعيار الكمي (Quantity).**

هي النسبة المئوية لكمية الماء المحلى الناتجة إلى كمية الماء الخام كما في المعادلة الآتية:

$$\text{Recovery} = \frac{\text{كمية المياه المحلى الناتجة}}{\text{كمية المياه الخام}} * 100 \quad \%$$

ومن خلال تطبيق معادلات التوازن الكتلي (mass balance) للمياه الداخلة والخارجة من المنظومة تبين بأن كلما زاد (TDS) للمياه الداخلة تزداد كمية الماء الراجع نسبة لماء المحلى وكما في الجدول (6) أو نسبة للماء المحلى الممزوج كما في الجدول (7).

$$Q_{Ra} = Q_{Des} + Q_{Rej}$$

$$Q_{Ra} * ppm_{Ra} = Q_{Des} * ppm_{Des} + Q_{Rej} * ppm_{Rej}$$

$$Q_{Des} + Q_{Rej} = 1$$

إذ إن:

Ra يمثل الماء الخام، Des يمثل الماء المحلى، Rej يمثل الماء الراجع، Q يمثل التصريف، ppm يمثل التركيز.

جدول (6) يوضح نسبة الماء المحلى ونسبة الماء الراجع بعد تطبيق معادلات mass balance.

المحطات	نسبة الماء المحلى	نسبة الماء الراجع
الرمل	%29	%69
ألبو حمد	%62.5	%37.5

جدول (7) يوضح نسبة الماء المحلى الممزوج والماء الراجع بعد تطبيق معادلات mass balance.

المحطات	نسبة الماء المحلى الممزوج	نسبة الماء الراجع
الرمث	%45.6	%54.4
الرمل	%63.31	%36.31
ألبو حمد	%70.37	%29.37
ألبو رحيل	%38.3	%61.7
مسيليلة	%47.37	%52.63

وبما إن الماء المحلى الممزوج هو الناتج النهائي الذي يصل إلى المستهلك وعملية المزج يقوم بها مشغلي الوحدات وهم في معظم الحالات ليس لديهم معيار وإن كان لديهم فهو فقط لل (TDS) وهذا لا يكفي، لأنه هو احد المعايير ولا يمثلها جميعها فقد يكون في المحلى

الممزوج عناصر نزرة (Trace element) وقد تكون فيها ملوثات بايلوجية وبالتالي تصبح ملوثة بعد التحلية.

9- الاستنتاجات

1- لم تؤخذ الخصائص الهيدوكيميائية للمياه الجوفية (تراكيز المواد الصلبة الذائبة الكلية، مجموع تراكيز الايونات الموجبة الرئيسية، والايونات السالبة الرئيسية، والايونات الثانوية، والعناصر النادرة) بنظر الاعتبار على الرغم من أنها هي العامل الأساسي الحاسم في اختيار منظومة التحلية التي تختلف تصاميمها وتصاميم أغشية التناضح على أساسها.

2- لوحظ من خلال الوصف الميداني للمنظومات وجود نواقص في بعضها مما ينعكس على أدائها، فبعضها يخلو من فلاتر ترشيح المواد العالقة والبعض الأخر يخلو من مزيل العسرة softener على الرغم من الحاجة الملحة لها مما ينعكس على أداء المنظومة.

3- تراكيز بعض العناصر النزره فيها ارتفاع كبير في الماء المحلى نسبة إلى الخام، وهذا يعود إلى سببين الأول قلة تراكيز العناصر الرئيسة في الماء المحلى بنسبة كبيرة والثاني هو تحلل للأنابيب والخزانات الحاملة لهذه المياه والداخلة في تركيبها بسبب فعاليتها أيونيا.

4- إن الماء الممزوج هو الناتج النهائي الذي يصل إلى المستهلك، وعملية المزج يقوم بها مشغلي الوحدات وهم في معظم الأحيان غير مدربين وأحيانا ليس لديهم معيار، وان كان لديهم معيار فهو فقط (TDS)، وهذا لا يكفي فال (TDS) هي احد المعايير ولا تمثلها جميعا فقد يكون في الماء الممزوج على عناصر نزرة (Trace element)، وقد تكون فيها ملوثات بايولوجية إي يتم إعادة تلوث الماء المحلى من جديد.

5- أن الماء المحلى يكون غير متوازن أيونيا وذلك لان الأيونات يتم سحبها بصورة غير طبيعية تحت ضغط عالي لذلك يحدث اختلال في التوازن، وكذلك يعود سبب عدم التوازن إلى اختلاف إحجام الايونات المختلفة وقابليتها على النفاذ من الغشاء ذو الحجم الثابت والذي تم استنتاجه من خلال معادلة نسبة الخطأ التي تعتمد على(epm%)، بحيث تصبح تراكيز الايونات الرئيسية بنفس أو مقاربة لتراكيز الايونات الثانوية والنزرة لذا لابد من خذها جميعها في حساب معادلة نسبة الخطأ أن عدم التوازن يؤدي إلى جعل الماء فعال أيونيا بحيث يؤدي إلى تفاعله مع الأنابيب والخزانات الحاملة له مما يسبب في تأكلها وخاصة إذا كانت هذه الخزانات مصنوعة من الاستيل مثلا، كما هو الحال في محطة الرمل والبو حمد، حيث يؤدي إلى ارتفاع نسبها في الماء المحلى وبالتالي تؤثر سلبا على المستهلك.

10- التوصيات

1- التعاقد على منظومات متكاملة فيها جميع المفاصل والوحدات الثانوية التي تزيد من نوعية الماء المنتج.

2- إعادة الفحوصات الكيميائية والبايولوجية للماء المنتج بعد المزج ومطابقته مع المواصفات القياسية العالمية والمحلية.

3- استخدام أنابيب وخزانات مضادة للتآكل في شبكة نقل وخزن الماء المحلى للحفاظ على النوعية.

4- مزج الماء المحلى مع المياه الخام بعد المعالجة الأولية وفق معايير لكي يتناسب TDS وبقية الخصائص النوعية له مع المواصفات القياسية لمياه الشرب وكذلك لجعل الماء متوازن أيونيا.

5- حفظ الماء المحلى في خزانات بلاستيكية لكي لا تتأثر بفعالية المياه وبالتالي لا تتأكسد.

6- أجراء تقييم كمي يستند إلى قياس التصاريف الداخلة والخارجة من المحطة قياسا مباشرا.

7- وضع حدود لتراكيز جميع العناصر النزرة في المواصفات القياسية لمياه الشرب.

11- المصادر

1- Jassim, S. Z. and Goff, J. C., 2006: Geology of Iraq, Dolin, Prague and Moravian Museum, Brno, Czech Republic, 1341p.

2- Al-Juboury A. I., and McCann T., 2008: The middle Miocene Fatha (Lower Fars) Formation, Iraq, Geo Arbian, Gulf petro Link Bahrain, Vol. 13, No. 3, pp. 141-174.

3- Basi, M. A., 1990: The stage report of the local geological survey, Vol. 2, Laboratory Studies.

4- Hamza, 1990: Regional geological stage report, SEGESMI, Baghdad.

5- الجنابي، محمود عبد الحسن جويهل 2008: هيدروكيميائية الخزان الجوفي المفتوح وعلاقة مياهه برسوبيات النطاق غير المشبع في حوض سامراء – تكريت (شرق دجله)، قسم علوم الأرض التطبيقية، كلية العلوم، جامعة بغداد، رسالة دكتوراه (غير منشورة)، 154 ص.

6- بطاح، جمال محمد علي، 2010: دراسة استقرارية المنحدرات الصخرية وبعض الخواص الجيوتكنيكية للتكوينات المنكشفة في طيه حمرين /شمال شرق تكريت، قسم علوم الارض، كلية العلوم، جامعة تكريت، رسالة ماجستير (غير منشورة)، 160 ص.

7- النقاش، عدنان باقر وإسماعيل، سالم خليل وحسن، حسن احمد وراهي، خيون مطير، 2003: دراسة تقييم ووضع برنامج تشغيلي لآبار مشروع الحملة الوطنية لحفر الآبار المائية في محافظة كركوك والتوسع في حفرها مستقبلا، التقرير النهائي – وزارة الري– المديرية العامة لحفر الآبار المائية.

8- Fouad, S. F., 2010: Tectonic Map of Iraq, scale 1:1000000, 3rd ed. GEOSURV, Baghdad, Iraq.

9- Al-Kadhimi, J. A., Dawood, Y. N., Abdul-Sattar, M., Ali, H.A. and Kamil, J., 1990: Local geophysical stage report, Vol.3: Refraction Seismic Method Complex Geophysical Well logging

Methods, Contract of the Earth Sciences Actives. GEOSURV, int. rep. no. 2019.

10- Buday, T. and Jassim, S. Z. 1987: The regional Geology of Iraq. Vol. 2, Tectonism, Magmatism and Metamorphism, 352p.

11- Sissakian, V. K., 2000: Geological Map of Iraq, scale 1:1000000, 3rd edit. GEOSURV, Baghdad, Iraq.

12- البصراوي، نصير حسن و المصلح، شهلة صالح زكي، 2010: الظروف الهيدروجيولوجية واستخدامات المياه في محافظة صلاح الدين، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين (جيو سرف)، قسم الجيولوجي، شعبة المياه الجوفية.

13- Moshsen, M. S. and Gammoh, S., 2010: Performance Evaluation of Reverse Osmosis Desalination Plant: A case study of Wadi main, Zara and Mujid plant, Journal of Desalination and Water treatment, Vol. 14 p265-272.

14- الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، جمهورية العراق، 1996: تحديث المواصفات القياسية لمياه الشرب، رقم 417، ص7.

15- Drinking Water Standards Monitoring and Reporting (DEP), 2012: 62-550.101 Authority, Intent, and policy.

16- Indian Standard (IS), 2012: Drinking Water Specification, Recommend ant(Second evasion) Bureau of India Standards. ManakBhavan, 9bahaidur Shah Zafarmarg New Delhi 11002, ICS13. 060. 20.

17- EPA, 2012: Drinking Water Health Advisory for Manganese, U. S. Environmental Protection Agency, Spring, Report EPA-822-S-12-001.

18- European and National Drinking water Quality Standards, 2011: Northern Ireland Environment Agency, Department, Regional Development. www.doeni.gov.uk/niea

19- Federal-Provincial-Territorial Committee on Drinking Water, 2008: Guidelines for Canadian Drinking Water Quality Summarty Table. Health Canada http://hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/water-eau/sum_guide-res_recom/summary-sommaire-eng.pdf.

20- World Health Organization (WHO), 2011: Guidelines for Drinking Water Quality Recommendation, Vol .4 th Vol .1, Recommendation, Geneva, 541p.

21- Drinking Water Quality Standard and Analysis (DWQSA), 2012.

22- Ali, F., Farrukh, A., Nidal, H., and Hassan, A. A., 2013: Boron Removal in New Generation Reverse Osmosis (RO) Membranes Using Two-pass RO without pH Adjustment, ELSEVIER, Desalination, Vol. 310, pp.50–59.

23- Mari, G., Harlal, C., Michael, H., Elaina, K., and Marc Stifelman, 2004: Issue Paper on The Human Health Effects of Metals, ERG 110 Hartwell Avenue Lexington, MA 02421, 44p.

24- Taqveem, A. K., 2011: Trace Elements in The drinking water and Their possible Health Effects in Aligarh City, India, Journal of Water Resource and Protection, Vol. 3, pp.522-530.

25- Salem, H. M., Eweida, A. E., and Farag, A., 2011: Heavy Melts in Drinking Water and Their environmental Impact on Human Health, ICEHM 2000, Cairo university, Egypt, pp. 542-556.

Evaluation of Efficiency of Groundwater Desalination Plants in Different Hydrogeological Conditions in Salahaddin Governorate/ Iraq

Manahil A. Mahmood Al-Bayati[1] , Sabbar A. Saleh[1] , Waleed M. Al-Abdraba[2]

[1]*Department of Geology, College of Science , University of Tikrit , Tikrit , Iraq*

[2]*Department of Environmental Engineering , College of Engineering , University of Tikrit , Tikrit , Iraq*

Abstract:

Five groundwater desalination plants elected in the province of Salahuddin, these plants are Rimth, AlRaml, Albo Hamed, Albo Rahil, and Mcelila which supplied from Al-Naamah, Zgiton, Baiji-Tikrit, West Samarra, and West Makhoul hydrogeological basins respectively.

Hydrogeological, hydraulic and hydrochemical characteristics of the five sub- basins were reviewed, it is found that the selection of the locations of these stations did not depend on certain criteria, especially the hydrochemical parameters which are the principal in the desalination. So, there are a lot of wells in these sub-basins, have best quality than the supply wells of the stations under study.

17samples were collected for selected desalination stations, three or four samples for each station included raw water (well water), desalinated water, mixed desalinated water, and rejected water, the field and laboratory tests were conducted on the different types of sampled water, the concentrations of more than seventy element were measured, included major anions and cations, minor and trace elements, the results were compared with local and international standards for drinking water. it is found that the raw water unsuitable for human use, the desalinated and mixed desalinated water are within the allowable limits of these standard, but these standards ignored most of the trace elements which were not discussed in the documents that annexed with these standard, and did not specify the permitted upper limits, despite the that some of these elements increases in the desalinated water in comparison with the raw water, light has been focused to the negative effects of these elements on public health.

The efficiency of desalination evaluated for these stations depending on the qualitative standards, then, the qualitative criteria were adopted for quantitative evaluation, and show that the stations with high efficiency, its efficiency in removing dissolved solids (TDS) ranged between (81.31% - 98.18%), regarding to quantitative desalination efficiency, the percentage of desalinated water to the raw ranged between (29% -70.37%).

Key words: desalination, groundwater, TDS, Reverse osmosis