دراسة بعض الخواص الفيزياوية والكيمياوية لمحطات انتاج مياه الشرب (RO) لمدينة بغداد

أ.م. رحيم جعفر عزيز
كلية التربية الاساسية / قسم العلوم
rahimjafar76@gmail.com
07714144416

مستخلص البحث:
تعتبر محطات تحلية المياه بتقنية التناضح العكسي (RO) من الحلول الفعّالة لمعالجة شحّة مياه الشرب الآمنة . يهدف هذا البحث إلى دراسة بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لمياه الإسالة والمياه المعالجة في عدد من محطات RO في مناطق مختلفة من مدينة بغداد، تشمل جانبي الرصافة والكرخ . تم جمع (60) عينة من محطات البيع المباشر لمياه RO, (30)عينة من الرصافة و(30) عينة من الكرخ، بالإضافة إلى (60) عينة من مياه الإسالة (30) من كل جانب من الرصافة و(30) عينة من جانب الكرخ. أظهرت نتائج الفحوص المختبرية تباينًا في قيم المؤشرات المدروسة، تضمنت التحاليل قياس درجة الحرارة، الرقم الهيدروجيني(pH) ، التوصيلية الكهربائية، المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS)، وتركيز الأملاح .وقد بيّنت النتائج أن معظم القيم كانت ضمن الحدود المعتمدة وفق المواصفة العراقية رقم 417 لسنة2009 ، مما يعكس كفاءة أنظمة RO في تحسين جودة المياه .ورغم ذلك، كشفت الدراسة عن وجود بعض التحديات التشغيلية، مثل الحاجة إلى صيانة دورية للأغشية وتطوير مهارات الكوادر الفنية .وعليه، توصي الدراسة بضرورة تعزيز أنظمة المراقبة والتحكم، وتنفيذ برامج صيانة مستدامة لضمان استمرار إنتاج مياه شرب ذات جودة عالية وآمنة للاستهلاك البشري.

الكلمات المفتاحية :مياه الإسالة، مياهRO ، الأملاح الصلبة الذائبة، التوصيلية الكهربائية، تركيز الملوحة، الرقم الهيدروجيني.

المقدمة

تعد مياه الشرب النقية والآمنة من الركائز الأساسية لصحة الإنسان ومرتكزا للتنمية المستدامة، خاصة في المدن الكبرى مثل بغداد، التي تواجه تحديات متزايدة في توفير مصادر مياه موثوقة بسبب النمو السكاني السريع، التوسع الحضري، وتفاقم مستويات التلوث الناتج عن الأنشطة البشرية المختلفة. أظهرت، تقنية التناضح العكسي (Reverse Osmosis - RO) بانها واحدة من الحلول التقنية المهمة لمعالجة مياه الشرب، بفضل قابلية هذه التقنية على تحسين إزالة طيف واسع من الملوثات الفيزيائية والكيميائية والميكروبية، وتأمين إنتاج مياه تتوافق مع المعايير الصحية والبيئية المعتمدة عالميًا.(WHO, 2017) لقد شهدت العاصمة بغداد توسعًا ملحوظًا في اعتماد وحدات انتاج مياه RO، سواء ضمن المنظومات المركزية أو في المعامل الأهلية المنتشرة على مستوى الأحياء السكنية ، وذلك نتيجة لتراجع ثقة السكان بجودة شبكة المياه العامة . لكن كفاءة هذه المحطات تؤثر فيها عوامل متعددة، من أهمها نوعية المياه الخام، انتظام عملية الصيانة، وكفاءة الكوادر الفنية المشغلة(AI-Obaidi et al., 2017) . تتميز مياه RO بانخفاض تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) والعناصر غير المرغوبة مثل النترات، الكبريتات، والفلورايد، إضافة إلى إزالة العكارة واللون والطعم غير المقبول. وتُشير المواصفات إلى أن مياه RO تعتبر مقبولة إذا كانت قيمة TDS تتراوح بين 10 – 100 ملغم/لتر، وأن الأس الهيدروجيني (pH) يجب أن يكون بين 6.5 و7.5 لضمان

الاستساغة ومنع التآكل في شبكات التوزيع. أما العناصر مثل الكالسيوم والمغنيسيوم، والتي تفقد بالكامل تقريبًا خلال عملية انتاج RO ، فقد أوصت بعض المصادر العلمية بضرورة إعادة إضافتها بنسب مدروسة، خاصة عند استخدام المياه للشرب اليومي، لضمان عدم التسبب في نقص معدني لدى المستهلكين، ولتحسين الطعم وتعديل الحموضة.(Al-Khatib et al., 2020; WHO, 2022)

اثبتت الدراسات السابقة أن نوعية المياه المنتجة بتقنية RO في بغداد تختلف على اساس موقع المحطة وظروف العمل فمثلا سجلت دراسة Hussein & Taher (2017) أن تراكيز المواد الصلبة الذائبة (TDS) اجتازت في بعض مناطق بغداد الحد المسموح به حيث الطعم(>600 ppm) ، اضافة لتراكيز مرتفعة من الكبريتات .بينما أشارت دراسة Al-Saadi (2015) إلى أن مياه محطة الوحدة احتفظت بخصائص مشابهة للمياه الخام، ما يدل على ضعف كفاءة وحدات المعالجة. أما Mohammed et al. (2020)، فقد أظهرت دراستهم في مستشفيات بغداد أن وحدات RO فعالة في تقليل نسبة المواد الصلبة الذائبة في المياه المنتجة والمستخدمة في وحدات انتاج سوائل غسل الكلى ، لكنها تتعرض لتراجع الكفاءة بفعل الترسبات، ما يستدعي استخدام معالجات مسبقة لحماية الأغشية.

واظهرت دراسات اخرى، حيث قيّم Al-Dulami & Younes (2017) جودة مياه الحنفية في بغداد بشكل شامل ، حيث جمعت فيها 160 عينة من أربع مناطق، حيث تجاوزت قيم TDSحاجز 600 ملغم/لتر في بعض المناطق، رغم بقاء المعايير الأخرى ضمن الحدود المسموحة . كما أشارت دراسة نسرين محمد وخالد عبد الرزاق (2021) إلى أن مياه محطة الوحدة لم تُظهر تحسنًا كبيرًا مقارنة الشبكة العامة .من جانب آخر، أظهرت دراسة العاني وآخرون (2019) تدهورًا في جودة مياه نهر دجلة، خصوصًا في المناطق الوسطى من بغداد، بسبب الأنشطة البشرية، كما أظهرت دراسة حمزة (2015) عبر استخدام مؤشر الجودة الكندي أن المياه الخام كانت ذات جودة متدنية والمياه المعالجة كانت متوسطة الجودة. وفي أطار آخر، درس السقار وعبد الخالق (2021) استقرار المياه المعالجة من محطتي الكرخ والرشيد باستخدام مؤشر رايزنر، وقد أوضحت النتائج ميل المياه الى التآكل، مما يستدعي العمل على تحسين جودة المياه لتقليل التأثيرات السلبية على شبكات التوزيع .ومن حيث المستوى الإقليمي، فقد أجرى زاهد (2023) بحثاً في المملكة العربية السعودية لتقييم جودة المياه المعبأة المحلية والمستوردة، وتبيّن فيها تباين التراكيز الكيميائية وضرورة مراقبة معايير الجودة لضمان السلامة الصحية .وقد بينت نتائج مشابهة لدراسة أعدها رحيم (2024) بشأن جودة المياه المعبأة المنتجة في بغداد، حيث جاءت معظم العينات مطابقة للمواصفات العراقية والعالمية. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم جودة مياه الشرب المنتجة باستخدام تقنيات الإسالة والتناضح العكسي (RO) في أحياء مختارة للمناطق السكنية المعروفة من جانبي مدينة بغداد(الرصافة والكرخ)، خلال الفترة الممتدة من الربع الأخير من عام 2024 حتى الربع الأول من عام 2025 . حيث تتضمن الأهداف الرئيسية للدراسة تحليل بعض خصائص الماء الفيزيائية والكيميائية ، مثل الرقم الهيدروجيني(pH) ، التوصيلية الكهربائية(EC) ، المواد الصلبة الذائبة الكلية(TDS) ، وتركيز الأملاح و مقارنة نتائج التحاليل مع المواصفات القياسية العراقية والدولية مثل منظمة الصحة العالمية لتحديد مدى صلاحية المياه المنتجة للاستهلاك البشري. اضافة الى رصد الفروقات النوعية بين المناطق السكنية بالعاصمة بغداد من حيث جودة المياه، وفعالية محطات المعالجة، وتأثير العوامل الجغرافية والبيئية و تسليط الضوء على التحديات التشغيلية التي تواجه محطات RO الأهلية، مثل الصيانة وتدريب الكوادر، واقتراح سبل تعزيز الأداء وضمان الاستدامة.

المواد وطرائق العمل

تم إجراء هذه الدراسة في الفترة الممتدة من شهر تشرين الأول 2024 وحتى آذار2025 ، وشملت جانبي مدينة بغداد (الرصافة والكرخ) .تم جمع ما مجموعه (120) عينة مائية، موزعة كما يلي بواقع (60) عينة من الإسالة(30) عينة من مناطق الرصافة و (30) من مناطق الكرخ) و(60) عينة من مياه الشرب المعالجة بتقنية التناضح العكسي (RO) جُمعت من معامل ومحطات أهلية منتشرة في الأحياء السكنية في جانبي الرصافة والكرخ ، مع مراعاة تمثيلها الجغرافي. تم جمع العينات باستخدام عبوات بلاستيكية نظيفة سعة 250 مل بعد اجراء مجانسة لها للمياه المطلوب فحصها، مع الحرص على اختيار عبوات حديثة التعبئة,,ويتم القياس بوقت قصيربعد اخذ العينة لتفادي تأثير ظروف التخزين على جودة العينة .وقد تم أخذ نموذجين من كل موقع لضمان الدقة وتكرار القياسات.أُجريت التحاليل الفيزيائية والكيميائية في مختبرات قسم العلوم – كلية التربية الأساسية .وتم اعتماد الأجهزة الآتية في الفحص: قياس الرقم الهيدروجيني :(pH) باستخدام جهاز من شركة HANNA instruments منشأ روماني. قياس المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) والتوصيلية الكهربائية (EC) ودرجة الحرارة :باستخدام جهاز EC/TDS/TEMP COM-100 منشأ كوري .أما قياس تركيز الملوحة فقد تم حسابه اعتمادًا على قيم التوصيلية الكهربائية، وفق المعادلات المعتمدة في الأدبيات العلمية (الحسن،2015) . كما تم تقييم النتائج بالرجوع إلى المواصفات القياسية العراقية لمياه الشرب المعبأة رقم 417 لسنة2009 ، بالإضافة إلى مواصفات منظمة الصحة العالمية (WHO) الخاصة بجودة مياه الشرب. الجدول رقم (1) يبن المواصفات المعتمدة في الدراسة لمقارنة الفحوصات الفيزياوية والكيميائية التي تم اجرائها للعينات التي جمعها ومقارنتها مع المواصفات القياسية .

شكل رقم (1) مواقع اخذ العينات في مدينة بغداد الرصافة والكرخ

جدول (1) المواصفات القياسية العراقية ومواصفات منظمة الصحة العالمية (WHO) الخاصة بمياه الشرب المعبأة

المعيار	المواصفات العراقية لمياه الشرب المعبأة	مواصفات WHO
الرقم الهيدروجيني	8.5 – 6.5	8.5 – 7
الاملاح الصلبة الذائبة ملغم/لتر	300	500
التوصيلية الكهربائية مايكرو سمينز/سم	1000- 500	1000
الكالسيوم ملغم/لتر	75	100
المغنيسيوم ملغم/لتر	50	30
الصوديوم ملغم/لتر	-	-
البوتاسيوم ملغم/لتر	-	10

النتائج والمناقشة

تُعدّ دراسة الخواص الفيزيائية والكيميائية لمياه الشرب من المؤشرات الحيوية لتقييم مدى صلاحية المياه للاستهلاك البشري (Hassein et al., 2019) . أظهرت نتائج التحاليل المختبرية التي أُجريت على 120 عينة (60) من مياه الإسالة و(60) من مياه (RO) تفاوتًا ملحوظًا في القيم المقاسة للمعايير الفيزيائية والكيميائية بين مناطق الرصافة والكرخ، سواء لمياه الإسالة أو المياه المنتجة من محطات التحلية الأهلية. تم إجراء الفحوصات تحت ظروف مختبرية موحدة عند درجة حرارة ثابتة (25°C)،وذلك باستخدام حمام مائي خلال اشهر الشتاء عندما تكون درجة الحرارة اقل من($25C^{O}$) وشملت معايير المواد الصلبة الذائبة (TDS) ، الرقم الهيدروجيني(pH) ، التوصيلية الكهربائية (EC)، وتركيز الملوحة (Salinity) .نتائج الفحوصات التي تم دراستها والعينات التي تم اختيارها مبينة في الجداول (2) و (3) و(4) و(5).

جدول (2) نتائج فحص المواد الصلبة الذائبة(TDS) و (pH) والتوصيلية الكهربائية وتركيز الملوحة لمياه الاسالة لمناطق الرصافة

ت	المنطقة	المواد الصلبة الذائبة ppm	PH للشبكة العامة	التوصيلية µS	الملوحة (ppt)
1	مدينة الصدر-الكيارة	519	7.1	1023.98	0.6553
2	مدينة الصدر- الجوادر	395	7.4	779.33	0.4987
3	مدينة الصدر - الداخل	526	7.3	1037.79	0.6641
4	مدينة الصدر الاورفلي	304	7.7	599.79	0.3838
5	الحبيبية	501	7.4	988.47	0.6326
6	البلديات	354	7.2	698.44	0.4470
7	حي طارق	410	7.6	808.93	0.5177
8	حي جميلة	395	7.7	773.41	0.4949
9	العبيدي	364	7.6	718.17	0.4596
10	حي المعامل	385	7.6	757.60	0.4861
11	الكمالية	407	7.6	803.01	0.5139
12	الفضيلية	302	7.8	595.84	0.3813

13	شارع فلسطين	365	7.8	720.14	0.4608
14	صليخ	342	7.4	674.76	0.4318
15	الاعظمية	350	7.5	690.55	0.4419
16	زيونة	369	7.5	728.03	0.4659
17	باب المعظم	406	7.7	801.03	0.5126
18	حي الغدير	387	7.0	763.55	0.4886
19	بغداد الجديدة	415	7.4	818.79	0.5240
20	الامين	432	7.5	852.33	0.5454
21	سبع قصور	355	7.6	700.41	0.4482
22	الكرادة	357	7.8	704.36	0.4507
23	الشعب	505	7.4	996.36	0.6376
24	حي اور	437	8.1	862.20	0.5518
25	الكريعات	476	7.6	939.14	0.6010
26	حي البنوك	338	7.3	666.87	0.4267
27	الطالبية	392	7.9	773.41	0.4949
28	الزعفرانية	369	7.5	728.03	0.4659
29	المشتل	528	7.7	1041.74	0.6667
30	الزعفرانية	355	7.5	700.41	0.4482

جدول (3) نتائج فحص المواد الصلبة الذائبة(TDS) و (pH) والتوصيلية الكهربائية وتركيز الملوحة لمياه الاسالة لمناطق الكرخ

ت	المنطقة	المواد الصلبة الذائبة ppm	PH	التوصيلية µS	الملوحة (ppt)
1	الحرية	481	7.3	949.01	0.6073
2	المنصور	360	7.5	710.28	0.4545
3	اليرموك	359	7.7	708.31	0.4533
4	الغزالية	345	7.6	680.68	0.4356
5	حي الجامعة	351	7.5	692.52	0.3332
6	خي الجهاد	375	7.4	739.87	0.4735
7	حي العامل	301	7.8	593.87	0.3800
8	الغزالية	312	7.8	615.57	0.3939
9	العامرية	365	7.0	720.14	0.4608
10	السيدية	300	7.6	591.90	0.3788
11	البياع	304	7.7	599.79	0.3838
12	الصابيات	411	7.8	810.90	0.5189
13	الطارمية	386	7.5	761.57	0.4874
14	حي الحسين	402	7.7	793.14	0.5076

15	الكاظمية	372	7.6	733.95	0.4697
16	الدورة	387	7.7	763.55	0.4886
17	هور رجب	464	7.6	915.37	0.5859
18	الشعلة	513	7.5	1012.14	0.6477
19	حي الشرطة	418	7.6	824.71	0.5278
20	حي الاعلام	473	7.4	933.22	0.5972
21	الاسكان	308	7.6	607.68	0.3889
22	العطيفية	348	7.7	686.60	0.4394
23	حي الجوادين	355	7.7	700.41	0.4482
24	الحارثية	350	7.5	690.55	0.4419
25	الاسكان	363	7.6	716.19	0.4583
26	علي الصالح	340	7.5	670.82	0.4293
27	ابو دشير	390	7.7	769.47	0.4924
28	الوشاش	345	7.5	680.68	0.4356
29	شارع حيفا	355	7.4	700.41	0.4482
30	حي الصحة	350	7.4	690.55	0.4419

جدول (4) نتائج فحص المواد الصلبة الذائبة(TDS) و (pH) والتوصيلية الكهربائية وتركيز الملوحة لمياه (RO) للأحياء السكنية لمناطق الرصافة

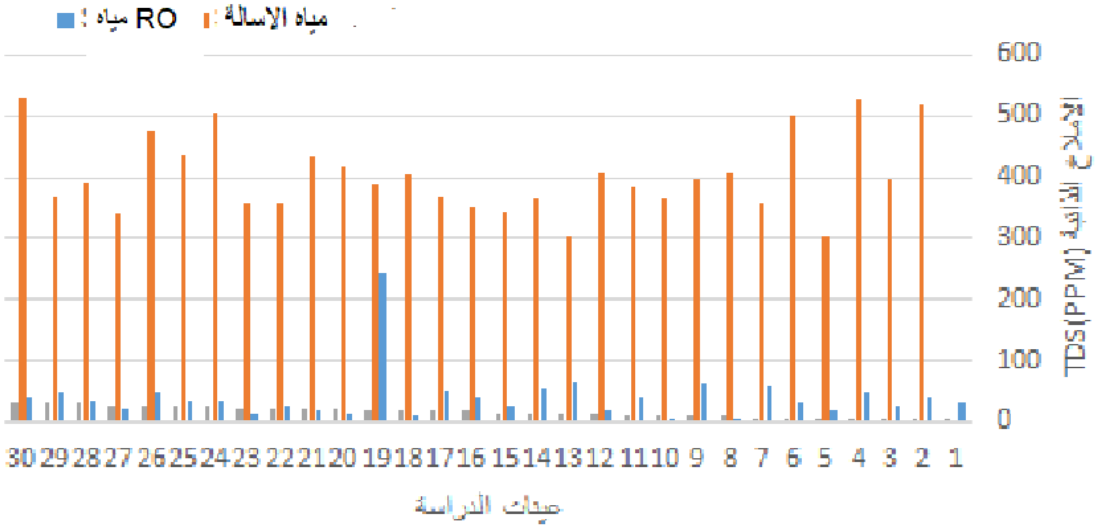
ت	موقع العينة	اسم المحطة	المواد الصلبة الذائبة ppm	pH	التوصيلية µS	تركيز الملوحة (ppt)
1	م.الصدر الكيارة	المرجان	28	6.4	55.25	0.0013
2	م.الصدر الجوادر	بلا	39	7	76.84	0.0492
3	م.الصدر الداخل	الصفاء	27	6.7	53.27	0.0341
4	م.الصدرالاورفلي	بلا	45	7.5	88.78	0.0013
5	الحبيبية	محطة الاخوين	17	7.2	33.54	0.0215
6	البلديات	محطة الجوادين	28	7.5	55.24	0.0354
7	حي طارق	بلا	57	7.3	112.45	0.0719
8	حي جميلة	بلا	6	7.5	11.83	0.0075
9	العبيدي	محطة الجواد	62	7.3	122.32	0.0782
10	المعامل	بلا	6	7.4	11.83	0.0075
11	الكمالية	النقاء	38	6.8	74.97	0.0479
12	الفضيلية	بلا	18	7.3	35.51	0.0227
13	شارع فلسطين	جواهر	65	7.1	128.24	0.0821
14	صليخ	بلا	55	7.2	108.51	0.0694
15	الاعظمية	بلا	24	7.2	47.35	0.3030

16	زيونة	محطة الفرح	38	7.4	74.97	0.0479
17	باب المعظم	بلا	49	7.4	96.67	0.0618
18	خي الغدير	محطة الغدير	8	7.6	15.78	0.0101
19	بغداد الجديدة	محطة دجلة	243	6.1	479.43	0.3068
20	الامين	محطة دجلة	12	6.9	23.67	0.0151
21	سبع قصور	محطة لؤلؤه	18	7.1	32.27	0.0206
22	الكرادة	بلا	25	7.2	49.32	0.0315
23	الشعب	مياه الشعب	15	7	26.89	0.0172
24	الكريعات	الامل	34	7.4	67.08	0.0429
24	حي ور	القربة	35	7.3	69.05	0.0442
25	حي البنوك	بلا	46	7	90.75	0.0581
26	ام الكبر وعزلان	محطة النبأ	20	4.9	39.46	0.0252
27	الطالبية	محطة الامل	34	7.4	67.08	0.0429
28	الزعفرانية	محطة الهادي	44	7.1	86.81	0.0555
30	المشتل	مياه الريان	37	7.5	73.00	0.0467

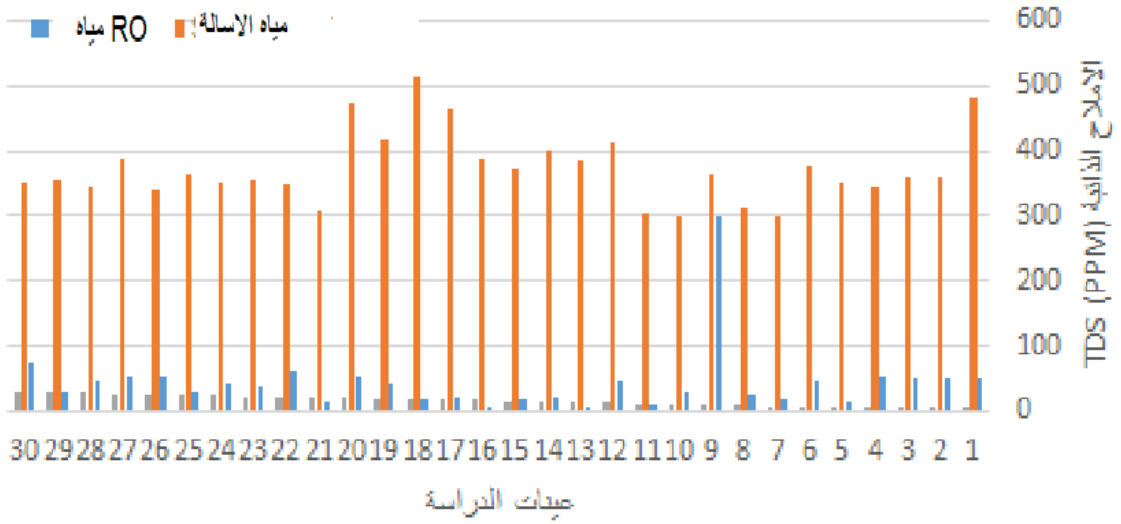
جدول (5) نتائج فحص المواد الصلبة الذائبة(TDS) و (pH) والتوصيلية الكهربائية وتركيز الملوحة لمياه (RO) للأحياء السكنية لمناطق الكرخ.

ت	موقع العينة	اسم المحطة	المواد الصلبة الذائبة ppm	PH	التوصيلية µS	تركيز الملوحة (ppt)
1	الحرية	بلا	50	6.9	98.65	0.0631
2	المنصور	الرحمن	51	7.2	100.62	0.0644
3	اليرموك	عيون بغداد	48	7.1	94.70	0.0606
4	الغزالية	بلا	55	7.4	108.51	0.0694
5	حي الجامعة	بلا	15	6.8	29.59	0.0189
6	العامرية	بلا	45	7.2	88.78	0.0568
7	حي العامل	بلا	19	7.6	37.48	0.0239
8	الغزالية	النبع الصافي	27	7.3	53.27	0.0341
9	حي الجهاد	بلا	300	7.5	591.90	0.3788
10	السيديه	بلا	29	7.2	57.21	0.0366
11	البياع	البيادر	10	7.2	19.73	0.0126
12	الصابيات	بلا	47	7.3	92.73	0.0593
13	الطارمية	بلا	6	7.2	11.838	0.0075
14	خي الحسين	بلا	21	7.5	41.433	0.0265
15	الكاظمية	بلا	18	7.3	35.51	0.0227
16	الدورة	مياه تنقية القلعة	4	7.1	7.89	0.0051
17	هور رجب	بلا	20	7.4	39.46	0.0252
18	الشعلة	بلا	18	7.6	35.51	0.0227

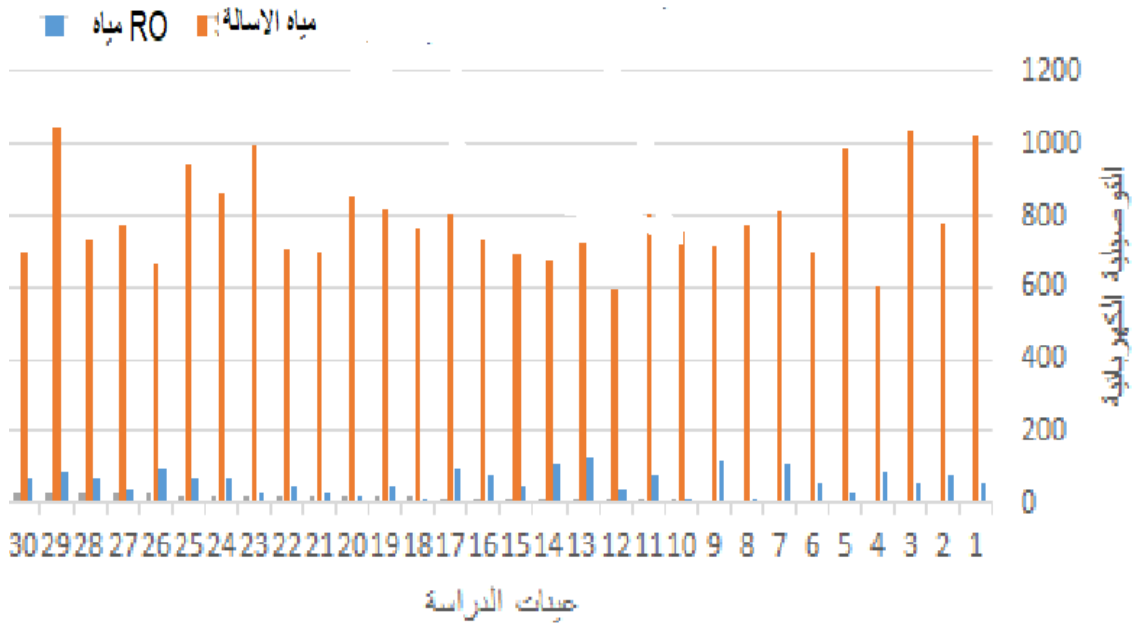
19	حي الشرطة	بلا	40	6.8	78.92	0.0500
20	حي الاعلام	بلا	54	7.2	106.54	0.0681
21	الاسكان	بلا	15	7.3	29.59	0.0189
22	العطيفية	بلا	63	7.5	124.29	0.0795
23	القادسية	مياه الكوثر	37	7.1	73.00	0.0467
24	حي الجوادين	مياه الثريا	42	7.2	82.86	0.0530
25	الاسكان	النبع	30	7.5	59.19	0.0378
26	علي لصالح	بلا	52	7.6	102.59	0.0556
27	ابو دشير	بلا	55	7.2	108.51	0.0694
28	الوشاش	زلال	45	7.1	88.78	0.0568
29	شارع حيفا	بلا	31	7.3	61.16	0.0391
30	حي الصحة	بلا	73	7.2	144.02	0.0921



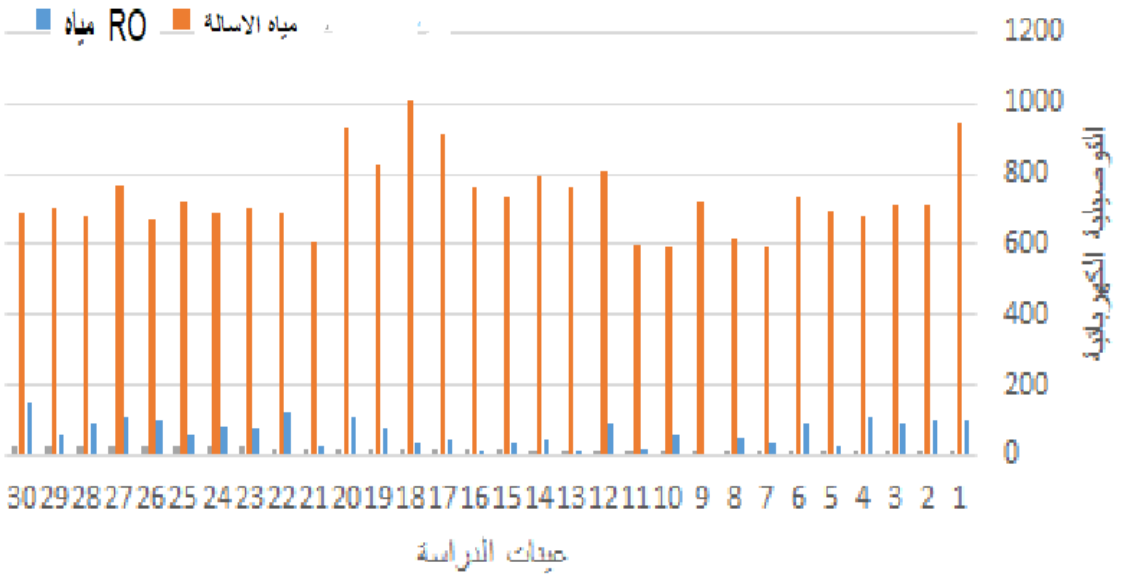
شكل رقم (2) يوضح تركيز المواد الصلبة الذائبة (TDS) لعينات ماء الاسالة لمدينة بغداد الرصافة



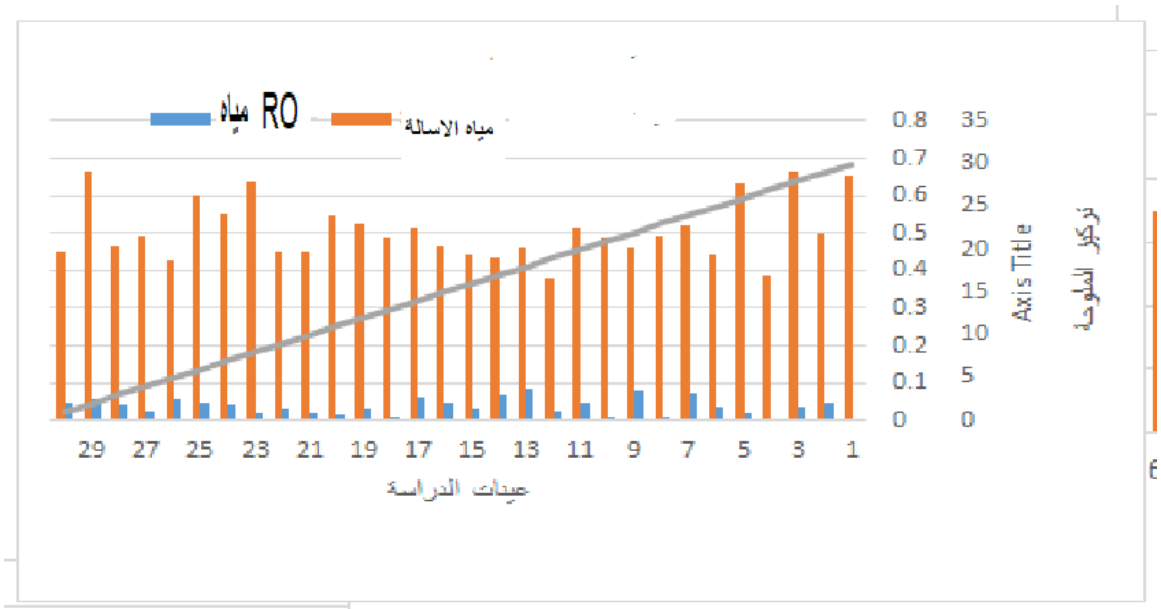
شكل رقم (3) يوضح تركيز المواد الصلبة الذائبة (TDS) لعينات ماء الاسالة لمدينة بغداد الكرخ



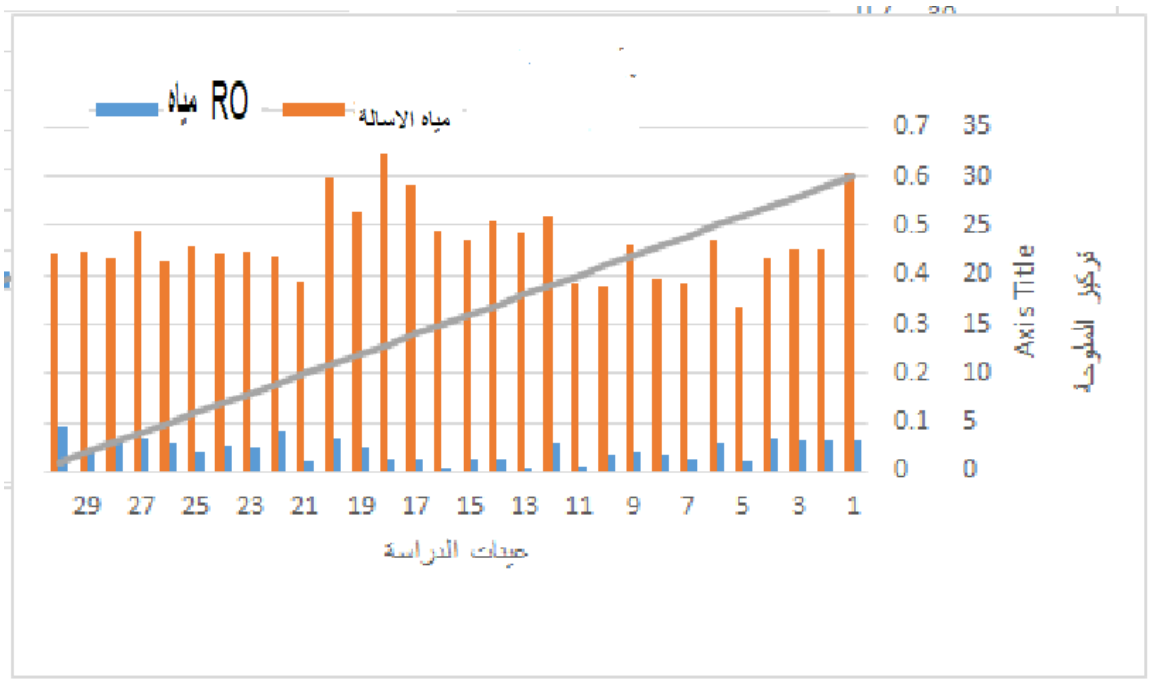
شكل رقم (4) يوضح التوصيلية الكهربائية لعينات ماء الاسالة لمدينة بغداد الرصافة



شكل رقم (5) يوضح التوصيلية الكهربائية لعينات ماء الاسالة لمدينة بغداد الكرخ



شكل رقم (6) يوضح تركيز الملوحة لعينات ماء الاسالة لمدينة بغداد الرصافة



شكل رقم (7) يوضح تركيز الملوحة لعينات ماء الاسالة لمدينة بغداد الكرخ

الاملاح الذائبة الكلية(TDS) :اظهرت نتائج التحليل لعينات مياه الاسالة ومياه المحطات التحلية الاهلية المنتجة لمياه بتقنية التناضح العكسي RO في مدينة بغداد (الرصافة والكرخ) كانت ضمن النطاق المسموح به وفق المواصفات العراقية رقم 417 /2001 مما يدل على كفاءة نظام الترشيح في ازالة الجسيمات العالقة في اغلب المناطق .وتشير النتائج الى ان محطات التحلية بتقنية RO اغلبها تنتج مياه شرب ذات جودة مقبولة مع اختلاف النتائج بين محطة واخرى وهذا يرجع هذا التفاوت الى مدى الصيانة الدورية للمنظومة وتدريب العاملين بها. حيث يبين الجدول رقم (2) والجدول رقم (4) نتائج قياس المواد الصلبة الذائبة (TDS) لماء الاسالة ومياه RO المنتجة في المناطق السكنية لمدينة بغداد الرصافة حيث يظهر تباين في نسبة المواد الصلبة لكون المحطات المنتجة لمياه RO تستخدم ماء الاسالة وتتم لها عملية الفلترة وبالتالي تقل قيم TDS بشكل واضح كما مبين في الشكل رقم (2) و (3) وعلى الرغم من ان جميع القياسات كانت ضمن المواصفات القياسية لكن التباين في القياسات يرجع الى الصيانة غير الدورية لمحطات ROمما يؤدي الى تركم الملوثات داخل النظام والناتجة عن تدهور الاغشية وعدم استبدالها وبشكل عام فان الفحوصات لمحطات التحلية كانت اقل من مياه الاسالة كون هذه المحطات تستخدم مياه الاسالة لغرض التحلية وليس مياه الانهار او الابار وبالنتيجة المنظومات سوف تقلل من قيم الاملاح الصلبة الذائبة . لوحظ ارتفاع قيم TDS لمحطة دجلة في بغداد الجديدة وكانت (243 ppm) مما يدل على رداءة نوعية و عدم كفاءة منظومة RO المستخدمة مقارنته مع محطات ذات كفاءة عالية مثل محطة الغدير والمعامل وحي جميلة حيث كانت قيم TDS تساوي (6 ، 6، 8 ppm) على التوالي . كذلك الاختلاف في نتائج الفحوصات لماء الاسالة يعود لصيانة بعض شبكات المياه واستبدال الانابيب الناقلة في بعض المناطق وبقاء مناطق اخرة على الشبكة القديمة وما حصل عليها من تجاوزات منها ربط انابيب ذات جودة رديئة وترك الانابيب الربط السابقة بدون اغلاق محكم مما يؤدي الى دخول المياه الجوفية مع مياه الاسالة وهذا يؤثر نسبيا في ارتفاع وانخفاض نسبة المواد الصلبة في المياه حسب نسبة التجاوز. حيث لوحظ ارتفاع قيمTDS لماء الاسالة في مدينة الصدر الكيارة والحبيبية والشعب والمشتل على التوالي

(526 ppm , 501 , 505 , 528). كذلك تبين الجداول (3) و (5) نتائج قياس المواد الصلبة الذائبة لمياه الاسالة ومياه RO المنتجة في المناطق السكنية لمدينة بغداد الكرخ وجود تباين في قيم المواد الصلبة الذائبة لماء الاسالة وكذلك تباين في المحطات المنتجة لمياه RO وهذا التباين ربما يعود لنفس الاسباب التي ذكرت في مناطق الرصافة. حيث كانت اعلى قيم للمواد الصلبة الذائبة لمياه الاسالة كانت في الشعلة والحرية وحي الاعلام وعلى التوالي (513، 481 ، 473 ppm) واقل قياس TDS كان في مناطق السيدية وحي العامل والبياع وعلى التوالي (300 ، 301 ، 404 ppm). وبالنسبة لمياه RO كان اعلى قياس في محطة حي الجهاد (300 ppm) واقل قياس في محطة القلعة في منطقة الدورة (4 ppm) . تشير هذه النتائج الى ان جودة المياه المعالجة تتأثر بشكل مباشر بحالة الاغشية وتكرار صيانتها ونوعية المياه المستخدمة . وعلى العموم جميع القياسات كانت ضمن المواصفات القياسية العراقية و من منظمة الصحة العالمية.

الرقم الهيدروجيني(pH) : تراوحت قيم pH لمياه الإسالة بين 7.0 – 8.1 (الرصافة) و7.3 – 7.8 (الكرخ)، وجميعها تقع ضمن المدى المسموح به (6.5–8.5). أما مياه RO، فقد كانت قيم pH بين 6.1 – 7.6 في الرصافة، و4.9 – 7.6 في الكرخ، مما يشير إلى انخفاض واضح في بعض العينات، خاصة في محطة النبأ (4.9)، وهو ما يُعدّ دون الحد الأدنى المقبول ويُحتّم إعادة ضبط توازن الحموضة في هذه المحطات.

التوصيلية الكهربائية (EC) : تعد التوصيلية الكهربائية مؤشرا مباشرا على تركيز الاملاح والايونات في المياه .تراوحت قيم التوصيلية الكهربائية (EC)لمياه الاسالة لمناطق الرصافة بين (595.84 – 1023.98) (مايكروسيمنز) حيث سجلت اعلى قراءة للتوصيلية الكهربائية لماء الاسالة لمدينة الصدر الكيارة كون الشبكة قديمة ولارتفاع نسبة المواد الصلبة الذائبة مقارنة مع اقل قيمة في منطقة الفضيلية لكون شبكة المياه افضل . وبالنسبة لمناطق بغداد الكرخ تراوحت قيم التوصيلية بين (591.14 – 1012.14) (مايكروسيمنز) و كانت اقل قراءة في منطقة السيدية واعلى قيمة في منطقة الشعلة ذات الكثافة السكانية الاكبر في الكرخ . اما بالنسبة لنتائج قياس التوصيلية الكهربائية لمياه (RO) فقد سجلت انخفاضا كبيرا حيث تراوحت لمحطات الرصافة بين (11.83 – 479.43) ولمحطات الكرخ بين(7.89 – 591.1) تعزى القيم العالية في منطقة بغداد الجديدة وحي الجهاد الى عدم صيانة المنظومات اللازمة لتنقية المياه .وبشكل عام ان نسبة المحطات الاهلية المنتجة لمياه RO كانت ضمن المواصفات القياسية والتباين يرجع الى نوعية وصيانة وحدات الترشيح المنتجة لها .

تركيز الملوحة : يعتبر التوصيل الكهربائي دالة مباشرة للتركيز الكلي للملوحة (شيت 2004) . حيث يظهر اعلى قيمة لتركيز الملوحة لماء الاسالة لمناطق بغداد الرصافة في مدينة الصدر كانت (0.6553 ppt) واقل قيمة كانت (0.3814 ppt) في الفضيلية ولمناطق الكرخ كانت اعلى قراءة (0.6477 ppt) في مدينة الشعلة واقل قراءة سجلت في السيدية وكانت (0.3788 ppt) .اما بالنسبة لمحطات انتاج مياه RO كانت اعلى قيمة لتركيز الملوحة لمناطق الرصافة في محطة دجلة في بغداد الجديدة (0.3068 ppt) واقل قراءة في محطة المعامل (0.0075 ppt) اما تراكيز الملوحة لمعامل انتاج المياه في الكرخ كانت اعلى قيمة في حي الجهاد (0.3788 ppt) واقل قيمة في محطة القلعة في هور رجب (0.0051 ppt) . يتضح ان التباين في التركيز الملحي كانت ضمن المواصفات المعتمدة من منظمة الصحة العالمية (WHO,2002:6) الخاصة بمياه الشرب ومن المعروف ان الارتفاع في نسبة الملوحة خطرا على صحة الجسم البشري ولكن الانخفاض في نسبة الاملاح ايضا يؤثر على الجسم حيث يسبب امراضا عديدة منها تأخر نمو الاطفال (Innvista,2012) وكما نلاحظ في الشكل (6) و (7) مستوى الملوحة لعينات البحث مما يؤكد فعالية بعض المحطات في خفض الملوحة الى مستويات ممتازة، مع ذلك تظهر البيانات وجود حالات

متفرقة من القيم المرتفعة نسبيا ما يدل على تراجع كفاءة بعض وحدات RO نتيجة الترسبات وبالتالي انسداد الاغشية

الاستنتاجات

من خلال تحليل النتائج الفيزيائية والكيميائية لـ 120 عينة من مياه الإسالة ومياه التحلية المنتجة بتقنية التناضح العكسي (RO) في جانبي مدينة بغداد (الرصافة والكرخ) ، خلال الفترة من الربع الأخير لعام 2024 حتى الربع الأول لعام2025 ، يمكن استخلاص الاستنتاجات الآتية:

1- أظهرت محطات التحلية الأهلية العاملة بتقنية RO كفاءة عالية في تقليل تراكيز TDS و EC وتركيز الأملاح، وكانت النتائج ضمن الحدود المسموح بها حسب المواصفة العراقية رقم 417 لسنة 2009ومنظمة الصحة العالمية.

2- هناك فروقات واضحة في نوعية المياه بين مناطق الرصافة والكرخ، مما يعكس أثر الموقع الجغرافي والبنية التحتية ومستوى الصيانة.

3- تتأثر كفاءة وحدات RO بشكل مباشر بمستوى الصيانة واستبدال الأغشية وتأهيل الكوادر الفنية.

4- مياه الإسالة أظهرت بعض التحسين مقارنة بدراسات سابقة، لكنها لا تزال بحاجة إلى تحسين الشبكات وتقليل التلوث الثانوي.

5- تؤكد النتائج ضرورة تنفيذ نظام رقابة فني صارم على محطاتRO ، لا سيما غير المرخّصة، لكي يعزز الجودة للمياه المنتجة.

التوصيات

استنادا إلى نتائج الدراسة، توصي هذه الدراسة بما يلي:

1. تعزيز برامج المراقبة والتحقق الدوري من جودة المياه المنتجة في محطات RO الأهلية، خاصة غير المرخصة.
2. تطوير نظام صيانة مستدام لوحدات RO يشمل استبدال الأغشية ومعالجة الترسّبات.
3. توفير برامج تدريب وتأهيل للكوادر الفنية في المحطات.
4. تحسين البنية التحتية لشبكات الإسالة وتحديث خطوط التوزيع.
5. تشجيع المواطنين على فحص مياه الشرب المنزلية دوريًا.
6. إجراء دراسات مستقبلية تتضمن دراسة معايير إضافية مثل العكارة، البكتيريا، والمعادن الثقيلة.

المصادر العربية

الأميري، نجلة جبر و علي، عصام محمد والشطي، صباح مالك حبيب. (2013) . تقييم نوعية بعض مياه الشرب المعبأة المحلية والمستورد المعروضة في محافظة البصرة لأغراض الشرب ، مجلة البصرة للعلوم ، (26)1 : 400-387.
https://tj-es.com/ojs/index.php/tjes/article/view/238

الحسن ،شكري ابراهيم (2015) . دراسة جودة مياه الشرب المزالة الاملاح بتقنية RO في مدينة البصرة لاعتماد مؤشر الملوخة. مجلة دراسات البصرة، المجلد(19):152-164 .

السقار، عواطف سعاد، وعبد الخالق، محمد. (2021). تقييم استقرار المياه المعالجة في محطتي الكرخ والرشيد باستخدام مؤشر رايزنر. مجلة الهندسة - جامعة بغداد،15(2) .
https://joe.uobaghdad.edu.iq/index.php/main/article/view/3108

العاني، محمود، وآخرون. (2019). تحليل متعدد المتغيرات لتقييم جودة مياه نهر دجلة داخل مدينة بغداد. مجلة كلية الزراعة - جامعة بغداد،50(1)
https://jcoagri.uobaghdad.edu.iq/index.php/intro/article/view/299:

حمزة، مسعود محسن. (2015). تقييم جودة المياه باستخدام مؤشر الجودة الكندي في بعض محطات معالجة المياه في بغداد. مجلة تكريت للعلوم الهندسية،24(3).
حمودات , ياسمين رعد عبد النافع (2009) .دراسة فيزيائية وكيميائية وإحيائية لمياه الإسالة و الخزانات المنزلية في بعض أحياء مدينة بغداد . رسالة ماجستير. كلية العلوم / جامعة بغداد.
رزوقي ،سراب محمد محمود ومحمد عمار الراوي.(2010) . دراسة بعض الخصائص الفيزيوكيميائية والمايكوبية للمياه المعبأة المنتجة محليا والمستوردة في مدين بغداد . المجلة العراقية لبحوث السوق وحماية المستهلك .مجلد (2). العدد(3). صفحات (75 -103) .
زاهد ،وليد محمد كامل(2010) ، جودة مياه الشرب المعبأ المحلية والمستوردة في المملكة العربية السعودية ، جامعة الملك عبد العزيز : العلوم الهندسية . المجلد (14):104 – 81 .
شيت، باسل محمد (2004). دراسة التباين الكيميائي لبعض مياه الابار لمنطقة شرق دجلة الجديدة وتقييم صلاحيتها للاستخدام البشري والري. مجلة العلوم الزراعية،35(3):1-8 .
عزيز ، رحيم جعفر . (2024). دراسة لبعض الخواص الفيزياوية والكيمياوية لمعامل انتاج مياه الشرب المعبأة لمدينة بغداد . مجلة كلية التربية الاساسية. 30(127) : 185:195 .
محمد، نسرين ياسين، وعبد الرزاق، خالد عادل. (2021). تقييم جودة مياه الشرب في محطة الوحدة لمعالجة المياه في مدينة بغداد. مجلة الهندسة - جامعة بغداد ، 27(9)
https://doi.org/10.31026/j.eng.2021.09.04

المصادر الانكليزية

Al-Dulaimi, G. A., & Younes, M. K. (2017). Assessment of potable water quality in Baghdad City, Iraq. Air, Soil and Water Research, 10, 1–7.
Al-Khatib, I. A., Arafat, H. A., & Da'na, D. A. (2020). "Health and taste implications of remineralizing reverse osmosis-treated drinking water." Water Supply, 20(7), 2554–2563.
Al-Obaidi, A. H., Al-Ani, H. A., & Al-Mashhadani, R. I. (2017). Assessment of drinking water quality in Baghdad. Journal of Environmental and Public Health, 2017.
Al-Saadi, N. A. (2015). Evaluation of drinking water treatment processes in Al-Wahda plant, Baghdad. Journal of Engineering – University of Baghdad, 21(9).
Hussein, H. J., & Taher, A. H. (2017). Assessment of groundwater quality in Baghdad City using water quality index. Environmental Monitoring and Assessment, 189(9), 472.
Hussein, R. M., Sen, B., Koyun, M., & Demirkiran, A. R. (2019). Effects of storage temperature and sunlight exposure on some bottled water marketed in Kirkuk City, North Iraq. International Journal of Engineering Technologies and Management Research, 6(7), 16–26.
Innvista. (2012). Major elements in the human body. Retrieved May 22, 2012, from http://www.innvista.com/anatomy/health/elements.htm

Mohammed, A. F., Ali, S. M., & Hamid, H. A. (2020). Evaluation of reverse osmosis units for hemodialysis water purification in Baghdad hospitals. Iraqi Journal of Science, 61(3), 592–600.

World Health Organization (WHO). (2002). Drinking water guidelines and standards. Geneva: WHO Press.

World Health Organization (WHO). (2017). Guidelines for drinking-water quality (4th ed., incorporating 1st addendum). Geneva: WHO Press.

World Health Organization (WHO).(2022) Guidelines for Drinking-water Quality, 4th Edition, incorporating 1st and 2nd addenda. Geneva: WHO Press

A Study of Selected Physical and Chemical Properties of Reverse Osmosis (RO) Drinking Water Production Stations in Baghdad City

Raheem Jafar Aziz
College of Education/Department of Science
Al-Mustansiriyah University
Rahimjafar76@gmail.com

Abstract

Reverse osmosis (RO) desalination plants represent an effective solution to the growing scarcity of safe drinking water. This study investigates selected physical and chemical characteristics of tap water and RO-treated water in several desalination plants located in different regions of Baghdad, including both the Rusafa and Karkh districts. A total of 120 samples were collected: 60 samples of RO-treated water (30 from Rusafa and 30 from Karkh) and 60 tap water samples (30 from each side). Laboratory analyses were conducted to measure parameters such as temperature, pH, electrical conductivity, total dissolved solids (TDS), and salinity. The results indicated noticeable variations among the samples; however, most measured values were within the permissible limits established by Iraqi Standard No. 417 (2009), demonstrating the effectiveness of RO systems in enhancing water quality. Despite these positive findings, the study identified several operational challenges, including the need for regular membrane maintenance and improved technical training for plant personnel. Therefore, the study recommends strengthening monitoring and quality control measures, and implementing sustainable maintenance programs to ensure the consistent supply of safe, high-quality drinking water.

Keywords: Tap water, reverse osmosis, total dissolved solids (TDS), electrical conductivity, salinity, pH.