مراقبة جودة المياه المنتجة والمنقولة من منظومات الإنتاج بالمؤسسة العامة لتحلية المياه

(CPCi-3813-19-04)

د/ علي آل حمزة
مستشار أبحاث
aalhamzah2@swcc.gov.sa

محتوى العرض

1. منظومة المبادرات والمشاريع الخاصة بجودة المياه المنتجة
2. مقدمة عن برنامج مراقبة جودة المياه المنتجة من محطات التحلية
3. مشروع تطوير برنامج المراقبة
   - الأركان الأساسية للتطوير
   - مراحل تنفيذ مشروع
4. الإمكانات البشرية والتجهيزات المتوفرة بمختبرات معهد الأبحاث والابتكار وتقنيات التحلية
5. نتائج التحليل الكيميائي للمعادن الثقيلة (السامة) ونواتج التعقيم الثانوية
6. بعض أهم المنجزات التي تم تحقيقها في مراقبة جودة المياه
7. الخلاصة
8. التوصيات

منظومة المبادرات والمشاريع الخاصة بجودة المياه المنتجة والمنقولة من محطات التحلية بالمؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة

هي منظومة متكاملة من المشاريع البحثية والمبادرات التطويرية والتي تشكل احتياجات المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة الحالية في مجال رفع مستوى جودة المياه المنتجة والمنقولة من محطات التحلية، وتنفيذاً للاستراتيجية الوطنية للمياه ٢٠٣٠ بالمملكة العربية السعودية، هذه المنظومة تشتمل على ما يلي:

1. تطوير برنامج مراقبة جودة المياه المنتجة والمنقولة من محطات التحلية.
2. تطوير نموذج ثيرموديناميكي وحركي خاص بأنظمة نقل المياه المنتجة.
3. رفع مجموع الأملاح الذائبة الكلية (TDS) للمياه المنتجة والمنقولة لتكون متطابقة مع المواصفات المعتمدة.
4. تطوير نموذج حركي لتحسين المعالجة النهائية للمياه المنتجة.
5. الدراسات الخاصة بتقييم واستخدام مادة ثاني أكسيد الكلور كمادة معقمة وبديلة عن غاز الكلور ومحلول الهيبوكلوريت.
6. مبادرة لتطبيق بعض النماذج الرياضية المعتمدة عالمياً لقياس مؤشر جودة المياه المنتجة من محطات التحلية.

مقدمة عن برنامج مراقبة جودة المياه المنتجة من محطات التحلية

١٩٩١: بدء برنامج المراقبة

مقتصر على محطات الساحل الشرقي (محطات الجبيل والخبر والخفجي) للمياه المنتجة ومياه البحر

التحاليل الكيميائية (تجرى شهرياً)

العناصر السامة : As, Se, Hg, Cr, Pb, Cd **(معايير اختيار هذه العناصر)**

نواتج التعقيم الثانوية تراي هالوميثان

المواد العضوية

٢٠١١: برنامج المراقبة للمياه المنتجة يشمل جميع المحطات في الساحلين الشرقي والغربي

٢٠١٣: تم إضافة مراقبة أيون البرومات كبرنامج مستقل و يشمل جميع محطات التحلية في الساحلين

٢٠١٨: بدأ تطوير برنامج مراقبة جودة المياه المنتجة

تطوير برنامج المراقبة: يوجد أربعة أركان لتطوير

الركن الأول: أن يكون البرنامج مراقبة الجودة قادر على إجراء جميع التحاليل الضرورية واللازمة للمياه المنتجة من محطات التحلية بدقة و مصداقية عالية للتحقق من مطابقتها للمواصفات والمقاييس المعتمدة محلياً وعالمياً

١- **التحاليل الكيميائية والفيزيائية الأساسية:** الرقم الهيدروجيني، الأملاح الكلية الذائبة ، التوصيلية الكهربائية ، القلوية الكلية ، الكلور المتبقي، الكلوريد ، الصوديوم ، البوتاسيوم ، الكالسيوم ، الماغنيسيوم ، البيكربونات ، الكبريتات.

٢- **المغذيات:** الأمونيا ، النترات ، النتريت ، الفوسفات ، السيليكات.

٣- **العناصر الثقيلة (غير العضوية):** زرنيخ، سلينيوم، زئبق، رصاص، كروم، كادميوم، حديد، نحاس، منجنيز، نيكل، ألومنيوم، بورون، يورانيوم، زنك، باريوم، بيريليوم، مولبيديوم (٢٨ عنصر).

٤- **المواد العضوية**

٥- **نواتج التعقيم الثانوية:** ثلاثي هاليدات الميثان، ثلاثي هاليدات حمض الخل، برومات ، كلورات ، كلوريت

٦- **النظائر المشعة**

الركن الثاني: أن يكون برنامج المراقبة قادر على التعامل مع المستجدات و المتغيرات و الحالات الطارئة

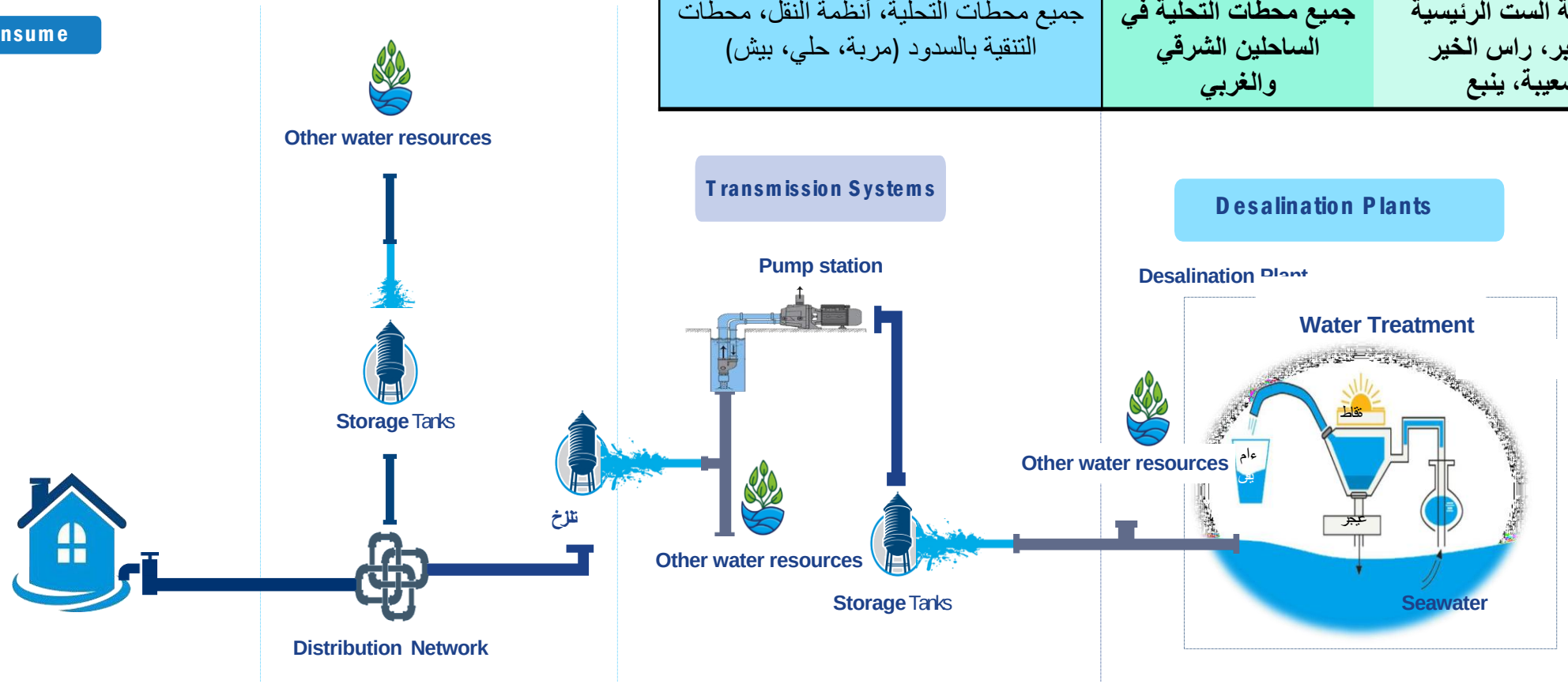
1. استبدال المعقمات المستخدمة في صناعة التحلية.
2. إضافة المياه الجوفية أو مياه السدود للمياه المحلاة.
3. استيعاب الحوادث العرضية مثل التسرب النفطي و التلوث الكيميائي ....لمياه الخليج العربي أو البحر الأحمر.
4. إضافة تحاليل كيميائية أو متغيرات جديدة في المواصفات والمقاييس المعتمدة محلياً وعالمياً
5. و غير ذلك من المتغيرات الأخرى

الركن الثالث: إجراء الدراسات العلمية التطبيقية لإيجاد الحلول المناسبة للمشاكل الخاصة بجودة المياه

الركن الرابع: استخدام تطبيقات علم الإحصاء لتقييم النتائج المتحصل عليها

مراحل تنفيذ مشروع تطوير برنامج مراقبة جودة المياه المنتجة من محطات التحلية

المرحلة الأولى	المرحلة الثانية	المرحلة الثالثة
1/2019	10/2019	٤/2020 - ١٢/٢٠٢٣
محطات التحلية الست الرئيسية الجبيل، الخبر، راس الخير جدة، الشعيبة، ينبع	جميع محطات التحلية في الساحلين الشرقي والغربي	جميع محطات التحلية، أنظمة النقل، محطات التنقية بالسدود (مربة، حلي، بيش)



Scope of the National Water Company

Scope of the Saline Water Conversion Corporation (SWCC) &

الإمكانات البشرية والتجهيزات المتوفرة بمختبرات معهد الأبحاث والابتكار وتقنيات التحلية

تتوفر بهذه المختبرات جميع الإمكانات البشرية من العاملين الحاصلين على أعلى الدرجات العلمية (الدكتوراه، الماجستير والبكالوريوس)

الاسم	# ID	JOB TITLE	LAB
د . علي آل حمزة	U104178	Research Specialist	Chemistry
د . كرس إيست	U721941	Chemical Science researcher	Chemistry
ك. قحيشي آل أدويس	U106363	Research Specialist	Chemistry
م . علي بلغيث السحاري	U106817	Corrosion Assistance Researcher	Corrosion
ك. محمد جبران عياشي	U106538	S. Chemist	Chemistry
م . عبد الرحمن فالح العنزي	U108765	Corrosion Engineer	Corrosion
ف. م . وليد سعد العبود	U103766	Corrosion Sr. Technician	Corrosion
ف. م . حسين عماش الرويلي	U103221	Corrosion Sr. Technician	Corrosion
ك. عيسى موسى الحربي	U104968	Chemistry Specialist	Chemistry
ك. جابر هادي الفيفي	U106747	S. Chemist	Chemistry
ك. عمر محمد الحجيلي	U107465	Chemist	Chemistry
ف. م . صالح احمد المبشر	U104799	LAB Technician	Chemistry
ك. بخيت مده الجدعاني	U107486	S. Analyst	Chemistry
ف. م . فايز سعد العبدالله	U103816	Technician Assistance	Biology

يوجد ثلاثة مختبرات تابعة لمعهد الأبحاث وتقنيات التحلية وتعمل في المشاريع البحثية الخاصة بجودة المياه وهي:

- مختبر الكيمياء (مساحته ٥٢٠ م٢)
- مختبر البيئة والاحياء البحرية (مساحته ٤٠٠ م٢)
- مختبر التآكل (مساحته ٤٢٠ م٢)

تتوفر بهذه المختبرات جميع الإمكانات والتجهيزات اللازمة لإجراء جميع الاختبارات والدراسات البحثية الخاصة بجودة المياه المنتجة من محطات التحلية حسب المواصفات المعتمدة محلياً وعالمياً.

بعض التجهيزات المتوفرة بمختبرات معهد الأبحاث

Chemistry Lab

No.	Equipment	Manufacturer	Equipment Model No.	QTY
1	AAS System	Perkin Elmer	A.Analyst 400	1
2	ICP-OES	Perkin Elmer	Optima DV 2100	1
3	Spectrophotometer	HACH	DR5000	1
4	Ion Chromatography	Thermo Scientific	Dionex ICS-5000+DC	1
5	atomic absorption	Shimadzu	AA-7000	1
6	TXRf	GNR	TX 2000	1
7	Water distillation	Millipore	Milli-Q	1
8	Water distillation	Millipore	Milli-Q	1
9	Electric Oven	Panasonic	MOV-212	1
10	Electric Oven	Panasonic	MOV-212	1
11	Biomedical Freezer	Panasonic	MDF-U443	1
12	Temp Recorder		MTR-4015LH	1
13	GPC	Agilent technologies	7100	1
14	Quadrupole LC/MS	Agilent technologies	6130	1
15	Capillary Electrophoresis	Agilent technologies	1260 infinity	1
16	GCMS with Purge and Trap	Shimadzu	QP2020	1
17	PH & Conductivity Meter	Mettler	sevenCompact PH/Cond S213	1
18	PH & Conductivity Meter	Mettler	sevenCompact PH/Cond S213	1
19	PH & Conductivity Meter	Mettler	sevenCompact PH/Cond S213	1
20	PH & Conductivity Meter	Mettler	sevenCompact PH/Cond S213	1
21	Analytical Balance	Mettler	ME204TEL/00	1
22	Analytical Balance	Mettler	ME204TEL/00	1
23	Analytical Balance	Mettler	ME204TEL/00	1
24	Analytical Balance	Mettler	ME204TEL/00	1
25	ICP-OES	Agilent	5110 VDV	1
26	Ultra Meter	Mettler	Multiparameter	1
27	Extraction system	Horizon technology	SPE-DEX 5000	1
28	Titration Excellence	Mettler	T7	1
29	Ion Chromatography	Metrohm	940 compact IC	1
30	Voltammetric	Metrohm	884 Professional VA	1
31	Spectrophotometer	Merck	Prove 300 Spectroquant	1

Biology Lab

No.	Equipment	Manufacturer	Equipment Model No.	QTY
1	Shaking Waterbath	Fisher	125	1
2	PCR	Cepheid	Smart Cycle	1
3	DNA RNA Purification	QIAGEN	QIACUBE	1
4	capillary electrophoresis system	QIAXCEL	QIACELL	1
5	Microscope	Nikon	Nikon	1
6	Toxicity Analyzer	Delta Tox	SH1001	1
7	Nitrate/Nitrite Analyzer	FIA Lab	FIA Lab	1
8	Ammonia & Phosphate Analyzer	FIA Lab	2500	1
9	SIA	FIA Lab	3500	1
10	Cytosense	CytoBuoy	Cytosense	1
11	Sartajet Pump	Sartorius	Sartojet	1
12	Water distillation	Millipore	Milli-Q	1
13	Electric Oven	Panasonic	MOV-212	1
14	Biomedical Freezer	Panasonic	MDF-U443	1
15	Ultra-Low Temperature Freezer	Panasonic	MDF-U74V	1
16	Autoclave	Panasonic	MLS-3781	1
17	Heated Incubator	Panasonic	MIR-262	1
18	Temp Recorder		MTR-4015LH	1
19	Temp Recorder		MTR-G85C	1
20	Biosafety Cabinets	labconco	302481150	1
21	Biosafety Cabinets	labconco	302481150	1
22	PH & Conductivity Meter	Mettler	sevenCompact PH/Cond S213	1
23	PH & Conductivity Meter	Mettler	sevenCompact PH/Cond S213	1
24	Analytical Balance	Mettler	ME204TEL/00	1
25	Analytical Balance	Mettler	ME204TEL/00	1
26	Microscope	NIKON	Eclipse Ci-L	1
27	Microscope	NIKON	Eclipse Ci-L	1

التكلفة التقديرية السنوية لمشروع مراقبة جودة المياه

pH	50
Conductivity	50
Turbidity (NTU)	50
Total hardness as CaCO3	50
Mg-hardness	50
Ca-hardness as CaCO3	50
Residual Chlorine Cl2	50
Cyanide (total)	150
Carbonate, CO3	50
Bicarbonate, HCO3	50
Total organic carbon	200
Total alkalinity	50
P-alkalinity	50
Total dissolved solid	75
Silica	150
Chloride	250
Bromide	250
Fluoride	250
Nitrite	250
Nitrate	250
Phosphate	250
Sulfate	250
Aluminium	300
Antimony	300
Arsenic	300
Barium	300
Beryllium	300
Boron	300

Cadmium	300
Calcium	300
Chromium	300
Cobalt	300
Copper	300
Iron	300
Lead	300
Magnesium	300
Manganese	300
Mercury	300
Molybdenum	300
Nickel	300
Potassium	300
Selenium	300
Silicon	300
Sodium	300
Vanadium	300
Zinc	300
Bromate	600
Chlorate	600
Chlorite	600
Chloroform	500
Dichlorobromomethane	500
Dibromochloromethane	500
Bromoform	500
Monochloro acetic acid	500

Dichloro acetic acid	500
Trichloro acetic acid	500
Monobromo acetic acid	500
Bromochloro acetic acid	500
Dibromo acetic acid	500
Organics	3250
E.Coli	500
Coliform and faecal Coliform Bactria	500
Total Viable Bacteria	500

التكلفة التقديرية السنوية لمشروع مراقبة جودة المياه

٣٥,٠٠٠,٠٠٠ SR

نتائج التحليل الكيميائي للمعادن السامة

ونواتج التعقيم الثانوية

مختصر لنتائج التحاليل الكيميائية للمياه المنتجة من محطات التحلية في الساحل الشرقي (الجبيل – الخبر – الخفجي) لمدة عشرين عام

Year	Cd (ppb)	Cr (ppb)	Se (ppb)	Pb	Hg	As (ppb)	$CHCl_3$	$CHBrCl_2$ (ppb)	$CHBr_2Cl$ (ppb)	$CHBr_3$ (ppb)
1998	0.25 الخبر	0.30 الخبر								
1999	0.85 الخبر	0.23 الخفجي								
2000	0.10 الخبر									
2001								0.31 الخبر	0.48 الخبر	4.0 الخبر / 4.0 الجبيل / 0.9 الخفجي
2002									0.40 الخبر	2.3 الخبر / 0.35 الجبيل / 0.65 الخفجي
2003										2.3 الخبر / ND / 0.55 الخفجي
2004 - 2006										
2007			0.15 الجبيل			0.15 الخبر / 0.09 الجبيل / 0.03 الخفجي				
2008 - 2012										
2013										6.0 الخبر
2014 - 2018										
MEWA	3	50	40	10	6	10	200	60	100	100
WHO	3	50	10	10	1	10	300	60	100	100
DL	0.002	0.004	0.030	0.05	0.009	0.030	0.03	0.05	0.05	0.10

المعادن الثقيلة (Heavy metals)

PLANT	10/2020						11/2020					
	As (ppb)	Se (ppb)	Hg (ppb)	Pb (ppb)	Cr (ppb)	Cd (ppb)	As (ppb)	Se (ppb)	Hg (ppb)	Pb (ppb)	Cr (ppb)	Cd (ppb)
JUBAIL- PH2	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
KHOBAR LINE-6	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
KHOBAR HUFUF	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
RAS ALKHAIR	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
SHOAIBA (PHASE-1)	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
SHOAIBA (PHASE -2)	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
SHOAIBA (PHASE-3 MSF)	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
SHOAIBA (PHASE-3 RO1)	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
SHOAIBA (PHASE-3 RO2)	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
YANBU (PHASE -2) – PS1 YANBU LINE	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
YANBU (PHASE -2) -PS1 MADINAH LINE	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
YANBU (PHASE 3)	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
JEDDAH (RO 1&2 MIX)	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
JEDDAH (RO 3)	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
FARASAN	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
QUNFUDAH	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
ALLITH	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
AZIZIA	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
RABIGH	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
UMMLUJJ	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
ALWAJH	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
DUBA	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
HAQL	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1	<1	<1	<0.15	<1	<1	<1
GSO, WHO	10	10	1	10	50	3	10	10	1	10	50	3

أيون البرومات (BrO_3^- ≤ 10 ppb)

DATE, 2020

PLANT	4/10	11/10	18/10	25/10	1/11	8/11	15/11	22/11	29/11	6/12	13/12
JUBAIL- PH2				3.6	<2	-	7.3	4.4	8.5	6.6	4.5
KHOBAR LINE-6					<2	<2	<2	6.0			5.1
KHOBAR HUFUF					4.0	3	<2	-			2.5
RAS ALKHAIR			3.5	2.5	<2	3.7					<2
SHOAIBA (PHASE-1)	<2		3.6	<2	<2	<2	<2	<2	3.3	2.3	
SHOAIBA (PHASE -2)			4.2	2.9	3.5						
SHOAIBA (PHASE-3 MSF)			3.7	4.1	4.0	3.9	3.7	3.5		4.1	
SHOAIBA (PHASE-3 RO1)			<2	2.8	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
SHOAIBA (PHASE-3 RO2)			<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
YANBU (PHASE -2) – PS1 YANBU LINE	2.5		4.5	7.8	<2	2.0	<2	3.8			<2
YANBU (PHASE -2) -PS1 MADINAH LINE	2.4		7.2	5.3	<2	2.3	<2	2.8			<2
YANBU (PHASE 3)	2.4		4.0	3.9	<2	3.7	4.1	3.7			<2
JEDDAH (RO1&2 MIX)			3.2		<2					<2	
JEDDAH (RO 3)			6.0		<2		<2		<2	<2	
FARASAN		-		-	<2	-	<2	-	<2	-	<2
QUNFUDAH		-		-	<2	-	<2	-	<2	-	<2
ALLITH		-		-	<2	-	<2	-	<2	-	2
AZIZIA		-		-	<2	-		-	2.2	-	<2
RABIGH		-		-	<2	-		-	-	-	<2
UMMLUJJ		-		-	<2	-	<2	-	<2	-	<2
ALWAJH		-		-	<2	-		-	<2	-	<2
DUBA		-		-	<2	-		-	<2	-	
HAQL		-		-	<2	-	<2	-	<2	-	2.1

Total trihalomethanes (T THMs ≤ 1 ppb) مركبات ثلاثي هاليدات الميثان

PLANT	10/2020		11/2020			12/2020
	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(1)
JUBAIL- PH2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
KHOBAR LINE-6	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
KHOBAR HUFUF	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
RAS ALKHAIR	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
SHOAIBA (PHASE-1)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
SHOAIBA (PHASE -2)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
SHOAIBA (PHASE-3 MSF)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
SHOAIBA (PHASE-3 RO1)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
SHOAIBA (PHASE-3 RO2)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
YANBU (PHASE -2) – PS1 YANBU LINE	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
YANBU (PHASE -2) -PS1 MADINAH LINE	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
YANBU (PHASE 3)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
JEDDAH (RO 1&2 MIX)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
JEDDAH (RO 3)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
FARASAN	< 1	-	< 1	-	< 1	-
QUNFUDAH	< 1	-	< 1	-	< 1	-
ALLITH	< 1	-	< 1	-	< 1	-
AZIZIA	< 1	-	< 1	-	< 1	-
RABIGH	< 1	-	< 1	-	< 1	-
UMMLUJJ	< 1	-	< 1	-	< 1	-
ALWAJH	< 1	-	< 1	-	< 1	-
HAQL	< 1	-	< 1	-	< 1	-

بعض أهم المنجزات التي تم تحقيقها في مشروع

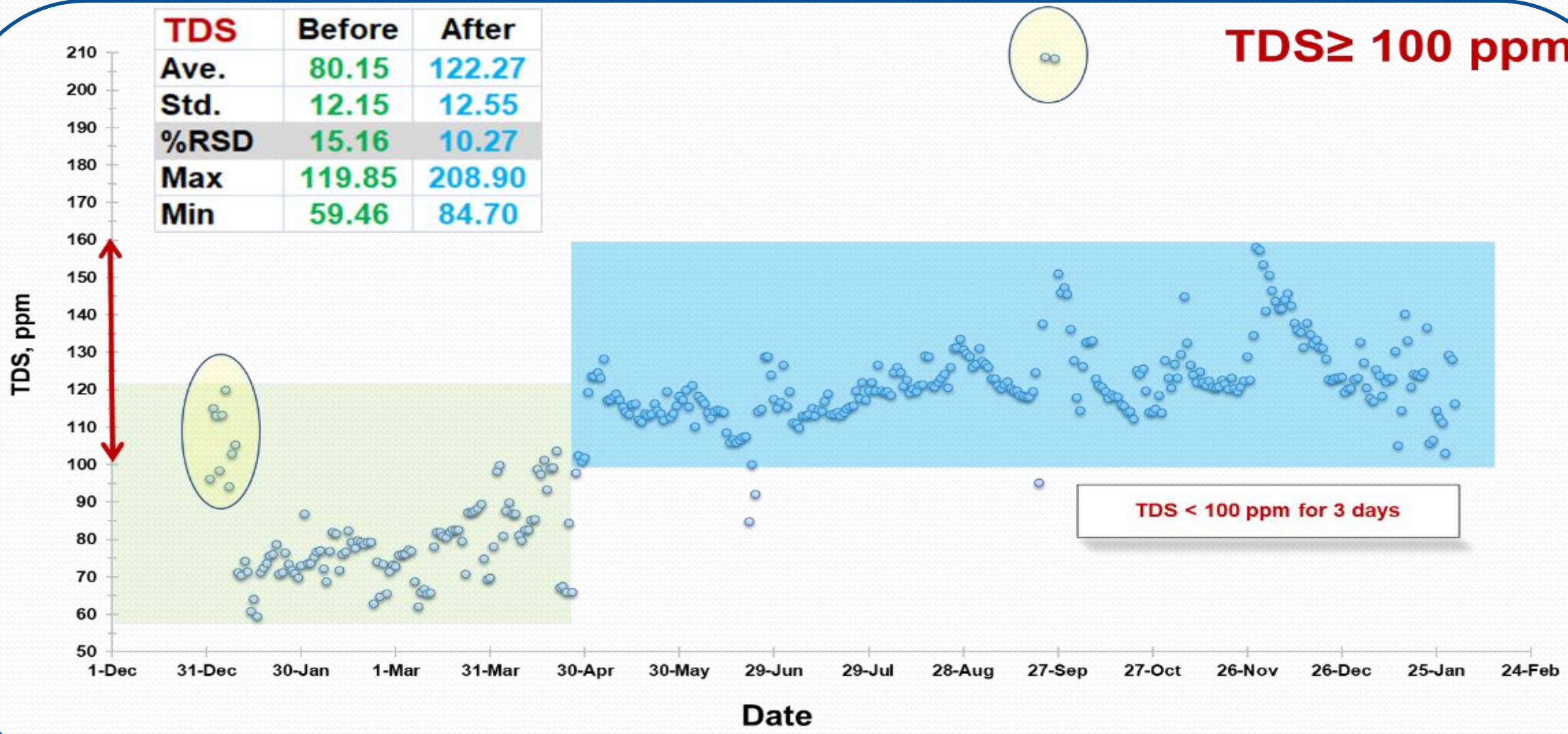
تطوير برنامج مراقبة جودة المياه

تم مراقبة جودة المياه في نقاط لأول مرة يتم مراقبتها في تاريخ المؤسسة العامة لتحلية المياه في مناطق الرياض، مكة المكرمة، المدينة المنورة، المنطقة الشرقية والمنطقة الجنوبية

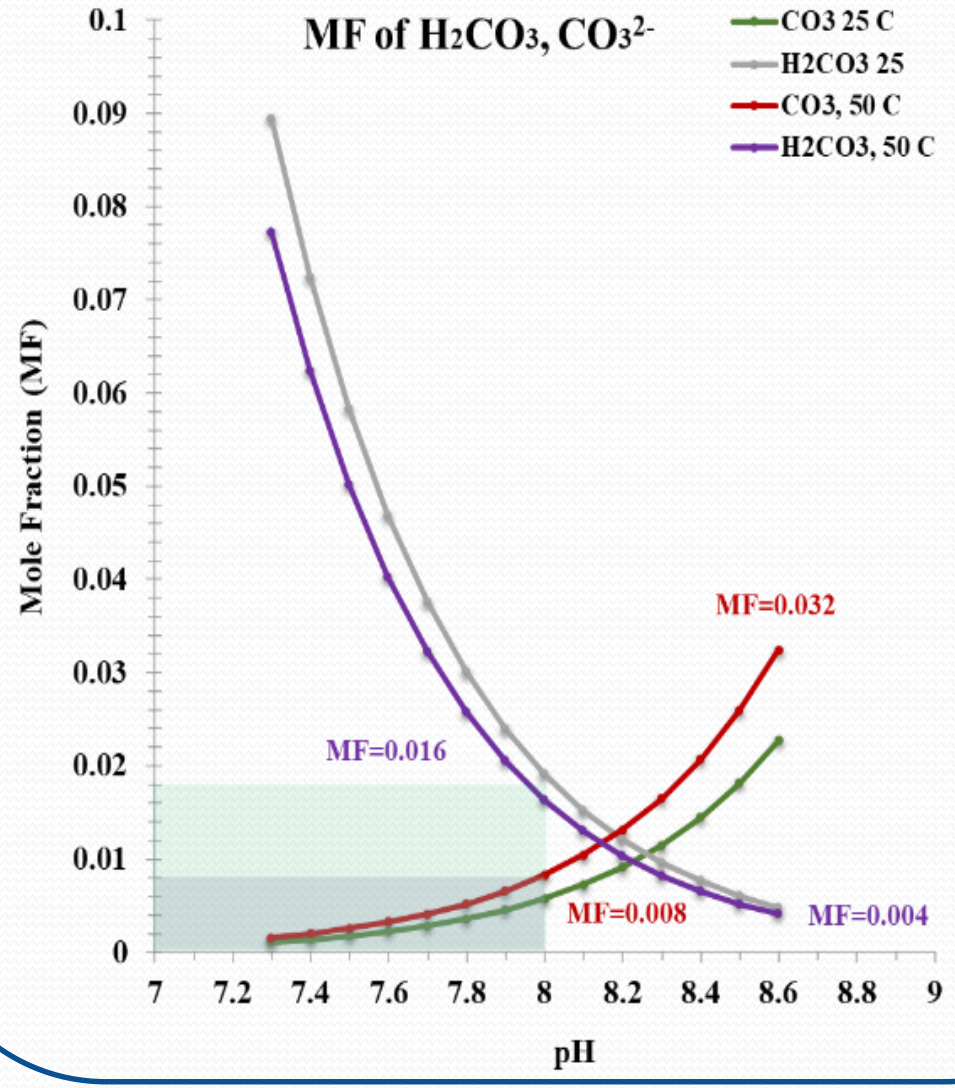
#	محطات إنتاج المياه – أنظمة نقل المياه – محطات التنقية بالسدود	عدد نقاط المراقبة
١	الجبيل	٤
٢	الخبر	٣
٣	راس الخير	١
٤	الشعيبة	٦
٥	جدة	٢
٦	ينبع – المدينة المنورة	٣
٧	الشقيق	١
٨	الخفجي	٢
٩	وحدات الإنتاج (المحطات الصغيرة)	٩
١٠	أنظمة نقل الجبيل – الرياض – القصيم	14
١١	أنظمة نقل راس الخير	٥
١٢	أنظمة نقل الشرقية	٥
١٣	أنظمة نقل الشعيبة	٧
١٤	أنظمة نقل ينبع – المدينة المنورة	١٠
١٥	أنظمة نقل الشقيق	٣
١٦	محطات التنقية بالسدود (مربة – بيش- حلي)	٣
	المجموع	٧٨

نجاح رفع تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) في المياه المنتجة من محطة راس الخير بعد المعالجة النهائية خلال عام ٢٠١٩ م

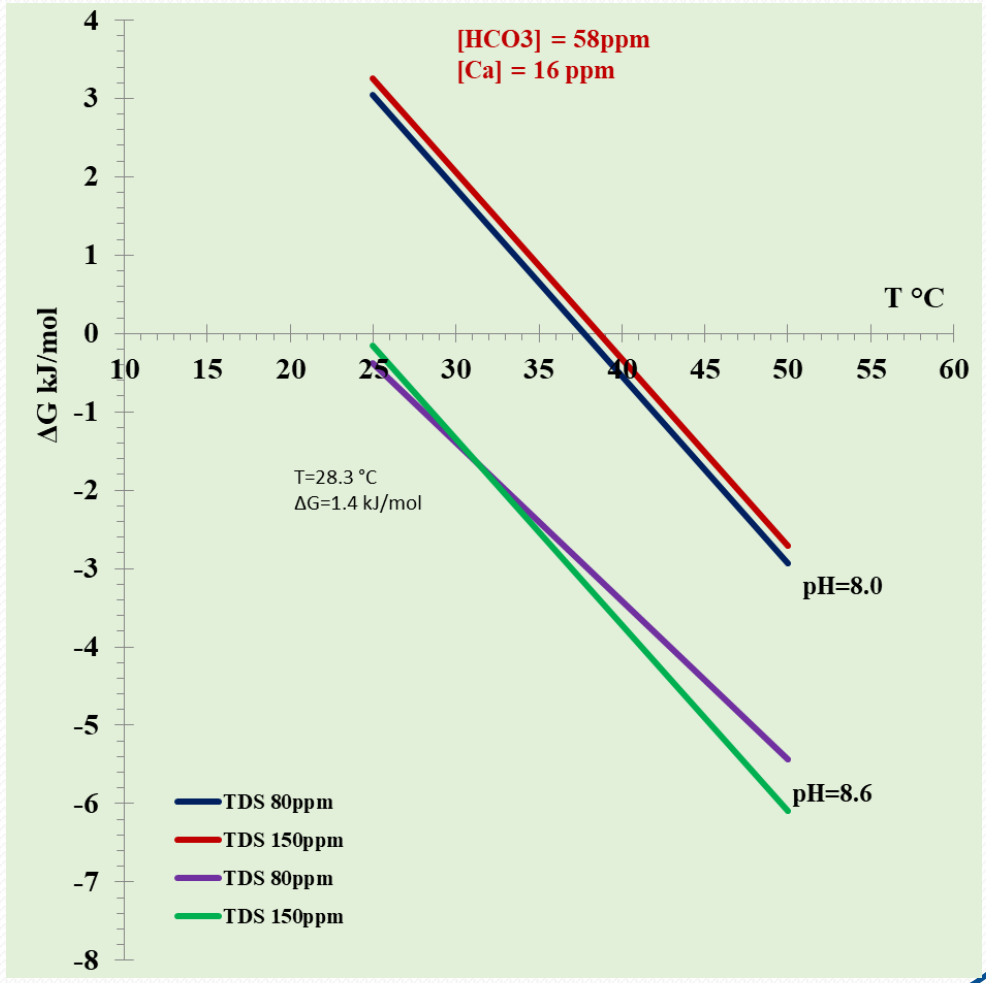
TDS	Before	After
Ave.	80.15	122.27
Std.	12.15	12.55
%RSD	15.16	10.27
Max	119.85	208.90
Min	59.46	84.70



تطوير نموذج ثيرموديناميكي وحركي خاص بأنظمة نقل المياه المنتجة – إعداد الملف الخاص لتسجيل براءة اختراع



$$Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightleftharpoons CaCO_3$$



نشر ورقتان علميتان في مجلات عالمية محكمة

“The role of the viscous sublayer in calcium carbonate dissolution”

Desalination and Water Treatment
www.deswater.com
doi: 10.5004/dwt.2020.25967

201 (2020) 20–30
October

The role of the viscous sublayer in calcium carbonate dissolution

Christopher M. Fellows[a,b,*], Ali A. Al-Hamzah[a,b], Gaheishi A.H. Al-Dowis[a], Michael G. Evans[b], Mohammed Mahmoodur Rahman[a]

[a]Desalination Technologies Research Institute, Saline Water Conversion Corporation, Al Jubail 31951, Kingdom of Saudi Arabia, Tel. +966 13 3400333; Fax: 31701; emails: cmfellows@swcc.gov.sa/cfellows@unsw.edu.au (C.M. Fellows), aal-hamzah2@hotmail.com (A.A. Al-Hamzah), gahcon@hotmail.com (G.A.H. Al-Dowis), mrahman4@swcc.gov.sa (M.M. Rahman)
[b]School of Science and Technology, The University of New England, NSW 2351, Australia, email: mevans2@une.edu.au (M.G. Evans)

Received 17 October 2019; Accepted 20 March 2020

ABSTRACT

Remineralization is a key component of post-treatment of desalinated water, particularly that obtained by thermal desalination, to avoid corrosion in distribution systems and address human health concerns. Dissolution of limestone under an elevated pressure of carbon dioxide is a common remineralization procedure. Prompted by the desire to optimize this process, we examined literature data on its kinetics and found that there was no consensus on the mechanism of dissolution or the nature of the rate-controlling step. We propose a steady-state model, where there is a locally constant concentration of solute in a surface layer of solvent, with the rate of dissolution controlled by transport into and out of this surface layer. This model can explain the wide variation reported in experimental rate coefficients for calcium carbonate dissolution and fit experimental data obtained under very different systems with physically reasonable values for the thickness of the viscous sublayer.

Keywords: Remineralization; Post-treatment; Kinetics; Calcium carbonate

1. Introduction

Dissolution of solids in liquids is a phenomenon familiar to everyone from their daily lives. To all appearances, it would seem to be a simple one, and considering how critical it is to many industrial processes of enormous importance, it would be reasonable to expect that it had been well understood by this time. However, this does not seem to be the case [1], despite impressive advances in the methods available for its study [2]. The kinetics of dissolution is frequently expressed in empirical terms without a clear mechanistic significance [3,4], and rate equations are often expressed as functions of the extent of reaction, $1-\Omega$ (where $\Omega = Q_{sp}/K_{sp}$), a measure of the thermodynamic favorability of the process that has no in-principle connection to its kinetics (Fig. 1) [5,6].

This paper will discuss one particular case of dissolution, that of calcium carbonate. This is of significance geologically, as a major factor in the evolution of karst landscapes [11], and socio-politically, as a constraint on the impact of the postulated "de-alkalinization" of oceanic surface waters [12], and in desalination, as the key reaction in many remineralization systems [13]. There is no clear consensus on the appropriate rate expression for dissolution of calcium carbonate [14] which reflects an unclear picture of the underlying mechanisms. At present processes for remineralization of desalinated water by calcium carbonate dissolution with carbon dioxide typically require amounts of carbon dioxide in excess of the stoichiometric amount which must be removed by degassing or neutralization with lime after remineralization [15,16], and a clearer understanding of the mechanism and kinetics should allow better management of this process by optimizing conditions for the rapid reaction of carbon dioxide and limestone.

* Corresponding author.

1944-3994/1944-3986 © 2020 Desalination Publications. All rights reserved.

“Use of chlorine dioxide as alternative to chlorination in reverse osmosis product water”

Desalination and Water Treatment
www.deswater.com
doi: 10.5004/dwt.2019.24441

163 (2019) 57–66
September

Use of chlorine dioxide as alternative to chlorination in reverse osmosis product water

Ali A. Al-Hamzah[a,*], Mohammed Mahmoodur Rahman[a], Prasanna Kurup[a], Anwar Barnawi[a], Bader Ghannam[b], Ibrahim Musharraf[b], Fuad Al Najjar[c], Ahmed Obeidallah[c], Nicola Palmer[d]

[a]Desalination Technologies Research Institute (DTRI), P.O. Box: 8328, Al-Jubail 31951, Saudi Arabia, Tel. +966508236844; emails: MRahman4@swcc.gov.sa (M.M. Rahman), Tel. +966550665223; email: Aalhamzah2@swcc.gov.sa (A.A. Al-Hamzah), Tel. +966532648430; email: PKurup@swcc.gov.sa (P. Kurup), Tel. +966567450582; email: ABarnawi3@swcc.gov.sa (A. Barnawi)
[b]Saline Water Conversion Corporation, Eastern Province Al-Jubail RO Plant, P.O. Box: 8034, Al-Jubail 31951, Saudi Arabia, Tel. +966133430333; emails: BAlGhannam@swcc.gov.sa (B. Ghannam), IAl-Musharraf@swcc.gov.sa (I. Musharraf)
[c]Sendab International Co., P.O. Box: 8275, Dammam 31482, Saudi Arabia, Tel. +966538570777; email: fuadnajjar@nayazik.com (F.A. Najjar), Tel. +966500117194; email: ahmed.obeid@nayazik.com (A. Obeidallah)
[d]Pinnaclehill Industrial Estate, Kelso, TD5 8DW, Scotland, UK, Tel. +447800713489; email: NicolaP@scotmas.com

Received 11 July 2018; Accepted 21 May 2019

ABSTRACT

Enhanced bromate formation has been observed in desalination-derived drinking water containing bromide disinfected by chlorination under alkaline conditions. As an alternative to chlorine disinfection in drinking water, chlorine dioxide (ClO_2) was investigated to elucidate its performance in curtailing the bromate formation in the seawater reverse osmosis product water. The occurrence of disinfection by-products (DBPs), viz., chlorite, chlorate and trihalomethanes (THMs) was also monitored during the whole period of the tests at varying distances of 10, 50 and 3,500 m. Bromate concentrations throughout the trial were found to be ~2 ppb indicating negligible or no bromate formation at the optimum residual ClO_2 in the range of 0.18–0.20 ppm. Chlorite (<0.01–0.1 ppm), chlorate (<0.05–0.14 ppm) and calculated total THMs were found to be within the range of the regulatory limits (<1) set by the World Health Organization (WHO). Biological analyses showed total coliforms and *E. coli* were negative indicating ClO_2 to be very efficient at the optimum residual in the range of 0.18–0.20 ppm. The chlorine dioxide generating system used in this test was found to be efficient in generating chlorine dioxide with minimum amounts of DBPs.

Keywords: Bromate; Chlorine dioxide; Disinfection; THMs; Disinfection by-products

1. Introduction

The major source of drinking water in the Kingdom of Saudi Arabia originates from seawater desalination. Saline Water Conversion Corporation (SWCC), a Government Agency responsible for producing desalinated water in the Kingdom, has installed several multistage flash distillation (MSF) and reverse osmosis (RO) desalination plants along the coast of Red Sea and Arabian Gulf. MSF plants contribute the major share of the water being produced in the Kingdom. The distillates from MSF plants are normally blended with an adequate amount of groundwater in order to enhance the mineral content, followed by disinfection before sending to the distributing networks for domestic consumption.

* Corresponding author.

1944-3994/1944-3986 © 2019 Desalination Publications. All rights reserved.

تعمل المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة للتحول إلى ثاني أكسيد الكلور

مشاريع التحول الى ثاني أكسيد الكلور

المحطات وأنظمة النقل	المرحلة	الاستخدام الحالي	مشاريع التحول الى ثاني اكسيد الكلور
الجبيل	١	هيبوكلوريت الكالسيوم	لا يوجد مشروع والمرحلة في خطة استبدال في ٢٠٢٢م لا جدوى من اقامة مشروع لها
	٢	غاز الكلور	تم اعتماد مشروع التحول الى ثاني أكسيد الكلور والان تحت التنفيذ
الخبر	٢	هيبوكلورت الصوديوم	لا يوجد مشروع والمرحلة في خطة استبدال في ٢٠٢٢م لا جدوى من اقامة مشروع لها
	٣	هيبوكلورت الصوديوم	تم الرفع بالطلب والان مشروع التحول الى ثاني أكسيد الكلور تحت إجراءات التعاقد
	RO	هيبوكلورت الصوديوم	لا يوجد مشروع والمحطة لم تستلم من المقاول وقد تم مخاطبة اللجنة بطلب التحول الى ثاني أكسيد الكلور
راس الخير	MSF	غاز الكلور	مدرج مشروع التحول الى ثاني أكسيد الكلور ضمن مشاريع 2021 وتم الانتهاء من وضع ومراجعة المواصفات من جميع الاقسام وسيتم رفع المشروع بالنظام خلال اليومين القادمين
	RO		
الخفجي	RO	ثاني أكسيد الكلور	
الشعيبة	1	هيبوكلورت الصوديوم	لا يوجد مشروع والمرحلة في خطة استبدال في ٢٠٢٢م لا جدوى من اقامة مشروع لها
	2	هيبوكلورت الصوديوم	تم توقيع عقد مع شركة العسيس لتركيب النظام
	RO	هيبوكلورت الصوديوم	لا يوجد مشروع والمحطة لم تستلم من المقاول وقد تم مخاطبة اللجنة بطلب التحول الى ثاني أكسيد الكلور منذ ما يقارب السنتين اثناء بداية اعمال الإنشاءات
جدة	RO1	هيبوكلورت الصوديوم	مدرج مشروع التحول الى ثاني أكسيد الكلور ضمن مشاريع 2021 وتم الانتهاء من وضع ومراجعة المواصفات من جميع الاقسام وسيتم رفع المشروع بالنظام
	RO2		
	RO3		
ينبع	2	هيبوكلورت الصوديوم	تم اعداد ورفع نطاق العمل ، وفي انتظار اكتمال السلسلة الاعتمادية لمشروع التحول الى ثاني أكسيد الكلور
	3	غاز الكلور	تم الانتهاء من المواصفات وتحليل عروض الاسعار وجاري انهاء اجراءات التعاقد مع شكره ايزيا الإيطالية وهي معتمدة لدى معهد الابحاث في المؤسسة

الشقيق	MSF	هيبوكلورت الصوديوم	لا يوجد مشروع والمرحلة في خطة استبدال في ٢٠٢٢م لا جدوى من اقامة مشروع لها
	RO	ثاني أكسيد الكلور	
المحطات الصغيرة	حقل	ثاني أكسيد الكلور	
	ضبا	ثاني أكسيد الكلور	
	الوجه	ثاني أكسيد الكلور	
	املج	ثاني أكسيد الكلور	
	رابغ	هيبوكلوريت كالسيوم Calcium Hypochlorite	لا يوجد مشروع والمرحلة في خطة استبدال قبل ٢٠٢٢م
	العزيزية	هيبوكلوريت كالسيوم Calcium Hypochlorite	
	الليث	ثاني أكسيد الكلور	
	القنفذة	ثاني أكسيد الكلور	
محطات التنقية	مربة	غاز الكلور	جاري اعداد نطاق العمل للطرح
	بيش	غاز الكلور	
	حلي	غاز الكلور	بانتظار الارتباط المالي من وزارة البيئة والمياه والزراعة
	يبه	غاز الكلور	
	قانونة	غاز الكلور	
	الليث	غاز الكلور	

الخلاصة

بالاعتماد على المواصفات والمقاييس المعتمدة محلياً (وزارة البيئة والمياه والزراعة بتاريخ ٨/٨/١٤٤٢ هـ) وعالمياً (منظمة الصحة العالمية) لمياه الشرب الغير معبأة، أظهرت نتائج التحليل الكيميائي (الأساسية ونواتج التعقيم الثانوية والمعادن الثقيلة) أن المياه المنتجة من منظومات الإنتاج بالمؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة مطابقة للمواصفات والمقاييس المعتمدة محلياً وعالمياً وأن أغلب النتائج كانت أدنى من حدود كشف أجهزة التحليل المتقدمة المستخدمة في تحليل عينات المياه مثل:

- جهاز الامتصاص الذري (Atomic absorption spectroscopy, AAs)
- جهاز الانبعاث الذري للبلازما المقترن بطيف الكتلة (Inductively coupled plasma- mass spectrometry, ICP-MS)

جهاز الكروماتوجرافي الغازي المقترن بطيف الكتلة (Gas chromatography-mass spectrometry)

التوصيات

✓الاستمرار في تطوير برنامج المراقبة جودة المياه المنتجة حسب ما هو مخطط له نوعاً وكماً.

✓إجراء الدراسات البحثية الخاصة بجودة المياه.

✓ايجاد حلول مبتكرة لمشاكل جودة المياه.

شكراً لحضوركم و استماعكم