

مخرج محطة تحلية المياه في اشكلون (يمين) ومياه التبريد في محطة كهرباء شركة الكهرباء (اليسار) (الصورة: إيلان ميلستر)

تحلية مياه البحر - صمود، تحديات ومخاطر

د. سينيا نتنياهو

كبير العلماء في وزارة البيئة

ملخص

تتم إدارة قطاع المياه في إسرائيل في "حالة الطوارئ" بشكل آن وعلى مر السنين. هذا الواقع يتطلب قدرة ديناميكية على التكيف مع الحالة من خلال تغيرات في مخصصات المياه وإدارة مصادر إمدادها. وأسباب هذه الحالات عديدة ومتنوعة كفترات الجفاف الطويلة ، ونضوب مياه الخزانات الجوفية بسبب الإفراط في ضخها، وتدهور جودتها بسبب التلوث الناجم عن الملوثات المدينية من مواقع الصرف الصحي والنفايات الزراعية والصناعية، ثم تسرب مياه البحر المالحة الى الابار الجوفية، ما يسبب لاغلاقها نظرًا لتردي جودتها. لذا وبهدف تقليص الفجوات بين الطلب على المياه وإمدادها، قررت الحكومة ، في قرارات عديدة، أن على إسرائيل، أن تستعد لتحلية مياه البحر. ووقفت امام اعين صنّاع القرار عواقب الإفراط في ضخ مياه بحيرة طبريا وخزانات المياه الجوفية ، اي تملح هذه المصادر ثم الحاجة لإعادة تأهيلها والحفاظ على المستويات المطلوبة.

لا يقتصر إنتاج المياه في محطات التحلية على تقليص الفجوات في نقص المياه وانما في إمكانية إعادة تأهيل الخزانات ثم المحافظة على منسوبها. تحلية المياه مفيدة أيضًا في تحسين نوعية المياه عن طريق تقليل ملوحة المياه الطبيعية من خلال مزجها بمياه المشروع القطري ومياه الأبار، وكذلك تقليص الحاجة إلى تجفيف المناطق الزراعية والحدائق ثم منع تدمير مصادر المياه الطبيعية والنظم البيئية الطبيعية المجاورة.

من المستحيل نكران حاجة إسرائيل ونجاحها في خلق صمود وطني في مجال توفير المياه. حيث انها اليوم مستعدة للتغيرات المناخية والجفاف من حيث توفيرها لمياه الشرب والصناعة. ومع ازدياد حدة التغيرات المناخية في المنطقة ، وزيادة الطلب على المياه وانخفاض كمية ونوعية مصادر المياه الطبيعية ، سيتعين على إسرائيل زيادة الجهود وزيادة الطاقة الإنتاجية للمياه المحلاة.

ومع ذلك ، لا يمكننا تجاهل حقيقة أن بناء الصمود جاء من خلال استقلالية وطنية في إنتاج مياه الشرب وهنالك أيضًا وجهات نظر تخلق تحديات ، بل حتى انها تخلق مخاطر يمكن أن تقوض الصمود التي تم بناؤه في إسرائيل على مدار العقد ونصف العقد الماضيين. ومن بين التحديات والمخاطر، الأثار البيئية السلبية في البر والبحر بعد بناء المنشآت ، وامتصاص المياه من البحر واعادتها اليه بتركيز عالى من الملح.

ان حساسية المنشآت بسبب الأعطال الفنية وبسبب التعرض لهجمات السيبر والأحداث الأمنية ، وبسبب التعلق بجودة مصدر المياه والقلق بشأن حالات تلوث البحر؛ والحفاظ على الاستقرار المالي والحد من مركزية أصحاب المنشآت ؛ ثم الحفاظ على الخبرة التكنولوجية والعلمية في ضوء إيداع معظم الإنتاج بايدي شركات خاصة. وبطبيعة الحال ، فإن بعض التحديات والمخاطر هي للشركات الخاصة اصحاب المرافق ، لكن المسؤولية الشاملة لتوفير المياه لدولة إسرائيل تبقى على عاتق الدولة.

سوف يشكل الإنتاج الواسع النطاق للمياه المحلاة في العقود القادمة، تحديا آخر لدولة إسرائيل الا وهو التعامل مع كميات هائلة من مياه الصرف الصحي. كما وأنه من غير المتوقع أزدياد الطلب الكلي على المياه في الزراعة كما سيكون الطلب على مياه الشرب. علاوة على ذلك ، من منظور طويل الأجل ، قد يتم تقليص نطاق الزراعة بسبب التنافس على استخدام الأرض ، ثم على القيمة البديلة للأراضي في إسرائيل ، وبسبب أسعار المياه للزراعة (المياه العذبة والمكررة). لذلك ، قد يكون هناك وضع يكون فيه النموذج الاقتصادي المتمثل في أن الجدوى الاقتصادية لمعالجة المياه العادمة وإعادة تكريرها لأغراض الري سينهار (وفقًا للمعايير الحالية). هذا السيناريو يفتح عددًا من الفرص التي ينبغي دراسة جدواها بعمق ، بما في ذلك: التعاون الإقليمي في تجارة المياه المكررة للري اضافة الى التعاون القائم بموجب الاتفاقيات الثنائية بشأن مياه الشرب ؛ ثم معالجة المياه العادمة وتكرير مياه الصرف الصحي إلى مستوى أفضل ومناسب لتزويد مياه الشرب والصناعة وحتى الى الطبيعة.

كلمات البحث: تكنولوجيا المياه. الموارد المائية. التنمية المستدامة ، المياه المكررة. تغيرات مناخية. التعاون الإقليمي. التخطيط الاستراتيجي لاقتصاد المياه

على مر السنين ، اتخذت حكومة إسرائيل العديد من القرارات الحكومية المتعلقة ببناء محطات لتحلية المياه. من بين القرارات ، القرار الحكومي رقم 4895 لعام 1999 ، الذي ينص على الحاجة إلى الاستعدادات لتحلية مياه للشرب ، وقرار اللجنة الوزارية للشؤون الاجتماعية والاقتصادية لعام 2003 بشأن إنشاء سبع محطات لتحلية المياه بحلول عام 2004 والتي ستوفر 315 مليون متر مكعب من المياه سنويًا ، وخطة لتحلية المياه في القرار الحكومي لعام 2000 بشأن إنشاء محطة لتحلية المياه بحجم 50 مليون متر مكعب على الشاطئ الجنوبي ، ثم القرار الحكومي رقم 1882 لعام 2007 لبناء محطات لتحلية المياه بطاقة إنتاجية إجمالية قدرها 505 مليون متر مكعب في السنة ، والقرار الحكومي رقم 3533 لعام 2008 ، الذي حدد زيادة حجم الكمية إلى 750 مليون متر مكعب في السنة بحلول عام 2020. كما يتضح من الجدول 1 ، ان القرارات نُقذت والأهداف قد تحققت.

الجدول 1. استخدام المياه المحلاة وتوقعاتها (مليون متر مكعب) [12]تستند بيانات 2005-2014 إلى الاستخدام الفعلي ، بينما تستند بيانات الفترة 2012-2020 إلى التنبؤ الذي تم عند تحرير الجدول.

2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	שם המתקן
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	אילת
115	115	115	115	115	115	80	117.5	120.6	120	120	113	111.5	105	100	20	אשקלון
90	90	90	90	90	90	65	69	47.6	46	45	37	30	15			פלמחים
127	127	127	127	127	127	85	125.5	142.7	127	120	20					חדרה
100	100	100	100	100	100											אשדוד
150	150	150	150	150	150	120	40									שורק
50	50	50														הגליל המערבי
635	635	635	585	585	585	353	355	313.9	296	288	173	144.5	123	103	23	סך הכול

ان توفر محطات تحلية مياه البحر وإنتاج مياه للشرب على طول شواطئ البحر المتوسط في إسرائيل، أعطي دولة إسرائيل الكثير من الرفاهية. وأدى استعمال التكنولوجيا في تحلية المياه ، كجزء من النظام الوطني لتوفير المياه لاحتياجات الشرب والاغراض الصناعية، الى تحرير إسرائيل من الاعتماد المطلق على توفّر موارد المياه الطبيعية ومن الشكوك التي تنطوي عليها.

تشير الأبحاث إلى أنه في السنوات الأخيرة سُجل عجز تراكمي كبير لهطول الأمطار ومن أشدها في التسعين عامًا الماضية. وعلى وجه الخصوص وجد أن هناك انخفاضًا ملموسا في منسوب الهطولات في حوض تصريف مياه بحيرة طبريا، وهي أكبر مصدر للمياه في البلاد من حيث إمكانية إعادة الملء من المطر. وفي سيناريو معتدل، يتوقع أن ينخفض معدل هطول الأمطار حتى نهاية القرن الحادي والعشرين بنسبة 20-10 % مقارنة بالوضع الحالى.

أيضا نظام المياه في حوض البحر المتوسط سيتأثر بشكل عام وإسرائيل بشكل خاص مع انخفاض كميات هطول الأمطار المتوقعة من جهة ، والزيادة في التبخر من جهة أخرى وبالتالي ، فمن الواضح أن تغيّر المناخ والقحط هما (من المتوقع ان يستمروا) مصدرا لعدم اليقين في التخطيط في قطاع المياه وصيانة مصادر إمداده ، ولهم تأثير كبير على تطوير الزراعة ، وعلى النظام البيئي، وعلى عطائه. ان التقلبات في كمية الرواسب

وتوزيعها بين السنوات وخلال موسم الأمطار ، إلى جانب القرارات التشغيلية المختلفة على مر السنين ، والتي بأعقابها انخفض منسوب المياه في بحيرة طبريا والمياه الجوفية ، فهي تؤثر أيضًا على جودة مصادر المياه نفسها ، مثل تملح بحيرة طبريا. لذلك فإن دمج تقنية تحلية المياه مع مصادر المياه الطبيعية في قطاع المياه يوفر حلاً هامًا للقضايا المتعلقة بكمية ونوعية المياه.

إن المعرفة بأن توفر المياه من مصدر تكنولوجي مستقر نسبياً يسمح إلى حد كبير ، إدارة ضغوطات المستهلكين فيما يتعلق بمتطلبات تخصيص المياه في القطاعات المختلفة: القطاع المديني العام, القطاع المنزلي والصناعي والزراعي والطبيعة وجيراننا - جميعًا سوف يتمتعون بزيادة مقطوعية المياه ومن توفرها. ان زيادة توفر المياه تمكن إسرائيل من الاستمرار في توفير مزيج من المياه العذبة والمياه المكررة إلى القطاع الزراعي.

مع ذلك ، وعلى الرغم من وجود هذا المصدر التكنولوجي ، لا تزال هناك حاجة إلى إدارة مسؤولة فيما يتعلق بزيادة إمداد المياه المحلاة ، لأن هذا الحل التكنولوجي ليس خاليًا من التكاليف المباشرة وغير المباشرة. وهناك حاجة إلى استمرار إدارة صارمة ومسؤولة لقطاع المياه. على سبيل المثال ، نظرًا للطلب على المياه للزراعة في حوض بحيرة طبريا، من ناحية ، وبالنظر إلى الانخفاض في منسوب مياه البحيرة وتزايد ملوحتها من ناحية أخرى ، فقد أثيرت مؤخرًا أفكار بشأن نقل المياه المحلاة لملء بحيرة طبريا.



قفص حول أنبوب الشفط بمياه البحر في محطة تحلية المياه بالماحيم بإذن من الوحدة القطرية لحماية البيئة البحرية ، وزارة حماية البيئة

ظاهريا ، لا يوجد مبرر لضخ المياه المحلاة الى بحيرة طبريا (بسبب تكاليف الإنتاج والنقل). كان من المعتاد ضخ المياه من بحيرة طبريا الى شبكة المياه القطرية. ونظرا إلى نقص المياه في بحيرة طبريا، فإن خيار الفحص والنقاش العام ليس بالضرورة نقل المياه المحلاة إلى بحيرة طبريا، ولكن ربما أولاً وقبل كل شيء ، إعادة النظر في القطاع الزراعي في الشمال وتكيفه مع الظروف المناخية الجديدة (على سبيل المثال ، بأنواع المحاصيل الزراعية) . ان تغيير المناخ يتطلب، التأهب والتكيف في جميع أنحاء العالم، وإسرائيل ليست معفية من ذلك.

ان إجمالي الزيادة المتوقعة في المياه المحلاة في إسرائيل في العقود القادمة قد يوفر لإسرائيل كميات كبيرة من مياه الصرف الصحي. ويعد اليوم استغلال مياه الصرف الصحي في إسرائيل مرتفعاً للغاية حيث يُنقل، بعد المعالجة ، للري كبديل للمياه العذبة. وينجذب المزارعين لاستعمال المياه المكررة نظرا لانخفاض اسعارها مقارنة بالمياه العذبة وبسبب التحفيز للكمية المستبدلة بين كمية المياه العذبة التي تخلى عنها المزارع وبين كمية المياه المكررة التي يتلقاها مقابل هذا التنازل.

ان الطلب على كميات مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة، يخلق الية اقتصادية تساعد على تمويل معالجتها وإعادتها للري إضافة إلى الدعم الحكومي، ايضا. إذا كان الأمر كذلك ، يجب علينا فهم كيف ستبقى هذه الأليات الاقتصادية ملائمة وكافية عندما تتجاوز الكميات المعروضة على الكميات المطلوبة للزراعة بعد المعالجة. لذلك على إسرائيل أن لا تدخل في حالة، تكون فيها عدم الجدوى الاقتصادية الزراعية لمعامل معالجة مياه الصحي، سببا لضخ مياه الصرف الصحي غير المعالجة أو المعالجة جزئيا الى المناطق المجاورة والطبيعة. وبدلا من ذلك، يجب النظر في خلق بدائل لاستيعاب هذه المياه مثل التعاون الإقليمي مع جيراننا في مجال الزراعة ومياه الصرف الصحي المعالجة ثم تنقيتها الى مستويات لتصبح صالحة للشرب، والصناعة أو الى الأنهار والطبيعة.

إلى جانب الصمود والفوائد الناتجة عن منشآت التحلية، تنشأ تحديات ومخاطر، ومع زيادة توافر المياه، تضع محطات تحلية المياه تحديات بيئية وصحية لإسرائيل في حين أن تكنولوجيا تحلية المياه حررت إسرائيل من الاعتماد على الموارد الطبيعية المتجددة، إلا أنها خلقت اعتمادًا وطنيًا هائلاً على هذا المورد. ويوفر مصدر المياه المحلاة حوالي 42 ٪ من كمية المياه العذبة التي يتم تزويدها لجميع الاحتياجات في الاقتصاد، وحوالي 80 ٪ من المياه التي يتم تزويدها لتلبية الاحتياجات المنزلية والصناعية (وفقا لبيانات سلطة المياه - في عام 2015 كانت كمية المياه العذبة لكافة الاستخدامات في الاقتصاد 1.400 مليون متر مكعب في السنة) (12).

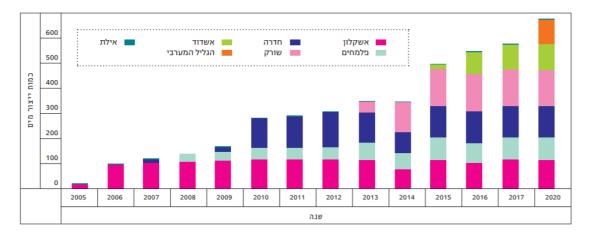
ان محطات تحلية المياه ، مثل أي منشأة صناعية أو بنية تحتية ، معرضة للخطر بسبب حوادث أمنية وتلوث البحر والأعطال التشغيلية الدائمة لذلك يجب على إسرائيل اليوم أكثر من أي وقت مضى إدارة مصادر المياه الممزوجة ، الطبيعية والاصطناعية ، بحذر أكبر. ثم الحد من الاعتماد المتزايد على إنتاج المياه من محطات تحلية المياه. الذي يمكن ترجمته إلى تهديد استراتيجي حقيقي. من الضروري الاستمرار في دمج اعضاء إدارة في ادارة قطاع المياه من كلا الطرفين العرض والطلب. ان التوعية من خلال الإعلام والتثقيف للاستخدام الفعال لتوفير المياه، والحوافز الاقتصادية، ومنع تلوث المياه السطحية والجوفية وإعادة تأهيلها، وتحسين شبكة نقل المياه ومنع التسرب منها، ثم التحكم بالجريان السطحي، واستخدام المياه المهامشية والتحسين المستمر لجودة المياه المعالجة ومنع تلوث مياه البحر من حيث أهميتها كمورد لتحلية المياه ، كلها أمثلة على الإجراءات اللازمة لاستمرار العمل في قطاع المياه. واما التحدي الأخر في قطاع المياه المحلاة هو المنافسة المحدودة والتركيز الكبير لهذا القطاع بايدي قلة من رجال الاعمل (المركزية).

القدرة الإنتاجية للمياه المحلاة والإنتاج الفعلى

يبلغ إجمالي إنتاج المياه المحلاة في إسرائيل لمياه البحر والمياه المالحة 683 مليون متر مكعب ، منها 585 مليون متر مكعب عبر خمس محطات لتحلية مياه البحر - عسقلان ، بلماحيم ، الخضيرة ، سوريك وأشدود (الشكل 1). ويمكن تحلية 78 مليون متر مكعب في السنة من مصادر المياه المالحة المنتجة من المياه الجوفية المالحة في المنشأت الموجودة في إيلات ، والعربة ، والسهل الساحلي الجنوبي والشفيلا في منطقة حوف هاكارميل ، وفي إيلات يمكن تحلية 20 مليون متر مكعب (3 ملايين متر مكعب من مياه البحر و 17 مليون متر مكعب من مصادر المياه المالحة). عمليا ، في عام 2016 ، تم تحلية 550 مليون متر مكعب من المياه للاستخدام المنزلي والصناعي من إجمالي الاستهلاك البالغ 893 مليون متر مكعب في إسرائيل لهذه الاستخدامات. وتتراوح تكلفة المياه المحلاة بين 2 - 3 شيكل جديد للمتر المكعب ، حسب اتفاقيات الدولة مع مالكي محطة تحلية المياه.

الشكل 1. إنتاج المياه في مرافق تحلية المياه

الإنتاج الفعلي للفترة 2005-2015 والتوقعات لعام 2016-2017 ، و 2020. تشير البيانات إلى تحلية مياه البحر فقط. مصدر البيانات: قسم تحلية المياه ،سلطة المياه



الاثار البيئية لتحلية المياه

هناك عدد من الأثار البيئية المحتملة ، مثل الأضرار التي تلحق بالشواطئ ، والمناظر الطبيعية ، والأثار والتاريخ ، والبيئة البحرية نتيجة لتصريف مرافق تحلية مياه البحر وتدفق المواد الكيميائية المختلفة الى البحر ، ثم تضرر النظام الغذائي البحري عند نقاط امتصاص الماء ، وعند خطوط الأنابيب تحت الماء ، وتضرر النظام الهيدرولوجي ، والضوضاء ، وانبعاث ملوثات الهواء وغازات الدفيئة الناتجة عن استخدام الطاقة ، واستعمال المواد الكيميائية والمواد الخطرة واماكن تخزينها ونفايات مصافي تحلية المياه [4-7].

جميع محطات تحلية المياه في إسرائيل ملزمة بمراقبة البيئة البحرية. حيث تجري المراقبة قبل تشغيل المنشأة ، وبعدها خلال مرحلة الإنشاء وفي فترة التشغيل بشكل دائم. وتقوم وزارة البيئة باصدار التصاريح، لتصريف المياه المالحة إلى البحر، وتجدد التصاريح مرة واحدة في السنة.

سنقف باختصار على الآثار البيئية الجانبية خلال عملية تحلية المياه.

املاح ومواد كيماوية بتركيز عالي

يتم ضخ الملح المركز الناتج عن عملية تحلية المياه إلى البحر ثانية. هناك انخفاض ملحوظ باستهلاك المواد الكيميائية في محطات تحلية المياه على مر السنين، بما في ذلك استهلاك الحديد في نظام ما قبل المعالجة. ومع ذلك ، وباعقاب بناء محطات تحلية المياه على طول الساحل وتحسن جودة آبار المياه ، هناك زيادة في تدفق الفسفور إلى البحر منذ عام 2006 (وليس من الشفدان) ، مع ازياد الكمية من عام 2009 (الشكل 2). وشكلت هذه المصادر 9٪ من إجمالي تلوث الفسفور البحري عام 2014. وبالإضافة إلى ذلك ، فإن مرافق تحلية المياه الجديدة ملزمة بمعالجة المواد المرتشحة التي تحتوي على مركزات الحديد وإزالته إلى موقع بري النفايات بدلاً من البحر. وحتى الآن ، لا يوجد أي دليل على حدوث أضرار جسيمة في البيئة البحرية ، ولكن بما أن إسرائيل رائدة في مجال تحلية المياه ، فمن المهم أنه بالإضافة إلى الرصد الدقيق للبيئة البحرية ، إجراء دراسات لفحص أثار التحلية على البيئة البحرية ، وهذه المياه إلى بعضها ونشرت وزارات العلوم والطاقة وحماية البيئة والاقتصاد ووزارة المالية وهيئة المياه إلى بعضها ونشرت المحلول الملحي المركز من محطات تحلية المياه على البيئة البحرية. مجموعة عمل اولى تبحث بانتشار المحاليل الملحية من محطات تحلية المياه على البيئة البحرية ، والمجموعة الثانية تفحص تأثير المحاليل الملحية من محطات تحلية المياه على النظام البيئي النبذة الساحلية المياه على النظام البيئي النبئة الساحلية المياه على النبئة المياه على النبئة المياه على النبئة البحرية ومعا تفحصان التأثير المحاليل الملحية من محطات تحلية الشفط.

الأغشية (ممبرانات): سيئة أم مورد؟

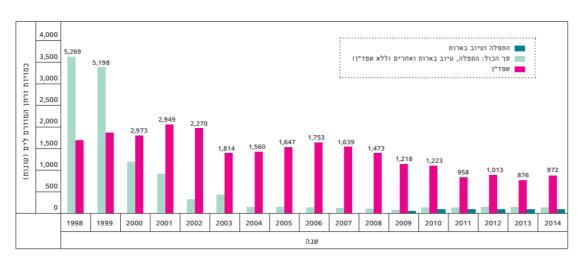
اجمالا، تم تركيب 167000 غشاء (ممبرانه) في اسرائيل، وهي تعمل بطريقة الاسموزا المعكوسة (جدول 2). العمر الافتراضي لأغشية مرارا ، ولكن في العمر الافتراضي لأغشية مرارا ، ولكن في النهاية ، عندما ينخفض أداء الغشاء دون المستوى الفعال، تكون هناك حاجة إلى تبديل عام لها ، وتصبح سيئة غير صالحة للاستخدام. ففي عملية الاسموزا المعكوسة للتحلية ، يتم استخدام الأغشية ، التي تتكون من طبقة كثيفة ونشطة (مصنوعة بشكل أساسي من مادة البولي أميد PA، وطبقة من البولسيفان المسامية PSF ومن البوليستر السميك). وفي عملية التحلية تتم معالجة المياه الخام مسبقا لاجل تحسين أداء العملية وإطالة عمر الأغشية. [14] وتؤدي زيادة العمر الافتراضي للأغشية إلى توفير التكاليف التشغيلية ، وتتقلص الأضرار البيئية الناتجة عن التخلص من الأغشية.

الحجم القياسي للأغشية المستخدمة في اسرائيل (مثل الطرز البارزة لـ TMFilmtech Dow و "8" أو "16" في منشأة سوريك للتحلية وطولها متر. تقدر النفايات المحتملة لجميع أغشية التحلية بحوالي 197.6 م 3. ووفقًا لتقديرات الشركات الصانعة ،يتراوح عمر الغشاء الجديد بين 7 و 10 سنوات ، وبالتالى ، خلال حياة المنشأة ، يتم استبدال ما يقرب من 4000 إلى 16000 من الأغشية في كل عام

في المنشآت الخمس. في الواقع ، ونظرًا لحقيقة أن بعض المنشآت في مراحلها الأولى ، فقد قدّر عدد البدائل في عام 2014 بـ 6000 غشاء فقط (Adan).

الأضرار البيئية - في الوقت الحالي ، يتم إجلاء معظم الأغشية من محطات تحلية المياه في إسرائيل إلى مرافق معالجة النفايات. فيها يتم طحن بعض المكونات ، بينما يتم دفن الغشاء نفسه (وهو معظم الحجم) ، لذلك فإن هذا النشاط لا يتماشى مع المبادئ البيئية والمستدامة لتقليل دفن النفايات. أيضا، ومن المتوقع أن ينموحجم النفايات بشكل كبير مع التوسع المحتمل لتحلية المياه في إسرائيل .

الشكل 2. كميات الفسفور التي تصرَّف إلى البحر (بالأطنان) الأرقام هي حساب إجمالي للشفدان وبون الشفدان. مصدر البيانات: الوحدة القطرية للبيئة البحرية ، وزارة حماية البيئة



בושר ייצור שנתי (מלמ"ק)		מספר הממברנות	שנת הפעלה	המתקן
120	330,000	42,000	2005	אשקלון
90	93,000	28,500	2007	פלמחים
145	350,000	51,000	2009	חדרה
150	411,000	16,000	2013	שורק
100	274,000	29,500-0	2015	אשדוד
605	1,458,000	167,000-3	-	סך הכול

الجدول 2: كمية الأغشية المقدرة في مرافق تحلية المياه الموجودة في إسرائيل وفقًا لتقدير الطاقة الإنتاجية في عام 2013. استنادًا إلى المعرفة الشخصية (شركة إيدان ، 2014.9.28) وسلطة المياه [12]

الانبعاثات الناتجة عن استخدام الطاقة

نتيجة لاستهلاك الطاقة لتحلية مياه البحر تختلف الانبعاثات الى الهواء فيما يتعلق بإنتاج الطاقة وذلك فقًا لعوامل التشغيل والتكنولوجيا في المنشأة ومصادر الطاقة التي تعمل بها (من شبكة الكهرباء الوطنية أو من محطة غاز محلية). ان التكاليف الخارجية باعقاب الانبعاثات الى الهواء الناتجة عن عملية توليد الكهرباء يجب ان تكون كامنة بسعر الكهرباء وهذا يؤدي الى زيادة تكلفته ، ويخلق حافزًا إضافيًا للمستهلك للترشيد باستهلاك المنتج.

وعندما لا يتم استيعاب التكلفة الخارجية للانبعاثات في الهواء أثناء عملية إنتاج الطاقة بالسعر العام الكهرباء ، يمكن اعتبار هذه التكلفة تقريبًا مساوية التكلفة الخارجية للانبعاثات لاستخدام الطاقة في إنتاج المياه المحلاة . وللتبسيط ، نفترض أن مصدر الطاقة هو الشبكة الوطنية ومن الشائع تقديره أن لإنتاج متر مكعب واحد من المياه المحلاة ، يستثمر ما بين 2.5 - 4.2 كيلوواط ساعي أو 3.5 كيلوواط ساعي في المتوسط ، وبحسب التقرير البيئي لشركة الكهرباء للأعوام 2014-2015 ، ان انتاج 1 كيلو واط ساعة يسبب انبعاثات الى الهواء ، التقرير البيئي لشركة الكهرباء للأعوام 1.31 جرامًا من أكسيد النيتروجين و 0.00 جرامًا من جزيئات 2.5 PM و PM و PM و 1010 . (ان التقرير لا يظهر التوزيع بين هذين النوعين من الجزيئات ، لكن يمكن ان نقدر بالتقريب أن التوزيع 25٪ و 75٪ على التوالي) و 667 جرام من ثاني أكسيد الكربون. [10]. إن تخصيص هذه الانبعاثات من اجل تقدير التكلفة الخارجية للانبعاثات [8] وحاصل ضربها ب 3.5 كيلو واط في الساعة لإنتاج من المياه المحلاة أو 60.250 شيكل لكل 1 مليون متر مكعب أو 35.25 مليون شيكل جديد مقابل 585 مليون متر مكعب من المياه المحلاة أو 60.2500 شيكل لكل 1 مليون متر مكعب أو 35.25 مليون شيكل جديد مقابل 585 مليون متر مكعب من المياه المحلاة كل عام.

المناطق المفتوحة

أخيرًا ، تجدر الإشارة إلى أن الحاجة الوظيفية لتركيب محطات تحلية المياه بالقرب من شواطئ البحر تلحق الضرر بالنظم البيئية الساحلية والموائل البحرية. ومعروف ان هذه النظم البيئية في إسرائيل نادرة. وتُقدر التكاليف الخارجية لكل دونم تم انتهاكه في المناطق الساحلية والموائل البحرية بعدة آلاف من الشواكل لكل دونم ، وهذا يتوقف على القيم الاقتصادية لخدمات النظام البيئي في الموقع المحدد الذي تم انتهاكه.

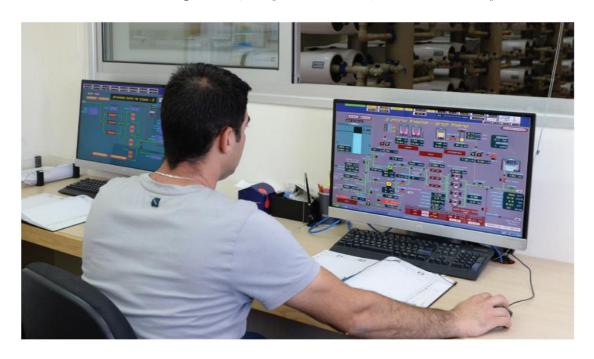
الصمود في مواجهة التحديات والمخاطر

ينبغي اختبار الصمود الذي توفره مرافق تحلية المياه لإسرائيل في مواجهة التحديات والمخاطر التي حددتها. إن هذا الصمود الذي أوجدته هذه المحطات في إمداد المياه لإسرائيل واضحة ، وذلك بسبب انخفاض التوقعات الكبير، الناجمة بشكل رئيسي عن تغير المناخ والجفاف. ولكن هل هذا الصمود خفض مصادر إضافية من الشكوك (عدم اليقين) والمخاطر؟

ان الاعتماد المتزايد لاكثر من 80 ٪ من مياه الشرب والصناعة في إسرائيل على هذه المنشآت ليس بقليل. حيث تتعرض مرافق تحلية المياه ، مثل اي بنية تحتية ، للضرر ، كالأضرار الأمنية ، وتلوث البحر ، والمخاطر التشغيلية الاستثنائية مثل هجمات السيبر والأعطال التشغيلية اليومية. على سبيل المثال ، سوف نوسع في خطر حدوث التلوث البحري.

على مدى العامين الماضيين ، شهدنا العديد من حوادث تلوث البحر من مصادر مختلفة ، والتي عطلت مرافق تحلية المياه. ونظرًا لانخفاض مستوى المياه المعالجة التي تصرف إلى وادي سوريك والتلوث الناجم عنها في منطقة بالاحيم في مارس 2016 ، أمرت وزارة الصحة مشغلي محطة تحلية المياه في وادي سوريك بالتوقف

عن ضخ المياه من البحر. وفي صيف عام 2016 ، تم إغلاق محطة تحلية المياه في عسقلان بسبب أعطال في منشأة مياه الصرف الصحي في غزة ، والتي تسببت في تلوث كل المنطقة. وفي ذلك الوقت ايضا ، اصطدمت سفينة اجلاء أنابيب نفط من ميناء حيفا بأحد أنابيب نقل النفط النشطة ، مما تسبب في بقعة نفطية أدت إلى إغلاق الشواطئ مقابل الكريوت ، وهي المنطقة التي تعمل حاليًا فيها منشأة كفار ماصريك. وفي يناير 2017 ، تسبب تسرب النفط من خط أنابيب النفط إلى محطة أشدود للطاقة، الى تشكل بقعة نفط امتدت إلى ريشون لتسيون ، مما أدى إلى إغلاق فوري لثلاث محطات التحلية المياه. إن احتمال إغلاق محطات التحلية لفترة قصيرة أو طويلة، بسبب تلوث البحر من مصادر برية أو بحرية، ليست نظريًا فحسب وانما يجب التحسب لها. لذلك يجب الاخذ بالحسبان ايضا إغلاق مؤقت لمرافق تحلية المياه بسبب الأعطال في إمداد مصادر الطاقة، نتيجة لأعطال في شبكة الكهرباء أو نظام إمداد الغاز الطبيعي وعدم توفر أنواع وقود بديلة.



يوفر نظام محطة تحلية المياه مرونة كبيرة لمديري أنظمة إمداد المياه في إسرائيل צילום: קובי גדעון, לע"מ

ان مرافق تحلية المياه لها حضور مهيمن ، وتضع لذاتها تحديات جديدة. لهذا السبب ، هناك حاجة إلى مواصلة معالجة البدائل التقليدية في إدارة قطاع المياه على رأس جدول الأعمال لتقليل فجوات الطلب. بعض الإجراءات للحد من الاضرار وزيادة الصمود الوطني في قطاع المياه، هي من خلال إنشاء عدد من محطات تحلية المياه وعدم الاعتماد على منشأة واحدة أو منشأتين. ومع ذلك ، فإن تحويل الموارد لاجل إدارة الطلب على المياه وغير ها من عمليات إمداد المياه، أكثر أهمية. وفيما يتعلق بالطلب على المياه ، نذكر ازدياد التوعية والارشاد لأجل الاستخدام الكفء للمياه وتوفير ها والحوافز الاقتصادية لأسعار المياه وتحسينها المستمر وفقًا للمخصصات. وفيما يتعلق بإدارة إمداد المياه ، فإن التنظيم والإشراف والتطبيق ضروري لمنع تلوث المياه السطحية والمياه الجوفية. بالإضافة إلى ذلك ، يجب أن نستمر في العمل من أجل الحفاظ والترميم لمجمعات المياه الجوفية التي تشكل خزانًا كبيرًا للمياه الطبيعية في إسرائيل ، ثم استصلاح الأبار التي تم إغلاقها ، وتحسين شبكات نقل المياه ومنع التسرب ، ثم إدارة وحفظ مياه الجريان السطحي، والاستغلال للمياه الهامشية،

والتحسين المستمر في معالجة المياه العادمة ومعالجتها لري الزراعة. كل هذا يجب القيام به من خلال استمرار المراقبة الدقيقة والبحث الطويل المدى حول تأثير استخدام المياه على الإنسان والتربة والبيئة والغطاء النباتي.

كما ذكرنا ، فإن الزيادة المتوقعة في إجمالي الطلب على المياه بسبب النمو السكاني واستمرار التنبؤات القاتمة بالمناخ والجفاف تجبر إسرائيل على مواصلة الاستعداد لزيادة إنتاج المياه من خلال تحلية المياه. ومع ذلك ، وعلى الرغم من قبول المواطنين الإسرائيليين لأسعار المياه العالية ، يجب أن نضع في اعتبارنا أن التحول إلى تحلية مياه البحر يجب أن يكون ملاذنا الأخير ، ويجب ألا نوفر الوقت والموارد الأخرى للترويج لاجل تعزيز الإجراءات الأخرى المذكورة أعلاه، عندما نجد الجدوى الاقتصادية التي تأخذ بعين الاعتبار فوائد إدارة اقتصاد مستدام وليس الاستفادة المباشرة.

التحدي الآخر في قطاع تحلية المياه هو ضمان القوة المالية لشركات تحلية المياه والتعامل مع المركزية في هذه القطاع.

بالإضافة إلى تعزيز صمود قطاع المياه والإعداد للمخاطر الناتجة عن اعتماد إسرائيل على المياه المحلاة ، من المناسب التشديد والاستمرار بالبحث عن الصمود الاقتصادي للشركات اصحاب المنشآت بشكل روتيني ، وليس فقط عند إبرام الاتفاقيات بين الشركة والحكومة. يعد الصمود الاقتصادي لمحطات تحلية المياه جانبًا مهمًا جدًا في إسرائيل ، حيث لجأت الدولة غالبًا إلى نظام تعاون بين الحكومة والقطاع الخاص. هذا التعاون يسمح بتقاسم المخاطر بين القطاع الخاص والحكومة ، في حين توفر الحكومة شبكة أمان للشركات من خلال ضمان شراء المياه المحلاة بسعر محدد مسبقًا ، بالإضافة إلى تعويض عن كل متر مكعب لن يتم شراؤه إذا طُلب من المصانع تخفيض الإنتاج عن قدرتها الإنتاجية الكاملة بحسب الاتفاقية.

من بين مصانع التحلية الخمسة الموجودة في إسرائيل ، تم بناء أربعة من قبل شركات خاصة. تم بناء ثلاثة منشآت باستخدام طريقة البناء BOT (الإنشاء ، التشغيل ، النقل) ومنشأة بطريقة BOO (الانشاء ، التشغيل ، ملكية ،) وتم بناء منشأة واحدة من خلال شركة تابعة لشركة المياه الحكومية. أراضي جميع المرافق ، باستثناء تلك التي تم بناؤها بطريقة BOO ، تابعة للدولة. وقد أثر ذلك على السعر المنخفض نسبيًا لتحلية المياه. والميزة الأخرى التي أثرت على أسعار تحلية المياه المنخفضة نسبياً هي الميزة النسبية التي تتمتع بها بعض المجموعات من مجال الطاقة (حيازات الكهرباء الخاصة وآبار الغاز الطبيعي).

الجانب الاقتصادي الآخر المتعلق بهيكل اقتصاد تحلية المياه هو مركزية اقتصاد تحلية المياه. حيث تمتلك شركة (IDE) ثلاث محطات لتحلية المياه (من أصل خمسة مصانع موجودة) وهي توفر مجتمعة حوالي 67% من المياه المحلاة. على الرغم من انها ملكية مشتركة مع شركات أخرى ، فإنها لا تتعارض مع حقيقة المركزية. في الماضي ، نوقشت إمكانية بيع الشركة لهيئات دولية. ففي هذا السياق ، لا تتعلق مشكلة المركزية أوالهيمنة بالضرورة بالمشكلة الكلاسيكية المتمثلة في الاهتمام بتنسيق الأسعار. ومع ذلك ، تجدر الإشارة إلى أنه عندما أعربت إسرائيل عن اهتمامها بتوسيع المنشآت القائمة قبل بضع سنوات ، ودخلت في مفاوضات مع كل شركة من شركات تحلية المياه حول سعر المتر المكعب من الماء ، كانت لدى الشركات قدرة على المساومة بسبب قوتها الجماعية والمعلومات التي بحوزتها ، النابعة من خبرة يملكها قلة (11). وتعود المشكلة الرئيسية في

المركزية في هذه الحالة إلى إيداع مورد أساسي من الناحية الاستراتيجية في أيدي القطاع الخاص ، لذلك يجب مراعاة ما يلي: أ) القوة التي تنطوي عليها السيطرة على "حنفية الإنتاج" للمورد ، والتي يمكن تصنيفها بلا منازع كمورد وجودي استراتيجي ضروري للاقتصاد الإسرائيلي ورفاهية سكانه. هذه السلطة لها آثار ومعاني في الروتين وفي الطوارئ. ب) مركزية المعرفة التكنولوجية والتشغيلية الهامة ، موجودة بيد القطاع الخاص، التي تعتمد عليها البلاد.

سيستمر الطلب على المياه في إسرائيل بالزيادة مع زيادة عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة. ان القدرة على التحلية تقريبا غير مقيدة فنيا، وتضمن أن الكميات المستقبلية من المياه المحلاة في سوف تزداد. هذه الزيادة ستجلب معها زيادة في كميات مياه الصرف الصحي والحاجة لمعالجتها. هل سيكون هناك طلب على المياه المعالجة وما هي الآلية الاقتصادية للتعامل معها؟ قدرة تحلية المياه في إسرائيل اليوم تقف على 585 مليون متر مكعب، والتنبؤات تشير لرفع هذه الكمية إلى 1750 مليون متر مكعب في عام 2050. مما لا شك فيه أن مضاعفة عدد السكان الذين يعيشون في إسرائيل وارتفاع مستويات المعيشة إلى جانب الأثار المناخية الإقليمية المتوقعة، يتطلب الإستعداد لإنتاج المياه ، وبالتالي فإن الاستعداد لتوسيع إنتاج المياه من خلال تحلية المياه - أمر مهم. وبالتزامن مع إنتاج المياه ، من المتوقع أن نتعامل مع كميات كبيرة من المياه العادمة. لذلك،مطلوب التفكير المدروس فيما يتعلق بمعالجة مياه الصرف الصحي ، ومستوى المعالجة لمستوى المياه لاجل الزراعة أو لأغراض أخرى ، مثل الجداول والبحار وحتى لمياه الشرب والصناعة. وبهذه الطريقة ، يمكننا أيضًا تقليص الحاجة إلى محطات تحلية إضافية إلى حد ما.

وفقًا لتقرير سلطة المياه في إسرائيل ، يتم إنتاج 530 مليون متر مكعب من مياه الصرف الصحي سنويًا ، حيث يتم تجميع معظمها وتنقيته. ان نسبة المياه المعالجة سنويا في اسرائيل اخذه بالازدياد وتقدر ب 75% ويتوقع ان تصل الى 95% . معظم مياه المعالجة مخصصة للاستخدام الزراعي. تتم عملية المعالجة من خلال في ما يقارب من 135 مصنعًا (شركات خاصة وشركة المياه الوطنية - مكوروت) التي توفر معا حوالي 355 مليون متر مكعب سنويًا ، حيث يتم استخدام معظمها كمياه للري. وتشكل هذه الكمية 31% من مجموع المياه المخصصة للزراعة و 18% من مجموع المياه المخصصة في كافة المجالات. ومن المتوقع أن يتوسع استخدام المحطات لمعالجة مياه الصرف الصحي للزراعة ، بحيث يصل حجم عملياتها بحلول عام 2020 إلى حوالي 600 مليون متر مكعب في السنة.

إذا بقي الطلب على المزيج للزراعة كما هو اليوم (مزيج من مياه الشرب والشفدان والمياه المعالجة) وحتى لو تغير هذا المزيج في المستقبل إلى كمية أكبر من المياه المعالجة ، ونظراً لكمية المناطق المروية اليوم ، يتوقع ان يصبح فائض كبير من المياه العادمة التي تفتقر إلى الحافز الاقتصادي لمعالجتها. إن الحافز الاقتصادي الكبير لمعالجة مياه الصرف الصحي واستصلاحها إلى مستوى مناسب لجميع الاستخدامات (قوانين عنبر)، هي الحاجة إلى معالجة إلى معالجة إلى الدوافع البيئية والصحية ، فهي الدافع الأساسي وراء التبرير الاقتصادي لإنشاء محطات معالجة مياه الصرف الصحي وبدء العملية التدريجية لرفع مستوى مرافق معالجة مياه الصرف الصحي من مستويات المعالجة الثانوية إلى الثالثة. ويجب التأكد من الالتزام باستمرار معالجة جميع مياه الصرف الصحي في إسرائيل ، وأنه سيتم رفع مستوى

المعالجة إلى المستوى الثالث ، وإنشاء مرافق جديدة مؤهلة للمعالجة على المستوى الثالث مسبقًا حتى عندما لا تكون جميع المياه المعالجة ، مطلوبة للري في القطاع الزراعي في إسرائيل.

في هذا الصدد ، من المهم الإشارة إلى بحث حول القدرة على تحمل أسعار المياه المختلفة على المدى المتوسط والبعيد. [3] لقد فحص هذا البحث، القدرة الاستيعابية لأسعار المياه في 21 منطقة بيئية مختلفة ، وفي ما يلي النتائج التي توصل إليها: في حوالي 12 ٪ من المساحة المروية على المستوى القطري هناك محاصيل لا يمكنها دفع 1 شيكل للمتر المكعب وهذه الأراضي معرضة لخطر التبور (بور) وعند فحص سعر الماء بقيمة عيكل للمتر المكعب ، تبين أن 21٪ من المساحة المروية معرضة لخطر التبور. من الواضح أن هذه ليست توصية لدعم أسعار المياه في الزراعة ، ولكن الدعوة إلى إيجاد آليات حوافز زراعية فعالة تعكس الفوائد الإيجابية لهذا النشاط.

فمن الضروري أن نشدد أننا يجب أن نأخذ بعين الاعتبار الشكوك بشأن الأثار البيئية والصحية المحتملة من بقايا الأدوية والهرمونات والمنتجات الاستهلاكية الشخصية التي تبقى في المياه المعالجة بالرغم من التقنيات المستخدمة اليوم. لذلك ، يجب أن تستمرونتبع مبدأ الحيطة ، وخاصة عندما يتعلق الأمر بالري بالياه المعالجة في المناطق الحساسة هيدرولوجياً. وينبغي الاستمرار في تخصيص الموارد لرصد ومراقبة البحوث العلمية المخصصة بشأن هذه القضايا.

ملخص

تعد قدرة إسرائيل اليوم واستعدادها التكنولوجي للتعامل مع فجوات الطلب على المياه بشكل مستقل، استثنائية بكل المقاييس الدولية. وتوفر تقنية تحلية المياه مصدرًا مهمًا لتحقيق الاستقرار في تقلبات الطلب على المياه الطبيعية ، مما يتيح تقليل فجوات الطلب على المياه وتحسين نوعية المياه المقدمة من خلال خلط المياه مع مياه بتركيزات أعلى من الملوحة. إن الاعتماد على محطات تحلية المياه لغرض إنتاج المياه يمنح إسرائيل صمود ، ولكنه خلق أيضًا نقطة ضعف معينة. وأدى الاعتماد المتزايد على تكنولوجيا تحلية مياه البحر كمصدر شبه حصري لمياه الشرب والصناعة وحوّل نظام تحلية المياه من نظام احتياطي لقطاع المياه المهيمن. ويتمثل الخطر في أن الاعتماد على مرافق تحلية المياه سيهمل معالجة وإعادة تأهيل مصادر المياه الطبيعية ، وهي التي لا تزال صالحة للشرب ، وستتم إدارتها بطريقة غير مستدامة. علاوة على ذلك ، من وجهة نظر إقليمية بشكل لا تزال صالحة للشرب ، وسنتم إدارتها بطريقة غير مستدامة علاوة على ذلك ، من وجهة نظر إقليمية بشكل عبث يجب أن يتماشى تخطيط الزراعة في إسرائيل مع مخططات قطاع المياه بشكل يراعي الظروف المناخية حيث يجب أن يتماشى تنبغي النظر في المزيج الأمثل لجودة المياه للزراعة وفقًا لمصادر المياه في جميع المتوقعة. بالإضافة إلى ذلك ، ينبغي النظر في المزيج الأمثل لجودة المياه للزراعة وفقًا لمصادر المياه في جميع النظر عرب التعرض لمختلف مخاطر محطات تحلية المياه في التشغيل والأمن وهجمات السيبر والتلوث البحري والقوة المالية والأثار المترتبة على قطاع إمداد المياه ، بما في ذلك الجوانب الهيكلية الناتجة عن طبيعة الملكية في قطاع تحلية المياه.

إلى جانب كل هذا ، يجب أن يستمر الاستثمار طويل الأجل والالتزام بالمراقبة البيئية والصحية (على سبيل المثال ، قضية الماغنيسيوم واثرها على الصحة العامة ، ثم آثار بقايا الادوية في المياه المعالجة على البيئية والصحة) ويجب أن يستمر البحث والتطوير في مجال تحلية المياه وأن يتم التنسيق بين اذرع الدولة والشركات. وينبغي الاستمرار في توفير الموارد للتعليم والتوعية من أجل استهلاك افضل وتوفير للمياه والحفاظ على عدم تلوث مصادرها ، وان تستثمر بشكل فعال اكثر.

المصادر:

- [1] ביטון א, סילברמן י, גלנטי ב ואחרים)בעבודה(. תפוצת התמלחות ממתקני ההתפלה על מדף היבשת הישראלי הרדוד והשפעתם על הסביבה הימית כיום ובעתיד. המכון לחקר ימים ואגמים והמכון הגיאולוגי לישראל.
- [2] ברמן-פרנק א, ברנר ס, קרס נ וגל ג.)בעבודה(. הערכת השפעת הזרמת התמלחות ממפעלי התפלה על המערכת האקולוגית בסביבה החופית הימית ע"י אינטגרציה של מדידות ומודלים הידרודינמיים ואקולוגיים. אוניברסיטת בר אילן וחקר ימים ואגמים לישראל.
 - 3]] גרינשטיין-דקר ע וקחל י. 2013 .הביקוש למים בכפוף לכושר הנשיאה של הגידולים החקלאיים. ראשון לציון: משרד החקלאות ופיתוח הכפר.
 - [4] הופמן ד. 2011. התפלת מים ויישומה בישראל. הרשות הלאומית למים וביוב.
 - [5] המשרד להגנת הסביבה. 2002 מתקני התפלה: מדיניות המשרד לאיכות הסביבה להגנה על הסביבה הימית והחופית הים התיכון.
- [6] המשרד להגנת הסביבה. 2008. מסמך ההשלמות למדיניות המשרד להגנת הסיבה בנושא מתקני התפלה.
 -]7] המשרד להגנת הסביבה. 2016. הקמת תשתיות צנרת בים מדיניות המשרד להגנת הסביבה.
- 2017.1.1.1 עדכון ערכי העלויות החיצוניות של מזהמי האוויר וגזי חממה ל-2017.1.1.1 (www.tinyurl.com/air-external-coast-2017
 - 9]] השירות ההידרולוגי, רשות המים. 2017 .מגמות הידרו-אקלימיות נצפות וחזויות בישראל והשפעתן על משק המים. פרסום פנימי.
 - 10[] חברת החשמל. 2016. דין וחשבון סביבתי לשנים 2014-2015.
 - www.tinyurl.com/IEC-Environmental-Report-2016.
 - 11[] יוסף י, חלפון נ, פורת ע ואחרים. 2016 .מגמות באירועי מזג אוויר קיצוניים בישראל. דו"ח מחקר מס'
 www.tinyurl.com/Extreme-trends-over-Israel. .השירות המטאורולוגי
 - www.tinyurl.com/desalination-stractures . רשות המים. מתקני התפלה בישראל

[13]Just RE, Netanyahu S, and Olson L. 2005. Resource depletion, technology: The case of desalination. Resource and Energy Economics 27(2): 92-108.

[14]Lawler W, Leslie G, and Le-Clech P. 2012. What are the options for disposal of old RO embranes? Desalination and Water Reuse 2(May-June): 39-40.



في أعقاب تسرب النفط من محطة كهرباء إشكول في أشدود في يناير 2017 ، تم إيقاف تشغيل محطتين لتحلية مياه البحر لمدة يومين (من أكبر خمس منشآت قائمة) لانزاه: هدند جارى, حمتندار لازاز