



מיתקן ההתפלה חדרה

מיתקן ההתפלה חדרה, הממוקם באתר "אורות רבין" של חברת החשמל לישראל (חח"י), הוא מיתקן להתפלת מי ים, השני בגודלו בעולם (במשך השנים 2010-2013, הוא היה הראשון בגודלו בעולם). המיתקן מתפיל את מי הים באמצעות טכנולוגיה של אוסמוזה הפוכה (Seawater Reverse Osmosis) [SWRO], והוא כולל מערכות מתקדמות להשבת אנרגיה ולבקרת איכות. המיתקן מספק מים באיכות מעולה, המוזרמים ישירות למערכת המים הארצית בישראל. תהליך ההתפלה כולל: שאיבת מים מלב ים; טיפול מקדים, הכולל סינון במדיה כפולה; זיקוק המים באמצעות טכנולוגיית SWRO; הסרת בורון, שהוא יסוד כימי המזיק לפוטוסינתזה בחקלאות; טיפול משלים, הכולל הוספת סידן ומינרלים שונים; והזרמת המים למערכת של חברת "מקורות". משך תהליך ההתפלה מתחילתו ועד סופו הוא 90 דקות בלבד

יפעת לונדון ואלי יצחקוב

שהוקם בשיטת "בנה-הפעל-בעלות" (Build-Operate-Own) [BOO]. הלקוח הוא מדינת ישראל, הפועלת באמצעות רשות המים ומינהלת ההתפלה (Water Desalination Administration) [WDA]. הרשות אחראית לאתר שטחים להקמת מיתקני התפלה, לקדם תכניות לייעוד השטחים, לפרסם מכרזים*, לבחור בזכיינים, לבצע בקרה הדוקה על תכנון המיתקנים ועל הקמתם, וכן לבקר את תפעולם השוטף. נוסף על-כך, הרשות מבקרת את עמידת הזכייין בכל תנאי ההסכם, לרבות כמויות המים המסופקים למערכת המים הארצית ואיכותם.

הזכייין נדרש לתכנן את המיתקן, לגייס את המימון הנדרש לפרויקט, להתקשר עם "קבלן הקמה" ועם "קבלן מפעיל" (תפעול ותחזוקה), ולקיים את תנאי ההתקשרות בהסכמים עם רשות המים ועם הבנקים המממנים את הפרויקט.

* המכרזים הם על מחיר המים למ"ק.

"המבנה הסטטוטורי של מיתקני ההתפלה בישראל מבוסס על עסקאות מן הסוג "שותפות ציבורית-פרטית" (Public-Private Partnership) [PPP]. קרי, התקשרות בין משרד ממשלתי לבין גוף עסקי פרטי, המאפשרת לממש פרויקטים שעלותם גבוהה ביותר". כך אומר דיוד מילגאני, מנכ"ל "OMIS", חברת התפעול של מיתקן ההתפלה חדרה, והוא מוסיף: "לסוג זה של התקשרות יש שני יתרונות מרכזיים: האחד, ידע מקצועי ייחודי, שקיים אצל גופים פרטיים מובילים בתחומם; והשני, השקעה כספית גבוהה, שמוטלת על הגוף הפרטי, ואינה 'נופלת' על התקציב הציבורי בתקופה זו, או בתקופה אחרת. במקרה של מיתקני ההתפלה, המדינה אינה משקיעה דבר, אלא משלמת על צריכת מים בפועל".

מיתקני ההתפלה בישראל הוקמו בעסקאות "בנה-הפעל-העבר" (Build-Operate-Transfer) [BOT] למשך 25 שנה. זאת, למעט המיתקן בפלמחים,



טקס הפתיחה של מיתקן ההתפלה

בשנת 2001, מפלס הכנרת הגיע לשפל הנמוך ביותר עד לאותה עת, וממשלת ישראל החליטה לטפל במצוקת המים כמשימה לאומית. הממשלה פרסמה תכנית לטווח-ארוך, שכללה מפת דרכים להקמת מערך מיתקני התפלה לאורך חוף הים התיכון (וכן תכניות לטיפול בהשבת מי שפכים, ש-85% מהם משמשים בחקלאות). המפה אפשרה לרשות המים להתקשר עם יזמים פרטיים, כדי שיקימו את המיתקנים ויפעילו אותם. כיום, מערך ההתפלה בישראל כולל חמישה מיתקני התפלה גדולים, ומאז שנת 2015, המדינה הפכה להיות עצמאית מבחינת משק המים, על אף שמפלס הכנרת ומאגרי המים הטבעיים הגיעו לשפל חדש.

להלן פירוט מיתקני ההתפלה וכמויותיהם החוזיות:

- **מיתקן אשדוד**. שנת ההפעלה: 2015. היקף ההתפלה: 100 מלמ"ש**.
- **מיתקן שורק**. שנת ההפעלה: 2013. היקף ההתפלה: 150 מלמ"ש.
- **מיתקן חדרה**. שנת ההפעלה: 2010. היקף ההתפלה: 127 מלמ"ש.
- **מיתקן פלמחים**. שנת ההפעלה: 2007. היקף ההתפלה: 90 מלמ"ש.
- **מיתקן אשקלון**. שנת ההפעלה: 2005. היקף ההתפלה: 119 מלמ"ש.



מיתקן ההתפלה (מבט ממזרח)

לדברי דייד: "המחסור במים הוא אזורי, ולכן מאז ומתמיד, הובלת המים בישראל הייתה מן הצפון 'הגשום' לדרום 'הצחיח' (המוביל הארצי מוביל את מי הכנרת אל מרכז הארץ ודרומה, כאשר הנקודה הדרומית ביותר היא מצפה רמון). מסיבה זו, כמעט כל מיתקני ההתפלה בישראל הוקמו דרומית לתל-אביב-יפו, והמיתקן היחיד, שהוקם בצפון המדינה, הוא מיתקן ההתפלה חדרה, שמספק

** מלמ"ש: מיליון מ"ק בשנה.

כל הגורמים המעורבים בעסקה כפופים למערכת חוזית מורכבת, המגדירה את מחויבותם ואת תחומי אחריותם (לדוגמה, הזכיין מטפל בניהול סיכונים פיננסיים ומימוניים לטווח-ארוך, ובגיזורם; והקבלן המפעיל נושא באחריות מלאה לניהול הסיכונים התפעוליים). תקופת ההסכם כוללת אבני-דרך ולוחות-זמנים קשיחים (2.5-3 שנים להקמת המיתקן וכל יתר השנים להפעלתו) וכל חריגה מהם גוררת קנסות כבדים.

מחסור עולמי במים

"המחסור במים הוא בעיה עולמית, והוא הולך וגדל בגלל ההתחממות הגלובלית והגידול בצריכה. המחסור העולמי כבר מורגש היטב בקייפטאון, בדרום אפריקה; בקליפורניה, בחוף המערבי של ארה"ב; ועל-פי התחזיות, אפילו לונדון, באי הבריטי במערב אירופה, היא בעלת פוטנציאל לחוות מחסור במים עד שנת 2030". זאת אומר דייד, והוא מוסיף: "המחסור בישראל מושפע גם מניהול משק המים במדינות השכנות ומסכרים, שהן הקימו ושפגעו בזרימת המים לישראל (לדוגמה, עשרות סכרים שסוריה בנתה על יובלי נהר הירמוק; וכן סכר 'אל-וחדה', הממוקם כ-10 ק"מ מזרחית למשולש הגבולות ישראל-ירדן-סוריה)".

"המחסור במים הוא בעיה עולמית, והוא הולך וגדל בגלל ההתחממות הגלובלית והגידול בצריכה. המחסור העולמי כבר מורגש היטב בקייפטאון, בדרום אפריקה; בקליפורניה, בחוף המערבי של ארה"ב; ועל-פי התחזיות, אפילו לונדון, באי הבריטי במערב אירופה, היא בעלת פוטנציאל לחוות מחסור במים עד שנת 2030"



מיתקן ההתפלה חדרה בתהליך בנייתו

ההתפלה, ובשנת 2018, המיתקן צפוי להפיק כ-154 מלמ"ש. מינהלת ההתפלה קובעת את כמות ההתפלה השנתית, והיא מגדירה כמות יומית על-פי הצורך (כמות גבוהה בתקופת הקיץ, וכמות נמוכה בתקופת החורף). המחויבות להתפלת כמויות המים מוגדרת ברמת שירות מוסכמת (Service Level Agreement) [SLA]. הטווח היומי המוסכם הוא: 92%-105%, הטווח הדו-חודשי המוסכם הוא: 97%-103%, והיעד השנתי הוא 100%. התפלה בכמות נמוכה מן המוסכם גוררת קנסות, והתפלה בכמות גבוהה מן המוסכם אינה מוזכה בתקבול. מדדי הצלחה של המיתקן הם: תפוקה, איכות, וזמינות האספקה".

מיתקן ההתפלה הוא מיתקן תהליכי אוטומטי ומועסקים בו כ-50 עובדים. צוות התפעול כולל שני עובדים בלבד: מנהל משמרת ומפעיל. המיתקן הוא בעל חשיבות לאומית: השבתתו לצורך אחזקה מחייבת קבלת אישור ממינהלת המים; ובמצבי חירום, כל עובדי המיתקן מחויבים להתייצב מיידית במקום עבודתם.

להלן השלבים בתהליך ההתפלה במיתקן:

- **שאיבת מים מלב ים.** שאיבת מי הים נעשית בקצב של 45 אלף מ"ק/שעה. השאיבה מתבצעת באמצעות חמש משאבות אנכיות (Vertical Intake)

"במהלך הקריירה שלי הספקתי למלא מיגוון תפקידים מעניינים בתעשיות שונות. אך אין סיפוק גדול יותר מאשר לקום בבוקר בידיעה, שאתה מגשים את חזונו של דוד בן-גוריון (להתפיל מים מן הים), ולסיים את יום העבודה גם בידיעה, שניהלת מיתקן המספק 18% ממי השתייה במדינת ישראל"



מבנה אוסמוזה הפוכה, שלב 1 מזרח



מיתקן ההתפלה (מבט מצפון מערב)

כיום, מערך ההתפלה בישראל כולל חמישה מיתקני התפלה גדולים, ומאז שנת 2015, המדינה הפכה להיות עצמאית מבחינת משק המים, על אף שמפלוס הכנרת ומאגרי המים הטבעיים הגיעו לשפל חדש

מים גם ליישובים בצפון. בשנים הבאות, מערך מיתקני ההתפלה מתוכנן להתרחב ולכלול שני מיתקנים נוספים: מיתקן שורק 2 (במהלך חודש אוקטובר 2018 הגושו הצעות בשלב המיון המוקדם); ומיתקן נוסף בצפון הארץ, שיוקם בגליל המערבי".

מיתקן ההתפלה בחדרה

הזכיין של מיתקן ההתפלה בחדרה הוא חברת "H2ID" (המוחזקת בחלקים שווים, באמצעות החברות "IDE Technologies" ו"שיכון ובינוי"). הזכיין מחויב לעמוד בתנאי ההסכם עם המדינה (רשות המים/מינהלת ההתפלה, משרד הבריאות, והמשרד להגנת הסביבה) ולעמוד בהסכמי המימון עם הבנקים.

הקמת המיתקן החלה בשנת 2007, והוא נחנך בחודש דצמבר 2009. הפעלת המיתקן ואחזקתו מבוצעות באמצעות חברת OMIS (כיום, בבעלות מלאה של IDE Technologies. עד לשנת 2016, חברת שיכון ובינוי החזיקה 40% מן המניות).

לדברי דיויד: "בהסכם המקורי, H2ID התחייבה להתפיל 127 מלמ"ש. עקב המחסור במים, המדינה ביקשה, בסוף שנת 2017, להגדיל זמנית את כמויות

*** השם הרשמי של החברה הוא: "אי.די.אי. טכנולוגיות" (IDE Technologies).

מי היא חברת IDE Technologies?

התפלה מתוך עשרת המיתקנים הגדולים בעולם. שלושה היא הקימה בישראל: שורק (מדורג 1), חדרה (מדורג 2) ואשקלון (מדורג 5), ומיתקן נוסף היא הקימה בקרלסבד, בארה"ב (מדורג 10). בכל יום, חברת IDE Technologies מספקת לעולם כשלושה מיליוני מ"ק של מים באיכות גבוהה, והיא פועלת ב-400 אתרים בעולם, וב-40 מדינות.

החברה היא בבעלות קבוצת דלק ו-ALFA Partners, וקודם לכן היא נקראה: "הנדסת התפלה לישראל". במקורה היא הייתה חברה מסמלתית, שפעלה ליישם את "תהליך זרחין" בארץ ובח"ל, והיא אף הקימה את מיתקן ההתפלה הראשון, על-פי שיטת זרחין, באילת.

חברת IDE Technologies היא מובילה עולמית בהתפלה ובפתרונות לטיפול במים. מומחיות החברה כוללת את פיתוחם של מיתקני התפלה משופרים ושל מיתקני טיהור מים, ונוסף על-כך, את תחומי ההנדסה של מיתקנים אלה, הקמתם ותפעולם. החברה מובילה את תעשיית המים עם כמה ממיתקני ההתפלה התרמית והמסבירה המתקדמים בעולם, ויש לה ניסיון במיתקני טיהור מים תעשייתיים, המספקים פתרון אמין, בר-קיימא וחסכוני לתעשייה. חברת IDE Technologies מעניקה ערך רב ללקוחותיה (רשויות ותעשיות) בזכות יכולתה להתאים פתרונות ייעודיים, וכן למנף את יכולותיה הטכנולוגיות ואת מיומנותיה הקנייניות, שנבנו במהלך 50 שנות מנהיגות בתעשיית המים. החברה הקימה ארבעה מיתקני



מיכלי הלחץ עם הממברנות

20 אלף מ"ק/שעה. המיתקן מספק את תצרוכת המים של 1.2 מיליון נפש בישראל.

לסיכום אומר דיויד: "במהלך הקריירה שלי הספקתי למלא מיגוון תפקידים מעניינים בתעשיות שונות. אך אין סיפוק גדול יותר מאשר לקום בבוקר בידיעה, שאתה מגשים את חונו של דוד בן-גוריון (להתפיל מים מן הים), ולסיים את יום העבודה גם בידיעה, שניהלת מיתקן המספק 18% ממי השתייה במדינת ישראל". ■

התמונות בכתבה הן באדיבות חברת IDE Technologies. לפרטים נוספים צפו באתר: www.ide-tech.com/en

כמה היבטים על מים

- חלוקת המים בעולם היא: אוקיינוסים (97%), קרחונים (2%), מי תהום (0.6%) ומים עיליים (נהרות, אגמים, וכו'): 0.4%.
- שיעור המים בעולם, המתאים לשתייה הוא 0.007% בלבד.
- במהלך המאה הקודמת, אוכלוסיית העולם גדלה פי שלושה, בעוד צריכת המים גדלה פי שישה!
- צריכת המים היומית לנפש בישראל (על-פי נתוני רשות המים): גינון (8 ליטר); כביסה וניקיון (8 ליטר); שתייה, אכילה והדחת כלים (30 ליטר); היגינה אישית (55-60 ליטר); ושירותים (55-60 ליטר). סה"כ 165 ליטר לאדם.

(pumps), השואבות את מי הים משלושה צינורות יניקה, הפרוסים בלב ים (Marine pipes). אורך כל צינור הוא 1,250 מ', קוטרו 1.8 מ', ובקצהו ראש יניקה (Suction head). הצינורות מונחים על קרקעית הים בעומק של כ-15 מ', בעוד ראשי היניקה מוגבהים מן הקרקעית (בעומק של כ-7 מ'). זאת, כדי למנוע שאיבת לכלוך מקרקעית הים. הצינורות וראשי היניקה מתוחזקים תדיר, כדי לנקותם מפסולת ימית.

- **טיפול מקדים (Pre treatment)**. הטיפול כולל סינון במדיה כפולה (Dual media gravity filtration), כאשר שכבת הסינון העליונה מכילה פחם אבן, ושכבת הסינון התחתונה מכילה חול. נוסף על-כך, הטיפול כולל סינון במסננים בעלי צפיפות של 20 מיקרון (20 micron cartridges filtration).
- **אוסמוזה הפוכה למי ים (SWRO)**. בשלב זה מזקקים את מי הים. הזיקוק מתבצע באמצעות לחץ מכני גבוה (בעוצמה של 70 בר***), הדוחף את מולקולות המים דרך ממברנה (Membrane), ולוכד את המלחים (תמיסת המלחים, או "התמלחת", מוחזרת לים). תהליך האוסמוזה ההפוכה מיושם באמצעות שמונה משאבות לחץ גבוה (High pressure pumps), שהספק כל אחת מהן הוא 6,000 קוט"ש; ובאמצעות אלפי מיכלי לחץ (Pressure vessels), שכל אחד מהם מכיל שמונה ממברנות. יישום התהליך צורך אנרגיה רבה (מיתקן ההתפלה צורך 0.5% מצריכת החשמל במדינת ישראל), ולכן משולבת בו מערכת להשבת אנרגיה (Energy Recovery system), החוסכת 50% מן האנרגיה.

- **הסרת בורון (Boron removal)**. מי הים, ובהתאם גם המים המותפלים, מכילים בורון (יסוד כימי, המזיק לגידולים חקלאיים****), שנדרש להפחית את רמתו בתהליך ההתפלה. הבורון קיים במי ים, ברמה של 6-5 PPM****, לאחר תהליך ההתפלה (After sea water desalination), רמתו יורדת ל-1-1.5 PPM, ובסוף התהליך נדרש להפחיתו לרמה של 0.3 PPM באמצעות סינון נוסף.

- **טיפול משלים (Post treatment)**. בסיום התהליך, מוסיפים סידן ומינרלים אחרים למים המותפלים (על-פי דרישות רשות המים ודרישות משרד הבריאות) באמצעות המסת אבן גיר. התוצר הסופי של מיתקן ההתפלה הוא מים באיכות מעולה הראויים לשתייה. מים אלה עוברים תהליך רציף של בקרה ושל ניטור, כדי לוודא שאיכותם תואמת את דרישות משרד הבריאות, וממצאי הבקרה מדווחים אוטומטית למשרד.

- **הזרמת המים למערכת של חברת מקורות**. בקצה המיתקן קיימת נקודת חיבור לצנרת של חברת מקורות, והמים מוזרמים למערכת בקצב של עד

יחידת מידה של לחץ. ****

המים המותפלים נמהלים עם מים סמוקורות שונים, והם עשויים להגיע לגידולים חקלאיים. נוסף על-כך, בסוף שרשרת המים, מי השתייה הופכים למי קולחין, המשמשים בחקלאות (מי הקולחין הם מי שפכים, שעברו תהליך סינון וטיהור, כדי לבצע בהם שימוש חוזר).

**** יחידת מידה, המתארת כמות חלקים למיליון [PPM] (Part Per Million).



מבט פנורמי על מיתקן ההתפלה