

ביקוש שיא ואמינות הספקה

אור גולדפרב ויואב כסלו<sup>1</sup>

הביקוש למים בקיץ גדול מאשר בחורף. בחקלאות למעשה כל הביקוש הוא בקיץ; אך גם במגזר העירוני, הכמות המבוקשת לחודש בקיץ גדולה בשלושים אחוזים מהכמות המבוקשת בחורף. משק המים נבנה כך שבדרך כלל אפשר יהיה לספק את הכמות המבוקשת בעונות השיא. בדומה לכך, בגלל התנודות במשקעים ובהעשרה של המאגרים, צריך להכין את משק המים להספקה גם בשנות מחסור. יש דמיון בין הטיפול בביקוש השיא לטיפול באקראיות ההעשרה, לשני המקרים יש להכין מערכות הפקה, הולכה והתפלה גדולות יותר מאשר היו נבנות לפי ההספקה הממוצעת. למערכות הגדולות עלות גדולה ודבר זה מעלה את שאלת התמחור של המים. במאמר הזה בכוונתנו לסקור את השאלות הכלכליות של ההספקה בעונות שונות ובהעשרה אקראית. בעיות דומות קיימות גם בחשמל; אנחנו נתמקד במים ונעיר על חשמל, על הדמיון והשוני, רק בקצרה.

שאלות ההשפעה של העונתיות והאקראיות על ההספקה, העלות והמחירים במשק הישראלי המורכב ורב הגוונים—הן שאלות כבדות שמחייבות טיפול יסודי ואין להן "תשובות בית ספר". כאן אנו מבקשים להציג רק עקרונות ראשוניים אחדים בתקווה שבעתיד נוכל להרחיב. ההצגה תישען על דוגמאות מספריות; למען הפשטות, הן תהיינה מלאכותיות, בזאת הקוראים ייווכחו מייד. אנו נדגיש במיוחד שני היבטים של מלאכותיות ושרירותיות: האחד הוא שהדוגמאות מוצגות בהנחה שאין מאגרים במשק המים. מאגרים ממתנים את קשיי העונתיות ואקראיות המשקעים וההתעלמות מהם מחמירה את הבעיות המטופלות בדיון; אך גם מציגה אותן באור בהיר. ההיבט המלאכותי השני שראוי להדגשה הוא ההתעלמות מפונקציות הביקוש של הצרכנים; כמות המים בדוגמאות נקבעת מראש והמחירים שיוצעו לא ישפיעו על הצריכה (בלשון הכלכלית, גמישות הביקוש היא אפס). גם ההנחה הזו מאמצת לשם פשטות.

איננו הראשונים לטפל בשאלות המאמר. מוסנזון טיפל בעונתיות פעמים אחדות; ורדי כתב עליה לפני חמישים שנה. אנו מקווים שהסיכום התמציתי שמוגש כאן יוסיף ויאיר. נשתדל להציג את העקרונות בצורה פשוטה, בשני מודלים בסיסיים: מפעל התפלה וצינור מוליך מים. ברוב המקרים נסתפק בדוגמאות המספריות ללא פירוט החישוב. קוראים מעוניינים יוכלו לקבל מאתנו נספח למאמר ובו הצגה אלגברית ומספרית והפנייה למקורות.

הביקוש בעונות

נפתח בהנחות משותפות לחלופות הדיון: הכמות השנתית הנדרשת במשק של המאמר היא 1.2 מיליון מ"ק (מלמ"ק). בדיון בעונות תהיה תקופת החורף בת ארבעה חודשים והקיץ שמונה; בכל חודש 30 יום וכל יום 20 שעות עבודה. על כן בשנה יש 7,200 שעות ומהן 2,400 בחורף ו-4,800 שעות בקיץ. כן נניח שהכמות הדרושה בחורף היא 100 מ"ק לשעה ובקיץ 200 מ"ק לשעה. כך התפוקה הכוללת בחורף היא 240,000 מ"ק ובקיץ 960,000 מ"ק, הן מסתכמות לתפוקה שנתית של 1,200,000 מ"ק. המפעלים, מפעל ההתפלה או הצינור, ייבנו כך שיוכלו לספק את הכמויות הדרושות הן בחורף והן בקיץ.

<sup>1</sup> אור גולדפרב, הרשות הממשלתית למים ולביוב; יואב כסלו הפקולטה לחקלאות. המאמר אינו משקף את עמדת הרשות הממשלתית למים ולביוב.

עלויות ומחירים

למחירים יש בדרך כלל שני תפקידים; האחד, למסור מידע על העלות של מ"ק למשק כולו. העלות למשק היא העלות השולית. עם מחירים זהים לעלויות השוליות היצרנים והצרכנים מתנהגים בצורה יעילה.<sup>2</sup> אנו נכנה משטר בו המחירים שווים לעלות השולית בשם משטר של תמחור שולי. התפקיד השני של המחירים הוא להעביר אמצעים כלכליים לספק המוצר או השירות; במילים אחרות, הפדיון ממכירת השירות צריך לכסות את העלות הכוללת. רק כך יוכלו השירות או הייצור להתקיים ולתפקד לאורך זמן. כפי שנראה, לא תמיד אפשר להבטיח מימוש שני התפקידים של המחירים גם יחד.

בדיון שבהמשך נתמקד בשאלת העלויות; מה העלות הכוללת, הממוצעת והשולית של ההספקה בעונות ובשנים השונות? ובשאלת כיסוי העלויות, האם תמחור שולי יבטיח כיסוי עלויות? ואם לאו, כיצד תכסינה?

מפעל התפלה

נחשוב על אי שבו מקור המים היחיד הוא מפעל התפלה; כאמור, אין אפשרות אגירה של מים. אנו מניחים שאין יתרונות לגודל בהפקת מים מותפלים; כלומר, העלות הממוצעת (למ"ק) של ההתפלה היא קבועה: אותה עלות ממוצעת בין אם המפעל מפיק מ"ק אחד בשנה או 100 מלמ"ק בשנה. בכדי להיות קונקרטיים, נרשום שהעלות הקבועה היא 1.5 ש"ח לשעה למ"ק מותקן (העלות הקבועה במפעל שמסוגל לייצר 7,200 מ"ק בשנה בייצור אחיד ורציף היא 10,800 ש"ח לשנה). סכום זה הוא החזר הון על ההשקעה ואולי גם הוצאות עבודה וניהול שאינן מותנות בהיקף התפוקה. בכדי לספק את הכמות הדרושה בקיץ, יש להקים מפעל בכושר תפוקה (קיבולת) של 200 מ"ק לשעה; בחורף המפעל יעבוד בתת-קיבולת. העלות השנתית הקבועה של מפעל כזה היא 2,160,000 ש"ח. נוסף שהעלות המשתנה היא שקל אחד למ"ק. כך העלות הממוצעת הכוללת של הספקת המים במפעל (100 מ"ק לשעה בחורף, 200 בקיץ) היא 2.8 ש"ח למ"ק. אילו המפעל היה עובד בתפוקה מלאה בחורף ובקיץ, היתה העלות הממוצעת 2.5 ש"ח למ"ק. העלות בפועל גבוהה יותר, בגלל ההפרש בין העונות.

מה העלות השולית? העלות השולית היא העלות של הוספת מ"ק אחד; בגלל העונתיות ולפשטות ההצגה, נחשוב על הוספת מ"ק אחד לחודש. כאן כדאי לשים לב, הוספת מ"ק אחד לחודש בחורף היא הוספה של 4 מ"ק לתפוקה השנתית; הוספה כזו בקיץ היא הוספה של 8 מ"ק לשנה. בחורף, בעת שהמפעל עובד בתפוקה חלקית, העלות השולית היא העלות המשתנה בלבד, 1 ש"ח למ"ק. תוספת תפוקה בקיץ מחייבת תוספת של כושר תפוקה שיעמוד לרשות המפעל הן בקיץ והן בחורף; כלומר, צריך להוסיף כושר תפוקה שנתי של 12 מ"ק (זו הרחבת הקיבולת השעתית ב-1/600 מ"ק).<sup>3</sup> על כן העלות הנוספת להפקה של מ"ק נוסף בכל אחד מחודשי הקיץ היא 18 ש"ח פלוס 8 ש"ח עבור העלות המשתנה. מכאן, העלות השולית בקיץ היא  $3.25 (26/8)$  ש"ח למ"ק. המתמטיקה שמוצגת בנספח מגיעה לתוצאה זו בדרך אחרת:

$$1.5(12/8)+1=3.25$$

<sup>2</sup> יש כאן סתירה מסוימת: במקום בו המחירים אינם משפיעים על כמות המים המבוקשת הם לא יכולים לכוון להתנהגות יעילה. נחיה עם הסתירה הזו במאמר—למען הפשטות.  
<sup>3</sup> המשפט נכתב בהנחה שבמפעל שנבנה ל-200 מ"ק לשעה אי-אפשר להפיק 201 מ"ק. זו הנחה קיצונית, אבל היא מחדדת את הדיון. מה עוד שהשאלה אינה כיצד להפיק מ"ק אחד נוסף אלא כיצד לספק בחורף 100 מ"ק לשנה ובקיץ 200.

המחובר הראשון של המשוואה הוא העלות הקבועה הממוצעת בתפוקה מלאה "מנופחת" ביחס בין אורך השנה (בחודשים) לאורך תקופת הקיץ. המחובר השני הוא העלות המשתנה למ"ק.

כדאי לחזור במלל: בחישוב העלות השולית, כל העלות הקבועה מוטלת על המים שמסופקים בקיץ; העלות השולית בחורף היא רק העלות המשתנה.

כאמור, בתמחור שולי המחיר יהיה שווה לעלות השולית. כאן הפדיון ממכירת המים יכסה את מלוא העלות השנתית של ההתפלה. העלות השנתית היא

$$2,160,000 + 1,200,000 = 3,360,000$$

הפדיון ממכירת המים הוא

$$960,000 * 3.25 + 240,000 * 1 = 3,360,000$$

הפדיון השנתי שווה לעלות השנתית. כפי שנראה בהמשך, התכונה הזו שהפדיון שווה לעלות מתקיימת רק כאשר אין יתרונות לגודל (במינוח כלכלי, פונקציה ההוצאות לינארית). מפעל שאין לו יתרונות (או חסרונות) לגודל וגובה עבור המים לפי העלות השולית מכסה במדויק את מלוא העלות.

#### צינור

עתי המפעל הוא צינור. המוצר של הצינור, למען הדיוק השירות, הוא הולכת מים. כפי שראינו (הנחנו) בייצור מים מותפלים כושר הייצור מוגבל, אין יתרונות לגודל ובתפוקה אחידה, העלויות השוליות שוות לממוצעות. בצינור אפשר להוליך כמויות שונות של מים ויש יתרונות לגודל. העלות השולית של הולכת המים נמוכה, בדרך כלל, מהעלות הממוצעת. נראה בדוגמה.

נתחיל מהולכה אחידה בכל עונות השנה. בהנחות שלנו, הכמות השנתית הממוצעת היא 167 מ"ק לשעה. לצורך החישובים הבאים הנחנו שעלות הצינור היא 40 ש"ח למטר לאינטש קוטר; כלומר, צינור בקוטר של 10 אינטש יעלה 400 ש"ח למטר אורך, כולל הנחה (העלות הזו מתאימה בקירוב לקטרים בהם נטפל בהמשך). החצר ההון הוא עשירית, 4 ש"ח לאינטש למ' לשנה. הצינור מונח אופקית, בשיפוע אפס. אנו מניחים—אולי הנחה תיאורטית—משאבה שמסוגלת לספק כמויות משתנות של מים באופן רציף, לפי הדרישה. עלות האנרגיה בשאיבה היא 30 אג' לקוט"ש. לוח 1 מסכם.

נפתח בהולכה אחידה של 167 מ"ק לשעה במשך כל 7,200 השעות של השנה. אנו מחפשים את קוטר הצינור שימזער את העלות של הולכת המים. לנתונים אלה, הקוטר המיטבי של הצינור הוא 9.17 אינטש, העלות הממוצעת היא 3.68 ש"ח למ"ק והעלות השולית היא 1.78 ש"ח למ"ק. כאמור, בצינור (בניגוד למפעל ההתפלה) העלויות הממוצעת והשולית אינן שוות מפני היתרונות לגודל. יתרונות לגודל פירושו עלות ממוצעת שקטנה עם הכמות. ואם לגראף של העלות הממוצעת שיפוע שלילי, העלות השולית (התוספת לעלות) קטנה מהממוצעת. כאן עולה קושי בקביעת המחיר; נטפל בו בהמשך. עתה נעבור להספקה עונתית.

לוח 1: עלויות הולכה בצינור למרחק של 100 ק"מ, ש"ח למ"ק

הולכה בעונות		הולכה אחידה	
חורף	קיץ		
9.45		9.17	צינור, אינטש
100	200	167	מ"ק לשעה
4	8	12	חודשים
0.60	2.15	1.78	עלות שולית
0.21	0.76	0.63	ממוצעת משתנה
3.15		3.05	ממוצעת קבועה
3.79		3.68	ממוצעת כוללת
4,554,783		4,420,615	עלות כוללת, ש"ח לשנה
48%		48%	כיסוי העלות בתמחור שולי

הערה: חישוב הערכים בלוח נעשה לפי נוסחת הייזן-ויליאמס, כפי שהציג רן מוסנזון, עם נתונים מעודכנים.

הצינור שימזער את העלות של הולכת 100 מ"ק לשעה בחורף ו-200 בקיץ יהיה בקוטר גדול יותר מהצינור ההולכה אחידה; קוטרו יהיה 9.45 אינטש (לוח 1). העלות השולית בקיץ היא 2.15 ש"ח למ"ק ובחורף היא 0.60 ש"ח למ"ק. העלות הממוצעת המשתנה (אנרגיה) בקיץ היא 0.76 ש"ח למ"ק ובחורף 0.21. עלות האנרגיה בקיץ גבוהה יותר כי בעונה זו צריך להעביר יותר מים בכל שעה דרך הצינור ולהתגבר על חיכוך רב יותר. נתוני הלוח מורים שהעלות השולית של ההולכה בצינור גבוהה מהעלות המשתנה הן בקיץ והן בחורף. אם המחירים בעונות ייקבעו בערכים זהים לעלויות השוליות, יכסה כאן המחיר בחורף (וגם בקיץ) לא רק את עלות האנרגיה אלא יותר ממנה. הדבר הזה נובע מהפיזיקה של הולכת המים בצינור: גם בחורף, בעת שהכמות שעוברת בצינור נמוכה יחסית, ככל שהכמות גדולה העלות באנרגיה ההולכה גדולה יותר. לכן העלות ההולכת "המ"ק האחרון" גדולה מהעלות הממוצעת לכל הכמות; והעלות הזו היא העלות השולית. כיוון שכך, מחירים עונתיים בתמחור שולי יתרמו לא רק לכיסוי העלות המשתנה, אלא גם לכיסוי העלות הקבועה. אולם הם לא יכסה את מלוא העלות; בדוגמה שלנו הכיסוי יהיה רק 48% מהעלות הכוללת; השיעור הזה בהולכה אחידה ועונתית.

כדאי להדגיש: בהעברת מים בצינור נתון, העלות השולית עולה עם כמות המים המועברת. כך גם, בצינור נתון, העלות הממוצעת עולה עבור כמויות גדולות יחסית. אבל כאשר הצינור אינו בקוטר קבוע ולכל כמות אפשר להתאים את קוטר הצינור—העלות הממוצעת יורדת עם הכמות.<sup>4</sup>

העלות הממוצעת לשנה, קיץ וחורף, בהולכה של המים בלוח 1 היא 3.79 ש"ח למ"ק. אנו יודעים לחשב את הממוצע הזה לשנה, איננו יודעים לחשב עלות ממוצעת בנפרד לקיץ ולחורף. זו אי-ידיעה עקרונית, במקום בו יש גורמי ייצור משותפים למוצרים או שירותים שונים, איננו יודעים כיצד לחלק את העלויות המשותפות, אך אנחנו יכולים לחשב את העלויות השוליות לכל שירות. ההכרה באי-הידיעה היא בסיסית והיא מצביעה על כך שהדרכים המקובלות לקביעה של "העמסה" של עלויות משותפות על כל שירות בנפרד הן שרירותיות. (עקרון

<sup>4</sup> המינוח הכלכלי הוא של טווחים. העלות לצינור נתון היא של הטווח הקצר; במקום שאפשר לשנות גם את קוטר הצינור כאשר משתנית כמות המים, ההתייחסות היא לטווח הארוך. במונחים אחרים, הטווח הארוך הוא טווח התכנון.

אי-הידיעה הזו אינו חדש; הוא הודגש בדברים של מוסנזון והוסבר בפרק שכתב דנין לתוכנית האב למשק המים של שנת 1988).

### כיסוי עלויות

במפעל בו אין יתרונות לגודל, כמו במפעל ההתפלה שבדוגמה למעלה, המחיר השולי שווה לעלות הממוצעת והפדיון מכסה את העלות. במקרה של יתרונות לגודל ובתמחור שולי, הפדיון לא יכסה את העלות. אך העלות צריכה להתכסות ממקור כל שהוא, יש בכלכלה ארבע הצעות "קלאסיות" (ולא נקיות משרירות) לגישור הפער שבין העלות הממוצעת לשולית.

א. המשתמשים בשירות ישלמו את העלות השולית והממשלה תכסה את גירעון הספק. במקרה זה התמחור יהיה שולי, משק המים יהיה יעיל וכלל משלמי המסים ולא רק המשתמשים הם שיכסו את הגירעון. המדקדקים מקפידים להוסיף שאמנם במשק המים תישמר היעילות אך גביית המסים פוגמת ביעילות במקום אחר במשק הלאומי (למשל, מס הכנסה מקטין את הרצון לעבוד). מה עוד שאפשר לטעון שמנוקדת הראות של הצדק החברתי מוצדק שכל העלות תיפול על המשתמשים בשירות בפרופורציה, אפילו אם לא מדויקת, להיקף השימוש.

ב. מחירי המים ייקבעו לפי העלות הממוצעת. במקרה של הספקה אחידה, כמו בדוגמה המספרית לעיל, העניין פשוט; המחיר לא יהיה 1.78 ש"ח אלא 3.68 ש"ח למ"ק. במקום שההספקה אינה אחידה ההצעה היא לצאת מן העלויות השוליות ולנפח כל אחת מהן כך שסך הפדיון יהיה שווה לסך העלות. בדוגמה שלנו, הניפוח יהיה בפקטור 1/0.48 והמחיר בחורף יהיה 1.24 ובקיץ 4.35 ש"ח למ"ק. ההצעה הזו קשורה אצלנו בשמו של רן מוסנזון שהוסיף לה את האמירה שבתנאי משק המים של ישראל אין הבדל גדול בין העלות השולית לממוצעת ועל כן הניפוח יהיה צנוע. כפי שאנו רואים, האמירה הזו אינה תופסת לצינור שבדוגמה; כאן הניפוח יותר משמכפיל את המחיר ביחס לעלות השולית.

ג. המחירים יהיו "מחירי רמזי"; אלה מחירים מפלים. חלק הציבור ישלם מחיר גבוה יחסית וחלק מחיר נמוך כך שסך התשלום של ציבור המשתמשים כולו יכסה את מלוא העלות. ההפליה תהיה לפי גמישות הביקוש של קבוצות הצרכנים. הגמישות היא התגובה של המשתמשים למחיר המים. ככל שהגמישות גבוהה (בערכה המוחלט, כי גמישות הביקוש היא מספר שלילי) צריכת המים מגיבה יותר לשינוי המחיר; למשל, אם הגמישות של הביקוש של קבוצת צרכנים היא -1, אזי עלייה של 10% במחיר תגרום לירידה של 10% בצריכה שלהם. לעומת זאת, אם הגמישות היא -0.5, הכמות תרד ב-5% בעקבות עלייה של 10% במחיר. אפשר להראות, ולא נעשה זאת כאן, שמשיקולים של רווחה חברתית ובהנחות מקובלות רצוי שההפרש בין המחיר לעלות השולית שמשלמים צרכנים שגמישות הביקוש שלהם נמוכה יהיה גדול יותר מאשר אצל צרכנים שגמישות הביקוש שלהם גבוהה. היישום המספרי יבהיר: אפשר להניח שהביקוש למים בחורף נמוך מאשר בקיץ (לאחר עליית מחיר, צמצום הצריכה במשקי בית, שהם עיקר הצרכנים בחורף, יהיה קטן יחסית לצמצום המקביל בחקלאות שלוקחת את הכמות הגדולה בקיץ) ועל כן, אם תאומץ גישת רמזי, יהיה שיעור התוספת למחיר בחורף גדול מאשר בקיץ. בכמויות שרשומות בלוח 1, ואם נניח בעקבות אומדנים שנעשו לאחרונה, שגמישות הביקוש בחורף היא -0.10 ובקיץ -0.50, המחיר בחורף יהיה 8.42 ש"ח למ"ק ובקיץ 2.64 ש"ח למ"ק; בגלל הפרש הגמישויות, המחיר בחורף יהיה גבוה מאשר בקיץ. בדרך זו—אף כי הן אנשי עיר והן חקלאים משתמשים במים בכל אחת מהעונות—המחיר הגבוה יוטל בעיקר על הצרכנים בעיר, שלהם גמישות ביקוש נמוכה. יישום הגישה מעלה שאלות ערכיות וחישוביות לא קלות (ובדוגמה שלנו הוא הופך על פניו את הכוונה לגבות מחיר גבוה

בעונת הלחץ); ואמנם, על אף שמחירי רמזי מקובלים בדיון התיאורטי בכלכלה, הם מיושמים במעשה רק במקומות בודדים.

ד. המחיר יהיה דו-שלבי. צרכנים ישלמו תשלום קבוע פלוס מחיר בגובה העלות השולית לכל מ"ק שייקחו. למשל, כמות המים הכללית היא 1,200,000 מ"ק לשנה, נניח שיש 1000 צרכנים, כל אחד ישלם סכום קבוע עבור 1,200 מ"ק לשנה, כך שסך הסכומים הקבועים יכסה 52% מכל העלויות; כלומר, בהספקה עונתית התשלום הקבוע יהיה 2,368 ש"ח לשנה לכל צרכן. למבנה התעריף הזה יש וריאציות רבות; ביניהן, היטל או רכישת מניות מראש (ולא תשלום שנתי), אבחנה בין צרכני קיץ לצרכני חורף, הזכות לרכוש כמות גדולה או קטנה יותר של מניות וכיוצא באלו. הקושי כאן הוא שאם התשלום הקבוע הופך לגמיש—כל צרכן משלם תשלום קבוע לפי צריכתו השנתית—מחיר המים הופך להיות העלות הממוצעת ולא השולית והיעילות נפגמת.

#### אמינות ההספקה

נתעלם עתה, לפשטות, מהעונתיות ונחשוב (בעקבות ניתוח של יעקב צור) על אזור חקלאי בו כמות הגשם השנתית הממוצעת שקולה (שוות ערך) למיליון מ"ק לשנה; כלומר, תרומת הגשם לחקלאות זהה לתרומה שהיתה מתקבלת בהשקיה של מיליון מ"ק לשנה אילו האזור היה שחון וחסר משקעים. המשקעים אקראיים והתפלגותם נורמלית עם סטיית תקן של 120,000 מ"ק לשנה; בנתונים אלה, בהסתברות של 70% (בשבעים שנים מתוך מאה) כמות הגשם שקולת ההשקיה תהיה בין 880,000 ל-1,120,000 מ"ק. הכמות הדרושה באזור היא 1,200,000 מ"ק לשנה. מפעל התפלה ישלים את הכמות החסרה; ועוד, המפעל יספק מים גם בשנים שחונות. בתכנון נקבע שעם המפעל דרישת המים של האזור, 1.2 מיליון מ"ק, תסופק במלואה בהסתברות של 95%; או, במילים אחרות, רק פעם ב-20 שנה יהיה מחסור וקיצוב מים לצרכנים. הגבול המתאים להסתברות זו הוא בכמות מי גשם של 800,000 מ"ק לשנה כיוון שלפי ההתפלגות הנורמלית שנבחרה, רק פעם ב-20 שנה תהיה כמות מי הגשם קטנה מ-800,000 מ"ק. אם כך, המפעל ייבנה בקיבולת של 400,000 מ"ק לשנה. נעבור עתה לשאלת מחיר המים המותפלים.

בהתפלגות המשקעים שאנו מניחים תהיה שנה אחת מתוך עשרים כה גשומה עד כי מפעל ההתפלה לא יופעל. מהצד השני, תהיה שנה אחת מ-20 בה ההתפלה תהיה בקיבולת מלאה ועדיין יהיה מחסור, קטן או גדול. ב-18 שנים מתוך ה-20 תתקיים התפלה—לעתים רבה לעתים מעטה—אך לא בקיבולת מלאה. בהקבלה להספקה העונתית, 18 שנים מתוך 20 הן כשנות החורף שבהן העלות השולית היא העלות המשתנה בלבד, שקל אחד למ"ק. בהספקה העונתית, היטלנו את כל העלות הקבועה על צריכת הקיץ והצרכנים שילמו בחורף רק את העלות המשתנה. כאן קשה לתאר פתרון כזה בו אחת לעשרים שנה יחויבו המשתמשים במחיר שיכסה את כל העלות הקבועה (הוא יהיה למעלה מ-30 ש"ח למ"ק). יתירה מזאת, בהספקה העונתית, ההספקה בקיץ היא אכן רק לקיץ והביקוש הגבוה והמחיר המתאים לעונה זו ידועים מראש. כאן הקמת מפעל ההתפלה מבטיחה הספקה אמינה לכל שנה מפני שלעולם אין לדעת אם השנה הבאה לא תהיה שחונה במיוחד. על כן נחפש מחיר למ"ק, אחיד לכל השנים, שיבטיח כיסוי העלויות, קבועות ומשתנות.

כזכור, עלות השקעה בקיבולת של מ"ק אחד לשנה היא 1.5 ש"ח והעלות המשתנה היא 1 ש"ח למ"ק. כאמור, המפעל יעבוד בדרך כלל בתת-קיבולת, בממוצע כמות המים המותפלים תהיה 200,000 מ"ק לשנה. הכמות הזו היא 50% מקיבולת המפעל ועל כמות המים הזו צריכה "ליפול" כל העלות הקבועה. מחיר המים המותפלים יחושב על כן בדרך הבאה

$$1.5(400,000/200,000)+1=4$$

המחיר יהיה 4 ש"ח למ"ק. במחיר זה בממוצע רב שנתי המפעל יכסה את מלוא העלות שלו. ההקבלה בין נוסחת המחיר שהוצגה למעלה למחיר המים המותפלים בקיץ לנוסחה שהוצגה זה עתה, מדגישה את הדמיון בין שתי בעיות ההספקה. אולם קיים גם שוני, במקרה האחרון לא יהיה הבדל במחיר בין שנים שחונות לגשומות.

### הערות

תכנון משק המים התחשב מאז ומתמיד בצרכי ההספקה העונתית ובהבטחת אמינות נאותה. במשטר המחירים החדש—אם המחירים אכן ייקבעו לפי עלות חברת מקורות ומפעלי ההתפלה—תכוסה העלות במלואה, גם אם החישוב לא יישען במודע על העקרונות שהוצגו במאמר. לעומת זאת, שאלת העונתיות לא תיפתר מעצמה. על כך העיר ורדי, עוד בימים שהמפעל הארצי היה רק בחיתוליו: אם המחיר אחיד, הכלכלן (המתכנן החקלאי) "אינו מתחשב בעובדה שבחודש אוגוסט המים עולים למדינה פי שניים מאשר בחודש אפריל". מלמד הוסיף אז הצעה מפורטת לקביעת מחיר דו-שלבי, לכיסוי העלויות הקבועות והמשתנות. ואכן, עד סוף שנות השמונים היו נהוגים במקורות מחירים שונים למים בחורף ובקיץ. אולם במשק המים המודרני יש גורמים רבים שממתנים את עלות העונתיות ואת השפעת התנודות במשקעים ובהעשרה; ביניהם, אגירה, החדרה, הפקת מים מותפלים שמקטינה את צרכי ההולכה מהצפון לדרום, המרת שפירים בקולחים, ועוד. ההשלכות המעשיות של השיקולים העקרוניים של המאמר תוכלנה להתברר רק בניתוח מפורט עם נתונים מציאותיים.

הדיון הכלכלי התיאורטי על ביקוש עונתי (או שעתי) ואמינות ההספקה נעשה בדרך כלל ביחס להספקת חשמל. בחשמל, שלא כבמים, אין למעשה אפשרות אגירה ולכן בעיות ההספקה בתקופות שיא ושפל ובעיות האמינות חריפות יותר. כך גם לנזקי המחסור יש בחשמל אופי אחר מאשר במים. תקלה בהספקת חשמל משביתה מפעלים, תחבורה, מעליות וחדרי ניתוח; על הפסקת מים לתקופה מוגבלת אפשר להתגבר בקלות יחסית. התכונות הללו הביאו בחשמל לפיתוח פתרונות להקצאה מהירה; ביניהם, למשל, שוק לקנייה ומכירה של אנרגיה לתקופות של חצאי שעות שפועל בזמן אמת ברשת האינטרנט. גם במים התפתחו, במיוחד בארצות הברית, שווקים ומכרזות ברשת האינטרנט. הניסיון מצטבר ובו הצלחות יפות לצד כישלונות רבתי. כדאי לעקוב.

כאמור, מאגרים ממתנים את הבעיות שהעונתיות והאמינות גורמות. אך לא רק זאת, הם גם משנים את חישוב העלויות השוליות: עם מאגר, אפשר שמפעל ההתפלה יעבוד ברציפות ובתפוקה מלאה בכל חודשי השנה ו"ייצור" מ"ק נוסף לקיץ יהיה בשילוב של הרחבת ההתפלה (בפחות ממ"ק) והעברה של מים במאגר מעונת החורף לקיץ. העלות עשויה אז להיות נמוכה מהעלות שהוצגה כאן. אנו מקווים לדון בעתיד בעניינים אלה ומשמעותם.