

# האם השאיבה בשדה קידוחי שומרה משפיעה על ספיקת מעיינות בצת (כרכרה) - גירסה ג'

גוטמן, י. <sup>1</sup> בורג, א. <sup>2</sup>

<sup>1</sup> חברת מקורות, רח' לינקולן 9 ת"א 61201 [yguttman@mekorot.co.il](mailto:yguttman@mekorot.co.il)  
<sup>2</sup> המכון הגיאולוגי, רח' מלכי ישראל 30 ירושלים 95501 [burg@gsi.gov.il](mailto:burg@gsi.gov.il)

## 1. רקע כללי

מעייין בצת (כרכרה) יבש בשנת 2001 שהיתה שנה שחונה שלישית רצופה. ההשערה שהוצגה על ידי מספר חוקרים (ראה מאמרו של א. רימר בכנס זה) היא שההתייבשות קשורה לשאיבה בשדה קידוחי שומרה, הנמצא 5-7 ק"מ ממזרח למעיינות (תרשים 1). במאמר הנוכחי ננסה להראות כי אין קשר הידרולוגי בין קידוחי שומרה למעייין בצת וכי השאיבה מקדוחים אלו איננה הסיבה לירידה בשפיעה ולהתייבשות שנצפתה בשנת 2001. הסיבה לכך נובעת מהיות המעייין בעל אוגר קטן ושטח מילוי חוזר מצומצם, ורגישותו ותלותו בשל כך בשינויים בכמויות המשקעים, ובמיוחד בפיזור המשקעים במהלך החורף, פרמטר אשר משתנה בשנים האחרונות "לרעה" ושאיין לו בהכרח ביטוי בכמות המשקעים השנתית הכוללת.

## 2. המודל ההידרוגיאולוגי האזורי

חבורת יהודה מהווה את האקוויפר הרגיונאלי בגליל בכלל ובאזור שומרה – אילון בפרט והיא מחולקת לשני תת אקוויפרים - עליון ותחתון, כאשר תצורת דיר-חנא האקוויטרדית מהווה את השכבה החוצצת ביניהם. ברוב שטח הגליל קיימת הפרדה בין שני תת האקוויפרים המתבטאת בהבדלי מפלס ולעיתים אף בהבדלים באיכות. עדות להפרדה ההידראולית בין שני תת האקוויפרים באזור מעייין בצת מתקבלת מממצאי קדוח יערה 3; בקידוח זה שנקדח באפיק נחל בצת במורד המעייין (תרשים 1), תת האקוויפר התחתון נמצא יבש (פני מים נמצאו רק בתצורת צלמון ברום של כ-90+ מ'). אם היה קשר בין האקוויפר העליון (ממנו נובעים מעיינות בצת) לבין האקוויפר התחתון, היה מתקבל מפלס מים כבר בתחילת הקדיחה!

קידוחי שומרה (תרשים 1) נקדחו לתת האקוויפר התחתון-תצורת יגור והם שואבים ממנו (קדוח שומרה 4 אף ירד לתצורת צלמון שמתחת לתצורת יגור). מפלסי המים בקידוחים נמצאים באמצע תצורת דיר חנא. כלומר תת האקוויפר התחתון באזור שומרה כלוא. אופקי מים שעונים בתת האקוויפר העליון שנמצאו בעת קדיחתם של קידוחי שומרה 2 ו-4 הם עדות נוספת לנתק ההידראולי בין שני תת האקוויפרים באזור. בניגוד לכך, מעייין בצת הנובע בגג תצורת דיר חנא ברום של 250+ מ', משמש מוצא למי התהום הזורמים בתת האקוויפר העליון שמעליו (תצורות בעינה וסכנין). כבר נתונים אלו מראים שאין קשר הידראולי בין האופקים מהם מפיקים קידוחי שומרה לאלו שמזינים את מעייין בצת. בנוסף לכך, מפלסי המים בקדוחי שומרה ואבן מנחם הממוקמים בהר הגבוה (תרשים 2) נעים בין מינימום של 200+ מ' למכסימום של 350+ מ'. ניתן אף לראות שהיו שנים בהן המפלסים בקידוחים המערביים בשדה ההפקה - שומרה 2 ו-4, אף ירדו מתחת לרום נביעת המעייין,

אולם השפיעה בו לא פסקה, דבר המחזק את חוסר הקשר ההידראולי ביניהם. יותר מכך, אם האקוויפר באזור שומרה מזין את מעיין בצת, המפלסים בקידוחים צריכים להיות גבוהים מספיק כדי ליצור גרדיאנט זרימה סביר לכיוון המעיין. הערכת גרדיאנטים מינימאליים (10%) מחייבת מפלס ברום של 300-310 מ' בקידוח שומרה 2. מפלס ברום כזה לא נמדד מעולם בקידוח זה שנקדח בשנות ה-80.

מעיון בהידרוגרפים של הקידוחים (תרשים 2) ניתן לראות כי במהלך סדרת הבצורת האחרונה שהתרחשה בין השנים 1999-2001 הגיעו המפלסים לרמה נמוכה מאוד, בדומה לזו שנמדדה בשנות הבצורת של ראשית שנות התשעים. יחד עם זאת, המפלסים בקידוחי שומרה מצויים תמיד ובכל העונות (שחונות וגשומות) בתוך תצורת דיר-חנא, כאשר תצורת סכנין שמעליה (שבבסיסה נובע מעיין בצת) נמצאת מעל למפלס הרגיונאלי. בעקבות החורפים של 2002 ו-2003 עלו המפלסים בקידוחים בעשרות מטרים, תופעה אופיינית לאקוויפרים כלואים בסמיכות לאזורי המילוי החוזר שלהם. השינויים החדים במפלסי הקידוחים אינם מאפיינים אקוויפר המתופעל בתנאים של שאיבת יתר וניצול אוגר חד פעמי, אלא דווקא אקוויפר בעל מוליכויות הידראוליות גבוהות, המושפע משינויי אקלים ופחות משאיבה ומהשפעות הדדיות בין קדוחים.

ההפקה בקידוחי שומרה (שלושה במספר) במהלך 10 השנים האחרונות יציבה ועומדת על כ-2 מלמ"ק/שנה בלבד. כמות זו קטנה משמעותית מהערכות עבור המילוי החוזר שפורסמו ע"י מיכלסון וגולדשטוף (1974) וכפרי וקסלר (2001). בשנה שהמעין יבש לא הוגברה ההפקה בשדה. יותר מכך, דעיכות בספיכת המעיין התרחשו גם לפני הבצורת האחרונה, בלי קשר לשאיבות בשדה קידוחי שומרה. קונספטואלית, קשה ולא סביר לייחס לנפח הפקה כה קטן שאיננו עולה על המילוי החוזר, ולכן לא בא לידי ביטוי בירידות מפלס עקביות בשדה השאיבה, השפעה כה דרמטית על מערכת קרסטית מפותחת באזור גשום כמו הגליל העליון המערבי.

מעיין בצת שעון על גבי תצורת דיר חנא וניזון כאמור מהזרימות בתצורת סכנין ובעינה. אין התאמה בין מפלסי המים בקידוחי שומרה לשפיעת המעיין (א. קסלר, דברים בע"פ), דבר צפוי במידה והמערכות ההידרולוגיות קשורות זו בזו. כשמנתחים את עקומי השפיעה והדעיכה של המעיין מבחינים מיד בתנודתיות הגדולה בשפיעתו ובתגובה המידית והחדה לאירועי גשם, האופיינית למעיין קרסטי שעון קטן הניזון מאקוויפר מצומצם בנפחו. תגובה בעוצמה דומה לא נראית בהידרוגרפים של הקידוחים. אם היה קיים קשר הידראולי בין המעיין לקידוחי שומרה היינו מצפים לקבל התנהגות שונה של הידרוגרף המעיין (יותר יציב ופחות תנודתיות) וזאת לאור נפח האוגר הגדול המשתרע לכאורה בין הקידוחים למעיין. ניתוח עקום הדעיכה של המעיין שיתואר להלן מציג תמונה שונה.

למעין בצת, כמו להרבה מעיינות קרסטיים בישראל, שני רכיבי זרימה - רכיב מהיר שמקורו בזרימה בחללים הקרסטיים הגדולים וספיכתו העיקרית היא בחודשי החורף תוך דעיכה חדה בתום עונת הגשמים, ורכיב זרימה איטי שדעיכתו איטית וממושכת והוא זה שמאפשר את קיומו של המעיין כמעין איתן גם בחודשי הקיץ ובחלק משנות הבצורת.

מקדם הדעיכה של המרכיב הקרסטי - המהיר במעיין בצת הוא כ-60 יום ואילו המקדם של המרכיב האיטי הוא בתחום שבין 9-12 חודשים. על פי ערכים אלו, במידה ותהיה שנה ללא גשם כלל, המעיין עלול להגיע לסף התייבשות כשנה עד שנה וחצי לאחר אותה שנת בצורת (ראה לדוגמא בשנות הבצורת שבראשית ובסוף שנות ה-90 של המאה הקודמת).

נפח האוגר הפעיל בשיא הספיקה (בתחילת הדעיכה) המחושב מתוך ניתוח עקומי הדעיכה על פי השיטה המקובלת לניתוח עקומים כאלה, הוא של 1.3-2.0 מלמ"ק. שטח האקוויפר המתקבל מכך הוא קמ"ר בודדים. חישוב השטח מבוסס על ההנחה שכל המילוי החוזר בשטח המחושב מתנקז למעיין ולא דולף כלפי מטה אל עבר האקוויפר הרגיונאלי (דליפה כזו תגדיל את השטח המחושב). על פי ממצאי קדוח יערה 3 הסמוך למעיין, נראה כי בשטח המילוי החוזר של המעיין אכן אין דליפה לאקוויפר התחתון ולכן סביר בהחלט להניח שמעיין בצת ניזון מאקוויפר שעון בעל חתך רווי דק המשתרע על שטח של מספר קמ"ר בלבד. שטחי המילוי החוזר הסבירים הם מחשופים קרובים של תצורות בעינה וסכנין בהר אכמן ובחרבת אכס.

מעיינות שעונים קרסטיים בעלי שטחי הזנה מצומצמים, כדוגמת עין בצת, מושפעים מאד מתנודות והתפלגויות של כמויות הגשם היומיות והחודשיות. לכן, שימוש בנתוני גשם שנתיים כדי להציג קשר לכאורה בין שאיבה בקידוחים שבמעלה להשתנות השפיעה במעיין איננו נכון ואף מטעה. ישנם מצבים, כפי שהיה בחורף 2001, בהם כמויות הגשם השנתיות קרובות לממוצע, אולם התפלגותם במהלך החורף שונה משנה רגילה. מבחינת מי התהום הרגיונאליים שנה כזו שוות ערך לשנת בצורת. המעיין השעון עשוי לעומת זאת להגיב באופן שונה ובמהירות לאירועי גשם קצרים אך חזקים. דוגמה מובהקת לקשר ההדוק בין שפיעת מעיין שעון, כדוגמת מעיין בצת, לכמויות גשם יומיות גבוהות ניתן לראות בנתונים שנמסרו לנו בע"פ ע"י הלל גלזמן מרשות הטבע והגנים. לדבריו, מעיין בצת שהיה יבש במהלך קיץ 2001, החל לזרום שוב ב-19/12/2001 בכמות של כ-30 מק"ש, זאת לאחר שבין סוף חודש נובמבר לאמצע חודש דצמבר ירדו כמויות גשם שעברו את הסף הדרוש לחידוש הזרימה. מספר ימים לאחר מכן, בתאריך 24/12/2001, פסקה הזרימה. הסיבה לכך היתה מיעוט הגשמים שירדו באותו שבוע שבין 19-24/12/2001 שלא אפשרו שמירת עומד מים ושפיעה רציפה של המעיין.

תופעות כמו שנצפו במעיין בצת מוכרות במעיינות קרסטיים רבים וגדולים יותר ממעיין בצת. נזכיר לדוגמה את מעיין עוגיה שבבקעת הירדן ששפיעתו השנתית הממוצעת מגיעה לכ-12 מלמ"ק/שנה. בשנים בה כמויות המשקעים נמוכות ו/או הפיזור שלהם במהלך החורף הוא גרוע, אזי המעיין מתייבש במהלך חודשי הקיץ (גוטמן 2004).

ראוי לשים לב שלא הוצגו כאן נתוני איכות ככלי להשוואה בין קידוחי שומרה ומעיין בצת. הסבה לכך היא אמינות הנתונים הכימיים הקיימים. עם זאת, המים הנובעים במעיין הם ככל הנראה מתוקים מאלה שבקידוחי שומרה. למותר לציין שלא מקובל במערכות זרימה, דוגמת אלו שבגליל, לקבל המתקה במורד הזרימה, אלא אם קיים רכיב זרימה נוסף שפיר יותר הנכנס למערכת, או לחילופין שאין קשר בין המערכות.

### 3. סיכום

מעייין בצת נובע על גבי תצורת דיר-חנא ומנקז אקוויפר שרון בתצורות סכנין ובעינה בעל שטח מילוי חוזר מצומצם בקרבתו. בנווד לכך, כל קידוחי שומרה שואבים מהאקוויפר התחתון, מפלס המים בהם כלוא ונמצא באמצע תצורת דיר חנא, ותצורת סכנין בסמיכותם נמצאת מעל למפלס הרגינאלי.

**הניתוח ההידרוגיאולוגי מראה כי לא סביר קשר הידראולי בין קידוחי שומרה למעייין בצת, כך שהשאיבה המוגבלת (2 מלמ"ק/שנה) בקידוחי שומרה איננה משפיעה על שפיעת המעייין והיא לא הסיבה לירידה בשפיעתו בשנים האחרונות ואף להתייבשותו בקיץ 2001.**

מעייין בצת הינו מעייין קרסטי המנקז שטח קטן ואקוויפר דק ולכן הוא (ומעיינות דומים לו בגליל ובהרי יהודה והשומרון) רגישים מאד לכל שינוי במשטר האקלימי ובעיקר **לפיזור המשקעים** שהשינוי בו בשנים האחרונות (יחד עם שנות בצורת) הוא לדעתנו הגורם העיקרי לדעיכה בשפיעה. שינויי האקלים המהירים הללו שחלים בשנים האחרונות משפיעים בראש ובראשונה על מקורות המים הקטנים והרגישים בעלי האוגר הקטן כדוגמת מעייין בצת.

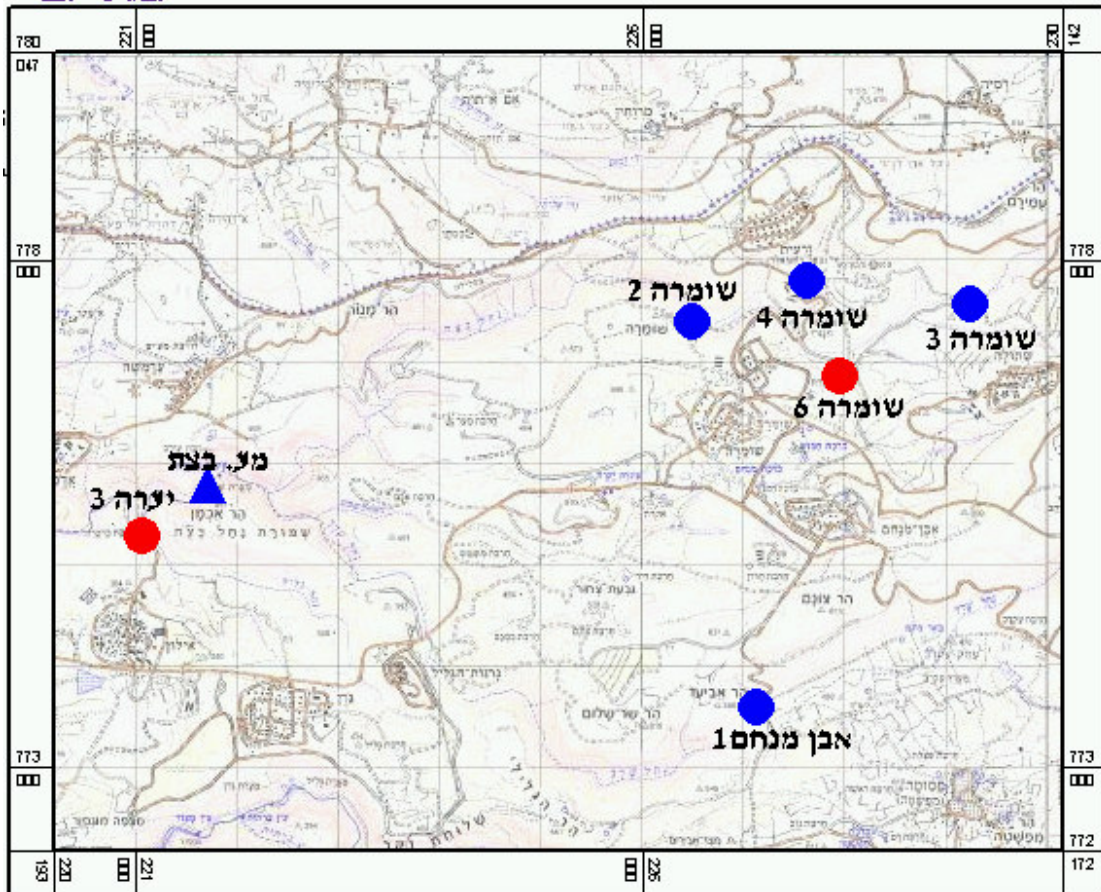
**הפתרון היחידי בשנות בצורת להצלת הצומח והחי הנשענים על מעיינות קטנים ושעונים אלה הוא בהבאת מים ממקורות חיצוניים כפי שאכן נעשה בפועל במעיינות בצת.**

### 4. רשימת ספרות

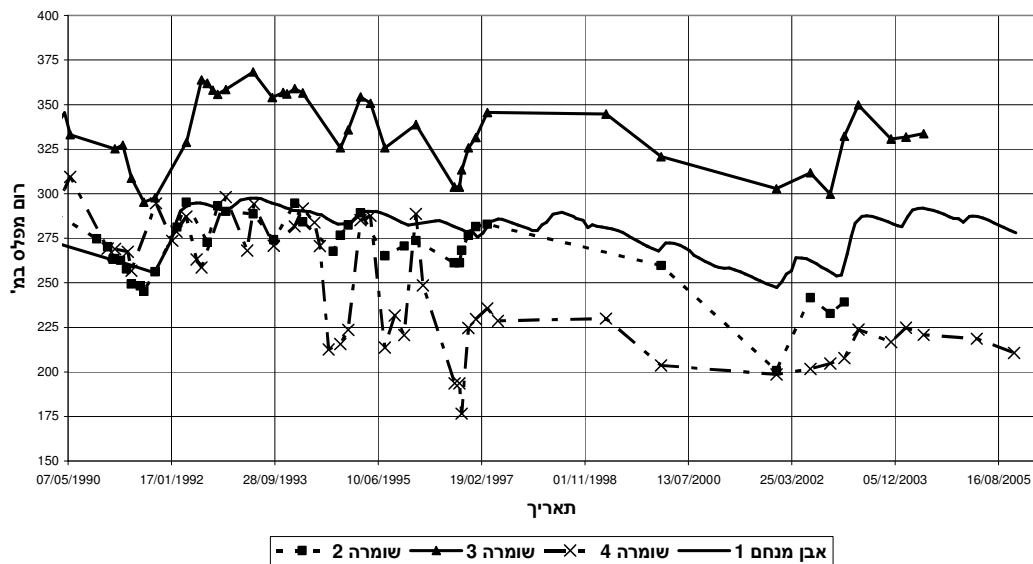
כפרי, א. קסלר, א., 2001 : תוכנית תכנון הידרוגיאולוגי לפיתוח ההפקה וניצול באגן כברי. דו"ח המכון הגיאולוגי GSI/36/2001 .

מיכלסון, ח. גולדשטוף, י., 1974 : הגיאווהידרולוגיה של אקוויפר הקנומן בגליל העליון. דו"ח תה"ל 01/74/71.

Guttman, J., 2004: The Karstic flow system in Uja area- West Bank: an example of two separated flow system in the same area. 2<sup>nd</sup> Israeli Palestinian Conference in Antalya, Turkey.



תרשים 1: מפת מיקום קדוחים ומעיין בצת. בכחול – קדוחים פעילים באדום – נטושים.



תרשים 2: מפלסי המים בקדוחי שומרה ואבן מנחם 1.