



מגמות ביחסי גשם - שפיעה בגליל העליון והמערבי

גבעתי ע.1, טל ע.1

¹השירות ההידרולוגי, רח' יפו 234, ת.ד. 36118 ירושלים – 91360 amirg@water.gov.il

תקציר

דו"ח זה מציג ממצאים אודות הקשרים בין הגשם בגליל המערבי לבין שפיעת מעיינות בצת (כרכרה) וזיו. מניתוח אמפירי מצטיירת מגמת ירידה של כ- 30% בנפחי השפיעה של עיינות בצת בין השנים 1950-2005, לעומת יציבות במגמות הגשם השנתי באותה תקופה. הירידה בנפחי השפיעה נגרמה בעיקר בעשרים השנים האחרונות והיא מתקבלת גם בניכוי רצף שנות הבצורת בשנים 2000/1 - 1998/9. עבור עובי משקעים נתון בתחנת הגשם באילון התקבלו נפחי שפיעה נמוכים יותר בתקופה 1985-2005 לעומת התקופה 1950-1985. מגמת ירידה בנפחי השפיעה לא נצפתה בעין זיו, דרומית לבצת, באזור בעל תנאים אקלימיים דומים. נפחי השפיעה בעין זיו נותרו יציבים מאז 1950, בהתאמה למגמות המשקעים באזור. היחס גשם - שפיעה בין עובי המשקעים לנפח השפיעה השנתי בעין זיו נותר יציב לאורך השנים.

המודל המוצע על ידנו, שולל את הגורמים המטאורולוגיים כגורם לירידה בשפיעת מעיינות בצת אך מאפשר קשר כלשהו להפקה בשדה שומרה. לפי המודל המוצע, יתכן דלדול של האקוויפר השעון בחלק העליון של שומרה, דבר שעלול בטווח ארוך להשפיע על השפיעה במעיינות בצת. המודל יכול להסביר את העובדה שצורת ההידרוגרף הבסיסית במעיינות בצת נשמרת גם בשנים האחרונות אולם זרימת הבסיס חלשה יותר. התנהגות זו יכולה להיות מוסברת בירידה של רכיב זרימה בשיעור קבוע יחסית שיתכן שמקורו מאזור שדה שומרה.

1. מטרות העבודה

מטרתה של עבודה זו היא לבדוק מה הם הגורמים שעשויים להסביר את הירידה בשפיעת מעיינות בצת.

2. רקע

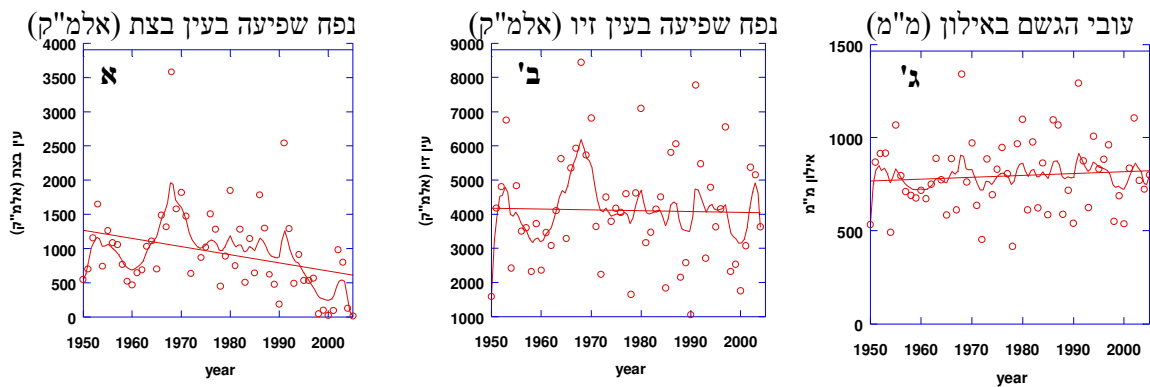
עיינות בצת נמצאים בערוץ נחל בצת. המעיינות נובעים במגע שבין תצורת סכנין הבנויה גיר ודולומיט (קנומן עליון) ותצורת דיר חנה הבנויה חוואר ודולומיט, רום הנביעה +240. התנהגות הספיקה במעיינות דומה לזו של אקוויפרים קרסטים שעונים בעלי שטח הזנה מוגבל. ספיקת המעיין מושפעת באופן מיידי ממשקעי החורף. בשנים גשומות, עולה הספיקה בסדרי גודל ואילו בשנים שחונות היא נמוכה ביותר. בחודשי הקיץ (יוני עד אוקטובר) הספיקה יורדת בצורה משמעותית. בשנים האחרונות ניכרת ירידה בשפיעת המעיינות, עבודה זו באה לבדוק את הסיבות לירידה זו.

3. מתודולוגיה

מגמת הירידה בשפיעת מעיינות בצת יכולה להיות מוסברת על ידי שינויים טבעיים, כגון שינויים בכמויות ואופי המשקעים או בשינויים מעשה ידי אדם כגון עלייה בהקיפי השאיבה במעלה האגן. ניתוח של סדרות יחסי גשם - שפיעה בוצע לסדרות ארוכות ככל שניתן. מגמת ירידה ביחס גשם - שפיעה לאורך השנים תעיד על ירידה בנפחי הזרימה עבור עובי גשם נתון ולכן תצביע על השפעות חיזוניות כגון שאיבה. אזור ההזנה של עין זיו נמצא באזור בעל תנאים אקלימיים דומים לזה של בצת ואיננו מושפע משאיבה ועל כן יכול לשמש כאזור ביקורת לבצת.

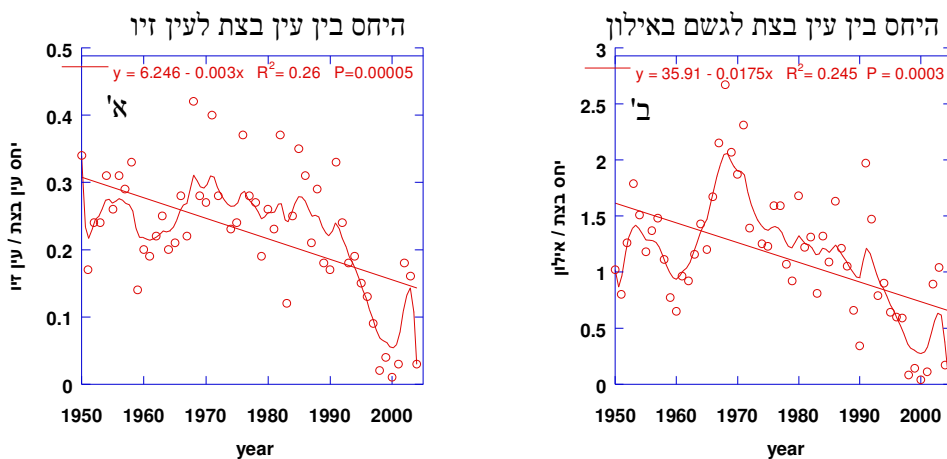
4. תוצאות

תרשים 1 א' - ג' מציג את נפח השפיעה השנתי בעין בצת (א'), בעין זיו (ב') ואת עובי המשקעים השנתי בתחנת אילון (ג') מאז 1950. ניתן לראות שבעוד שנפח השפיעה במעיין בצת ירד בכ- 30% מ-1.25 מלמ"ק ל-0.7 מלמ"ק כיום ואילו מגמת הגשם באילון מצביעה על מגמת עלייה קלה של 5% מ-795 מ"מ ל-835 מ"מ. מגמה דומה מתקבלת גם בתחנות גשם סמוכות סמוכות כגון פסוטה ומעיליא. מגמת משקעים זו בצפון הארץ הוצגה בעבודות קודמות (גבעתי ורוזנפלד, 2005). בנוסף נבדקו בעזרת נתוני רדיוסונדה בימי גשם הפרמטרים מטאורולוגיים המשפיעים על אופי הגשם: כיוון הרוח, עוצמת הרוח והלחות היחסית ברום הנמוך (850 מ"ב), ולא נמצא עבורם מגמת שינוי (גבעתי ורוזנפלד, 2004). כאשר בוחנים את מגמת הירידה השנתית בעיינות בצת ניתן לראות שהיא אירעה בעיקר מאז אמצע שנות ה-80. לעומת מגמות זאת, לא נמצא כל שינוי בשפיעה בעין זיו.



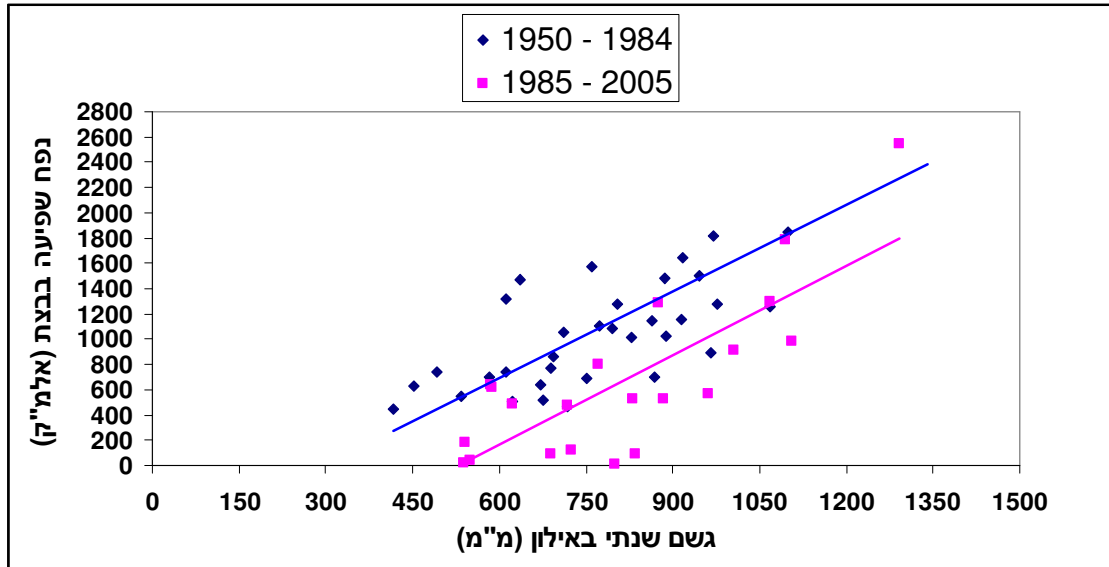
תרשים 1 א' - ג': נפח השפיעה השנתי בעין בצת (א'), בעין זיו (ב') ועובי הגשם השנתי באילון (ג')

תרשים 2 א' - ב' מציג את היחס בין השפיעה בבצת לשפיעה בעין זיו ואת היחס בין השפיעה בבצת לבין עובי הגשם באילון. ניתן לראות בתרשים מגמת ירידה ביחס גשם-שפיעה עבור התקופה 1950-2005 (בניגוד למגמת היציבות שנמצאה עבור יחס גשם-שפיעה בין עין זיו לגשם). ירידה זו החלה רק מאמצע שנות השמונים. מגמת ירידה זו מתקבלת גם בניכוי שלושת שנות הבצורת בין השנים 1998/9-2000/1, אך בצורה מתונה יותר. עיינות בצת וזיו בעלי מאפייני אקלים דומים. העובדה שהיחס בין השפיעה של בצת לזיו קטן עד מאד בשנים האחרונות מרמזת לכך שישנו גורם נוסף המשפיע על שפיעת מעיינות בצת.



תרשים 2 א'-ב': היחס בין השפיעה בבצת לשפיעה בעין זיו (א') ובין השפיעה בבצת לגשם באילון (ב')

דרך נוספת לאבחן את השינוי ביחס גשם-שפיעה מוצגת בתרשים 3. הקשר בין הגשם באילון לנפח השפיעה בבצת בתקופה 1985-1950 מוצג על ידי הקו הכחול ועבור התקופה 1985-2005 בורוד. ניתן לראות בתרשים שעבור אותו עובי גשם שנתי באילון מתקבל נפח שפיעה נמוך יותר בעינות כרכרה בתקופה המאוחרת יותר.

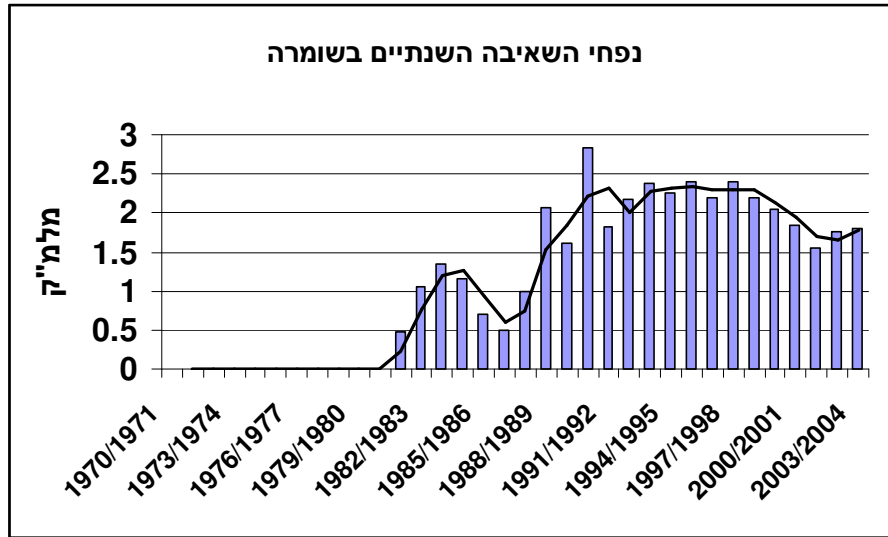


תרשים 3: הקשר בין השפיעה בעין כרכרה לעובי הגשם בתחנת אילון בתקופות שונות.

5. דיון

התוצאות מראות על ירידה מובהקת בשפיעת מעיינות בצת שאינה ניתנת להסבר בשינויים אקלימיים. גורם נוסף שעשוי להשפיע על שפיעת המעיינות הוא השאיבה. מעיינות בצת נמצאים 1-3 ק"מ מזרחית לשדה ההפקה של יערה ו- 5-7 ק"מ מערבית לשדה שומרה. ההפקה בשדות אלה נעשית מהקנומן התחתון. מפלס מי התהום בשדה יערה הוא ברום 10-30 מ' מעל פני הים. המפלס בשדה שומרה נמצא בין 210-360 מ' מעל פני הים. בקידוח שומרה 4 המפלס ירד מכ- 300 ל- 210 מ' ובשומרה 2 הוא ירד מכ- 300+ מ' לכ- 260+ מ'. לנוכח הבדלי המפלס הגדולים בין שדה יערה (-10 30 מ') לרום הנביעה (+240) קשה להצביע על קשר הידרולוגי ביניהם ולשאיבה בשדה זה לא צפויה להיות השפעה על הספיקה בנביעות. שדה שומרה נמצא מזרחית לנביעות, במעלה הזרימה. כאמור, ההפקה בשדה זה נעשית מאקויפר הקנומן תחתון בעוד שהמעיינות נובעים מהקנומן העליון. על פניו נראה שהקשר בין הפקה בשדה שומרה לבין שפיעת המעיין הוא כמעט בלתי אפשרי: הפקה מתת אקויפר אחר, המרחק של שדה הפקה מהנביעה עולה על 5 ק"מ, המפלס בשדה שומרה דומה לרום הנביעה ואינו מאפשר קיומו של גרדיאנט מפלסים סביר בין השדה למקום הנביעה, הידרוגף הנביעה מצביע על מופע המתאים לאקויפר קרסטי עם אזור הזנה מוגבל. עם זאת, לא ניתן להתעלם מהירידה המובהקת בספיקת המעיין שהחלה מאמצע שנות ה-80, במקביל לפיתוח ההפקה בשדה שומרה (תרשים 4). המודל המוצע על ידנו קושר את המעיינות לאקויפר השעון באזור שומרה. על פי מפה סטרוקטורלית (נלקח מדוח שכנאי וגולדשטון 1978), רום גג תצורת דיר חנא באזור שומרה הוא 400-450 מ' והוא נוחת מערבה לכיוון אזור הנביעה. מקור המים לתת האקויפר התחתון באזור שומרה הוא במילוי חוזר על פני האקויפר העליון. המים דולפים למטה באותם אזורים בהם תצורת

דיר חנה בנויה דולומיט וגיר. במקומות בהם לתצורת דיר חנא מופע חווארי ימצאו מים שעונים. עדויות למפלסים שעונים באקויפר העליון נמצאו במהלך הקדיחה בקידוחים שומרה 2 ו-4. כפרי וקסלר (2001) הציעו מודל עבור אגן כברי – סולם צור שבו יש קשרי הזנה בין המאגר השעון העליון והאקויפר התחתון. לפי מודל זה, שאיבה מהאקויפר התחתון עשויה להגדיל את רכיב המים מהמאגר השעון העליון לעבר האקויפר האזורי שבקנומן התחתון ולמעשה לגרום לדלדול של האקויפר העליון השעון. מודל כזה יכול להסביר הקטנה ברכיב הזרימה מהאקויפר השעון בשדה שומרה לעבר מעיינות בצת. על פי המודל המוצע, שפיעת המעיינות תפחת אך עדיין המעיין לא צפוי להתייבש מאחר שהוא ניזון בחלקו מאוגר מקומי מוגבל.



תרשים 4: נפח השפיעה השנתיים בשומרה

5. סיכום

מניתוח תוצאות יחסי גשם - שפיעה עבור עיינות כרכרה ועין זיו עולה התמונה הבאה: עובי המשקעים בגליל העליון והמערבי נותר יציב לאורך התקופה 1950 - 2005 ואף רשם עלייה מסוימת. בהתאם נותר נפח השפיעה בעין זיו, אשר שאיננו מושפע משאיבה, יציב וכך גם היחס גשם- שפיעה עבור מעיין זה. לעומת זאת בבצת נרשמה ירידה של כ- 30% בנפחי השפיעה, ירידה שנגרמה כולה ב- 20 השנים האחרונות. ממצאים אלה שוללים את האפשרות ששינוי אקלימי הינו הגורם לירידה החדה בנפחי השפיעה בעיינות כרכרה ומחדדים את השאלה בדבר השפעת השאיבה במעלה באזור שומרה על השפיעה בעיינות כרכרה.

מקורות

כפרי וקסלר (2001), תכנית תכנון הידרוגאולוגי לפיתוח הפקה וניצול באגן כברי.

Givati, A. and D. Rosenfeld, 2004: Quantifying precipitation suppression due to air pollution. J. Appl. Meteor., 43, 1038-1056.