

הדינאמיקה והמכאניזם של תנודות הפן הביני ומפּלס מי התהום באקוויפרים חופיים בהשפעת גאות ושפל

אלעד לבנון^{1,2}, חיים גבירצמן¹, יוסי יחיאלי^{2,3}, אייל שלו²

(1) המכון למדעי כדור הארץ, האוניברסיטה העברית בירושלים

(2) המכון הגיאולוגי

(3) מכון צוקרברג לחקר המים, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב, שדה בוקר

תקציר

מחקר זה בוחן את השפעת תנודות הגאות והשפל בים על הפן הביני ועל מפּלס מי התהום באקוויפרים חופיים, באמצעות מודל נומרי דו-מימדי, ניתוח סטטיסטי של נתוני שדה ומודל מעבדתי.

סימולציות שנעשו באמצעות מודל נומרי תיאורטי הראו כי תגובת האקוויפר החופי לתנודות הגאות והשפל בים מורכבת ואינה אחידה בזמן ובמרחב. אנליזת Cross-Correlation שנעשתה לתוצאות המודל, הראתה כי המכאניזם כולל שני תהליכים המתרחשים באופן רציף ובמקביל - בתהליך הראשון מתרחשת כניסה אופקית של גל לחץ אל האקוויפר בעקבות שינויי מפּלס הים וכך משתנה העומד ההידראולי במרבית האקוויפר. בתהליך השני משתנה מפּלס מי התהום, והוא מכתוב את הזרימה של כל גוף המים המתוקים. בעוד שהתהליך הראשון מהיר יחסית ונשלט על ידי פרמטרים של זרימה בתווך הרווי, הקצב של תנועת המים בפועל איטי יותר כיוון שהוא נשלט על ידי המוליכות ההידראולית של התווך הבלתי רווי, הנמוכה מהמוליכות ההידראולית ברוויה.

ניתוח סטטיסטי של מדידות השדה (מפּלס מי תהום, עומד הידראולי ומליחות בפן הביני) מאששות את תוצאות המודל התיאורטי. בדומה לתוצאות מהמודל הנומרי, גם באקוויפר החוף התגובה של המליחות בפן הביני ושל מפּלס מי התהום (שני הפרמטרים מייצגים תנועה של המים בפועל) היא איטית יחסית ומתרחשת כמעט במקביל, ולעומת זאת, התגובה של העומד ההידראולי בפן הביני ובחלקים העמוקים של האקוויפר מהירה יותר באופן משמעותי.

בחלקו האחרון של המחקר נעשים ניסויי מעבדה במודל פיסיקלי מבוקר (Flow tank) המדמה את האקוויפר החופי. במודל נמדדים מפּלסים, מוליכויות חשמליות, לחצים ותכולות רטיבות על ידי מערכת חיישנים מורכבת הניתנת לשליטה באופן מלא. תוצאות הניסויים הראשונים מראות את אותן תופעות שהתקבלו על ידי המודל הנומרי והניטור בשדה ומאששות את העובדה כי התנודות של גוף המים בפועל נשלטות על ידי התהליכים המתרחשים בתווך הבלתי רווי, עקב עליית מפּלס מי התהום וירידתו. ניסויים נוספים מתוכננים בתנאים ליתולוגיים והידרולוגיים שונים, על מנת לבחון את רגישות המערכת לפרמטרים שונים.