מדינת ישראל

משרדי הממשלה

מקורות חברת מים בע"מ
מהנדס ראשי - פרסומים

6 / 7

הגיאוהידרולוגיה של רצועת עזה - תמצית דוח מספר 3

3 / 1970 - 4 / 1970

70-013

תל־אביב, רחוב לינקולן 9
ת.ד. 20128, טלפון 265111
מען למברקים: מקורותקו

מקורות חברת מים בע"מ

משרד ראשי

מאת ש. קנטור

סימננו 16/סיני

תאריך 3.4.70

אל: מר ז. קריב

הנדון: הגיאוהידרולוגיה של רצועת עזה.

1. ר"ב חוברת שנערכה ע"י הה"ל בנדון.

2. העבודה בוצעה במסגרת הזמנות ישירות של הממשל לתה"ל.

3. לאור דיון בנושא ביום 31/3, בו השתתפתי, מסתבר לי, כי בדעת הה"ל להביא בעית המשך הטפול בנושא להנחיות עקרוניות של שר החקלאות בפגישה שנקבעה אצלו ל-10/4.

4. בדעת המתכנן לבחון עם השר מה בטפול הנדרש בהמשך לסקר.

5. נראה לי כרצוי שתעיין ברצוף לקראת אותו דיון. ההמלצות מובאות בדף 9 ובנוסף להן חבורר גם שאלת מועד תכנון לשפור המצב ההידרולוגי.

בברכה,

ש. קנטור

רוני

תגלה מרגלית באיה מאיר אריון

התחר חנסי

תעבורים

01-034

מרכז רפואי לניאדו
ת.ד. 85105, עכו 24100
טל: 04-9542222, פקס: 04-9542333

מרכז רפואי לניאדו

מ.א.	מס. תיק
תאריך	אל/מרר
נושא	מר.מ.

מר/ גב' ר. מרר

[illegible]

1. [illegible]

2. [illegible]

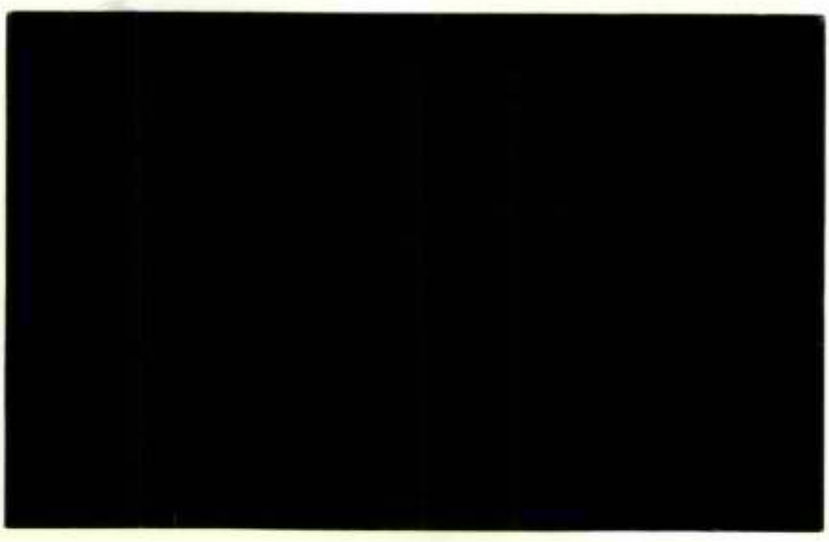
3. [illegible]

4. [illegible]

5. [illegible]

בברכה,

[illegible]



תכנון המים לישראל בע"מ

האגף להידרולוגיה

הגיאוהידרולוגיה של רצועת עזה

ח מ צ י ח

דו"ח מס' 3

הוכן ע"י מ. פינק

תל - אביב

מרץ 1970

תכנון המים לישראל בע"מ

האגף להידרולוגיה

8.3.70

לכבוד

_____

_____

_____

א.נ.,

הנדון: מי התהום ברצועת עזה.

מצ"ב תמצית דו"ח גיאוהידרולוגי על משאבי מי תהום ברצועת עזה אשר הוכן ע"י מר מ.פינק וצוות אזור החוף, על פי הזמנת הממשל הצבאי של רצועת עזה וסיני.

מטרת הדו"ח היתה לתאר את המצב ההידרולוגי ברצועה, לאור החקירות שנערכו בה בשנתיים האחרונות, לאמוד את פוטנציאל המים המצוי בה ולהצביע על סכנות צפויות למקור חשוב זה שעליו נשענת כלכלת הרצועה, וזאת על מנת להכין את הרקע לתכנון הפעולות בעתיד.

בשנות השלטון הבריטי והמצרי נקדחו בשטח המצומצם של הרצועה למעלה מ-1370 קדוחים, וניצול מי התהום שהגיע לממדים מבהילים התנהל ללא כל תכנון, הכונה או פקוח. כתוצאה מכך קיים כבר ניצול יתר וחלק ניכר מהמים שבשימוש מלוחים מדי לחקלאות מתקדמת.

סקרים ראשוניים(דו"חים מס' 2,1) נעשו עוד ב-1967 אולם רק בשנים 1968 ו-1969 הוחל בחקירות יסודיות שכללו בין השאר קדוחי מחקר ומדידות שדה שנועדו להשגת נתונים בסיסיים. פעולות אלה נעשו תוך מגבלות בטחוניות חמורות ובתקציבים פחותים מהדרוש לחקירות מסוג זה.

אף-על פי-כן הושגו תוצאות מרשימות ובעלות ענין. התברר שאקויפר מי התהום המזין את הבארות הרבות מורכב ממספר יחידות משנה בעלי מליחות שונה. רק ביחידות העליונות ובדיונות מצויים מים מתוקים ואילו במזרח ובעומק גוברת המליחות עד לרכוז הגבוה אף ממי הים.

אם יימשך קצב הניצול הנוכחי תעלה המליחות בהדרגה וקדוחים יחלו לצאת משמוש (עד מאות קדוחים בסוף העשור).

לאור הידע המצוי, הערכות המצב והתחזיות שבדו"ח, רצוי לדעתי לפעול עתה בשלוש דרכים מקבילות: (א) להעריך את ההתפתחויות הצפויות למשק המים ברצועה ולתכנן את מהלכינו ופעולותינו בהתאם; (ב) להכניס את הניצול תחת מעקב ופקוח כדי לאסוף את האינפורמציה הדרושה לקבלת ההחלטות וכדי לאפשר שליטה מרכזית באזור סבע חיוני זה; (ג) להעמיק ולהרחיב את ידיעותינו על האקויפר עד לדרגה שתאפשר הגדרה נאותה של מערכת מי התהום, קביעת מגבלותיה והסכנות הצפויות לה, כל אלה יעשו בפרוס הדרוש לתכנון ניצול רציונלי של האקויפר, שימורו ושילובו במערכת המים הארצית.

ב ב ר כ ה,

יואב הרפז
מנהל האגף.

תכנון המים לישראל בע"מ
האגף להידרולוגיה

הגיאוהידרולוגיה של רצועת עזה

תמצית דו"ח מס' 3 שהוכן ע"י מ. פינק, פברואר 1970

1. מבוא

העבודה הנוכחית הינה המשך לעבודות קודמות שנעשו ב-1967 ונתפרסמו בדוחו"ת התקדמות מס' 1 ו-2. עבודות אלה הצביעו על שאיבת יתר מוגברת ומליחויות יחסיות גבוהות; לאור ממצאים אלה הוחלט להמשיך במחקר כדי לנסות לבדוק נקודות אלה בצורה יותר יסודית. מטרות מחקר זה היו: לימוד והכרת המבנה התת-קרקעי מבחינה גיאולוגית והידרולוגית, פילוג השאיבה הנוכחית לפי אזורים, אקוויפרים ומליחויות וכן נסיון לתחזיות של התפתחות המפלסים והמליחויות.

כדי להשיג מטרות אלה בוצעו הפעולות הבאות: קדיחת קידוחי מחקר בשבעה אחרים, ביצוע מספר מדידות גיאוחשמליות, עריכת מדידות מפלסים ודיגום מים באותם קידוחים בהם נערכו מדידות מפלסים ונלקחו דגימות מים ב-1967, סיכום השאיבה השנתית לפי כל בארות רצועת עזה. כתוצאה מפעולות אלה הוכנו חתכים גיאולוגיים, מפות השתערות אקוויפרים, חישובי פילוג שאיבה לפי אקוויפרים ומליחות, חישובים הידרולוגיים ותחזיות לעתיד.

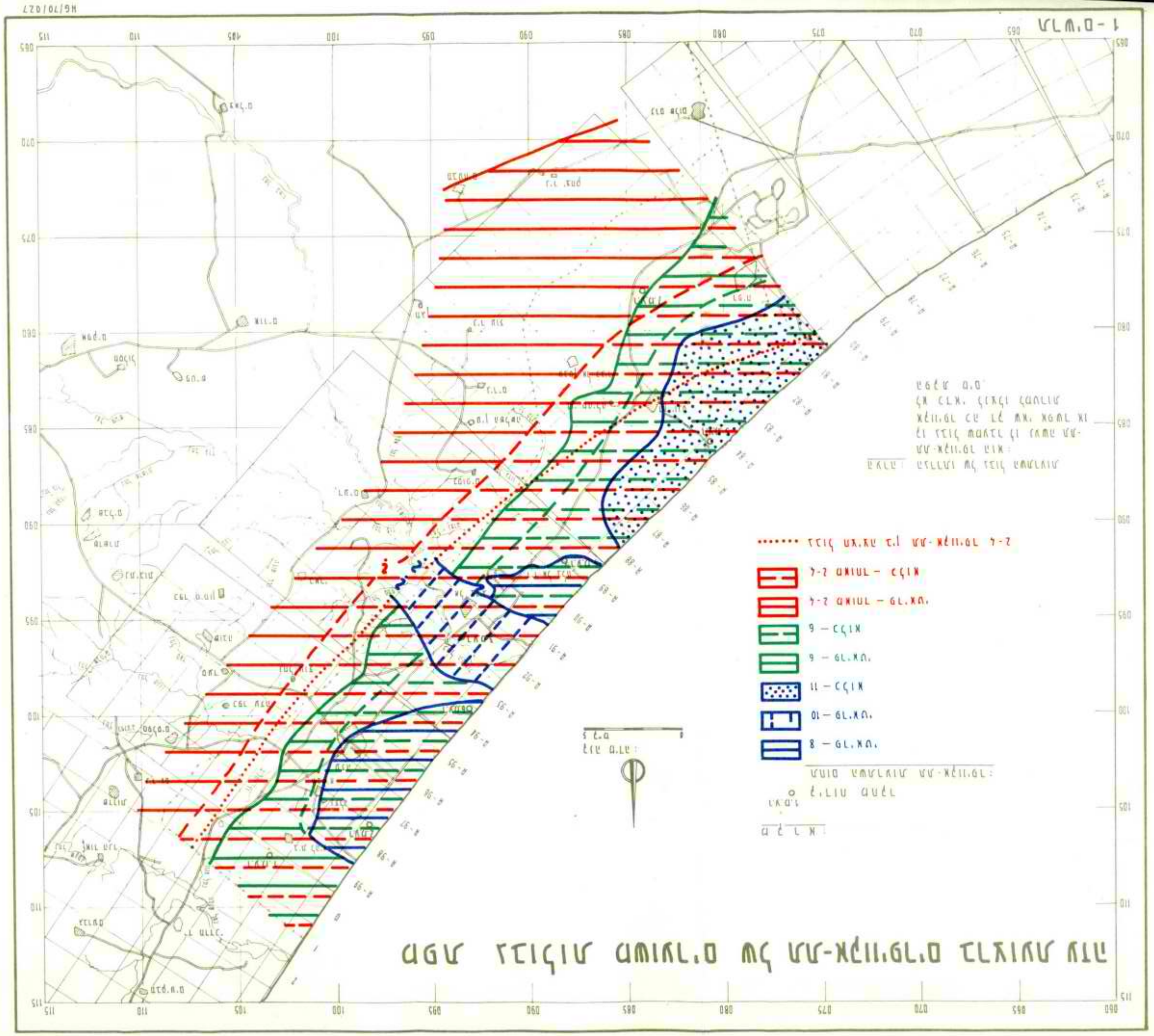
עקב קשיי הפעולה בשטח, ההגבלות הבטחוניות והמגבלות התקציביות נמנע מאתנו לסקור ולחקור כראוי את כל הגיאוהידרולוגיה של הרצועה, דבר שהוא חיוני לתכנון ולפיתוח של משאבי המים המקומיים והסביבתיים. ראוי לכן שהמידע שנאסף למרות הכל הוא עדיין מצומצם מאד ובחלקו אף אינו מדויק ולכן צפוי שגם נתוחי הדו"ח וממצאיו לוקים ברמת מהימנות שאיננה גבוהה. ואף-על-פי-כן, תמונת המצב המתקבלת עתה הינה משופרת לאין ערוך בהשואה לידע הדל שעמד לרשותנו קודם לכן.

2. תיאור גיאוהידרולוגי

המבנה הגיאוהידרולוגי הסכמטי של רצועת עזה, הוא שכבתי כשיחידות אקוויפריות ויחידות אקויקלודיות מתחלפות זו בזו לסירוגין (תרשים 1,2,3). מידת ההשתערות הפנים-יבשתית של יחידות אלה הולכת וקטנה כלפי היחידות העליונות.

בצפון רצועת עזה (מנחל הבשור וצפונה) מצויים שלושה תת-אקוויפרים, לפי סדרם מלמעלה למטה:

מפת גבולות משוערים של תת-אקוויפרים ברצועת עזה



מ ק ר א:

○ קידוחי מחקר ר.ע.מ.י

תחום השתרעות תת-אקוויפר:

▤ 8 – פריאטי

▥ 10 – פריאטי

▩ 11 – כלוא

▤ 6 – פריאטי

▥ 6 – כלוא

▤ 2-4 מאוחד – פריאטי

▥ 2-4 מאוחד – כלוא

.... גבול חציצה בין תת-אקוויפר 2-4

הערה: הגדרתו של גבול השתרעות תת-אקוויפר הוא:
קו גבול שמעבר לו נעשה תת-אקוויפר כה דק שאי אפשר או לא כדאי לנצלו למטרות הפקת מים.

תרשים - 1

HG/70/027

ULM.0 – 2

ULTIM : 1) Gri. Dao Daxiri.o cxl xiro ALI.é.o' c. Dé.LIU.o xiro axiic.o 2) Daocilr ilxir cxl Lé txigl ocan. 'garme' cg aocir aiolir ki. xno açn ang iaurur.

3) Lé Dé.LIU.o ko ao, ru. Do axiii.o 4) uiol uxiil mç alti.r Dé.LIU.o'caxxiro talué aéi uurl iiuii. xiaé çx ALI.é.o' tila.o çx. L.ié txiaé ULI.LUo.

a é l x

- ULI.L – xti uiç ti.i.r'uiç'uçié.o
- ULI.L çaurle – ni.n'ULo.r uiç.ir'çi.o
- ULI.L çaurle – ti.o' ULo.r'uixl' çi.o
- é.o' éçtli-o.x.çi.l

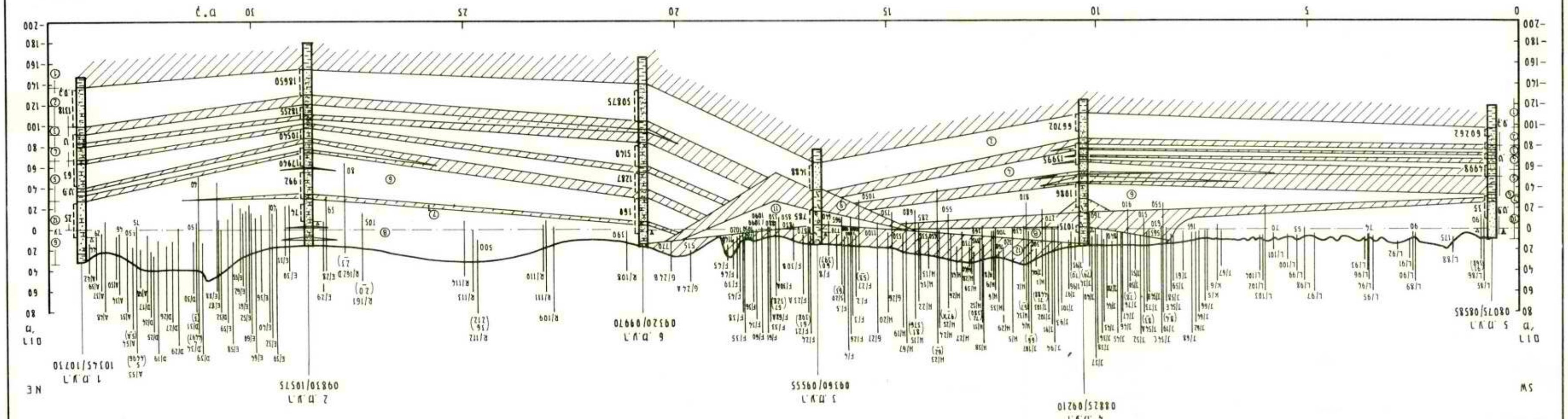
i.u.LIU ti.ç

- o.n' oion ni.Lri.l
- n' ni.L ri.l
- é.o' éçtli-o.x.çi.l

i.u.LIU açn

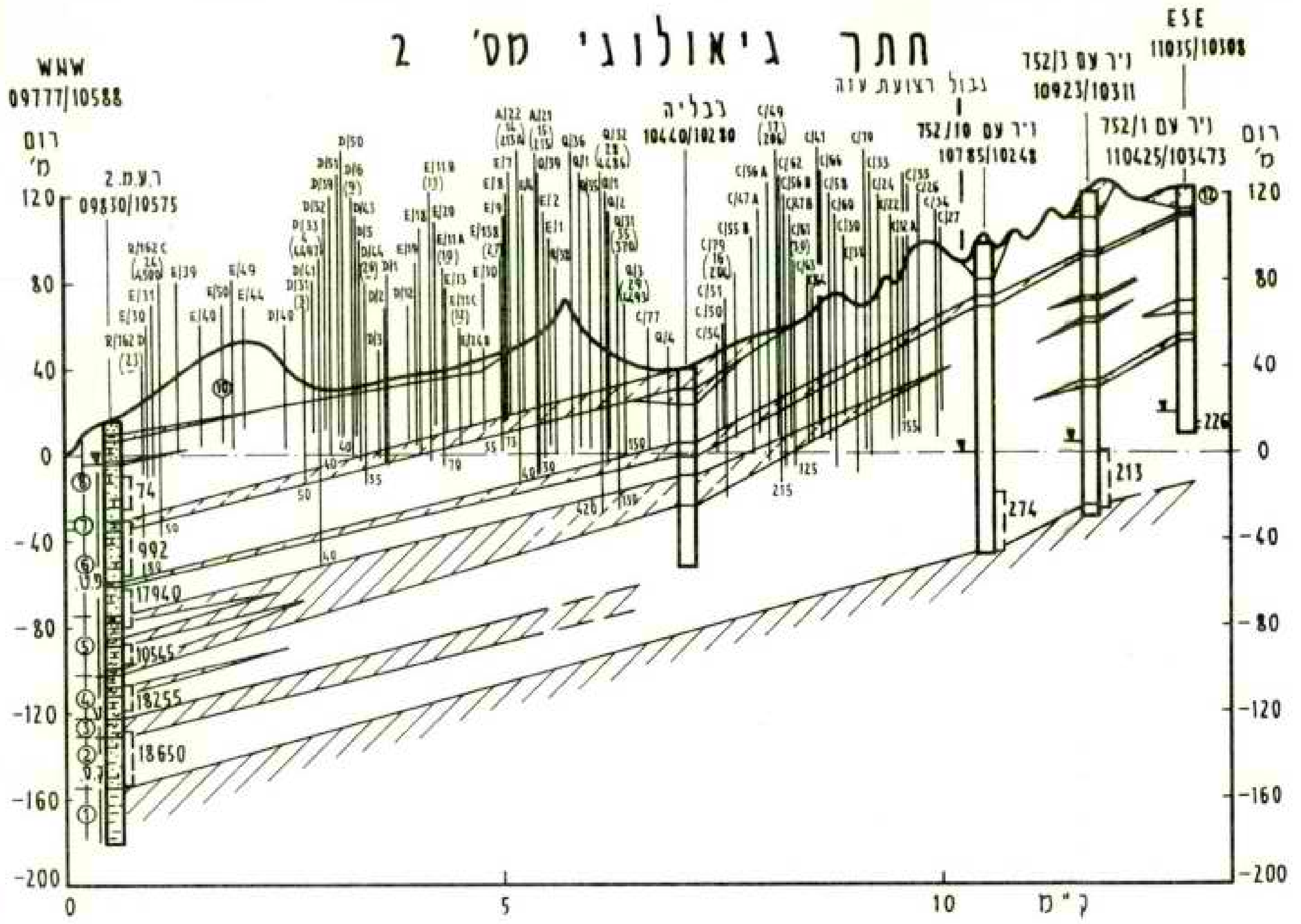
- ① ULo.r oé.e
- ② uixl iuLo.r
- ③ uiç éLail
- ④ xti uiç ti.i.r
- ⑤ xu.t ai.éLiéiitç,
- ⑥ xti uiç ti.i.r
- ⑦ ULo.r ni.i.r
- ⑧ uçié.o
- ⑨ L.iiiir
- ⑩ ULo.r
- ⑪ éLéaiir içi.o
- ⑫ éLéaiir çi.o
- ⑬ xti uiç ti.i.r
- ⑭ ULo.r
- ⑮ uixl iuLo.r
- ⑯ xu.t ai.éLiéiitç,

- ao, ALIL. çe. ééL txaiir mç aaLL euéçxiir — éiiiu tç. uurl ti.xiçiti.'
- ao, ALIL. çe. Li.u euéLaiir ao, z (3:4) — xo xi tç. ucicçr cçil
- ao, i.r. çe. Li.u euéLaiir ao, z — xo xi tç. ucicçr cçil
- ucicçr cçil tat.ç 025
- ao, ALIL. Lxm. çe. ééL txaiir mç aaLL euéçxiir 52/H

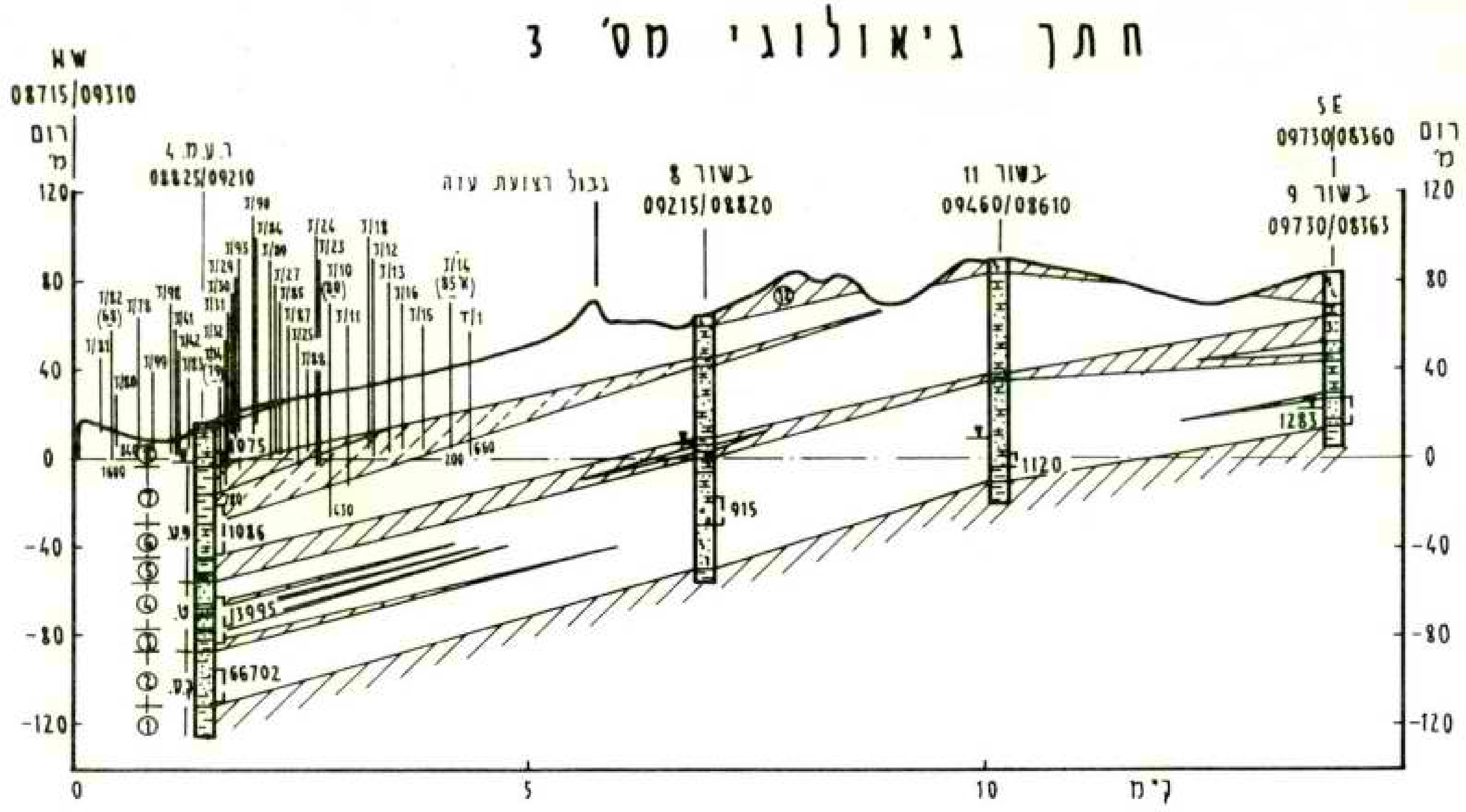


1 'Dn 'ti)ix.i 7nn

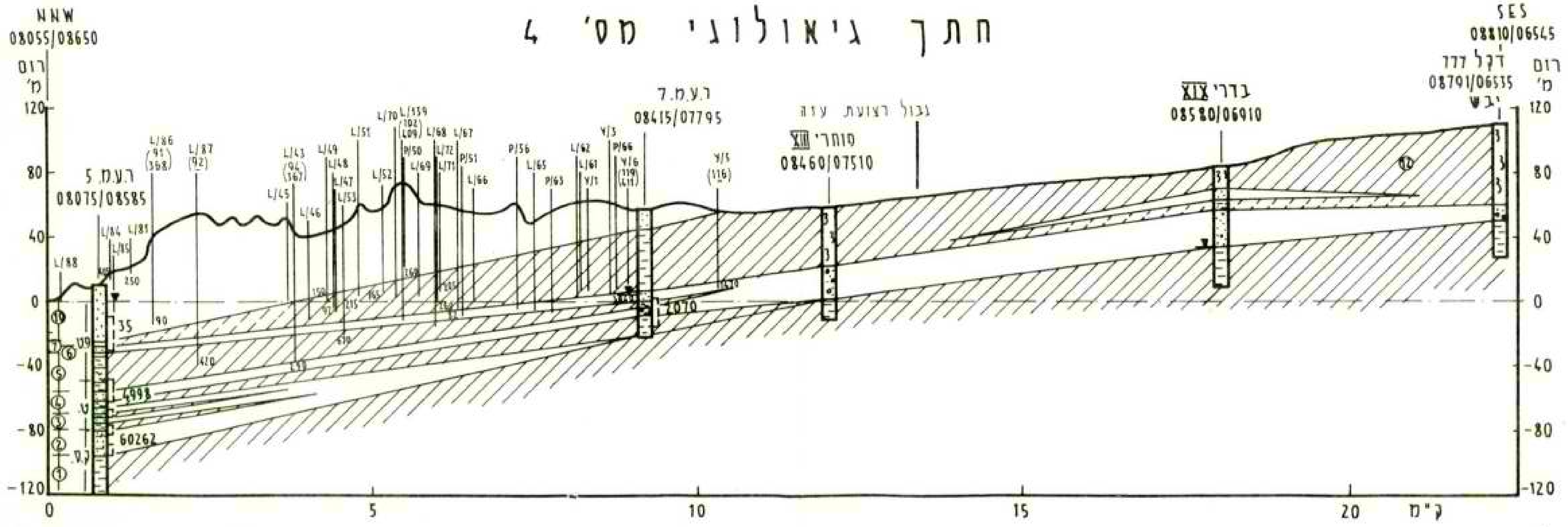
חתך גיאולוגי מס' 2



חתך גיאולוגי מס' 3



חתך גיאולוגי מס' 4



מ ק ר א

▭	חדיר – אבן חול גירית, חול, חלוקים
▨	חדיר למחצה – טיט חרסית חולית, ליס
▨	בלתי חדיר – חרסית, חואר, ליס
2070	קידוח עם חתך גיאולוגי, מסננות ותכולת כלור במג"ל ועם פני מים

יחידות גיל

פ.ט.	פוסט טירניין
ט.	טירניין
ק.ס.	קלברו – סיציליין

יחידות סלע

①	חרסית סקיה	⑦	חרסית טינית
②	חול קרטון	⑧	אבן חול גירית
③	חואר וחרסית	⑨	חרסית
④	את"ב מיקרוקונגל'	⑩	דיונות
⑤	חואר וחרסית	⑪	חלוקים
⑥	אבן חול גירית	⑫	קרקעות וליס

קידוח בלי חתך גיאולוגי, עם או בלי תכולת כלור:

D/131	מס' סדורי ראשי לפי סקר בארות של משרד החקלאות
(24)	מס' סדורי לפי דו"ח התקדמות מס' 2
(4500)	מס' נ.ת. לפי דו"ח התקדמות מס' 2
670	תכולת כלור במג"ל

הערות: 1) פני המים המצוינים כאן אינם מדויקים, כי הקידוחים אינם מאוזנים. 2) המסננות נראות כאן רק באופן סכמטי למעשה; כל מסננת מופרדת ע"י אטם מלט מעל ומתחת. 3) רק הקידוחים עם מס' נ.ת. הם מאוזנים.
4) חוסר האיזון של מרבית הקידוחים, המצאותם במרחק מקו החתך ונתוני עומק לא מדויקים, גורמים לאי דיוק בעומק חדירתם.

תרשים – 3

א. תת-אקוויפר 8 - תת-אקוויפר פריאטי, המשתרע לפנים היבשה עד למרחק מכסימלי של כ-4 ק"מ ועוביו ליד החוף משתנה בתחומים 25 - 5 מ'.

ב. תת-אקוויפר 6 - תת אקוויפר כלוא עד למרחק של כ-4 ק"מ מהחוף, מעבר לזה זהו אקוויפר פריאטי. תת אקוויפר זה משתרע עד למרחק של כ-9 - 6 ק"מ מהחוף ועוביו משתנה בתחומים 40 - 25 מ'.

ג. תת-אקוויפר 4 - 2 מאוחד - תת אקוויפר כלוא עד למרחק של כ-7 ק"מ מהחוף, מעבר לזה תת אקוויפר פריאטי. גבול תחום ההשתערות אינו ידוע, עוביו ברוב חלקי האזור נמצא בתחום 25-15 מ' ובקצה הצפוני מזרחי מגיע עד לכ-70 מ'.

ד. תת אקוויפר 2 - זהו תת האקוויפר התחתון ביותר, המשתרע עד למרחק של 7-2 ק"מ מהחוף ועוביו נמצא בתחום 40-30 מ'; תת אקוויפר זה לא ידון בסקירה זו מאחר וחשיבותו המעשית קטנה בגלל מליחותו הגבוהה (פי 3 מזו של מי ים). תת אקוויפר זה קשור לסרלית במזרח לתת אקוויפר 4 ושניהם מהווים שם את תת אקוויפר 4-2 מאוחד. אבל בחלקו המערבי לא קשור תת אקוויפר זה לתת אקוויפרים אחרים ומימיו סטגננטיים.

במרכז רצועת עזה (בסביבות נחל הבשור) מצויים רק שני תת אקוויפרים:

א. תת אקוויפר 11 - זהו תת האקוויפר העליון, שלגבי גבולות תחומי השתערותו ידוע מעט מאד; ניתן רק לומר שהוא כלוא לפחות בחלקו ועוביו הוא מ-10 מ' ויותר.

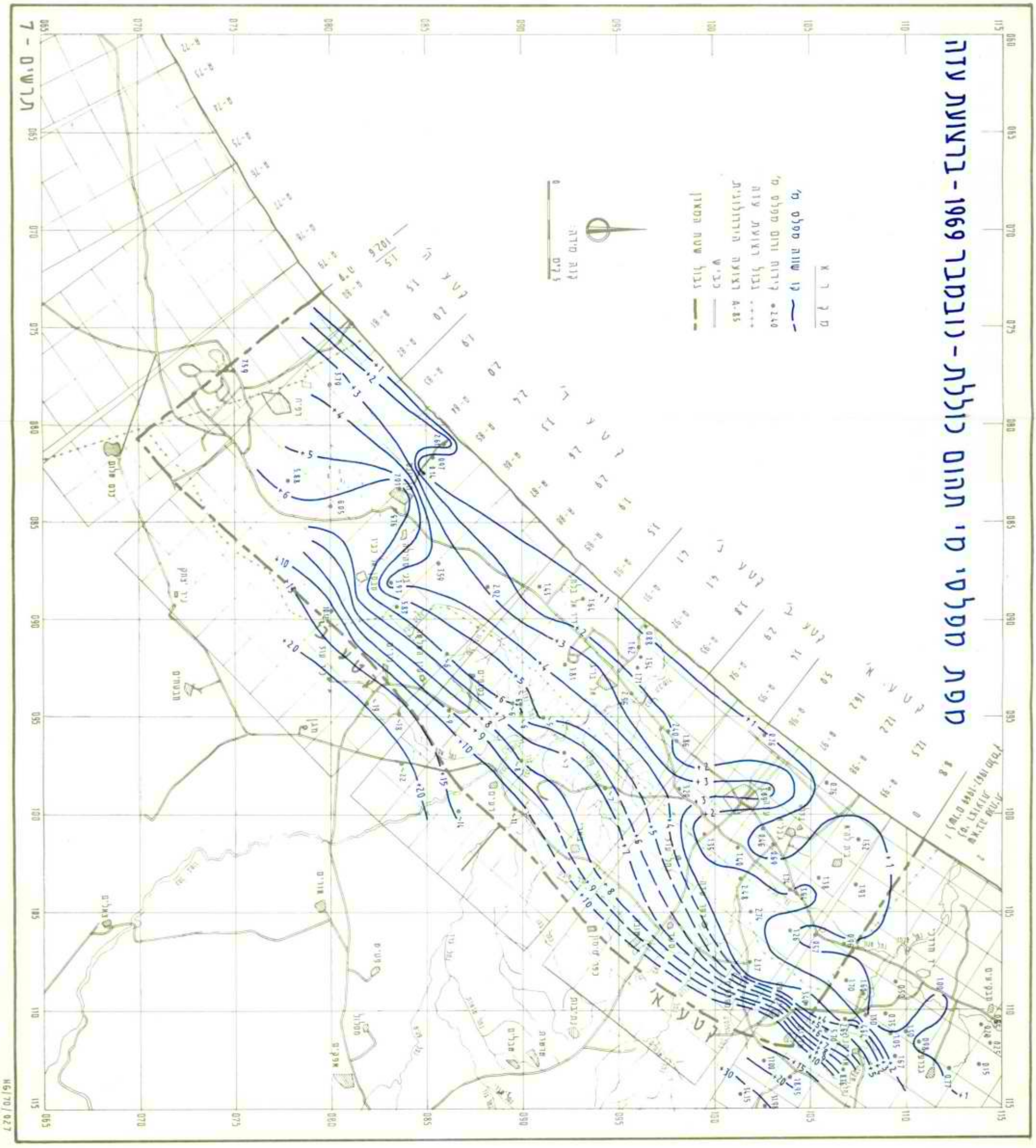
ב. תת אקוויפר 2 - זהו תת אקוויפר התחתון פה וכפי שצויין למעלה חשיבותו קטנה.

בדרום רצועת עזה (מנחל הבשור דרומה) חוזרת על עצמה התמונה שבצפון הרצועה, בהבדלים קטנים: העוביים של תת האקוויפרים כאן קטנים יותר ובחלק מן האזור חסר תת האקוויפר העליון הפריאטי מס' 8 ובמקומו נמצא תת אקוויפר עליון פריאטי אחר - תת אקוויפר 10. עוביי תת האקוויפרים הם: תת אקוויפר 10 (המשתרע עד לכ-2.5 ק"מ מהחוף, בתחום 25-10 מ'. תת אקוויפר 8, בתחום 10 - 5 מ'. תת אקוויפר 6, בתחום 15 - 5 מ'. תת אקוויפר 4-2 מאוחד, בתחום 15-10 מ'.

3. <u>מ פ ל ס י ם</u>

הוכנו מפות מפלסים לנובמבר 1969 עבור כל תת אקוויפר (תרשים 6 א' - 6 ג') וכן מפת מפלסים כוללת לכל תת האקוויפרים יחד (תרשים 7). באופן כללי קיים גרדיאנט לכיוון הים בכל תת האקוויפרים.

מפת מפלס מי תהום כוללת - נובמבר 1969 - בראשית עדה



בתת האקוויפרים 2-4 מאוחד, מגיעים המפלסים במרחק של 13 - 11 ק"מ מהחוף עד לכ-10 מ' מעל פני הים. בתחומי תת אקוויפר זה מבחינים בשני מכתשים ליד החוף, אחד ברצועות 97-98 ושני ברצועות 88-90, כשהמפלס במכתש השני הוא כ-2.5 מ' מתחת לפני הים. בשאר אזורי החוף מפלס פני המים גבוה מפני הים ומגיע עד לכ-2 מ' מעל פני הים.

בתת אקוויפר 6 מגיעים המפלסים במרחק של כ-5 ק"מ מהחוף עד ל-2-5 מ' מעל פני הים. גם כאן קיימים מכתשים, אחד ברצועות 97-98 ושני ברצועות 84-88, ברום המפלס נמוך רק בכמה עשרות סנטימטרים מפני הים. בשאר אזורי החוף המפלס גבוה מפני הים ומגיע עד לכ-1-2 מ' מעל פני הים.

בתת אקוויפר 8, מגיעים המפלסים במרחק 2-3 ק"מ מהחוף עד לכ-3 מ' מעל פני הים. המפלסים במרבית אזורי החוף מגיעים לכ-1 מ' מעל פני הים.

בתת אקוויפר 10, מגיעים המפלסים במרחק של 4-5 ק"מ מהחוף, עד לכ-4 מ' מעל פני הים; ליד החוף נעים המפלסים בין רום פני הים, ועד לכ-1 מ' מעל פני הים.

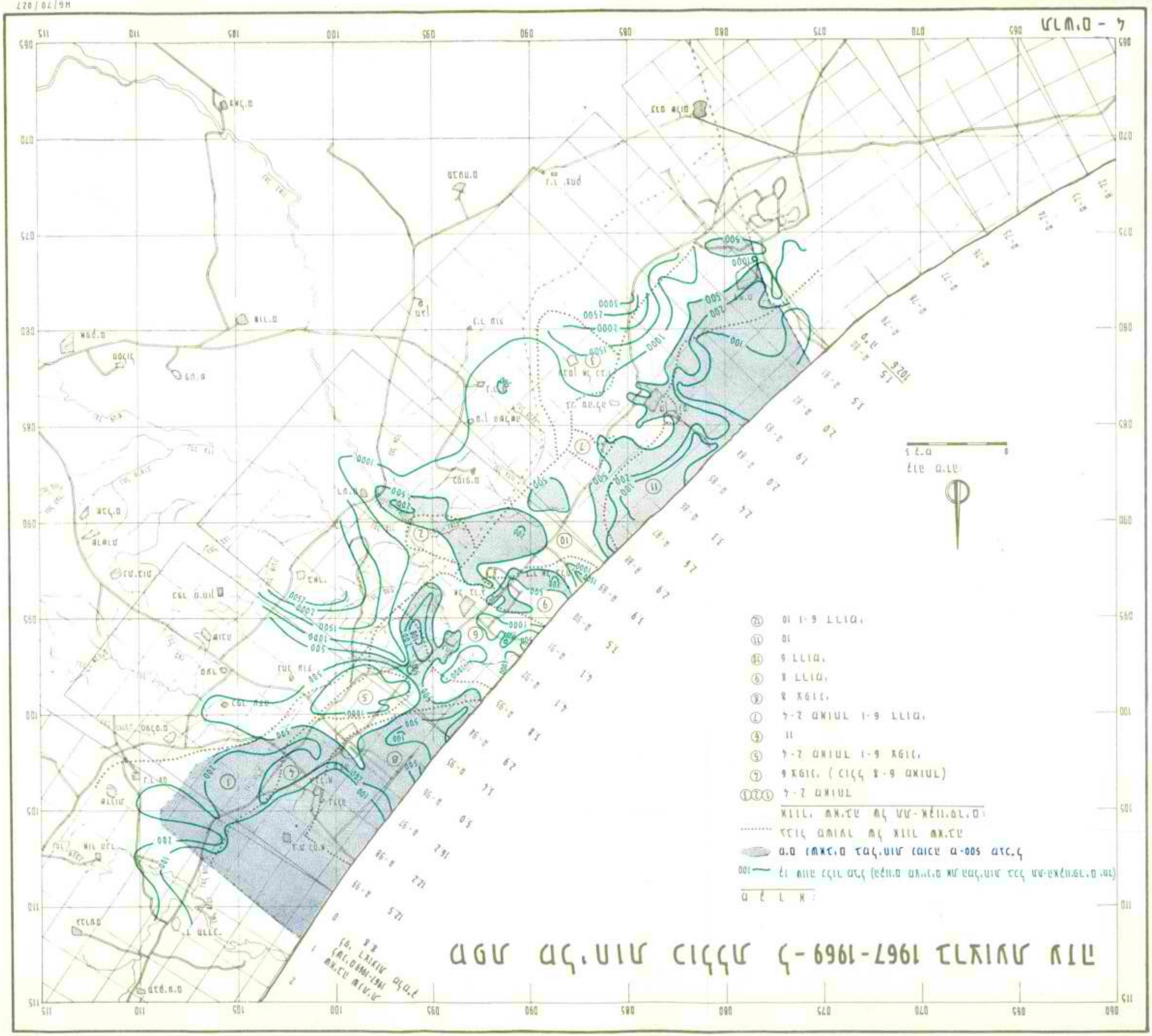
בתת אקוויפר 11, מגיעים המפלסים במרחק של כ-5 ק"מ מהחוף עד לכ-3 מ' מעל פני הים וליד החוף עד לכ-1 מ' מעל פני הים.

4. <u>מ ל י ח ו ת</u>

הוכנו מפות מליחות המבוססות על נתוני השנים 1967-1969 עבור כל תת אקוויפר (תרשים 5א' - 5ג') ומפה אחת כוללת עבור כל תת האקוויפרים יחד (תרשים 4). כמו כן נבדקו שינויי המליחות בכמה עשרות קידוחים שנידגמו בעת הסקר הראשון בשנת 1967 וכעת.

בתת אקוויפר 2 המליחות כאמור גבוהה מאד ומגיעה במרבית אזורי הרצועה לכ-60,000 מג"ל כלור ורק בקטע הצפוני יורדת המליחות לזו של מי ים, לכ-18,000 מגכ"ל.

בתת אקוויפר 2-4 מאוחד משתנה המליחות מערכים הקטנים מ-100 מגכ"ל בקצה הצפון מזרחי ועולה בהדרגה דרומה בחלק הפנים יבשתי (בעיקר ממזרח לגבול רצועת עזה) עד לערכים מכסימליים של 2000-2500 מגכ"ל. יותר מערבה קטנה המליחות ונמצאת בתחומים 500-1000 מגכ"ל. ליד החוף יש שוב פעם עליה במליחות המגיעה ברצועות 96-98, 89-90 לעתים של מי ים, בתחומים 14,000-18,000 מגכ"ל; זהו כנראה הפן הביני. בשאר קטעי החוף המליחות נמוכה במקצת ומגיעה לכ-5000 מגכ"ל.


ΚΛΜΑΔ - 4
ΕΠΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΚΑΤΑΙΓΙΔΑ ΚΑΙΡΙΚΗ ΑΚΤΗ 1967-1969
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:25.000
ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΑΚΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΛΛΑΔΟΣ 1967-1969
ΥΠΟΜΝΗΜΑ
ΟΡΙΑ ΚΑΤΑΙΓΙΔΑΣ (ΡΕΠΟΝΤΑΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ ΑΠΟ ΕΠΑΓΓΑΙΛΙΑ ΕΣΤΩ ΑΠΟ-ΚΕΠΙΠΟΛΑΙΟ ΑΠΟ)
ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΜΕ ΧΙΛΙΑ ΜΑΧΤΕΡ
ΚΙΛΙΑ ΜΑΧΤΕΡ ΜΕ ΑΜΑ-ΚΕΠΙΠΟΛΑΙΟ
1 ΕΩΣ 6 ΧΛΙΑ.
7 ΕΩΣ 10 ΧΛΙΑ.
11
1 ΕΩΣ 6 ΧΛΙΑ.
1 ΕΩΣ 6 ΧΛΙΑ.
1 ΕΩΣ 6 ΧΛΙΑ.
1 ΕΩΣ 6 ΧΛΙΑ. (ΕΙΔΗ 8 ΕΩΣ 10)
1 ΕΩΣ 2 ΕΤΗ
ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΑΚΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΛΛΑΔΟΣ

בתת אקוויפר 6 משתנה המליחות בקטעיו הפנים יבשתיים מערכים שהם נמוכים מ-100 מג"ל כלור בצפון ועד לערכים של כ-500 מגכ"ל בדרום. כלפי החוף עולה המליחות כנראה, ומגיעה בתחומי הרצועות 97-98 למליחות של מי ים - 20,000 מגכ"ל. בשאר קטעי החוף נעה המליחות בתחומים 1000 - 500 מגכ"ל ואולי אף יותר.

בתת אקוויפר 8, בחלקו הצפוני המליחויות נמוכות ונעות בתחומים שבין ערכים הקטנים מ-100 מגכ"ל ועד לכ-200 מגכ"ל ורק בתחום קטן של רצועה 96 עולה המליחות לכ-500 מגכ"ל. בקטעו הדרומי של תת אקוויפר זה המליחות גבוהה יותר ונמצאת בתחומים 1500 - 500 מגכ"ל.

בתת אקוויפר 10 המליחויות בדרך כלל נמוכות מערכים הקטנים מ-100 מג"ל כלור ועד לכ-200 מגכ"ל ורק בתחום מצומצם ליד החוף ברצועה 84, גדלה המליחות לכ-500 מגכ"ל.

בתת אקוויפר 11, משתנה כנראה המליחות מערכים נמוכים יחסית של 500 - 200 מגכ"ל בחלקיו הפנים יבשתיים ועד לערכים של 1500 - 1000 מגכ"ל בקרבת החוף.

בשני סקרי המליחות החלקיים שנערכו בשנים 1967 ו-1969 נצפו שינויי המליחות הבאים:

בתת אקוויפר 4-2 לא חל בממוצע כל שינוי, בתת אקוויפר 6 - עליה ממוצעת של 10 מגכ"ל, בתת אקוויפר 8 - עליה ממוצעת של 14 מגכ"ל, בתת אקויפר 10 - עליה של 22 מגכ"ל ובתת אקויפר 11 - ירידה ממוצעת של 6 מגכ"ל בסה"כ חלה במשך השנתיים עליה ממוצעת (בהתאם למשקל השאיבה) של כ-9 מגכ"ל. לא ידוע על יציאת קידוחים משימוש עקב המלחה פתאומית. ייתכן ואי הידע נובעת מחוסר כל רישום ופיקוח.

סה"כ נצפתה עלית מליחות ב-20 קידוחים, ירידת מליחות ב-10 קידוחים וב-4 קידוחים לא חל שינוי.

בקבוצת המים המתוקים (עד 500 מגכ"ל) בולטת עוד יותר העליה במליחות: ב-$^2/_3$ מהקידוחים חלה במשך השנתיים עליה של כמה עשרות מגכ"ל (15-135 מגכ"ל), ב-$^1/_6$ ממספר הקידוחים לא נצפה שינוי ואילו רק ב-$^1/_6$ חלה ירידה (של 35-175 מגכ"ל).

בקבוצת המים המלוחים נצפו נוסף לעליות גם יותר ירידות במליחות אך היא נשארה בכל זאת בתחום שבין 550 ל-1140 מגכ"ל. סכומים אלה המבוססים על סקרים מצומצמים ובלתי מספיקים יכולים אולי להצביע על מגמת ההמלחה הרצינית הקיימת כבר ברצועה ואשר צפויה להחמרה בעתיד.

רק סקרי מליחות מקיפים ואיתור פני-הביניים יוכלו אולי ללמד על הממדים האמתיים של התופעה ועל גורמיה.

5. <u>אזורי שאיבה ושאיבה</u>

1370 הקידוחים שואבים בדרך כלל מהחלקים הפריאטיים של כל תת אקוויפר, כך שאזורי השאיבה של תת האקוויפרים העמוקים יותר (2-4 מאוחד ו-6) מרוחקים מהים. במרבית המקרים חודרים כנראה הקידוחים תמיד לאקוויפר הפריאטי העליון בלבד ורק מיעוטם חודרים גם לתת אקוויפר תחתון יותר (אזורי השאיבה נראים בתרשים 4).

אין בקידוחי רצועת עזה מדידות שאיבה ולכן קיימות רק הערכות שנערכו בשיטות שונות והן נעות בתחום רחב אומדני שאיבה שנתית אלה הובאו כבר בעבודות קודמות, והם מבוססים על מדגם בארות ועל הצריכה החקלאית והביתית. להלן האומדנים הקודמים:

אומדן תהל בדו"ח התקדמות מס' 1 הוא 110 מיליון מ"ק.
אומדן נציבות המים בדו"ח התקדמות מס' 1 הוא 55 מיליון מ"ק.
אומדן תהל בדו"ח התקדמות מס' 2 הוא 91 מיליון מ"ק.
אומדן נציבות המים בדו"ח התקדמות מס' 2 הוא 66 מיליון מ"ק.

לצורך החישובים השונים שבדו"ח התקדמות מס' 2 נלקח הערך הממוצע שבין אומדני תהל ונציבות המים, דהיינו - 78 מיליון מ"ק.

נתוני השאיבה בעבודה הנוכחית מבוססים על סקר כל הבארות שברצועת עזה שנערך ע"י נציבות המים ואשר כלל משאל בין בעלי הבארות. לפי זה נתקבלה שאיבה שנתית של כ-103 מיליון מ"ק.

ההבדלים בין המספרים השונים נובעים בודאי מהשוני בשיטות האומדן יתכן גם שאומדן השאיבה שבעבודה הנוכחית על פי הסקר האחרון מצביע על גידול השאיבה כתוצאה מגידול ששחי הפרדסים המבוגרים בתקופה שבין 1967 ל-1969.

לידיעת היקף השאיבה האמיתית יש חשיבות רבה גם לצרכי החישובים ההידרולוגיים והתחזיות וגם לצרכי התכנון בעתיד. לכן יש לנסות להגיע בהקדם להערכות יותר מהימנות. לפי נתוני השאיבה ונתוני המליחות, חושב פילוג השאיבה השנתית (לשנת 1967-1969) לפי תת אקוויפרים ומליחויות כמצויין בטבלה למטה.

פילוג השאיבה השנתית (במלמ"ק ובאחוזים)
לפי תת אקוויפרים וקבוצות מליחות

תת אקוויפר	מליחות מליגרם כלורידים בליטר							סה"כ
	100	100-200	200-500	500-1000	1000-1500	1500-2000	2000-5000	(מלמ"ק)
2-4		9.67 (53.5%)	3.19 (17.7%)	2.33 (12.9%)	1.65 (9.1%)	0.58 (3.2%)	0.65 (3.6%)	18.07 (100%)
6	12.80 (27.50%)	6.22 (13.4%)	14.20 (30.5%)	12.92 (27.8%)	0.36 0.8%)			46.50 (100%)
8	13.22 (55.4%)	4.48 (18.8%)	4.12 (17.3%)	1.32 (5.5%)	0.56 (2.3%)	0.18 (0.7%)		23.88 (100%)
10	2.51 (43.6%)	2.53 (43.9%)	0.71 (12.3%)	0.01 (0.2%)				5.76 (100%)
11		0.67 (8.0%)	1.00 (12.0%)	4.74 (56.8%)	1.84 (22.1%)	0.09 (1.1%)		8.34 (100%)
ס"ה	28.53 (27.8%)	23.57 (23.0%)	23.22 (22.6%)	21.32 (20.8%)	4.41 (4.3%)	0.85 (0.8%)	0.65 (0.7%)	102.55 (100%)

הממצאים העיקריים של טבלה זו הם:

א. כ-73% מהכמות הנשאבת היא במליחות של עד 500 מג"ל כלור וכ-52% במליחות של עד 200 מג"ל כלור.

ב. למעלה ממחצית השאיבה השנתית (כ-60 מיליון מ"ק) מרוכזת בצפון רצועת עזה (מנחל הבשור וצפונה) על פני שטח המהווה רק כשליש מכל שטח רצועת עזה.

ג. כשני שליש מכל השאיבה השנתית (כ-70 מיליון מ"ק) נשאבים מתת האקוויפרים 6 ו-8.

6. אזורי מילוי חוזר

לחלק מתת אקוויפרי רצועת עזה אותרו גבולות אזורי המילוי החוזר, אזורים אלה נראים בתרשים 9. לתת אקוויפר 2-4 מאוחד, לתת אקוויפר 11 ולחלק מתת אקוויפר 6 לא אותרו גבולות אזורי המילוי החוזר.

7. זרימה יוצאת

הזרימה השנתית היוצאת לכל תת האקוויפרים בשנים 1967-1969 מוערכת (בשתי שיטות) ב-17.1 - 13.3 מיליון מ"ק, מזה כ-0.4 מיליון מ"ק זורמים לכיוון יד מרדכי והיתר לים. בדו"ח התקדמות מס' 2 הוערכה זרימה זו ל-16.7 מיליון מ"ק.

8. <u>זרימה נכנסת</u>

הזרימה הנכנסת השנתית, לכל תת האקוויפרים בשנים 1967-1969 מוערכת (בשתי שיטות) ב-11.4 - 15.3 מיליון מ"ק. בדו"ח התקדמות מס' 2 הוערכה זרימה זו ל-11.0 מיליון מ"ק.

9. <u>זרימה חוזרת מהשקיה ושימוש ביתי</u>

הזרימה החוזרת מהשקיה ושימוש ביתי לשנים 1967-1969, הוערכה ב 15.4 - 12.2 מיליון מ"ק.

10. <u>שינוי נפח אוגר</u>

שינוי נפח האוגר השנתי לכל תת האקוויפרים בשנים 1967-1969 מוערך (בשתי שיטות) ב 32.8 - 24.9 מיליון מ"ק.

11. <u>מילוי חוזר טבעי</u>

המילוי החוזר השנתי הממוצע חושב על פי כמה שיטות:

א. לפי מאזנים הידרולוגיים, נערכו שני מאזנים הידרולוגיים: מאזן אחד מפורט לכל תת אקוויפר בנפרד ומאזן שני כולל בו התייחסנו אל כל תת האקוויפרים כאל יחידה אחת. מרכיבי המאזנים מובאים בסעיפים 7-10 למעלה. עקב אי הודאות של הנתונים ובעיקר של נתוני השאיבה מופיעות סטיות ניכרות בערכי המילוי החוזר המחושבים לפי שיטה זו. המאזנים מבוססים על נתוני השנים 1967-1969; בשנים אלה היה הגשם השנתי גבוה בכ-15% מהממוצע, אי לכך הוקטנו ערכי המילוי החוזר ב-15% על מנת שיתאימו לשנה ממוצעת. ערכי המילוי החוזר שנתקבלו ממאזנים אלה מיוחסים לכל שטחי תת האקוויפרים (כוללים גם את הזרימה ממזרח).

המרכיבים החשובים ביותר של המאזנים ההידרולוגיים הם השאיבה והזרימה החוזרת מהשקיה ושימוש ביתי; מאחר וקיימים אומדנים שונים למרכיבים אלה, חושב המילוי החוזר לפי אומדני השאיבות והזרימות החוזרת הן של העבודה הנוכחית והן של אומדני דו"ח התקדמות מס' 2 (נלקחה השאיבה השנתית של 78 מיליון מ"ק).

ב. המילוי החוזר השנתי הממוצע נאמד גם לפי שיטה הידרומטאורולוגית, המבוססת על נתוני גשם והתאדות, הערכות קבול שדה והערכות גודל שטחי המילוי החוזר.

ג. המילוי החוזר השנתי הממוצע נאמד גם על פי זרימות לים ב-1935. הונח שבשנה זו היתה השאיבה אפסית ולכן שוות הזרימות לים למילוי החוזר. בגלל מיעוט הנתונים ב-1935 לא נתקבל כאן ערך בעל מהימנות גבוהה.

ערכי המילוי החוזר השנתי הממוצע כפי שנתקבלו
מהשיטות השונות מובאים בטבלה למטה
(במיליון מטרים מעוקבים)

לפי מאזן הידרו-מטאורולוגי	לפי מאזן הידרולוגי מפורט		לפי מאזן הידרולוגי כולל		לפי זרימות לים ב-1935	לפי דו"ח התקדמות מס' 2
	לפי שאיבה שנתית של 103 מלמ"ק	לפי שאיבה שנתית של 78 מלמ"ק	לפי שאיבה שנתית של 103 מלמ"ק	לפי שאיבה שנתית של 78 מלמ"ק		
38.1	67.0	46.5	60.1	43.0	33.0-52.6	42

ערכי המילוי החוזר השנתי שנתקבלו כאן נמצאים בתחום נרחב של 40-67 מיליון מ"ק, דבר המעיד בודאי על אי דיוקם של המרכיבים והפרמטרים השונים. הערכים הגבוהים של תחום זה נראים כמוגזמים, בעיקר אם משוים זאת למילוי החוזר הידוע שבמישור החוף הישראלי. בדרום מישור החוף הישראלי - בו הנתונים רבים ומדוייקים יותר ואף כמות הגשם גדולה יותר - מקבלים ערכי מילוי חוזר שנתי ממוצע בסדר גודל של 1.5 מיליון מ"ק לרצועת חוף של 1 ק"מ רוחב. מכאן, שארבעים הק"מ של רצועת עזה שגשמיה קטנים כלפי דרום עד ל-200 מ"מ/לשנה, אינם יכולים לקבל יותר מ-50 מיליון מ"ק לשנה.

12. <u>תחזית השאיבה</u>

הונח כבר בדו"ח התקדמות מס' 2 שהשאיבה תגדל במשך חמש שנים החל מ-1967 עד ל-115%. כן הונח, שמשנת 1973 ואילך לא תגדל השאיבה השנתית, כתוצאה מהצטמצמות שטחי הפרדסים הצעירים וכתוצאה מיציאת קידוחים משימוש מסיבות טכניות וכתוצאה מהמלחה.

בגלל ההפרשים הגדולים שבין אומדני השאיבה הנוכחית מחד ועקב השינויים העשויים לחול בעקבות ההמלחה מאידך, קשה להעריך באופן כמותי את התפתחות השאיבה וזאת אף בלי תלות בהתפתחויות פוליטיות.

13. <u>תחזית המליחות</u>

כתוצאה משאיבת היתר והגדלתה בעתיד ימשיכו המפלסים לרדת וגופי מים מלוחים, מכיוון הים ומכיוונים פנים יבשתיים, ינועו לעבר איזורי השאיבה ויגרמו לשינויים בפילוג המליחות של המים הנשאבים ולהוצאת קידוחים מכלל פעולה.

התחזית נעשתה בשתי דרכים שונות: באחת חושבו תזוזות גופי המים המלוחים אל מרכזי השאיבה בעקבות שינויים חזויים במפלסי המים עקב השאיבה, ובדרך השניה נעשתה אקסטרפולציה לעתיד של הפרשי המליחות שנמצאו בין השנים 1967 ו-1969. שתי הדרכים גם יחד מתבססות על נתונים הידרולוגיים דלים מאד ועל סקרי מליחות מצומצמים ולכן אולי בלתי מיצגים.

הסכום מלמד על ההתפתחות הצפויה בהשואה למצב הנוכחי:

טווח התחזית	אחוז השאיבה במליחות			קידוחים שיומלחו ושעלולים לצאת משימוש (גם בגלל פן ביני)
	קטנה מ-500 מגכ"ל	500-1000 מגכ"ל	מעל 1000 מגכ"ל	
1969 שנת הסקר	73.4%	20.8%	5.8%	
לאחר 4 שנים	71%	22%	7%	פחות מ-100
לאחר 10 שנים	60-65%	25-30%	10-15%	כ-300

אינדקס אחר היכול להצביע על מגמת ההמלחה הוא תוספת המליחות הממוצעת במים הנשאבים (ראה סעיף 4 לעיל). בשפלת החוף הישראלית עלית המליחות השנתית הממוצעת חושבה ב-1 מ"ג כלורידים לליטר; לעומת זאת ברצועת עזה נאמדה עליה זו (עפ"י הסקר המצומצם) ב-4.5 מגכ"ל לשנה והיא עשויה להגיע גם ל-8 מגכ"ל לשנה, בסוף העשור.

תחזית מבוססת של התקדמות הפן-הביני מהים איננה אפשרית עדיין עקב חוסר קידוחי תצפית וסקרי מליחות מספיקים. קיים חשש שעשרות רבות של קידוחים הנמצאים לאורך החוף יצאו עקב כך משימוש.

13. <u>מסקנות והמלצות:</u>

א. ניצול-היתר ברצועת עזה מהווה כמחצית השאיבה הכללית שנאמדה ב-103 מלמ"ק לשנה (מ-1370 בארות). כתוצאה מכך ירדו מפלסי המים עד ל-1.0 מ' מעל פני הים באזורים הקרובים לחוף. בקצב הניצול הנוכחי צפויה נפילת מפלסים נוספת ואף יוצרו מכתשים.

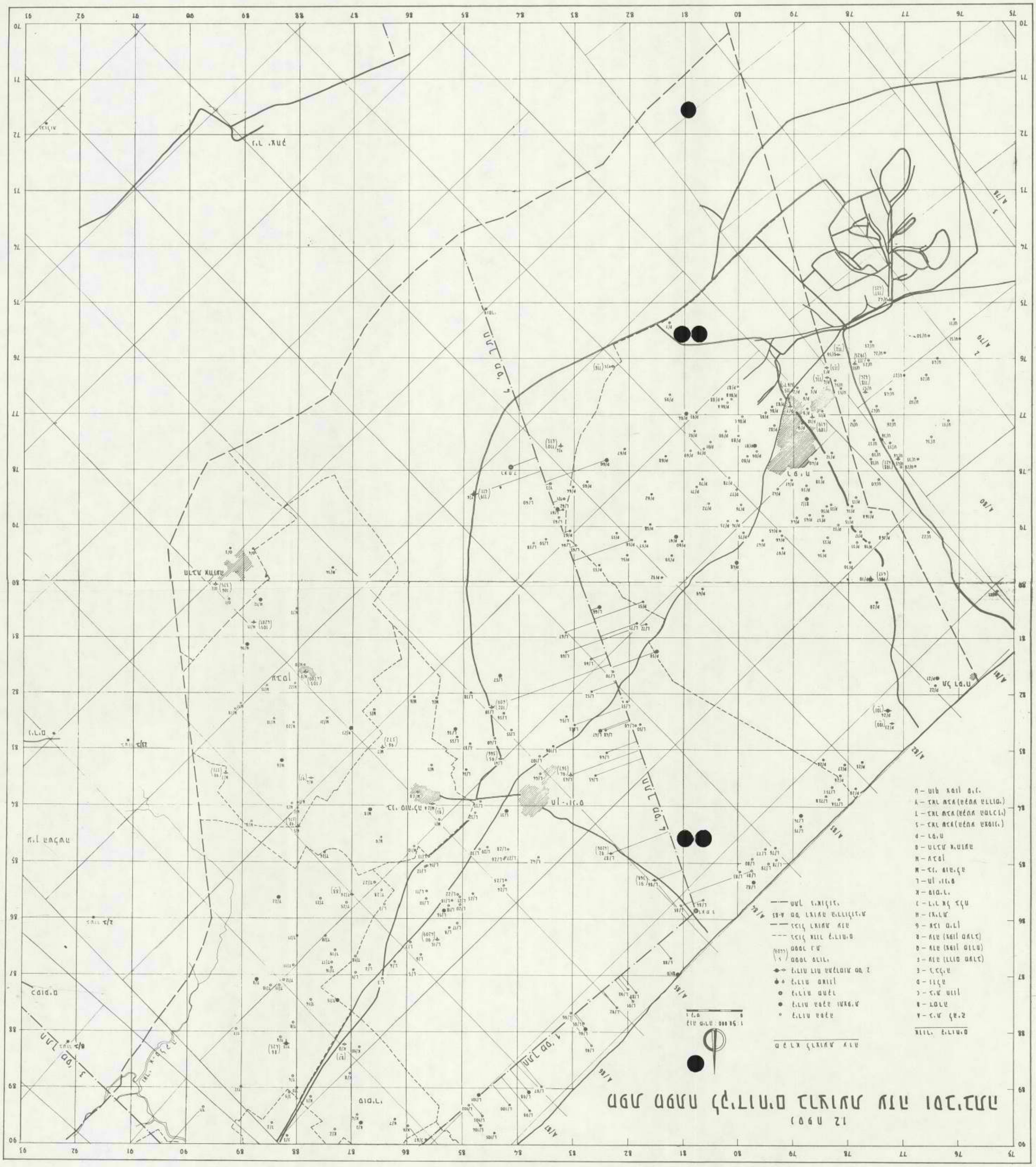
ב. כמחצית תפוקת המים הנוכחים הינה במליחות נמוכה מ-200 מ"ג כלורידים לליטר, 23% נוספים מליחותם בין 200 ו-500 מגכ"ל, והיתר מעל 500 מגכ"ל (כ-6% מעל 1000 מגכ"ל). פילוג זה נובע מחלוקת האקוויפר ליחידות משנה שמליחותן גדלה עם העומק ומעובדת מציאות מים מלוחים במזרח.

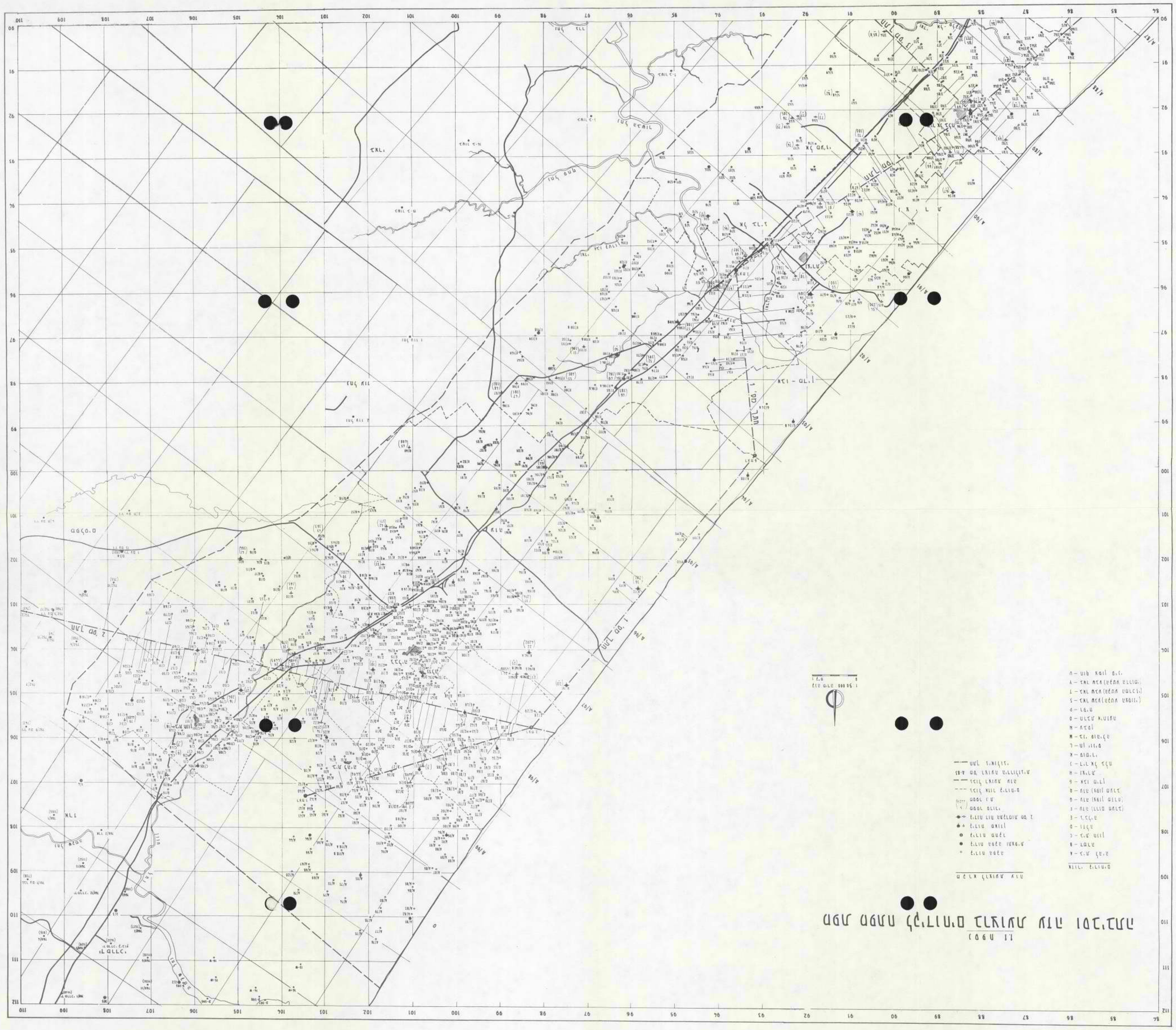
ג. המשכת הניצול בקצב הנוכחי תביא להמלחת המים הנשאבים ולהוצאת קידוחים משימוש. צפוי קצב ההמלחה איטי והדרגתי אך יחריף במיוחד בקרבת הים ובאיזורים הגובלים במים המלוחים, שם יפגעו הפרדסים ותפסק השאיבה כליל.

ד. מומלץ לארגן פיקוח ומעקב אחר השאיבה והמליחות, בנוסף לחקירות הידרולוגיות, גם לצורך שילוב האיזור במשק הישראלי ובתכנון המים הארצי וגם למטרת שליטה במשק המים המקומי.

נספח 12

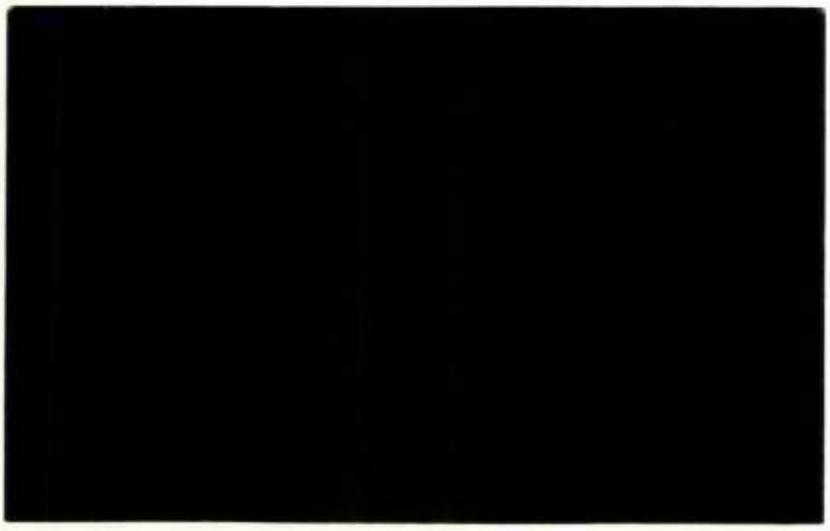
מפת מפתח לקידוחים ברצועת עזה וסביבתה





70-013

WATER PLANNING FOR ISRAEL LTD. * תכנון המים לישראל בע"מ



תכנון המים לישראל בע"מ

האגף להידרולוגיה

הגיאוהידרולוגיה של רצועת עזה

ת מ צ י ת

דו"ח מס' 3

הוכן ע"י מ. פינק

תל - אביב

מרץ 1970

תכנון המים לישראל בע"מ

האגף להידרולוגיה

8.3.70

לכבוד

_____

_____

_____

א.נ.,

הנדון: מי התהום ברצועת עזה.

מצ"ב תמצית דו"ח גיאוהידרולוגי על משאבי מי תהום ברצועת עזה אשר הוכן ע"י מר מ.פינק וצוות אזור החוף, על פי הזמנת הממשל הצבאי של רצועת עזה וסיני.

מטרת הדו"ח היתה לתאר את המצב ההידרולוגי ברצועה, לאור החקירות שנערכו בה בשנתיים האחרונות, לאמוד את פוטנציאל המים המצוי בה ולהצביע על סכנות צפויות למקור חשוב זה שעליו נשענת כלכלת הרצועה, וזאת על מנת להכין את הרקע לתכנון הפעולות בעתיד.

בשנות השלטון הבריטי והמצרי נקדחו בשטח המצומצם של הרצועה למעלה מ-1370 קדוחים, וניצול מי התהום שהגיע לממדים מבהילים התנהל ללא כל תכנון, הכונה או פקוח. כתוצאה מכך קיים כבר ניצול יתר וחלק ניכר מהמים שבשימוש מלוחים מדי לחקלאות מתקדמת.

סקרים ראשוניים(דו"חים מס' 2,1) נעשו עוד ב-1967 אולם רק בשנים 1968 ו-1969 הוחל בחקירות יסודיות שכללו בין השאר קדוחי מחקר ומדידות שדה שנועדו להשגת נתונים בסיסיים. פעולות אלה נעשו תוך מגבלות בטחוניות חמורות ובתקציבים פחותים מהדרוש לחקירות מסוג זה.

אף-על פי-כן הושגו תוצאות מרשימות ובעלות ענין. התברר שאקויפר מי התהום המזין את הבארות הרבות מורכב ממספר יחידות משנה בעלי מליחות שונה. רק ביחידות העליונות ובדיונות מצויים מים מתוקים ואילו במזרח ובעומק גוברת המליחות עד לרכוז הגבוה אף ממי הים.

אם יימשך קצב הניצול הנוכחי תעלה המליחות בהדרגה וקדוחים יחלו לצאת משמוש (עד מאות קדוחים בסוף העשור).

לאור הידע המצוי, הערכות המצב והתחזיות שבדו"ח, רצוי לדעתי לפעול עתה בשלוש דרכים מקבילות: (א) להעריך את ההתפתחויות הצפויות למשק המים ברצועה ולתכנן את מהלכינו ופעולותינו בהתאם; (ב) להכניס את הניצול תחת מעקב ופקוח כדי לאסוף את האינפורמציה הדרושה לקבלת ההחלטות וכדי לאפשר שליטה מרכזית באזור טבע חיוני זה; (ג) להעמיק ולהרחיב את ידיעותינו על האקויפר עד לדרגה שתאפשר הגדרה נאותה של מערכת מי התהום, קביעת מגבלותיה והסכנות הצפויות לה, כל אלה יעשו בפרוט הדרוש לתכנון ניצול רציונלי של האקויפר, שימורו ושילובו במערכת המים הארצית.

ב ב ר כ ה,

יואב הרפז

מנהל האגף.

תכנון המים לישראל בע"מ
האגף להידרולוגיה

הגיאוהידרולוגיה של רצועת עזה

תמצית דו"ח מס' 3 שהוכן ע"י מ. פינק, פברואר 1970

1. מבוא

העבודה הנוכחית הינה המשך לעבודות קודמות שנעשו ב-1967 ונתפרסמו בדוחו"ת התקדמות מס' 1 ו-2. עבודות אלה הצביעו על שאיבת יתר מוגברת ומליחויות יחסיות גבוהות; לאור ממצאים אלה הוחלט להמשיך במחקר כדי לנסות לבדוק נקודות אלה בצורה יותר יסודית. מטרות מחקר זה היו: לימוד והכרת המבנה התת-קרקעי מבחינה גיאולוגית והידרולוגית, פילוג השאיבה הנוכחית לפי אזורים, אקוויפרים ומליחויות וכן נסיון לתחזיות של התפתחות המפלסים והמליחויות.

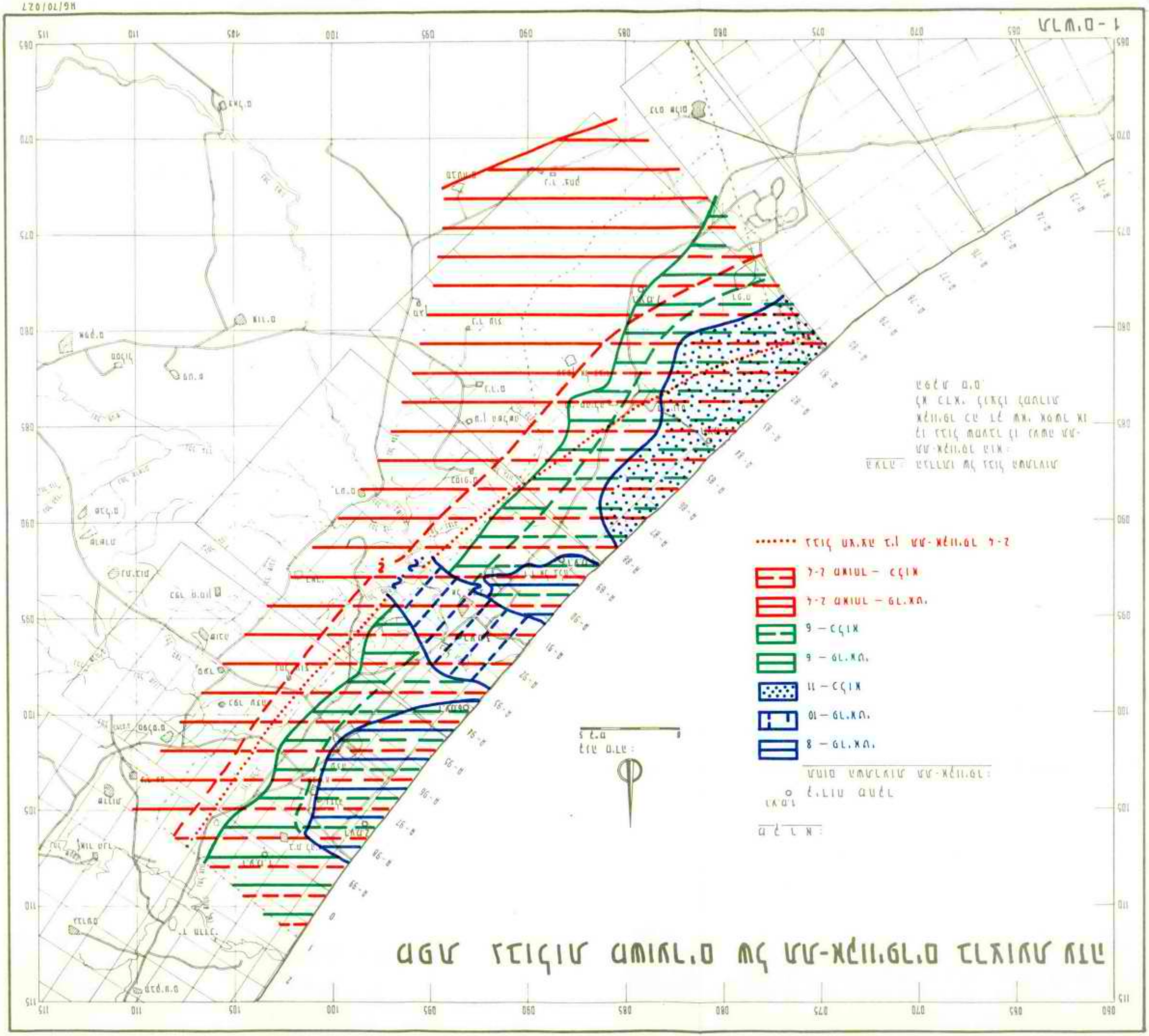
כדי להשיג מטרות אלה בוצעו הפעולות הבאות: קדיחת קידוחי מחקר בשבעה אחרים, ביצוע מספר מדידות גיאוחשמליות, עריכת מדידות מפלסים ודיגום מים באותם קידוחים בהם נערכו מדידות מפלסים ונלקחו דגימות מים ב-1967, סיכום השאיבה השנתית לפי כל בארות רצועת עזה. כתוצאה מפעולות אלה הוכנו חתכים גיאולוגיים, מפות השתערות אקוויפרים, חישובי פילוג שאיבה לפי אקוויפרים ומליחות, חישובים הידרולוגיים ותחזיות לעתיד.

עקב קשיי הפעולה בשטח, ההגבלות הבטחוניות והמגבלות התקציביות נמנע מאתנו לסקור ולחקור כראוי את כל הגיאוהידרולוגיה של הרצועה, דבר שהוא חיוני לתכנון ולפיתוח של משאבי המים המקומיים והסביבתיים. ראוי לכן שהמידע שנאסף למרות הכל הוא עדיין מצומצם מאד ובחלקו אף אינו מדויק ולכן צפוי שגם נתוחי הדו"ח וממצאיו לוקים ברמת מהימנות שאיננה גבוהה. ואף-על-פי-כן, תמונת המצב המתקבלת עתה הינה משופרת לאין ערוך בהשואה לידע הדל שעמד לרשותנו קודם לכן.

2. תיאור גיאוהידרולוגי

המבנה הגיאוהידרולוגי הסכמטי של רצועת עזה, הוא שכבתי בשיחידות אקוויפריות ויחידות אקויקלודיות מתחלפות זו בזו לסירוגין (תרשים 1,2,3). מידת ההשתערות הפנים-יבשתית של יחידות אלה הולכת וקטנה כלפי היחידות העליונות.

בצפון רצועת עזה (מנחל הבשור וצפונה) מצויים שלושה תת-אקוויפרים, לפי סדרם מלמעלה למטה:


1 - 0.WTA
2-4 TEIG UN.KU T.I VV-KČII.GL 4-2
4-2 GNIUL – CÇIN
4-2 GNIUL – GL.KM.
9 – CÇIN
9 – GL.KM.
11 – CÇIN
01 – GL.KM.
8 – GL.KM.
VUID UMVLKIV VV-KČII.GL:
Č.LIU GUČL
GČLN:
ČIU G.LU:
5 2.0
UKGL
ČGČU 0.0
ÇN CLK. ÇIKÇI ÇONLIU
KČII.GL CU LČ MK. KOML KI
ČI TTIÇ MUNTL ÇI CAMU VV-
VV-KČII.GL UIN:
UKLU: UTLLVI MÇ TTIÇ UMVLKIV
GGN LTIÇIÇIV UMIKL.O MÇ VV-KČII.GL.O TLKIKV KLU

חתך גיאולוגי מס' 1

מקרא

- חדיר – אבן חול גירית, חול, חלוקים
- חדיר למחצה – טיט, חרסית חולית, ליס
- בלתי חדיר – חרסית, חוואר, ליס
- קידוח עם חתך גיאולוגי, מסגנת ותכולת כלור במג"ל ועם פני מים

יחידות גיל

- ס.ט. פוסט טירוניין
- ט. טירוניין
- ק.ט. קלברו-סיציליין

יחידות סלע

1. חרסית סקיה
2. חול קרטון
3. חוואר וחרסית
4. אח"ג מיקרוקונגל'
5. חוואר וחרסית
6. אבן חול גירית
7. חרסית טינית
8. אבן חול גירית
9. חרסית
10. דיונות
11. חלוקים
12. קרקעות וליס

- H/23 מס' סדורי ראשי לפי סקר בארות של משרד החקלאות
- (62/314) מס' סדורי לפי רו"ח התקדמות מס' 2
- 520 מס' נ.ת. לפי רו"ח התקדמות מס' 2
- תכולת כלור במג"ל

קידוח בלי חתך גיאולוגי, עם או בלי תכולת כלור

הערות: 1) פני המים המצוינים כאן אינם מדויקים, כי הקידוחים אינם מאוזנים 2) המסגנות נראות כאן רק באופן סכמטי. למעשה; כל מסגנת מופרדת ע"י אטם מלט מעל ומתחת.
3) רק הקידוחים עם מס' נ.ת. הם מאוזנים. 4) חוסר האיזון של מרבית הקידוחים, המצאותם במרחק מקו החתך ונתוני עומק לא מדויקים, נגרסים לאי דיוק בעומק חדירתם.

תרשים – 2

HG/70/027

מ ק ר א

- חדיר – אבן חול גירית, חול, חלוקים
- חדיר למחצה – טיט חרסית חולית, ליס
- בלתי חדיר – חרסית, חואר, ליס
- קידוח עם חתך גיאולוגי, מסנות ותכולת כלור במג"ל ועם פני מים

יחידות גיל

- פ.ט. פוסט טירניין
- ט. טירניין
- ק.ס. קלברו – סיציליין

יחידות סלע

①	חרסית סקיה	⑦	חרסית טינית
②	חול קרטון	⑧	אבן חול גירית
③	חואר וחרסית	⑨	חרסית
④	אח"נ מיקרוקונגל'	⑩	דיונות
⑤	חואר וחרסית	⑪	חלוקים
⑥	אבן חול גירית	⑫	קרקעות וליס

D/31 מס' סדורי ראשי לפי סקר בארות של משרד החקלאות
(24/4500) מס' סדורי לפי דוח התקדמות מס' 2
מס' נת. לפי דוח התקדמות מס' 2
670 תכולת כלור במג"ל

קידוח בלי חתך גיאולוגי, עם או בלי תכולת כלור

הערות: 1) פני המים המצוינים כאן אינם מדויקים, כי הקידוחים אינם מאוזנים. 2) המסננות נראות כאן רק באופן סכמטי למעשה; כל מסנות מופרדת ע"י אטם מלט מעל ומתחת. 3) רק הקידוחים עם מס' נ.ת. הם מאוזנים. 4) חוסר האיזון של מרבית הקידוחים, המצאותם במרחק מקו החתך ונתוני עומק לא מדויקים, גורמים לאי דיוק בעומק חדירתם.

תרשים – 3

HG/70/027

א. תת-אקוויפר 8 - תת-אקוויפר פריאטי, המשתרע לפנים היבשה עד למרחק מכסימלי של כ-4 ק"מ ועוביו ליד החוף משתנה בתחומים 25 - 5 מ'.

ב. תת-אקוויפר 6 - תת אקוויפר כלוא עד למרחק של כ-4 ק"מ מהחוף, מעבר לזה זהו אקוויפר פריאטי. תת אקוויפר זה משתרע עד למרחק של כ-9 - 6 ק"מ מהחוף ועוביו משתנה בתחומים 40 - 25 מ'.

ג. תת-אקוויפר 4 - 2 מאוחד - תת אקוויפר כלוא עד למרחק של כ-7 ק"מ מהחוף, מעבר לזה תת אקוויפר פריאטי. גבול תחום ההשתערות אינו ידוע, עוביו ברוב חלקי האזור נמצא בתחום 25-15 מ' ובקצה הצפוני מזרחי מגיע עד לכ-70 מ'.

ד. תת אקוויפר 2 - זהו תת האקוויפר התחתון ביותר, המשתרע עד למרחק של 7-2 ק"מ מהחוף ועוביו נמצא בתחום 40-30 מ'; תת אקוויפר זה לא ידון בסקירה זו מאחר וחשיבותו המעשית קטנה בגלל מליחותו הגבוהה (פי 3 מזו של מי ים). תת אקוויפר זה קשור לטרליית במזרח לתת אקוויפר 4 ושניהם מהווים שם את תת אקוויפר 4-2 מאוחד. אבל בחלקו המערבי לא קשור תת אקוויפר זה לתת אקוויפרים אחרים ומימיו סטגננטיים.

במרכז רצועת עזה (בסביבות נחל הבשור) מצויים רק שני תת אקוויפרים:

א. תת אקוויפר 11 - זהו תת האקוויפר העליון, שלגבי גבולות תחומי השתערותו ידוע מעט מאד; ניתן רק לומר שהוא כלוא לפחות בחלקו ועוביו הוא מ-10 מ' ויותר.

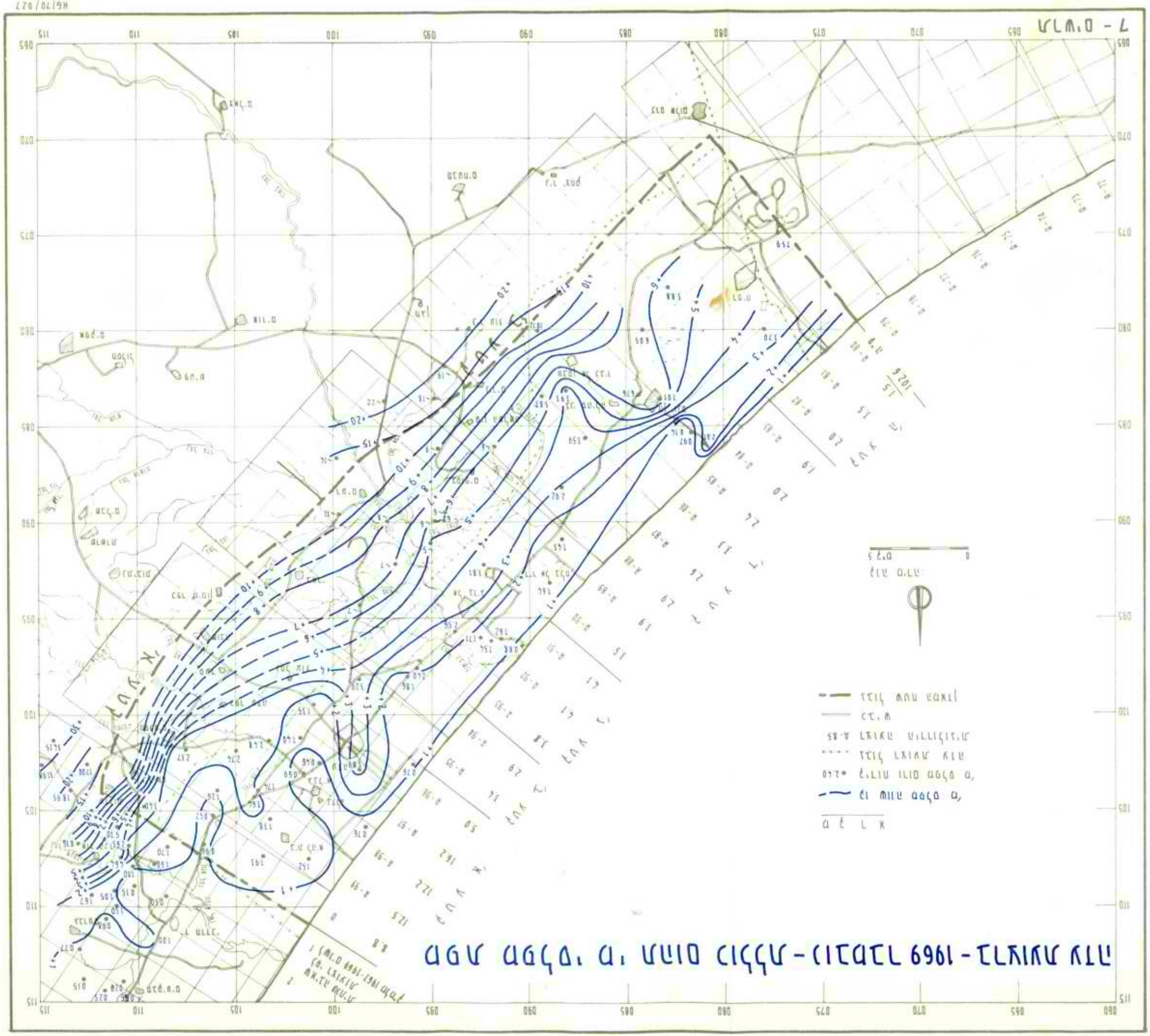
ב. תת אקוויפר 2 - זהו תת אקוויפר התחתון פה וכפי שצויין למעלה חשיבותו קטנה.

בדרום רצועת עזה (מנחל הבשור דרומה) חוזרת על עצמה התמונה שבצפון הרצועה, בהבדלים קטנים: העוביים של תת האקוויפרים כאן קטנים יותר ובחלק מן האזור חסר תת האקוויפר העליון הפריאטי מס' 8 ובמקומו נמצא תת אקוויפר עליון פריאטי אחר - תת אקוויפר 10. עוביי תת האקוויפרים הם: תת אקוויפר 10 (המשתרע עד לכ-2.5 ק"מ מהחוף, בתחום 25-10 מ'. תת אקוויפר 8, בתחום 10 - 5 מ'. תת אקוויפר 6, בתחום 15 - 5 מ'. תת אקוויפר 4-2 מאוחד, בתחום 15-10 מ'.

3. <u>מ פ ל ס י ם</u>

הוכנו מפות מפלסים לנובמבר 1969 עבור כל תת אקוויפר (תרשים 6 א' - 6 ג') וכן מפת מפלסים כוללת לכל תת האקוויפרים יחד (תרשים 7). באופן כללי קיים גרדיאנט לכיוון הים בכל תת האקוויפרים.

מפת מפלסי מי תהום כוללת - נובמבר 1969 - ברצועת עזה



תרשים - 7

HG/70/027

בתת האקוויפרים 2-4 מאוחד, מגיעים המפלסים במרחק של 13 - 11 ק"מ מהחוף עד לכ-10 מ' מעל פני הים. בתחומי תת אקוויפר זה מבחינים בשני מכתשים ליד החוף, אחד ברצועות 97-98 ושני ברצועות 88-90, כשהמפלס במכתש השני הוא כ-2.5 מ' מתחת לפני הים. בשאר אזורי החוף מפלס פני המים גבוה מפני הים ומגיע עד לכ-2 מ' מעל פני הים.

בתת אקוויפר 6 מגיעים המפלסים במרחק של כ-5 ק"מ מהחוף עד ל-2-5 מ' מעל פני הים. גם כאן קיימים מכתשים, אחד ברצועות 97-98 ושני ברצועות 84-88, ברום המפלס נמוך רק בכמה עשרות סנטימטרים מפני הים. בשאר אזורי החוף המפלס גבוה מפני הים ומגיע עד לכ-1-2 מ' מעל פני הים.

בתת אקוויפר 8, מגיעים המפלסים במרחק 2-3 ק"מ מהחוף עד לכ-3 מ' מעל פני הים. המפלסים במרבית אזורי החוף מגיעים לכ-1 מ' מעל פני הים.

בתת אקוויפר 10, מגיעים המפלסים במרחק של 4-5 ק"מ מהחוף, עד לכ-4 מ' מעל פני הים; ליד החוף נעים המפלסים בין רום פני הים, ועד לכ-1 מ' מעל פני הים.

בתת אקוויפר 11, מגיעים המפלסים במרחק של כ-5 ק"מ מהחוף עד לכ-3 מ' מעל פני הים וליד החוף עד לכ-1 מ' מעל פני הים.

4. <u>מ ל י ח ו ת</u>

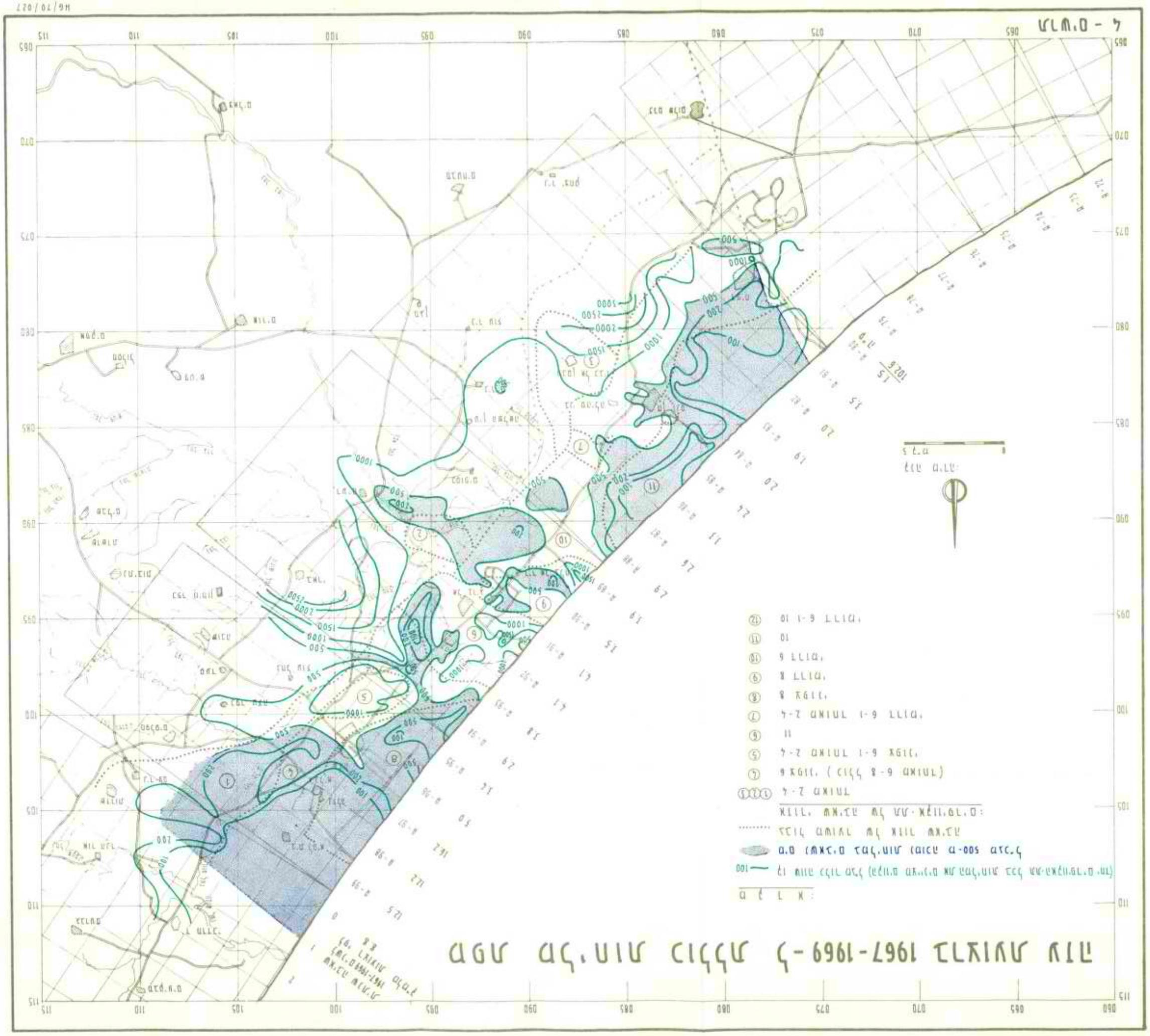
הוכנו מפות מליחות המבוססות על נתוני השנים 1967-1969 עבור כל תת אקוויפר (תרשים 5א' - 5ג') ומפה אחת כוללת עבור כל תת האקוויפרים יחד (תרשים 4). כמו כן נבדקו שינויי המליחות בכמה עשרות קידוחים שנידגמו בעת הסקר הראשון בשנת 1967 ובעת.

בתת אקוויפר 2 המליחות כאמור גבוהה מאד ומגיעה במרבית אזורי הרצועה לכ-60,000 מג"ל כלור ורק בקטע הצפוני יורדת המליחות לזו של מי ים, לכ-18,000 מגכ"ל.

בתת אקוויפר 2-4 מאוחד משתנה המליחות מערכים הקטנים מ-100 מגכ"ל בקצה הצפון מזרחי ועולה בהדרגה דרומה בחלק הפנים יבשתי (בעיקר ממזרח לגבול רצועת עזה) עד לערכים מכסימליים של 2000-2500 מגכ"ל. יותר מערבה קטנה המליחות ונמצאת בתחומים 500-1000 מגכ"ל. ליד החוף יש שוב פעם עליה במליחות המגיעה ברצועות 96-98, 89-90 לעתים של מי ים, בתחומים 14,000-18,000 מגכ"ל; זהו כנראה הפן הבינוני. בשאר קטעי החוף המליחות נמוכה במקצת ומגיעה לכ-5000 מגכ"ל.

[illegible]

מפת מליחות כוללת ל-1967-1969 ברצועת עזה



מקרא:

- —100 קו שווה כלור מג"ל (הקווים מציינים את המליחות בכל תת-האקויפרים יחד)
- ▨ מים נשאבים במליחות נמוכה מ-500 מגכ"ל
- .... גבול משוער של אזור שאיבה

אזורי שאיבה של תת-אקוויפרים:

①②③ 2-4 מאוחד
④ 6 צפוני (כולל 6-8 מאוחד)
⑤ 2-4 מאוחד ו-6 צפוני
⑥ ״
⑦ 2-4 מאוחד ו-6 דרומי
⑧ 8 צפוני
⑨ 8 דרומי
⑩ 6 דרומי
⑪ 10
⑫ 10 ו-6 דרומי

תרשים - 4

HG/70/027

בתת אקוויפר 6 משתנה המליחות בקטעיו הפנים יבשתיים מערכים שהם נמוכים מ-100 מג"ל כלור בצפון ועד לערכים של כ-500 מגכ"ל בדרום. כלפי החוף עולה המליחות כנראה, ומגיעה בתחומי הרצועות 98-97 למליחות של מי ים - 20,000 מגכ"ל. בשאר קטעי החוף נעה המליחות בתחומים 1000 - 500 מגכ"ל ואולי אף יותר.

בתת אקוויפר 8, בחלקו הצפוני המליחויות נמוכות ונעות בתחומים שבין ערכים הקטנים מ-100 מגכ"ל ועד לכ-200 מגכ"ל ורק בתחום קטן של רצועה 96 עולה המליחות לכ-500 מגכ"ל. בקטעו הדרומי של תת אקוויפר זה המליחות גבוהה יותר ונמצאת בתחומים 1500 - 500 מגכ"ל.

בתת אקוויפר 10 המליחויות בדרך כלל נמוכות מערכים הקטנים מ-100 מג"ל כלור ועד לכ-200 מגכ"ל ורק בתחום מצומצם ליד החוף ברצועה 84, גדלה המליחות לכ-500 מגכ"ל.

בתת אקוויפר 11, משתנה כנראה המליחות מערכים נמוכים יחסית של 500 - 200 מגכ"ל בחלקיו הפנים יבשתיים ועד לערכים של 1500 - 1000 מגכ"ל בקרבת החוף.

בשני סקרי המליחות החלקיים שנערכו בשנים 1967 ו-1969 נצפו שינויי המליחות הבאים:

בתת אקוויפר 4-2 לא חל בממוצע כל שינוי, בתת אקוויפר 6 - עליה ממוצעת של 10 מגכ"ל, בתת אקוויפר 8 - עליה ממוצעת של 14 מגכ"ל, בתת אקויפר 10 - עליה של 22 מגכ"ל ובתת אקויפר 11 - ירידה ממוצעת של 6 מגכ"ל בסה"כ חלה במשך השנתיים עליה ממוצעת (בהתאם למשקל השאיבה) של כ-9 מגכ"ל. לא ידוע על יציאת קידוחים משימוש עקב המלחה פתאומית. ייתכן ואי הידע נובעת מחוסר כל רישום ופיקוח.

סה"כ נצפתה עלית מליחות ב-20 קידוחים, ירידת מליחות ב-10 קידוחים וב-4 קידוחים לא חל שינוי.

בקבוצת המים המתוקים (עד 500 מגכ"ל) בולטת עוד יותר העליה במליחות: ב-$^2/_3$ מהקידוחים חלה במשך השנתיים עליה של כמה עשרות מגכ"ל (15-135 מגכ"ל), ב-$^1/_6$ ממספר הקידוחים לא נצפה שינוי ואילו רק ב-$^1/_6$ חלה ירידה (של 35-175 מגכ"ל).

בקבוצת המים המלוחים נצפו נוסף לעליות גם יותר ירידות במליחות אך היא נשארה בכל זאת בתחום שבין 550 ל-1140 מגכ"ל. סכומים אלה המבוססים על סקרים מצומצמים ובלחי מספיקים יכולים אולי להצביע על מגמת ההמלחה הרצינית הקיימת כבר ברצועה ואשר צפויה להחמרה בעתיד.

רק סקרי מליחות מקיפים ואיתור פני-הביניים יוכלו אולי ללמד על הממדים האמתיים של התופעה ועל גורמיה.

5. <u>אזורי שאיבה ושאיבה</u>

1370 הקידוחים שואבים בדרך כלל מהחלקים הפריאטיים של כל תת אקוויפר, כך שאזורי השאיבה של תת האקוויפרים העמוקים יותר (2-4 מאוחד ו-6) מרוחקים מהים. במרבית המקרים חודרים כנראה הקידוחים תמיד לאקוויפר הפריאטי העליון בלבד ורק מיעוטם חודרים גם לתת אקוויפר תחתון יותר (אזורי השאיבה נראים בתרשים 4).

אין בקידוחי רצועת עזה מדידות שאיבה ולכן קיימות רק הערכות שנערכו בשיטות שונות והן נעות בתחום רחב אומדני שאיבה שנתית אלה הובאו כבר בעבודות קודמות, והם מבוססים על מדגם בארות ועל הצריכה החקלאית והביתית. להלן האומדנים הקודמים:

אומדן תהל בדו"ח התקדמות מס' 1 הוא 110 מיליון מ"ק.
אומדן נציבות המים בדו"ח התקדמות מס' 1 הוא 55 מיליון מ"ק.
אומדן תהל בדו"ח התקדמות מס' 2 הוא 91 מיליון מ"ק.
אומדן נציבות המים בדו"ח התקדמות מס' 2 הוא 66 מיליון מ"ק.

לצורך החישובים השונים שבדו"ח התקדמות מס' 2 נלקח הערך הממוצע שבין אומדני תהל ונציבות המים, דהיינו - 78 מיליון מ"ק.

נתוני השאיבה בעבודה הנוכחית מבוססים על סקר כל הבארות שברצועת עזה שנערך ע"י נציבות המים ואשר כלל משאל בין בעלי הבארות. לפי זה נתקבלה שאיבה שנתית של כ-103 מיליון מ"ק.

ההבדלים בין המספרים השונים נובעים בודאי מהשוני בשיטות האומדן יתכן גם שאומדן השאיבה שבעבודה הנוכחית על פי הסקר האחרון מצביע על גידול השאיבה כתוצאה מגידול שטחי הפרדסים המבוגרים בתקופה שבין 1967 ל-1969.

לידיעת היקף השאיבה האמיתית יש חשיבות רבה גם לצרכי החישובים ההידרולוגיים והתחזיות וגם לצרכי התכנון בעתיד. לכן יש לנסות להגיע בהקדם להערכות יותר מהימנות. לפי נתוני השאיבה ונתוני המליחות, חושב פילוג השאיבה השנתית (לשנת 1967-1969) לפי תת אקוויפרים ומליחויות כמצויין בטבלה למטה.

140.000 ג' שטח מלאכון.
92.000 ג' פרוקסום

פילוג השאיבה השנתית (במלמ"ק ובאחוזים)
לפי תת אקוויפרים וקבוצות מליחות

תת אקוויפר	מליחות מליגרם כלורידים בליטר							סה"כ
	100	100-200	200-500	500-1000	1000-1500	1500-2000	2000-5000	(מלמ"ק)
2-4		9.67 (53.5%)	3.19 (17.7%)	2.33 (12.9%)	1.65 (9.1%)	0.58 (3.2%)	0.65 (3.6%)	18.07 (100%)
6	12.80 (27.50%)	6.22 (13.4%)	14.20 (30.5%)	12.92 (27.8%)	0.36 0.8%)			46.50 (100%)
8	13.22 (55.4%)	4.48 (18.8%)	4.12 (17.3%)	1.32 (5.5%)	0.56 (2.3%)	0.18 (0.7%)		23.88 (100%)
10	2.51 (43.6%)	2.53 (43.9%)	0.71 (12.3%)	0.01 (0.2%)				5.76 (100%)
11		0.67 (8.0%)	1.00 (12.0%)	4.74 (56.8%)	1.84 (22.1%)	0.09 (1.1%)		8.34 (100%)
ס"ה	28.53 (27.8%)	23.57 (23.0%)	23.22 (22.6%)	21.32 (20.8%)	4.41 (4.3%)	0.85 (0.8%)	0.65 (0.7%)	102.55 (100%)

הממצאים העיקריים של טבלה זו הם:

א. כ-73% מהכמות הנשאבת היא במליחות של עד 500 מג"ל כלור וכ-52% במליחות של עד 200 מג"ל כלור.

ב. למעלה ממחצית השאיבה השנתית (כ-60 מיליון מ"ק) מרוכזת בצפון רצועת עזה (מנחל הבשור וצפונה) על פני שטח המהווה רק כשליש מכל שטח רצועת עזה.

ג. כשני שליש מכל השאיבה השנתית (כ-70 מיליון מ"ק) נשאבים מתת האקוויפרים 6 ו-8.

6. <u>אזורי מילוי חוזר</u>

לחלק מתת אקוויפרי רצועת עזה אותרו גבולות אזורי המילוי החוזר, אזורים אלה נראים בתרשים 9. לתת אקוויפר 2-4 מאוחד, לתת אקוויפר 11 ולחלק מתת אקוויפר 6 לא אותרו גבולות אזורי המילוי החוזר.

7. <u>זרימה יוצאת</u>

הזרימה השנתית היוצאת לכל תת האקוויפרים בשנים 1967-1969 מוערכת (בשתי שיטות) ב-17.1 - 13.3 מיליון מ"ק, מזה כ-0.4 מיליון מ"ק זורמים לכיוון יד מרדכי והיתר לים. בדו"ח התקדמות מס' 2 הוערכה זרימה זו ל-16.7 מיליון מ"ק.

8. <u>זרימה נכנסת</u>

הזרימה הנכנסת השנתית, לכל תת האקוויפרים בשנים 1967-1969 מוערכת (בשתי שיטות) ב-11.4 - 15.3 מיליון מ"ק. בדו"ח התקדמות מס' 2 הוערכה זרימה זו ל-11.0 מיליון מ"ק.

9. <u>זרימה חוזרת מהשקיה ושימוש ביתי</u>

הזרימה החוזרת מהשקיה ושימוש ביתי לשנים 1967-1969, הוערכה ב 15.4 - 12.2 מיליון מ"ק.

10. <u>שינוי נפח אוגר</u>

שינוי נפח האוגר השנתי לכל תת האקוויפרים בשנים 1967-1969 מוערך (בשתי שיטות) ב 32.8 - 24.9 מיליון מ"ק.

11. <u>מילוי חוזר סבעי</u>

המילוי החוזר השנתי הממוצע חושב על פי כמה שיטות:

א. לפי מאזנים הידרולוגיים, נערכו שני מאזנים הידרולוגיים: מאזן אחד מפורט לכל תת אקוויפר בנפרד ומאזן שני כולל בו התייחסנו אל כל תת האקוויפרים כאל יחידה אחת. מרכיבי המאזנים מובאים בסעיפים 7-10 למעלה. עקב אי הודאות של הנתונים ובעיקר של נתוני השאיבה מופיעות סטיות ניכרות בערכי המילוי החוזר המחושבים לפי שיטה זו. המאזנים מבוססים על נתוני השנים 1967-1969; בשנים אלה היה הגשם השנתי גבוה בכ-15% מהממוצע, אי לכך הוקטנו ערכי המילוי החוזר ב-15% על מנת שיתאימו לשנה ממוצעת. ערכי המילוי החוזר שנתקבלו ממאזנים אלה מיוחסים לכל שטחי תת האקוויפרים (כוללים גם את הזרימה ממזרח).

המרכיבים החשובים ביותר של המאזנים ההידרולוגיים הם השאיבה והזרימה החוזרת מהשקיה ושימוש ביתי; מאחר וקיימים אומדנים שונים למרכיבים אלה, חושב המילוי החוזר לפי אומדני השאיבות והזרימות החוזרת הן של העבודה הנוכחית והן של אומדני דו"ח התקדמות מס' 2 (נלקחה השאיבה השנתית של 78 מיליון מ"ק).

ב. המילוי החוזר השנתי הממוצע נאמד גם לפי שיטה הידרומטאורולוגית, המבוססת על נתוני גשם והתאדות, הערכות קבול שדה והערכות גודל שטחי המילוי החוזר.

ג. המילוי החוזר השנתי הממוצע נאמד גם על פי זרימות לים ב-1935. הונח שבשנה זו היתה השאיבה אפסית ולכן שוות הזרימות לים למילוי החוזר. בגלל מיעוט הנתונים ב-1935 לא נתקבל כאן ערך בעל מהימנות גבוהה.

ערכי המילוי החוזר השנתי הממוצע כפי שנתקבלו
מהשיטות השונות מובאים בטבלה למטה (אונו כולל נפגל תוצ מתקנה)
(במיליון מטרים מעוקבים)

לפי מאזן הידרו-מטאורולוגי	לפי מאזן הידרולוגי מפורט		לפי מאזן הידרולוגי כולל		לפי זרימות לים ב-1935	לפי דו"ח התקדמות מס' 2
	לפי שאיבה שנתית של 103 מלמ"ק	לפי שאיבה שנתית של 78 מלמ"ק	לפי שאיבה שנתית של 103 מלמ"ק	לפי שאיבה שנתית של 78 מלמ"ק		
38.1	67.0	46.5	60.1	43.0	33.0-52.6	42

ערכי המילוי החוזר השנתי שנתקבלו כאן נמצאים בתחום נרחב של 40-67 מיליון מ"ק, דבר המעיד בודאי על אי דיוקם של המרכיבים והפרמטרים השונים. הערכים הגבוהים של תחום זה נראים כמוגזמים, בעיקר אם משוים זאת למילוי החוזר הידוע שבמישור החוף הישראלי. בדרום מישור החוף הישראלי - בו הנתונים רבים ומדוייקים יותר ואף כמות הגשם גדולה יותר - מקבלים ערכי מילוי חוזר שנתי ממוצע בסדר גודל של 1.5 מיליון מ"ק לרצועת חוף של 1 ק"מ רוחב. מכאן, שארבעים הק"מ של רצועת עזה שגשמיה קטנים כלפי דרום עד ל-200 מ"מ/לשנה, אינם יכולים לקבל יותר מ-50 מיליון מ"ק לשנה.

12. <u>תחזית השאיבה</u>

הונח כבר בדו"ח התקדמות מס' 2 שהשאיבה תגדל במשך חמש שנים החל מ-1967 עד ל-115%. כן הונח, שמשנת 1973 ואילך לא תגדל השאיבה השנתית, כתוצאה מהצטמצמות שטחי הפרדסים הצעירים וכתוצאה מיציאת קידוחים משימוש מסיבות טכניות וכתוצאה מהמלחה.

בגלל ההפרשים הגדולים שבין אומדני השאיבה הנוכחית מחד ועקב השינויים העשויים לחול בעקבות ההמלחה מאידך, קשה להעריך באופן כמותי את התפתחות השאיבה וזאת אף בלי תלות בהתפתחויות פוליטיות.

13. <u>תחזית המליחות</u>

כתוצאה משאיבת היתר והגדלתה בעתיד ימשיכו המפלסים לרדת וגופי מים מלוחים, מכיוון הים ומכיוונים פנים יבשתיים, ינועו לעבר איזורי השאיבה ויגרמו לשינויים בפילוג המליחות של המים הנשאבים ולהוצאת קידוחים מכלל פעולה.

התחזית נעשתה בשתי דרכים שונות: באחת חושבו תזוזות גופי המים המלוחים אל מרכזי השאיבה בעקבות שינויים חזויים במפלסי המים עקב השאיבה, ובדרך השניה נעשתה אקסטרפולציה לעתיד של הפרשי המליחות שנמצאו בין השנים 1967 ו-1969. שתי הדרכים גם יחד מתבססות על נתונים הידרולוגיים דלים מאד ועל סקרי מליחות מצומצמים ולכן אולי בלתי מיצגים.

הסכום מלמד על ההתפתחות הצפויה בהשואה למצב הנוכחי:

טווח התחזית	אחוז השאיבה במליחות			קידוחים שיומלחו ושעלולים לצאת משימוש (גם בגלל פן ביני)
	קטנה מ-500 מגכ"ל	500-1000 מגכ"ל	מעל 1000 מגכ"ל	
1969 שנת הסקר	73.4%	20.8%	5.8%	
לאחר 4 שנים	71%	22%	7%	פחות מ-100
לאחר 10 שנים	60-65%	25-30%	10-15%	כ-300

אינדקס אחר היכול להצביע על מגמת ההמלחה הוא תוספת המליחות הממוצעת במים הנשאבים (ראה סעיף 4 לעיל). בשפלת החוף הישראלית עלית המליחות השנתית הממוצעת חושבה ב-1 מ"ג כלורידים לליטר; לעומת זאת ברצועת עזה נאמדה עליה זו (עפ"י הסקר המצומצם) ב-4.5 מגכ"ל לשנה והיא עשויה להגיע גם ל-8 מגכ"ל לשנה, בסוף העשור.

תחזית מבוססת של התקדמות הפן-הביני מהים איננה אפשרית עדיין עקב חוסר קידוחי חצפית וסקרי מליחות מספיקים. קיים חשש שעשרות רבות של קידוחים הנמצאים לאורך החוף יצאו עקב כך משימוש.

13. <u>מסקנות והמלצות:</u>

א. ניצול-היתר ברצועת עזה מהווה כמחצית השאיבה הכללית שנאמדת ב-103 מלמ"ק לשנה (מ-1370 בארות). כתוצאה מכך ירדו מפלסי המים עד ל-1.0 מ' מעל פני הים באזורים הקרובים לחוף. בקצב הניצול הנוכחי צפויה נפילת מפלסים נוספת ואף יוצרו מכתשים.

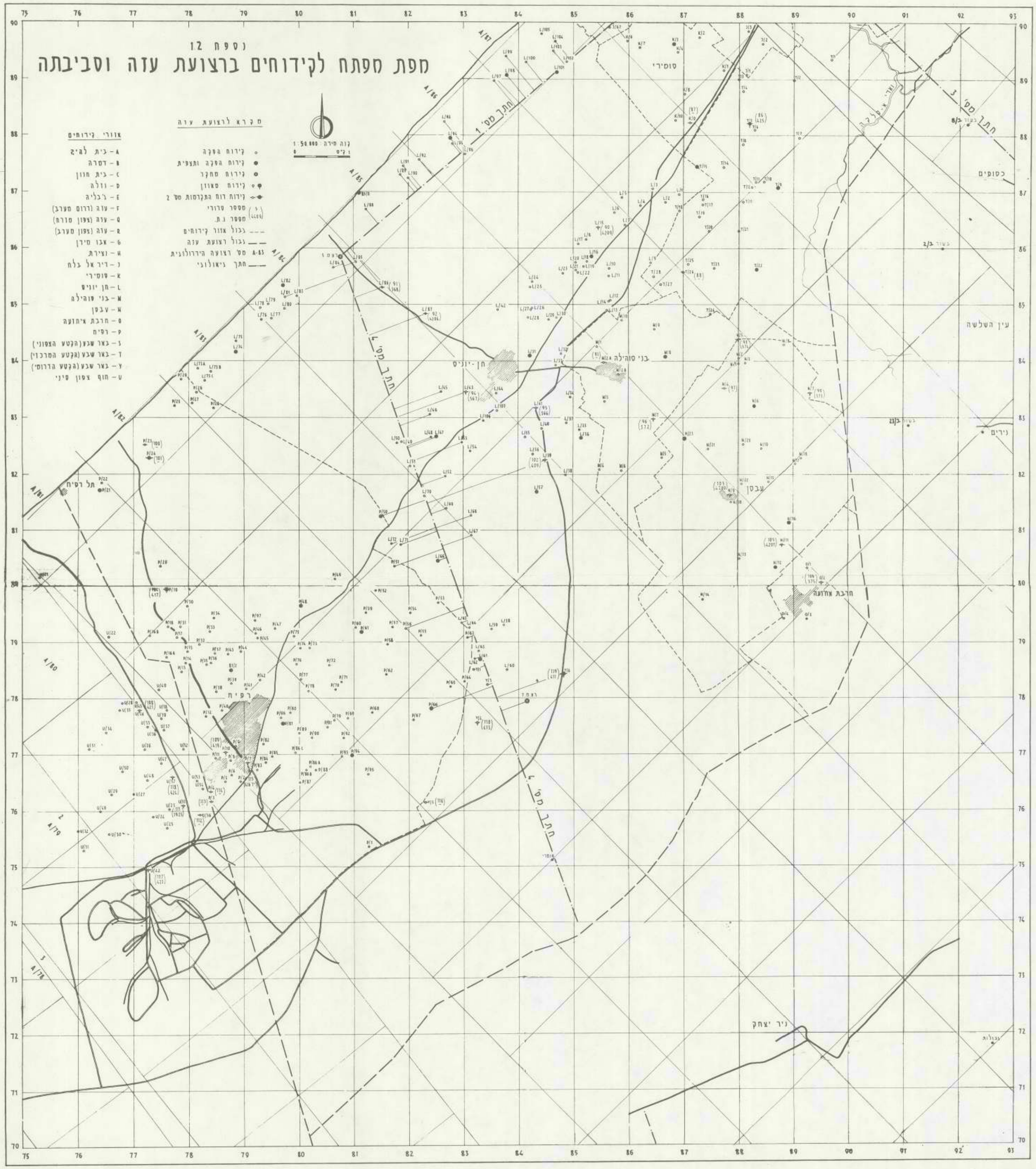
ב. כמחצית תפוקת המים הנוכחים הינה במליחות נמוכה מ-200 מ"ג כלורידים לליטר, 23% נוספים מליחותם בין 200 ו-500 מגכ"ל, והיתר מעל 500 מגכ"ל (כ-6% מעל 1000 מגכ"ל). פילוג זה נובע מחלוקת האקוויפר ליחידות משנה שמליחותן גדלה עם העומק ומעובדת מציאות מים מלוחים במזרח.

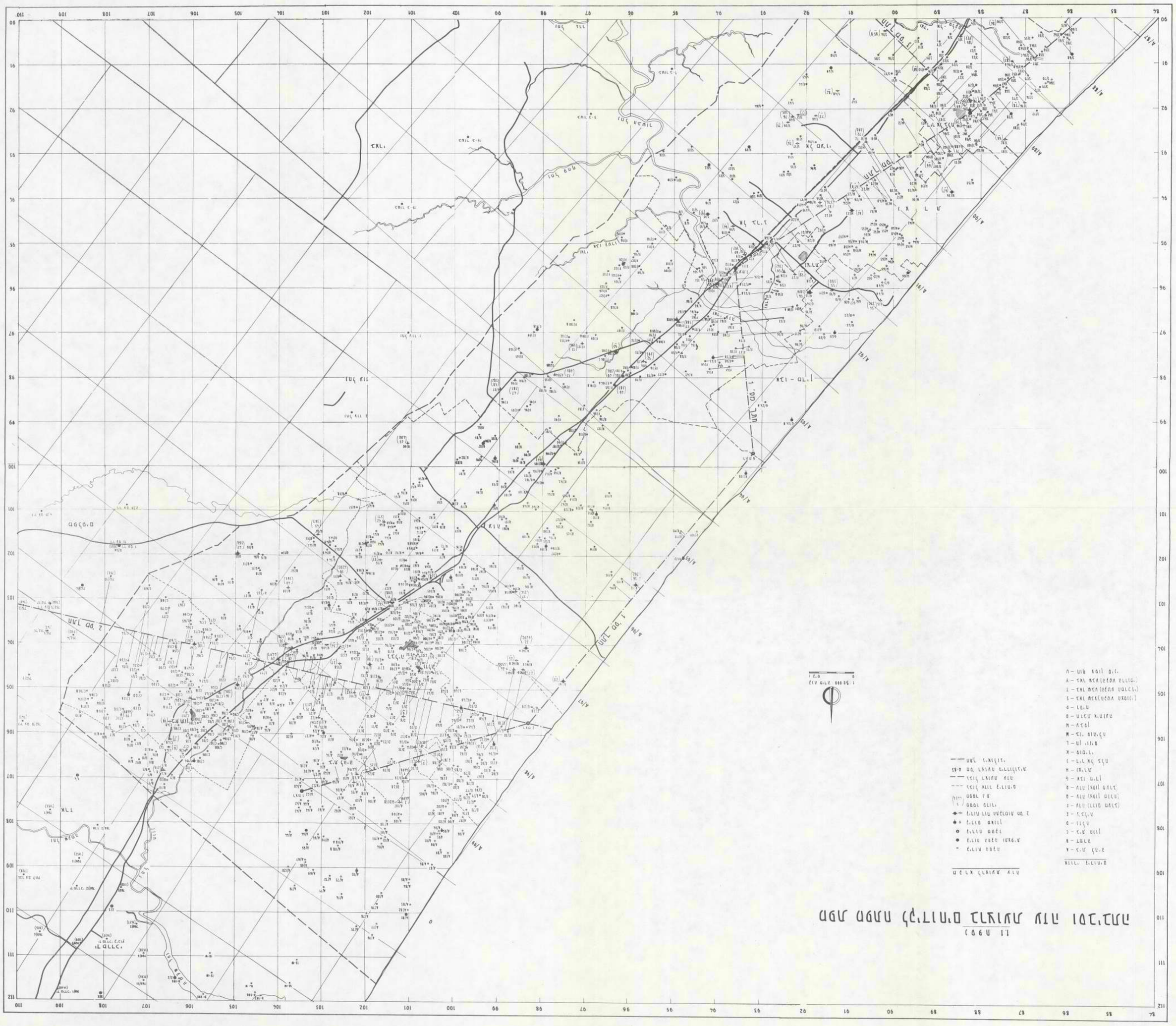
ג. המשכת הניצול בקצב הנוכחי תביא להמלחת המים הנשאבים ולהוצאת קידוחים משימוש. צפוי קצב ההמלחה איטי והדרגתי אך יחריף במיוחד בקרבת הים ובאיזורים הגובלים במים המלוחים, שם יפגעו הפרדסים ותפסק השאיבה כליל.

ד. מומלץ לארגן פיקוח ומעקב אחר השאיבה והמליחות, בנוסף לחקירות הידרולוגיות, גם לצורך שילוב האיזור במשק הישראלי ובתכנון המים הארצי וגם למטרת שליטה במשק המים המקומי.

נספח 12

מפת מפתח לקידוחים ברצועת עזה וסביבתה





70-013

WATER PLANNING FOR ISRAEL LTD. * תכנון המים לישראל בע"מ

[redacted]

תכנון המים לישראל בע"מ

האגף להידרולוגיה

הגיאוהידרולוגיה של רצועת עזה

ת מ צ י ת

דו"ח מס' 3

הוכן ע"י מ. פינק

תל - אביב

מרץ 1970

תכנון המים לישראל בע"מ

האגף להידרולוגיה

8.3.70

לכבוד

_____

_____

_____

א.נ.,

הנדון: מי התהום ברצועת עזה.

מצ"ב תמצית דו"ח ביאוהידרולוגי על משאבי מי תהום ברצועת עזה אשר הוכן ע"י מר מ.פינק וצוות אזור החוף, על פי הזמנת הממשל הצבאי של רצועת עזה וסיני.

מטרת הדו"ח היתה לתאר את המצב ההידרולוגי ברצועה, לאור החקירות שנערכו בה בשנתיים האחרונות, לאמוד את פוטנציאל המים המצוי בה ולהצביע על סכנות צפויות למקור חשוב זה שעליו נשענת כלכלת הרצועה, וזאת על מנת להכין את הרקע לתכנון הפעולות בעתיד.

בשנות השלטון הבריטי והמצרי נקדחו בשטח המצומצם של הרצועה למעלה מ-1370 קדוחים, וניצול מי התהום שהגיע לממדים מבהילים התנהל ללא כל תכנון, הכונה או פקוח. כתוצאה מכך קיים כבר ניצול יתר וחלק ניכר מהמים שבשימוש מלוחים מדי לחקלאות מתקדמת.

סקרים ראשוניים(דו"חים מס' 2,1) נעשו עוד ב-1967 אולם רק בשנים 1968 ו-1969 הוחל בחקירות יסודיות שכללו בין השאר קדוחי מחקר ומדידות שדה שנועדו להשגת נתונים בסיסיים. פעולות אלה נעשו תוך מגבלות בשתוניות חמורות ובתקציבים פחותים מהדרוש לחקירות מסוג זה.

אף-על פי-כן הושגו תוצאות מרשימות ובעלות ענין. התברר שאקויפר מי התהום המזין את הבארות הרבות מורכב ממספר יחידות משנה בעלי מליחות שונה. רק ביחידות העליונות ובדיונות מצויים מים מתוקים ואילו במזרח ובעומק גוברת המליחות עד לרכוז הגבוה אף ממי הים.

אם יימשך קצב הניצול הנוכחי תעלה המליחות בהדרגה וקדוחים יחלו לצאת משמוש (עד מאות קדוחים בסוף העשור).

לאור הידע המצוי, הערכות המצב והתחזיות שבדו"ח, רצוי לדעתי לפעול עתה בשלוש דרכים מקבילות: (א) להעריך את ההתפתחויות הצפויות למשק המים ברצועה ולתכנן את מהלכינו ופעולותינו בהתאם; (ב) להכניס את הניצול תחת מעקב ופקוח כדי לאסוף את האינפורמציה הדרושה לקבלת ההחלטות וכדי לאפשר שליטה מרכזית באזור טבע חיוני זה; (ג) להעמיק ולהרחיב את ידיעותינו על האקויפר עד לדרגה שתאפשר הגדרה נאותה של מערכת מי התהום, קביעת מגבלותיה והסכנות הצפויות לה, כל אלה יעשו בפרוס הדרוש לתכנון ניצול רציונלי של האקויפר, שימורו ושילובו במערכת המים הארצית.

ב ב ר כ ה,

יואב הרפז

מנהל האגף.

תכנון המים לישראל בע"מ
האגף להידרולוגיה

הגיאוהידרולוגיה של רצועת עזה

תמצית דו"ח מס' 3 שהוכן ע"י מ. פינק, פברואר 1970

1. מבוא

העבודה הנוכחית הינה המשך לעבודות קודמות שנעשו ב-1967 ונתפרסמו בדוחו"ת התקדמות מס' 1 ו-2. עבודות אלה הצביעו על שאיבת יתר מוגברת ומליחויות יחסיות גבוהות; לאור ממצאים אלה הוחלט להמשיך במחקר כדי לנסות לבדוק נקודות אלה בצורה יותר יסודית. מטרות מחקר זה היו: לימוד והכרת המבנה התת-קרקעי מבחינה גיאולוגית והידרולוגית, פילוג השאיבה הנוכחית לפי אזורים, אקוויפרים ומליחויות וכן נסיון לתחזיות של התפתחות המפלסים והמליחויות.

כדי להשיג מטרות אלה בוצעו הפעולות הבאות: קדיחת קידוחי מחקר בשבעה אחרים, ביצוע מספר מדידות גיאוחשמליות, עריכת מדידות מפלסים ודיגום מים באותם קידוחים בהם נערכו מדידות מפלסים ונלקחו דגימות מים ב-1967, סיכום השאיבה השנתית לפי כל בארות רצועת עזה. כתוצאה מפעולות אלה הוכנו תתכים גיאולוגיים, מפות השתערות אקוויפרים, חישובי פילוג שאיבה לפי אקוויפרים ומליחות, חישובים הידרולוגיים ותחזיות לעתיד.

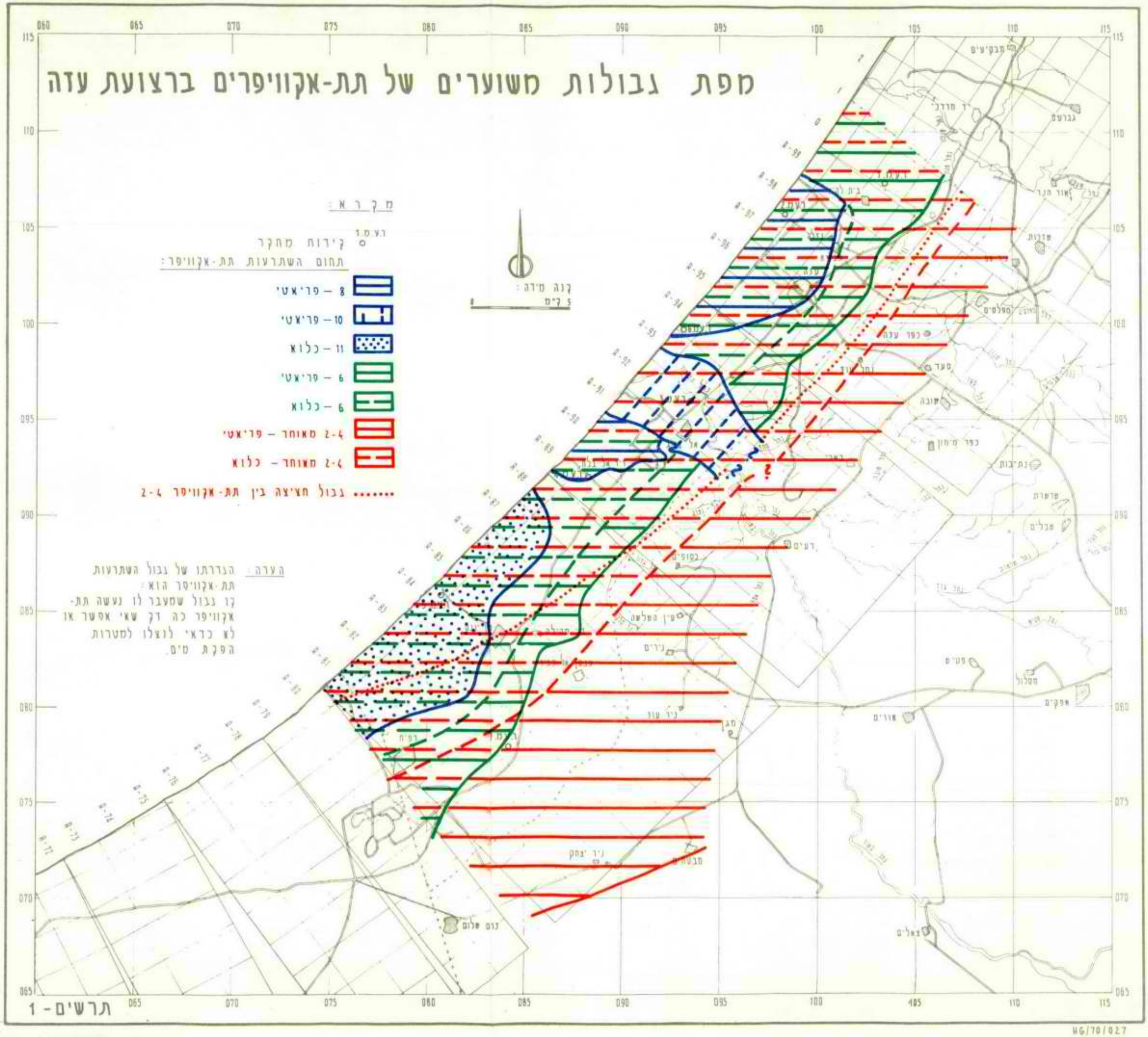
עקב קשיי הפעולה בשטח, ההגבלות הבטחוניות והמגבלות התקציביות נמנע מאתנו לסקור ולחקור כראוי את כל הגיאוהידרולוגיה של הרצועה, דבר שהוא חיוני לתכנון ולפיתוח של משאבי המים המקומיים והסביבתיים. ראוי לכן שהמידע שנאסף למרות הכל הוא עדיין מצומצם מאד ובחלקו אף אינו מדויק ולכן צפוי שגם נתוחי הדו"ח וממצאיו לוקים ברמת מהימנות שאיננה גבוהה. ואף-על-פי-כן, תמונת המצב המתקבלת עתה הינה משופרת לאין ערוך בהשואה לידע הדל שעמד לרשותנו קודם לכן.

2. תיאור גיאוהידרולוגי

המבנה הגיאוהידרולוגי הסכמטי של רצועת עזה, הוא שכבתי כשיחידות אקוויפריות ויחידות אקויקלודיות מתחלפות זו בזו לסירוגין (תרשים 1,2,3). מידת ההשתערות הפנים-יבשתית של יחידות אלה הולכת וקטנה כלפי היחידות העליונות.

בצפון רצועת עזה (מנחל הבשור וצפונה) מצויים שלושה תת-אקוויפרים, לפי סדרם מלמעלה למטה:

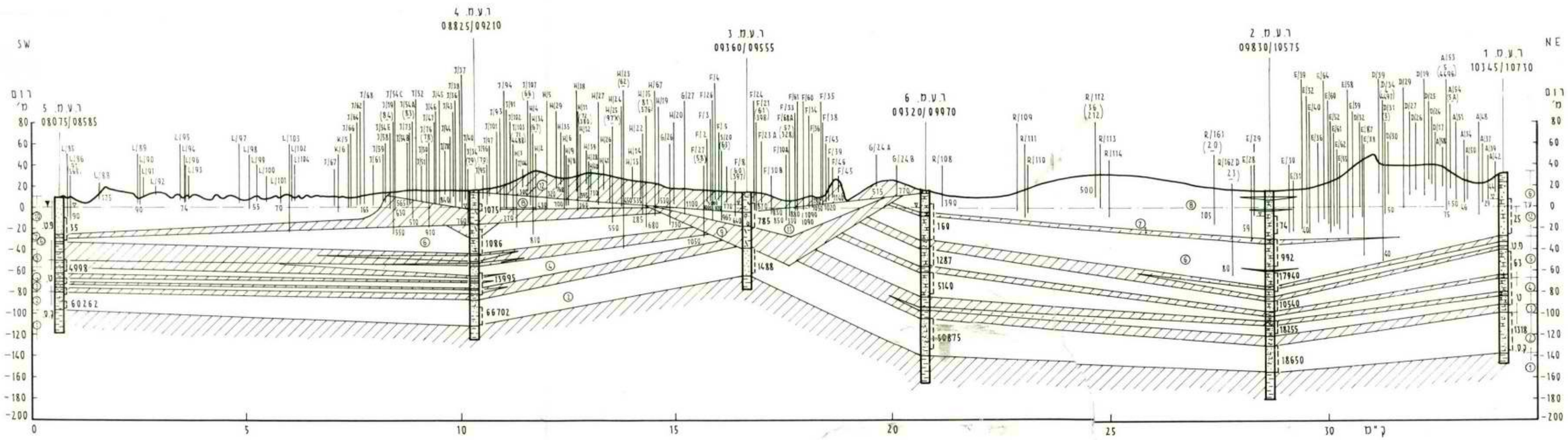
מפת גבולות משוערים של תת-אקוויפרים ברצועת עזה



תרשים - 1

HG/70/027

חתך גיאולוגי מס' 1



מקרא

- חדיר – אבן חול גירית, חול, חלוקים
- חדיר למחצה – טיט, חרסית חולית, ליס
- בלתי חדיר – חרסית, חואר, ליס
- קידוח עם חתך גיאולוגי, מסגנת ותכולת כלור במג"ל ועם פני מים

יחידות גיל

- ס.ט. פוסט טירוריין
- ט. טירוריין
- ק.ט. קלבר'ו-סיציליין

יחידות סלע

1. חרסית סקיה
2. חול קרטון
3. חואר וחרסית
4. אח"ב מיקרוקונגל'
5. חואר וחרסית
6. אבן חול גירית
7. חרסית טינית
8. אבן חול גירית
9. חרסית
10. דיונות
11. חלוקים
12. קרקעות וליס

- H/23 מס' סדורי ראשי לפי סקר בארות של משרד החקלאות
- (62/314) מס' סדורי לפי דו"ח התקדמות מס' 2
- 520 מס' נ.ת. לפי דו"ח התקדמות מס' 2
- תכולת כלור במג"ל

קידוח בלי חתך גיאולוגי, עם או בלי תכולת כלור

הערות: 1) פני המים המצוינים כאן אינם מדויקים, כי הקידוחים אינם מאוזנים 2) המסגנות נראות כאן רק באופן סכמטי. למעשה, כל מסגנת מוסרדת ע"י אטם מלט מעל ומתחת.
3) רק הקידוחים עם מס' נ.ת. הם מאוזנים. 4) חוסר האיזון של מרבית הקידוחים, המצאותם במרחק מקו החתך ונתוני עומק לא מדויקים, גורמים לאי דיוק בעומק חדירתם.

תרשים – 2

חתך גיאולוגי מס' 2

חתך גיאולוגי מס' 3

חתך גיאולוגי מס' 4

מקרא

- חדיר – אבן חול בירית, חול, חלוקים
- חדיר למחצה – טיט, חרסית חולית, ליס
- בלתי חדיר – חרסית, חואר, ליס
- קידוח עם חתך גיאולוגי, מסונות ותכולת כלור במי"ל ועם פני מים

יחידות גיל

- פ.ט. פוסט טירניין
- ט. טירניין
- ק.ט. קלברו – סיציליין

יחידות סלע

①	חרסית סקיה	⑦	חרסית טינית
②	חול קרטון	⑧	אבן חול בירית
③	חואר וחרסית	⑨	חרסית
④	אח"כ מיקרוקונגל'	⑩	דיונות
⑤	חואר וחרסית	⑪	חלוקים
⑥	אבן חול בירית	⑫	קרקעות וליס

- 31 מס' סדורי ראשי לפי סקר בארות של משרד החקלאות
- 2 מס' סדורי לפי דו"ח התקדמות מס' 2
- 4500 מס' נת. לפי דו"ח התקדמות מס' 2
- 670 תכולת כלור במי"ל

קידוח בלי חתך גיאולוגי, עם או בלי תכולת כלור

הערות: 1) פני המים המצוינים כאן אינם מדויקים, כי הקידוחים אינם מאוזנים. 2) המסננות נראות כאן רק באופן סכמטי. למעשה; כל מסנות מופרדת ע"י אטם מלט מעל ומתחת. 3) רק הקידוחים עם מס' נ.ת. הם מאוזנים. 4) חוסר האיזון של מרבית הקידוחים, המצאותם במרחק מקו החתך ונתוני עומק לא מדויקים, גורמים לאי דיוק בעומק חדירתם.

תרשים – 3

HG/70/027

א. תת-אקוויפר 8 - תת-אקוויפר פריאטי, המשתרע לפנים היבשה עד למרחק מכסימלי של כ-4 ק"מ ועוביו ליד החוף משתנה בתחומים 25 - 5 מ'.

ב. תת-אקוויפר 6 - תת אקוויפר כלוא עד למרחק של כ-4 ק"מ מהחוף, מעבר לזה זהו אקוויפר פריאטי. תת אקוויפר זה משתרע עד למרחק של כ-9 - 6 ק"מ מהחוף ועוביו משתנה בתחומים 40 - 25 מ'.

ג. תת-אקוויפר 4 - 2 מאוחד - תת אקוויפר כלוא עד למרחק של כ-7 ק"מ מהחוף, מעבר לזה תת אקוויפר פריאטי. גבול תחום ההשתערות אינו ידוע, עוביו ברוב חלקי האזור נמצא בתחום 25-15 מ' ובקצה הצפוני מזרחי מגיע עד לכ-70 מ'.

ד. תת אקוויפר 2 - זהו תת האקוויפר התחתון ביותר, המשתרע עד למרחק של 7-2 ק"מ מהחוף ועוביו נמצא בתחום 40-30 מ'; תת אקוויפר זה לא ידון בסקירה זו מאחר וחשיבותו המעשית קטנה בגלל מליחותו הגבוהה (פי 3 מזו של מי ים). תת אקוויפר זה קשור לסרלית במזרח לתת אקוויפר 4 ושניהם מהווים שם את תת אקוויפר 4-2 מאוחד. אבל בחלקו המערבי לא קשור תת אקוויפר זה לתת אקוויפרים אחרים ומימיו סטגננטיים.

במרכז רצועת עזה (בסביבות נחל הבשור) מצויים רק שני תת אקוויפרים:

א. תת אקוויפר 11 - זהו תת האקוויפר העליון, שלגבי גבולות תחומי השתערותו ידוע מעט מאד; ניתן רק לומר שהוא כלוא לפחות בחלקו ועוביו הוא מ-10 מ' ויותר.

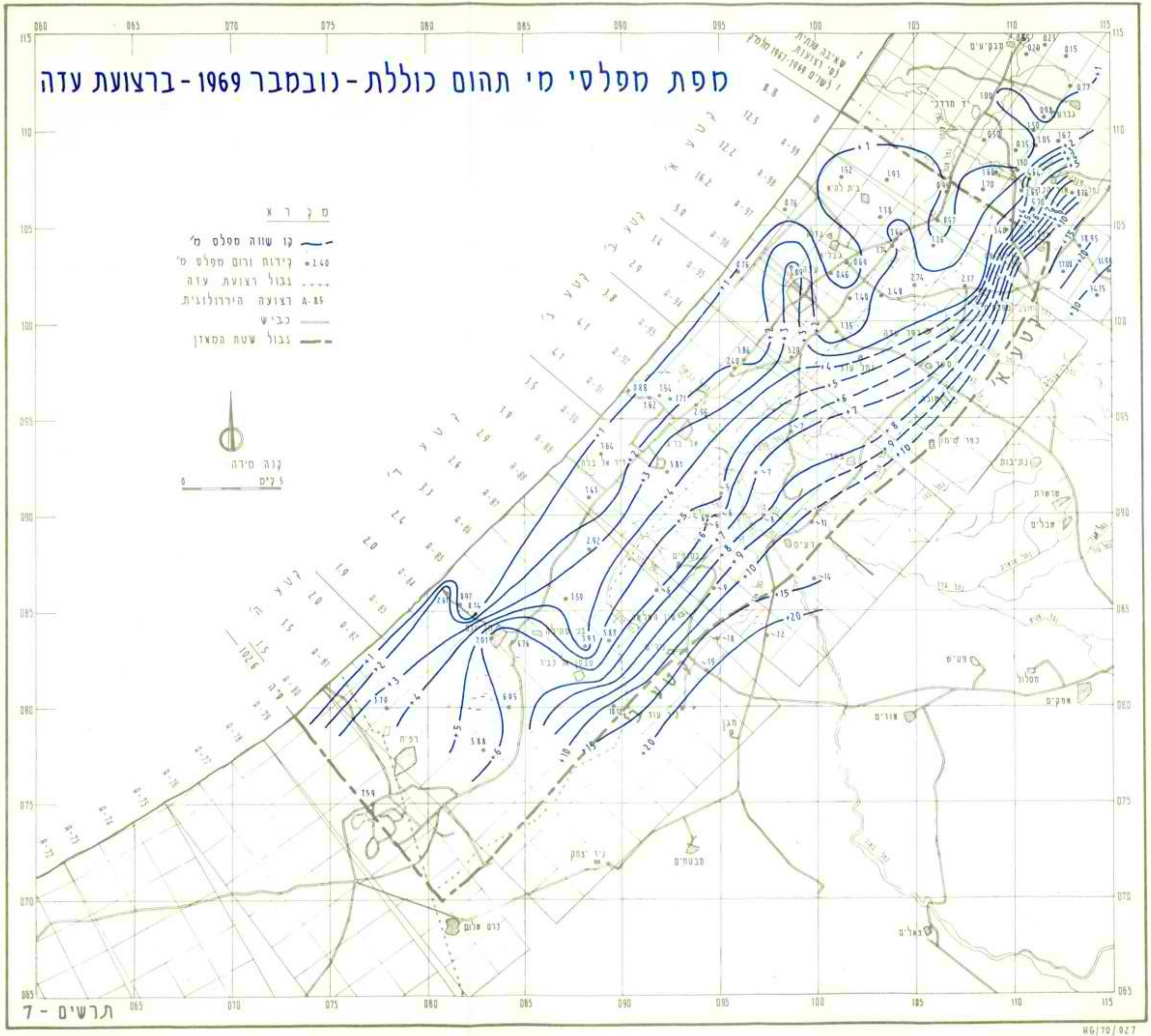
ב. תת אקוויפר 2 - זהו תת אקוויפר התחתון פה וכפי שצויין למעלה חשיבותו קטנה.

בדרום רצועת עזה (מנחל הבשור דרומה) חוזרת על עצמה התמונה שבצפון הרצועה, בהבדלים קטנים: העוביים של תת האקוויפרים כאן קטנים יותר ובחלק מן האזור חסר תת האקוויפר העליון הפריאטי מס' 8 ובמקומו נמצא תת אקוויפר עליון פריאטי אחר - תת אקוויפר 10. עוביי תת האקוויפרים הם: תת אקוויפר 10 (המשתרע עד לכ-2.5 ק"מ מהחוף, בתחום 25-10 מ'. תת אקוויפר 8, בתחום 10 - 5 מ'. תת אקוויפר 6, בתחום 15 - 5 מ'. תת אקוויפר 4-2 מאוחד, בתחום 15-10 מ'.

3. <u>מ פ ל ס י ם</u>

הוכנו מפות מפלסים לנובמבר 1969 עבור כל תת אקוויפר (תרשים 6 א' - 6 ג') וכן מפת מפלסים כוללת לכל תת האקוויפרים יחד (תרשים 7). באופן כללי קיים גרדיאנט לכיוון הים בכל תת האקוויפרים.

מפת מפלסי מי תהום כוללת - נובמבר 1969 - ברצועת עזה



תרשים - 7

HG/70/027

בתת האקוויפרים 2-4 מאוחד, מגיעים המפלסים במרחק של 13 - 11 ק"מ מהחוף עד לכ-10 מ' מעל פני הים. בתחומי תת אקוויפר זה מבחינים בשני מכתשים ליד החוף, אחד ברצועות 97-98 ושני ברצועות 88-90, כשהמפלס במכתש השני הוא כ-2.5 מ' מתחת לפני הים. בשאר אזורי החוף מפלס פני המים גבוה מפני הים ומגיע עד לכ-2 מ' מעל פני הים.

בתת אקוויפר 6 מגיעים המפלסים במרחק של כ-5 ק"מ מהחוף עד ל-2-5 מ' מעל פני הים. גם כאן קיימים מכתשים, אחד ברצועות 97-98 ושני ברצועות 84-88, ברום המפלס נמוך רק בכמה עשרות סנטימטרים מפני הים. בשאר אזורי החוף המפלס גבוה מפני הים ומגיע עד לכ-1-2 מ' מעל פני הים.

בתת אקוויפר 8, מגיעים המפלסים במרחק 2-3 ק"מ מהחוף עד לכ-3 מ' מעל פני הים. המפלסים במרבית אזורי החוף מגיעים לכ-1 מ' מעל פני הים.

בתת אקוויפר 10, מגיעים המפלסים במרחק של 4-5 ק"מ מהחוף, עד לכ-4 מ' מעל פני הים; ליד החוף נעים המפלסים בין רום פני הים, ועד לכ-1 מ' מעל פני הים.

בתת אקוויפר 11, מגיעים המפלסים במרחק של כ-5 ק"מ מהחוף עד לכ-3 מ' מעל פני הים וליד החוף עד לכ-1 מ' מעל פני הים.

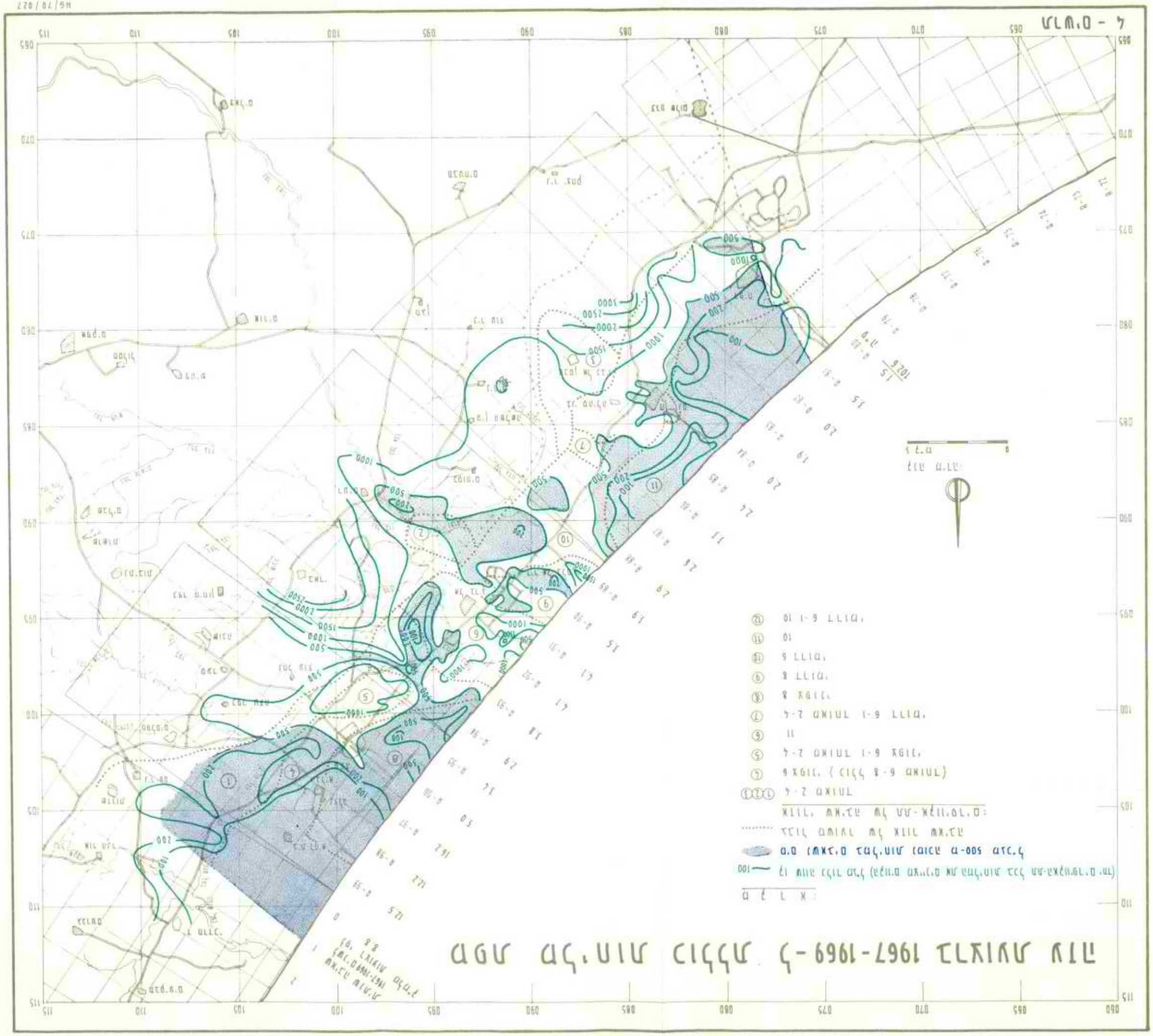
4. <u>מ ל י ח ו ת</u>

הוכנו מפות מליחות המבוססות על נתוני השנים 1967-1969 עבור כל תת אקוויפר (תרשים 5א' - 5ג') ומפה אחת כוללת עבור כל תת האקוויפרים יחד (תרשים 4). כמו כן נבדקו שינויי המליחות בכמה עשרות קידוחים שנידגמו בעת הסקר הראשון בשנת 1967 וכעת.

בתת אקוויפר 2 המליחות כאמור גבוהה מאד ומגיעה במרבית אזורי הרצועה לכ-60,000 מג"ל כלור ורק בקטע הצפוני יורדת המליחות לזו של מי ים, לכ-18,000 מגכ"ל.

בתת אקוויפר 2-4 מאוחד משתנה המליחות מערכים הקטנים מ-100 מגכ"ל בקצה הצפון מזרחי ועולה בהדרגה דרומה בחלק הפנים יבשתי (בעיקר ממזרח לגבול רצועת עזה) עד לערכים מכסימליים של 2000-2500 מגכ"ל. יותר מערבה קטנה המליחות ונמצאת בתחומים 500-1000 מגכ"ל. ליד החוף יש שוב פעם עליה במליחות המגיעה ברצועות 96-98, 89-90 לעתים של מי ים, בתחומים 14,000-18,000 מגכ"ל; זהו כנראה הפן הבינוני. בשאר קטעי החוף המליחות נמוכה במקצת ומגיעה לכ-5000 מגכ"ל.

מפת מליחות כוללת ל- 1967-1969 ברצועת עזה



מ ק ר א:

100 — קו שווה כלור מג"ל (הקווים מציינים את המליחות בכל תת-האקוויפרים יחד)

▨ מים נשאבים במליחות נמוכה מ-500 מג"ל

...... גבול משוער של אזור שאיבה

אזורי שאיבה של תת-אקוויפרים:

①②③ 4-2 מאוחד

④ 6 צפוני (כולל 8-6 מאוחד)

⑤ 4-2 מאוחד ו-6 צפוני

⑥ 11

⑦ 4-2 מאוחד ו-6 דרומי

⑧ 8 צפוני

⑨ 8 דרומי

⑩ 6 דרומי

⑪ 10

⑫ 10 ו-6 דרומי

בתת אקוויפר 6 משתנה המליחות בקטעיו הפנים יבשתיים מערכים שהם נמוכים מ-100 מג"ל כלור בצפון ועד לערכים של כ-500 מגכ"ל בדרום. כלפי החוף עולה המליחות כנראה, ומגיעה בתחומי הרצועות 97-98 למליחות של מי ים - 20,000 מגכ"ל. בשאר קטעי החוף נעה המליחות בתחומים 1000 - 500 מגכ"ל ואולי אף יותר.

בתת אקוויפר 8, בחלקו הצפוני המליחויות נמוכות ונעות בתחומים שבין ערכים הקטנים מ-100 מגכ"ל ועד לכ-200 מגכ"ל ורק בתחום קטן של רצועה 96 עולה המליחות לכ-500 מגכ"ל. בקטעו הדרומי של תת אקוויפר זה המליחות גבוהה יותר ונמצאת בתחומים 1500 - 500 מגכ"ל.

בתת אקוויפר 10 המליחויות בדרך כלל נמוכות מערכים הקטנים מ-100 מג"ל כלור ועד לכ-200 מגכ"ל ורק בתחום מצומצם ליד החוף ברצועה 84, גדלה המליחות לכ-500 מגכ"ל.

בתת אקוויפר 11, משתנה כנראה המליחות מערכים נמוכים יחסית של 500 - 200 מגכ"ל בחלקיו הפנים יבשתיים ועד לערכים של 1500 - 1000 מגכ"ל בקרבת החוף.

בשני סקרי המליחות החלקיים שנערכו בשנים 1967 ו-1969 נצפו שינויי המליחות הבאים:

בתת אקוויפר 2-4 לא חל בממוצע כל שינוי, בתת אקוויפר 6 - עליה ממוצעת של 10 מגכ"ל, בתת אקוויפר 8 - עליה ממוצעת של 14 מגכ"ל, בתת אקויפר 10 - עליה של 22 מגכ"ל ובתת אקויפר 11 - ירידה ממוצעת של 6 מגכ"ל בסה"כ חלה במשך השנתיים עליה ממוצעת (בהתאם למשקל השאיבה) של כ-9 מגכ"ל. לא ידוע על יציאת קידוחים משימוש עקב המלחה פתאומית. ייתכן ואי הידע נובעת מחוסר כל רישום ופיקוח.

סה"כ נצפתה עלית מליחות ב-20 קידוחים, ירידת מליחות ב-10 קידוחים וב-4 קידוחים לא חל שינוי.

בקבוצת המים המתוקים (עד 500 מגכ"ל) בולטת עוד יותר העליה במליחות: ב-2/3 מהקידוחים חלה במשך השנתיים עליה של כמה עשרות מגכ"ל (15-135 מגכ"ל), ב-1/6 ממספר הקידוחים לא נצפה שינוי ואילו רק ב-1/6 חלה ירידה (של 35-175 מגכ"ל).

בקבוצת המים המלוחים נצפו נוסף לעליות גם יותר ירידות במליחות אך היא נשארה בכל זאת בתחום שבין 550 ל-1140 מגכ"ל. סכומים אלה המבוססים על סקרים מצומצמים ובלתי מספיקים יכולים אולי להצביע על מגמת ההמלחה הרצינית הקיימת כבר ברצועה ואשר צפויה להחמרה בעתיד.

רק סקרי מליחות מקיפים ואיתור פני-הביניים יוכלו אולי ללמד על הממדים האמתיים של התופעה ועל גורמיה.

5. <u>אזורי שאיבה ושאיבה</u>

1370 הקידוחים שואבים בדרך כלל מהחלקים הפריאטיים של כל תת אקוויפר, כך שאזורי השאיבה של תת האקוויפרים העמוקים יותר (2-4 מאוחד ו-6) מרוחקים מהים. במרבית המקרים חודרים כנראה הקידוחים תמיד לאקוויפר הפריאטי העליון בלבד ורק מיעוטם חודרים גם לתת אקוויפר תחתון יותר (אזורי השאיבה נראים בתרשים 4).

אין בקידוחי רצועת עזה מדידות שאיבה ולכן קיימות רק הערכות שנערכו בשיטות שונות והן נעות בתחום רחב אומדני שאיבה שנתית אלה הובאו כבר בעבודות קודמות, והם מבוססים על מדגם בארות ועל הצריכה החקלאית והביתית. להלן האומדנים הקודמים:

אומדן תהל בדו"ח התקדמות מס' 1 הוא 110 מיליון מ"ק.
אומדן נציבות המים בדו"ח התקדמות מס' 1 הוא 55 מיליון מ"ק.
אומדן תהל בדו"ח התקדמות מס' 2 הוא 91 מיליון מ"ק.
אומדן נציבות המים בדו"ח התקדמות מס' 2 הוא 66 מיליון מ"ק.

לצורך החישובים השונים שבדו"ח התקדמות מס' 2 נלקח הערך הממוצע שבין אומדני תהל ונציבות המים, דהיינו - 78 מיליון מ"ק.

נתוני השאיבה בעבודה הנוכחית מבוססים על סקר כל הבארות שברצועת עזה שנערך ע"י נציבות המים ואשר כלל משאל בין בעלי הבארות. לפי זה נתקבלה שאיבה שנתית של כ-103 מיליון מ"ק.

ההבדלים בין המספרים השונים נובעים בודאי מהשוני בשיטות האומדן יתכן גם שאומדן השאיבה שבעבודה הנוכחית על פי הסקר האחרון מצביע על גידול השאיבה כתוצאה מגידול שטחי הפרדסים המבוגרים בתקופה שבין 1967 ל-1969.

לידיעת היקף השאיבה האמיתית יש חשיבות רבה גם לצרכי החישובים ההידרולוגיים והתחזיות וגם לצרכי התכנון בעתיד. לכן יש לנסות להגיע בהקדם להערכות יותר מהימנות. לפי נתוני השאיבה ונתוני המליחות, חושב פילוג השאיבה השנתית (לשנת 1967-1969) לפי תת אקוויפרים ומליחויות כמצויין בטבלה למטה.

פילוג השאיבה השנתית (במלמ"ק ובאחוזים)
לפי תת אקוויפרים וקבוצות מליחות

תת אקוויפר	מליחות מליגרם כלורידים בליטר							סה"כ
	100	100-200	200-500	500-1000	1000-1500	1500-2000	2000-5000	(מלמ"ק)
2-4		9.67 (53.5%)	3.19 (17.7%)	2.33 (12.9%)	1.65 (9.1%)	0.58 (3.2%)	0.65 (3.6%)	18.07 (100%)
6	12.80 (27.50%)	6.22 (13.4%)	14.20 (30.5%)	12.92 (27.8%)	0.36 0.8%)			46.50 (100%)
8	13.22 (55.4%)	4.48 (18.8%)	4.12 (17.3%)	1.32 (5.5%)	0.56 (2.3%)	0.18 (0.7%)		23.88 (100%)
10	2.51 (43.6%)	2.53 (43.9%)	0.71 (12.3%)	0.01 (0.2%)				5.76 (100%)
11		0.67 (8.0%)	1.00 (12.0%)	4.74 (56.8%)	1.84 (22.1%)	0.09 (1.1%)		8.34 (100%)
ס"ה	28.53 (27.8%)	23.57 (23.0%)	23.22 (22.6%)	21.32 (20.8%)	4.41 (4.3%)	0.85 (0.8%)	0.65 (0.7%)	102.55 (100%)

הממצאים העיקריים של טבלה זו הם:

א. כ-73% מהכמות הנשאבת היא במליחות של עד 500 מג"ל כלור וכ-52% במליחות של עד 200 מג"ל כלור.

ב. למעלה ממחצית השאיבה השנתית (כ-60 מיליון מ"ק) מרוכזת בצפון רצועת עזה (מנחל הבשור וצפונה) על פני שטח המהווה רק כשליש מכל שטח רצועת עזה.

ג. כשני שליש מכל השאיבה השנתית (כ-70 מיליון מ"ק) נשאבים מתת האקוויפרים 6 ו-8.

6. <u>אזורי מילוי חוזר</u>

לחלק מתת אקוויפרי רצועת עזה אותרו גבולות אזורי המילוי החוזר, אזורים אלה נראים בתרשים 9. לתת אקוויפר 2-4 מאוחד, לתת אקוויפר 11 ולחלק מתת אקוויפר 6 לא אותרו גבולות אזורי המילוי החוזר.

7. <u>זרימה יוצאת</u>

הזרימה השנתית היוצאת לכל תת האקוויפרים בשנים 1967-1969 מוערכת (בשתי שיטות) ב-17.1 - 13.3 מיליון מ"ק, מזה כ-0.4 מיליון מ"ק זורמים לכיוון יד מרדכי והיתר ליס. בדו"ח התקדמות מס' 2 הוערכה זרימה זו ל-16.7 מיליון מ"ק.

8. <u>זרימה נכנסת</u>

הזרימה הנכנסת השנתית, לכל תת האקוויפרים בשנים 1967-1969 מוערכת (בשתי שיטות) ב-11.4 - 15.3 מיליון מ"ק. בדו"ח התקדמות מס' 2 הוערכה זרימה זו ל-11.0 מיליון מ"ק.

9. <u>זרימה חוזרת מהשקיה ושימוש ביתי</u>

הזרימה החוזרת מהשקיה ושימוש ביתי לשנים 1967-1969, הוערכה ב 15.4 - 12.2 מיליון מ"ק.

10. <u>שינוי נפח אוגר</u>

שינוי נפח האוגר השנתי לכל תת האקוויפרים בשנים 1967-1969 מוערך (בשתי שיטות) ב 32.8 - 24.9 מיליון מ"ק.

11. <u>מילוי חוזר סבעי</u>

המילוי החוזר השנתי הממוצע חושב על פי כמה שיטות:

א. לפי מאזנים הידרולוגיים, נערכו שני מאזנים הידרולוגיים: מאזן אחד מפורט לכל תת אקוויפר בנפרד ומאזן שני כולל בו התייחסנו אל כל תת האקוויפרים כאל יחידה אחת. מרכיבי המאזנים מובאים בסעיפים 7-10 למעלה. עקב אי הודאות של הנתונים ובעיקר של נתוני השאיבה מופיעות סטיות ניכרות בערכי המילוי החוזר המחושבים לפי שיטה זו. המאזנים מבוססים על נתוני השנים 1967-1969; בשנים אלה היה הגשם השנתי גבוה בכ-15% מהממוצע, אי לכך הוקטנו ערכי המילוי החוזר ב-15% על מנת שיתאימו לשנה ממוצעת. ערכי המילוי החוזר שנתקבלו ממאזנים אלה מיוחסים לכל שטחי תת האקוויפרים (כוללים גם את הזרימה ממזרח).

המרכיבים החשובים ביותר של המאזנים ההידרולוגיים הם השאיבה והזרימה החוזרת מהשקיה ושימוש ביתי; מאחר וקיימים אומדנים שונים למרכיבים אלה, חושב המילוי החוזר לפי אומדני השאיבות והזרימות החוזרת הן של העבודה הנוכחית והן של אומדני דו"ח התקדמות מס' 2 (נלקחה השאיבה השנתית של 78 מיליון מ"ק).

ב. המילוי החוזר השנתי הממוצע נאמד גם לפי שיטה הידרומטאורולוגית, המבוססת על נתוני גשם והתאדות, הערכות קבול שדה והערכות גודל שטחי המילוי החוזר.

ג. המילוי החוזר השנתי הממוצע נאמד גם על פי זרימות לים ב-1935. הונח שבשנה זו היתה השאיבה אפסית ולכן שוות הזרימות לים למילוי החוזר. בגלל מיעוט הנתונים ב-1935 לא נתקבל כאן ערך בעל מהימנות גבוהה.

ערכי המילוי החוזר השנתי הממוצע כפי שנתקבלו
מהשיטות השונות מובאים בטבלה למטה
(במיליון מטרים מעוקבים)

לפי מאזן הידרו-מטאורולוגי	לפי מאזן הידרולוגי מפורט		לפי מאזן הידרולוגי כולל		לפי זרימות לים ב-1935	לפי דו"ח התקדמות מס' 2
	לפי שאיבה שנתית של 103 מלמ"ק	לפי שאיבה שנתית של 78 מלמ"ק	לפי שאיבה שנתית של 103 מלמ"ק	לפי שאיבה שנתית של 78 מלמ"ק		
38.1	67.0	46.5	60.1	43.0	33.0-52.6	42

ערכי המילוי החוזר השנתי שנתקבלו כאן נמצאים בתחום נרחב של 40-67 מיליון מ"ק, דבר המעיד בודאי על אי דיוקם של המרכיבים והפרמטרים השונים. הערכים הגבוהים של תחום זה נראים כמוגזמים, בעיקר אם משוים זאת למילוי החוזר הידוע שבמישור החוף הישראלי. בדרום מישור החוף הישראלי - בו הנתונים רבים ומדוייקים יותר ואף כמות הגשם גדולה יותר - מקבלים ערכי מילוי חוזר שנתי ממוצע בסדר גודל של 1.5 מיליון מ"ק לרצועת חוף של 1 ק"מ רוחב. מכאן, שארבעים הק"מ של רצועת עזה שגשמיה קטנים כלפי דרום עד ל-200 מ"מ/לשנה, אינם יכולים לקבל יותר מ-50 מיליון מ"ק לשנה.

12. <u>תחזית השאיבה</u>

הונח כבר בדו"ח התקדמות מס' 2 שהשאיבה תגדל במשך חמש שנים החל מ-1967 עד ל-115%. כן הונח, שמשנת 1973 ואילך לא תגדל השאיבה השנתית, כתוצאה מהצטמצמות שטחי הפרדסים הצעירים וכתוצאה מיציאת קידוחים משימוש מסיבות טכניות וכתוצאה מהמלחה.

בגלל ההפרשים הגדולים שבין אומדני השאיבה הנוכחית מחד ועקב השינויים העשויים לחול בעקבות ההמלחה מאידך, קשה להעריך באופן כמותי את התפתחות השאיבה וזאת אף בלי תלות בהתפתחויות פוליטיות.

13. <u>תחזית המליחות</u>

כתוצאה משאיבת היתר והגדלתה בעתיד ימשיכו המפלסים לרדת וגופי מים מלוחים, מכיוון הים ומכיוונים פנים יבשתיים, ינועו לעבר איזורי השאיבה ויגרמו לשינויים בפילוג המליחות של המים הנשאבים ולהוצאת קידוחים מכלל פעולה.

התחזית נעשתה בשתי דרכים שונות: באחת חושבו תזוזות גופי המים המלוחים אל מרכזי השאיבה בעקבות שינויים חזויים במפלסי המים עקב השאיבה, ובדרך השניה נעשתה אקסטרפולציה לעתיד של הפרשי המליחות שנמצאו בין השנים 1967 ו-1969. שתי הדרכים גם יחד מתבססות על נתונים הידרולוגיים דלים מאד ועל סקרי מליחות מצומצמים ולכן אולי בלתי מיצגים.

הסכום מלמד על ההתפתחות הצפויה בהשואה למצב הנוכחי:

סוגת התחזית	אחוז השאיבה במליחות			קידוחים שיומלחו ושעלולים לצאת משימוש (גם בגלל פן ביני)
	קטנה מ-500 מגכ"ל	500-1000 מגכ"ל	מעל 1000 מגכ"ל	
שנת הסקר 1969	73.4%	20.8%	5.8%	
לאחר 4 שנים	71%	22%	7%	פחות מ-100
לאחר 10 שנים	60-65%	25-30%	10-15%	כ-300

אינדקס אחר היכול להצביע על מגמת ההמלחה הוא תוספת המליחות הממוצעת במים הנשאבים (ראה סעיף 4 לעיל). בשפלת החוף הישראלית עלית המליחות השנתית הממוצעת חושבה ב-1 מ"ג כלורידים לליטר; לעומת זאת ברצועת עזה נאמדה עליה זו (עפ"י הסקר המצומצם) ב-4.5 מגכ"ל לשנה והיא עשויה להגיע גם ל-8 מגכ"ל לשנה, בסוף העשור.

תחזית מבוססת של התקדמות הפן-הביני מהים איננה אפשרית עדיין עקב חוסר קידוחי תצפית וסקרי מליחות מספיקים. קיים חשש שעשרות רבות של קידוחים הנמצאים לאורך החוף יצאו עקב כך משימוש.

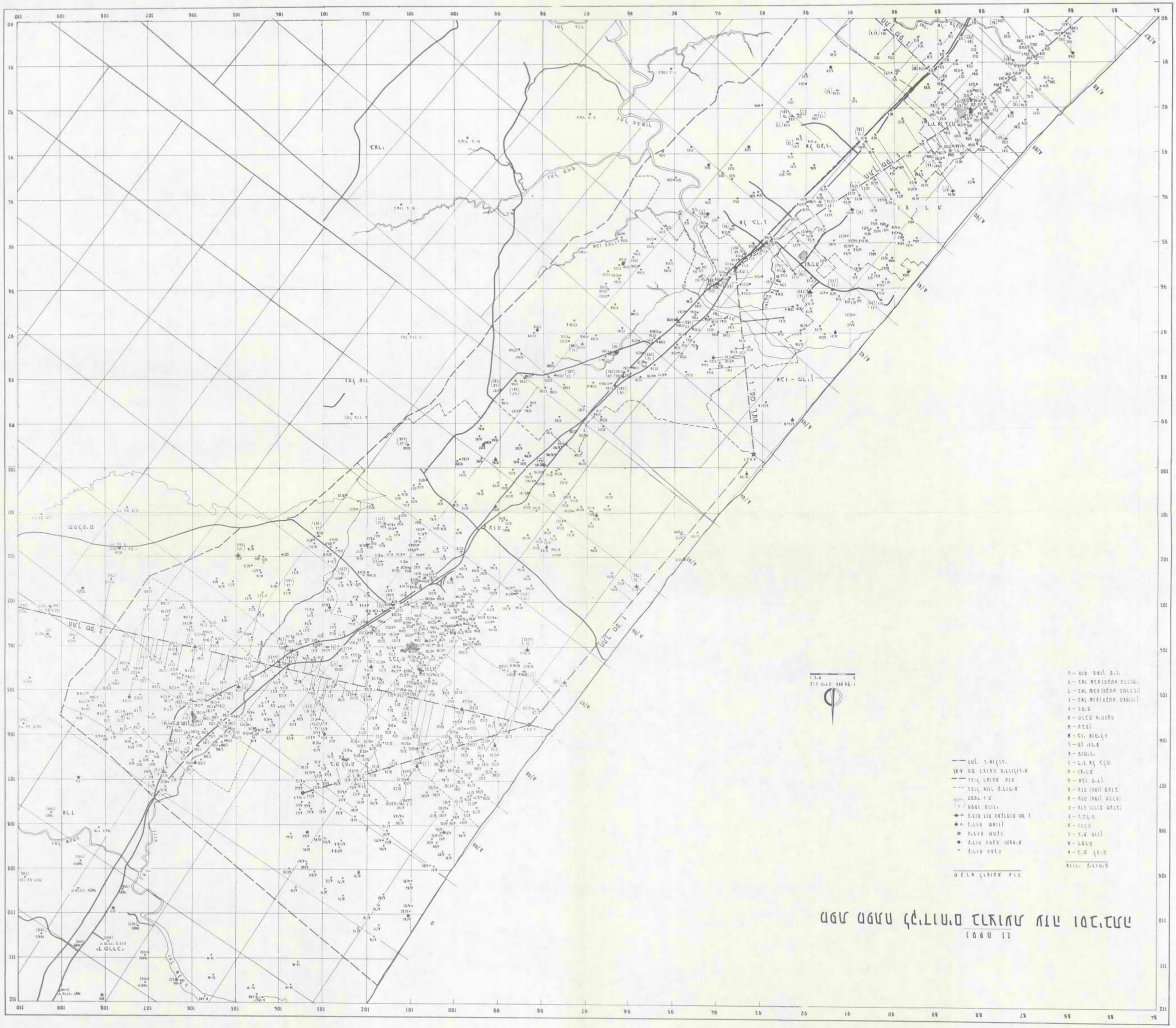
13. <u>מסקנות והמלצות:</u>

א. ניצול-היתר ברצועת עזה מהווה כמחצית השאיבה הכללית שנאמדת ב-103 מלמ"ק לשנה (מ-1370 בארות). כתוצאה מכך ירדו מפלסי המים עד ל-1.0 מ' מעל פני הים באזורים הקרובים לחוף. בקצב הניצול הנוכחי צפויה נפילת מפלסים נוספת ואף יוצרו מכתשים.

ב. כמחצית תפוקת המים הנוכחים הינה במליחות נמוכה מ-200 מ"ג כלורידים לליטר, 23% נוספים מליחותם בין 200 ו-500 מגכ"ל, והיתר מעל 500 מגכ"ל (כ-6% מעל 1000 מגכ"ל). פילוג זה נובע מחלוקת האקוויפר ליחידות משנה שמליחותן גדלה עם העומק ומעובדת מציאות מים מלוחים במזרח.

ג. המשכת הניצול בקצב הנוכחי תביא להמלחת המים הנשאבים ולהוצאת קידוחים משימוש. צפוי קצב ההמלחה איטי והדרגתי אך יחריף במיוחד בקרבת הים ובאיזורים הגובלים במים המלוחים, שם יפגעו הפרדסים ותפסק השאיבה כליל.

ד. מומלץ לארגן פיקוח ומעקב אחר השאיבה והמליחות, בנוסף לחקירות הידרולוגיות, גם לצורך שילוב האיזור במשק הישראלי ובתכנון המים הארצי וגם למטרת שליטה במשק המים המקומי.



נספח 12

מפת מפתח לקידוחים ברצועת עזה וסביבתה