

מי התהום בארץ ישראל

מאת ל. פיקרד

א. הקדמה

מאז נתפרסם מאמרי על בעיית המים בארץ ישראל⁽¹⁾ נרחבו ידיעותינו בשאלה זו במידה רבה מתוך הנסיון. המחקר התקדם הודות לקדיחות הרבות ובפרט הודות לקדיחות העמוקות. ומן הראוי להעיר כאן על השיכלול השיטתי של ארכיביון הקדיחות שלנו הקיים זה כמה שנים. מוסדות צבוריים שונים כגון המחלקה לחקלאות של הסוכנות היהודית, הקה"ל, חברות פרטיות כגון חברת הכשרת הישוב, חברת המים הארצישראלית, חברת השדה, לונברג ולוונשטיין ואחרים, וכן גם כמה אנשים פרטיים, שסייעו הרבה להחזקתו ומסרו לרשותו את חומר הקדיחות שלהם ראויים להכרת תודה. והריני מכיר תודה מיוחדת לעוזרי בעבודתי במשך הרבה שנים, ד"ר מ. אבנימלך, שהקדיש זמן רב ומסירות רבה בשנים שעברו לארכיביון הקדיחות. בקשר עם מחקר זה אני חייב תודה לה' אינג' גליק, מהמחלקה לגיאולוגיה של הממשלה שהמציא לידי ידיעות אחדות, בפרט בדבר קדיחות הממשלה. וכן אני מכיר תודה נאמנה למהנדסים וילנצ'וק וזלקינד, מחברת המים הארצישראלית, שבכל שעה העמידו לרשותי ברצון רב את החומר של החברה, וכן לחברה הנ"ל שנתנה לי רשות לפרסם כמה תוצאות של החקירה שנעשתה על ידינו. בסוף עלי להזכיר לשבח את מנהל המחלקה להתישבות חקלאית של הסוכנות היהודית, ה' דוד שטרן על סיועו לארכיביון.

שעת חירום זו של המלחמה, שתבעה עיון בבעיות המעשיות של הארץ, היתה בין הגורמים העיקריים שהמריצו עבודת מחקר זו. והרי לבעיית מי התהום נודעת חשיבות מיוחדת, בפרט בשאלה של הזלת דרכי חיפוש המים. בראש ובראשונה הרי זו שאלת הרנטביליות של הקדיחות העמוקות, וכפי שנראה להלן ברוב המקרים אין התשובה יכולה להיות אלא שלילית. נוכחתי לדעת שהקדיחות העמוקות, שהן יקרות מאוד, מגיעות אל המטרה רק במסיבות מיוחדות, ולעתים מצויות אפשר להשיג תוצאות שוות להן, ואולי גם טובות יותר, על ידי קדיחות שטחיות בערך; ודבר זה המריצני להודיע ברבים את תוצאות נסיונותינו.

עם הקדיחות העמוקות אנו מונים קדיחות שעמקן מגיע ל-150—200 מ' ויותר. מקום מיוחד בין שאר חלקי הארץ—נודע בענין הקדיחות לשפלת החוף המערבית (השרון, השפלה), הואיל ובדרך כלל אין שאלת קדיחות עמוקות מתעוררת כאן אלא לעתים רחוקות, כי ברוב המקרים אפשר למצוא מי תהום בעומק שאינו מגיע כדי 100 מ'. אמנם, לעתים יתכן כי תוספת קידוח כדי מטרים אחדים בלבד מגיעה

(1) השדה, כרך ט"ו חוברות ה' ו'—ח' (1935).

לאפקי מים בעלי שפע גדול יותר (כדוגמת פרדס נטר, גדרה). המסיבות בשפלת החוף המערבית נודעו ונתבררו מכבר, והחומר שנוסף בענין זה עקב הנסינות האחרונים דורש עיון בפני עצמו. עיון היוצא ממסגרת המחקר הזה. כנגד זה מבנה של שפלת החוף המזרחית, כלומר זו שבקרבת שולי ההרים (לוד-טול-כרם, כרכור). מחייב לעתים קדיחות עמוקות למדי, אלא משעברו אלה מידת עומק מסוימת (250–300 מ') לא הביאו לידי שום תוצאות. משום כך אנו דנים בתיאורנו זה בחקר רצועת שפלת החוף הקרובה לשולי ההר. לעומת זה לא ידובר כאן בשאלת הנגב. הידיעות שבידינו אינן ניתנות לפירסום לפי שעה; אך נעיר בקיצור כי תוצאות קדיחות הממשלה אינן מעודדות בכלל – לדעתנו. לפי-כך הנחנו ביסוד מחקרנו זה, מלבד קדיחות בשפלת החוף הקרובה לשולי ההר, בעיקר את הקדיחות בארץ ישראל הצפונית ובכלל זה בחבלי הכרמל ועמק יזרעאל².

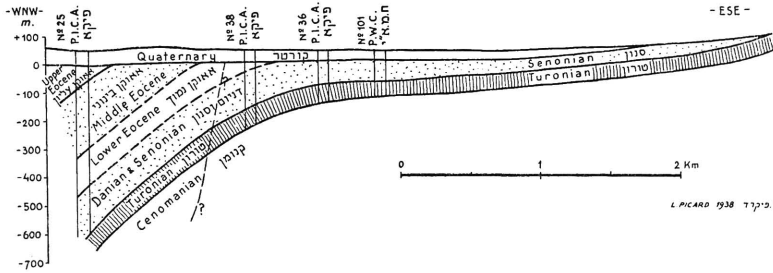
ב. התנאים הגיאולוגיים לחיפוש מים

בשנת 1935 ציינתי את התנאים הגיאולוגיים העיקריים לחיפוש מים בשני כללים: 1. מלבד מי התהום מתקופת פליוקן-פליסטוקן של שפלת החוף, אוצר המים החשוב ביותר היא התצורה הטורונית. 2. מצד המבנה הטקטוני חשובות ביותר שולי ההר שעל יד שפלת החוף הארצישראלית המצויינות בהעתקים וכן גם העמקים בפנים הארץ.³ כאן יש להוסיף תוספת הרחבה לשני כללים אלה. לכלל 1: אפק המים העיקרי מצוי, בפרט בצפונה של ארץ ישראל, לא רק בטורון אלא גם באפקים אחרים בקינומן. ולכלל 2: ההעתקים הנ"ל מצויים ביותר בצפונה של ארץ ישראל, ומשום כך רובם של מי-ההעתקים נמצאו שם. אך בשפלה ובשרון נודעת – נוסף על-כך – חשיבות רבה גם לצורת מבנה הכפיפה (פלכסורה או מונוקלין). כאן נברר לשם זה דוגמה אפיינית ביותר מסביבות כרכור, ואילו דוגמאות מארץ ישראל הצפונית יתוארו מבחינת המבנה הטקטוני בפרק ג'. הקדיחות בסביבות כרכור מלמדות אותנו, כי השכבות לא הועתקו (נשברו), אלא נכפפו לעתים תכופות יותר בצורת S (מונוקלין, סינקלין, פלכסורה). בשני המקרים (הן בהעתק והן בכפיפה) נסדק מאוד הסלע בקרבת מקום ההפרעות, ולכן יכולים מי-התהום לסובב בשפע בסדקים הדקים ובעורקים האלה. אך התנאים המעולים ביותר הם במקומות שבהם יכלו המים לסובב ביתר קלות בסדקים שבתצורה טורונית-קינומנית שהיא נקבובית גם כשהיא לעצמה.

החתך המצורף (ציור 1) בזה מסביר את המסד הגיאולוגי של סביבה זו לפי תפיסתו. יכולתי להכינו הודות לקדיחות הרבות של פיק"א ושל חברת המים

(2) כן לא נכללו במחקר זה הרי יהודה ושומרון, שהקדיחות בהם מועטות מאוד. קדיחות הממשלה בהרי שומרון: ענבתה (140 מ' בעומק, 30 מ' ש'), טול-כרם (100 מ' בעומק, 18 מ' ש') ויעבר (100 מ' בעומק, בלי מים) לא הביאו לידי תוצאות רצויות.

(3) במקרים מסוימים ראוי להשתמש גם בשיטות גיאופיסיות, כדי להכיר בעזרתן את המבנה הגיאולוגי; אלא שאין לשכוח בשום אופן, כי על הגיאולוג-הבחון לבחון את תוצאות הבדיקה הגיאופיסית בהקפדה רבה.



ציור 2

הארצישראלית והריני מפרסמו ברשותה של חברת המים הא"י שניתנה לי ברצון. על פי חתך זה מסתבר: מתחת לשכבות הכסות של הקורטר נמצאים איאוקן וסינון, שמבחינה מעשית הם חסרי מים. אחריהם מונח הטורון-הקוינומן המכיל מים. בין הקדיחות מס' 25 ומס' 38 השכבות נכפפות מאוד, עד כדי כך שהקדיחה מס' 25 לא הגיעה עד לטורון אפילו בעומק של 600 מ', ולכן לא מצאה מים (אמנם הגיעו שם עד לטורון לאחר תוספת קדיחה בעומק לא רב). בכל שאר הקדיחות (בכיוון אל החר) נמצאו מים כפי הרשום: במספר 38 רק בעומק של כ-200 מ', ואילו במס' 101 כבר נתגלו המים בעומק של 100 מ'. הבאר הרומאית, הנמצאת בהר, שפעה מים אפילו בעומק של 50 מ'. כמה מהבארות הנ"ל הפיקו מים בכמויות של 300 מ³/ש, ואילו בכפר פינס הסמוך פגעה ביבושת גם קדיחה עמוקה יותר.

מסיבות גלוי המים בפרדס-חנה ובכרכור מסבירות איפוא את שתי ההנחות הגיאולוגיות העיקריות, שחשיבות מכרעת נודעת בין לרִבְדִים הנקבוביים של התצורה הטורונית-הקוינומנית ובין למבנה הטקטוני של השכבות (כפיפה, פורענות). כל שהקדיחות קרובות יותר להר, הן צפות יותר, והוצאות הקדיחה קטנות יותר, אף-על-פי שתפוקת המים שווה – אם לא רבה יותר (דרך משל בבאר הרומאית 500 מ³/ש). במאמרנו הקודם (1935) הדגשנו נוסף על כך, כי: א) תצורת האיאוקן חשיבותה פחותה כאוצר של מים, ב) במסיבות מתאימות יכולה הבזלת להיות בעלת ערך בשאלת המים, ג) אמנם הפליוקן בפנים הארץ מספק מים, אך בכמויות זעומות יותר מדי, ד) המים הפליוקניים-פליסטוקיניים של שפלת החוף (איזור ההדרים) מצויים בשפע, כידוע, אשר ל-א), הנה סְבִרְתִי שאיאוקן אינו חשוב כאופק של מיתתהום צריכה הגבלה; במסיבות מבנה צלחות יתכן להפיק מים גם מתצורה זו, כדוגמת עין עירון. בה הוכח כמו במקרים האחרים שמציאות מי איאוקן מותנית אך ורק במבנה הטקטוני של הסביבה, כלומר בקרבת העתקים או איזורי הפרעות טקטונות אחרים. דוגמאות נוספות, כגון הקדיחות בכפר אתה, כפר חסידים וכו', מתוארות להלן, ואשר ל-ב), אמנם הוכח שהבזלת יכולה לשמש אוצר מים במקרים של יבנאל, בית-יוסף, אילת השחר ועין-חרוד. אך גם תוצאות שליליות מצויות במספר לא פחות מזה, כגון בפוריה, בכמה קדיחות בעמק יזרעאל המערבי, בשדה נחום וכד'. אין עוד בידינו לפתור את סיבת התוצאות השליליות פיתרון שלא יהיה ניתן לערעור. אך במקרים החיוביים אפשר לקבוע, שהמים עלו מעומק רב דרך נקיקים וסדקים, חדרו לתוך בדקי הבזלת ועשאוה לאוצר מים. מכאן שגם ובמקרים אלה תנאי המבנה הטקטוני הם הגורמים למציאות המים.

אשר ל-(ג), קוימו מחדש ההסברות הקודמות, שאמנם מספק הפליוקן בעמקים שבפנים הארץ – כגון עמק יזרעאל ובקעת הירדן – מים, אך לרוב רק בכמות מעטה. בעמק יזרעאל המערבי עלה בידי להסביר, במחקר מיוחד (1936),⁴ מהו ערך הפליוקן בו, כי לעתים תכופות הוא אופק מִי־התהום היחידי, אך תנובתו מעטה. גם קדיחות עמוקות לא הצליחו יותר מזה. בכל תצורות הפליוקן האלה נעדרות שכבות קבועות המצוינות בנפח נקבובי גדול או בנקיקים, בניגוד למה שמצאנו בטורון־קינמן.

ואשר ל-(ד), הפליסטוקן של שפלת החוף הוא תצורה בעלת מבנה אחיד מבחינה הידרולוגית, ויש למנות עמו לא רק את השרון והשפלה, אלא גם את רצועת החוליות של מפרץ חיפה ואת נוף הגבעות הנמוכות שבין עכו וסולמה של צור (ראש נקורה). מציאות מִי־התהום במידה שווה ובשפע, סייעה לפתח בהם איזור חקלאי של הדרים. בפתח דברי העירוטי (במקרה גדרה פרדס נטר) שבחלקים המערביים של שפלת החוף מצויים מִי־התהום נוספים באופק עמוק יותר, ובשעה שהאפקים העליונים אינם מספיקים אין לזלזל בחשיבותם של האפקים העמוקים יותר. מן הראוי איפוא לגשת עכשיו לבירור הקדיחות שנעשו עד כה, לערוך זה מול זה בכל מקרה ומקרה קדיחות עמוקות וצפות, להסביר את סיבות ההצלחה ואי־ההצלחה, ולנסות למצוא להם פשר גיאולוגי. אפשר לחלק את הקדיחות ל־17 קבוצות גיאוגרפיות. מטעם זה נרשמו בתרשים המצורף כל הקדיחות העמוקות, ומהצפות – רק אלה שיש להן ענין לבירור זה; אך הקדיחות הצפות הרבות בשפלת החוף, שמצבן הגיאולוגי הידרולוגי אחיד וחדגוני, והקדיחות בעמק שנתבררו כבר קודם לכן לא הוכנסו בתרשים. באופן מיוחד הודגשו במפה הקדיחות בעומק של 250 מ' ומעלה.

ג. אנליזה של הקדיחות לקבוצותיהן.

I. חבל השפלה הסמוך שולי ההרים

המבנה הטקטוני של חבל זה הנהו ברוב המקרים כמו זה הנראה בחתך של סביבת כרכור (בציור 2). כפיפות לעתים עם העתקים של הקינמן־הטורון ושל תצורות צעירות יותר, הם הציון האפייני של חבל זה.

1. קבוצת חרטוב – נענה – בן־שמן. מכשול רב להספקת המים נגרם כאן לעתים על ידי מליחות המים הטורוניים. משום כך לא יכלו להשתמש במים שנמצאו בנענה (269 מ' בעומק) ובחולדה (220 מ') למרות עמקן הרב של הקדיחות. מי הטורון כבר נמצאו בעומק של 170 מ' בקירוב. לא נתבררו מסיבות הקדיחה במנזר לטרון, ששם נתקלה הקדיחה ביבושת בעומק של 215 מ'. אמנם, קדיחה אחרת בעומק של 220 מ' הביאה מים, אך כנראה בכמות קטנה מאוד. יש להצטער שהקדיחה העמוקה של הממשלה בהרטוב, שהגיעה עד ל־300 מ' בעומק לא העמיקה עוד עשרות מטרים אחדות, כיוון שהיא נסתיימה בתצורת סנון הרחוקה אך מעט מהטורון. יותר נוחה מזה היא סביבת בן־שמן, אף־על־פי שגם כאן איכות

(4) מִי־התהום בעמק יזרעאל המערבי, ידיעות של המחלקה לגיאולוגיה, מס' 1, האוניברסיטה

המים ירודה בגלל תכולת H_2S שבהם. כאן יש לנקוט בכלל שהובהר בדוגמה האפיינית של כרכור: ככל אשר תקרב הקדיחה אל שולי ההר, כן יהיו תנאי המים נוחים יותר. לפיכך מגיעות הקדיחות, המפיקות מים על יד אנזבי דיר טריף ובית-נבלה, למוצע של 60-80 מ' בעומק בלבד.

סיכום: קדיחות עמוקות בסביבה זו לא הביאו עד כה ברכה. [שתי הקדיחות העמוקות על יד רמלה (שיך כאמל מתואלי וסעד אד-דין ח'לוף) לא הביאו לידי תוצאות מעשיות; אף-על-פי שהקודחים הגיעו לעומק 360 מ' ו-240 מ' לא מצאו מים כלל או רק כמות מעטה].

2. קבוצת פתח-תקוה - ראש העין. בסביבה זו גילו קדיחות אחדות מסיבות גיאולוגיות הקרובות באפין לקדיחות כרכור. הטורון בשולי ההר במגדל צדק צונח לאט, לאט מתחת לפני המישור. משום כך נובעים מי הטורון בסביבת ראש העין אפילו בעומק של 20 מ'. מעינות הירקון המפורסמים (ראש העין) עלו מתוך הטורון, דרך הדילוביון, עד לפני השטח; ואין ספק בכך שנביעה זו כאן מקורה בהעתקים ובסדקים, המסייעים לעלייתם העצומה של מי המעינות האלה. מעבר לראש העין צונח הטורון מהר למעמקים גדולים (בדומה לחתך של כרכור). לכן הופקו מיתוהום בשפע בקרבת פג'ה (סמוך לפתח תקוה מצד מזרח) רק בעומק של 159 מ'. בעיית הקדיחה של טורקניץ (דרומה ממחנה יהודה) לא נפתרה (ר' ידיעות המחלקה לגיאולוגיה מס' 4, האוניברסיטה העברית, ע' 43) שלא הביאה מים אף על פי שנקבה עד לטורון. אפשר שמיתוהום נמצאים בעומק גדול קצת יותר, כמו בקדיחת כרכור מס' 145 בה פרצו מיתוהום בשפע רק בקינומן העליון. אין לתמה איפוא שהקדיחה בדרומה של פתח-תקוה בעומק של 106 מ' נתקלה בפליוקן ולא הגיעה לאופק הטורוני-הקינומני (בענין ב"הדרגה" השווה חתכי הקדיחות שלנו בידיעות המחלקה לגיאולוגיה מס' 4, האוניברסיטה העברית, ע' 40).

3. קבוצת מערב קלקליה - צפון כפר סבא. שלוחה של שולי ההר על יד קלקליה מביאה את הקינומן-טורון עד סמוך למקום וגורמת שם לנטיית קו מסילת הברזל לצד מערב. אפשר להכיר את צניחת התצורות ההרריות הקינומניות-טורוניות מתחת לשפלת החוף בעובדה, כי במרחק 5 ק"מ מערבה משולי ההר כבר נמצא הטורון-הקינומן בעומק של 150-180 מ'. שפע המים מהאפקים האלה (צופית 300 מ³/ש' ומעלה) מתאים מבחינת המבנה הטקטוני לקבוצת הבארות מזרחה מפתח-תקוה. אם פה ושם אין המים מתגלים בטורון אלא בקינומן, מסתבר הדבר מחמת שיפוע גדול יותר של מיתוהום.

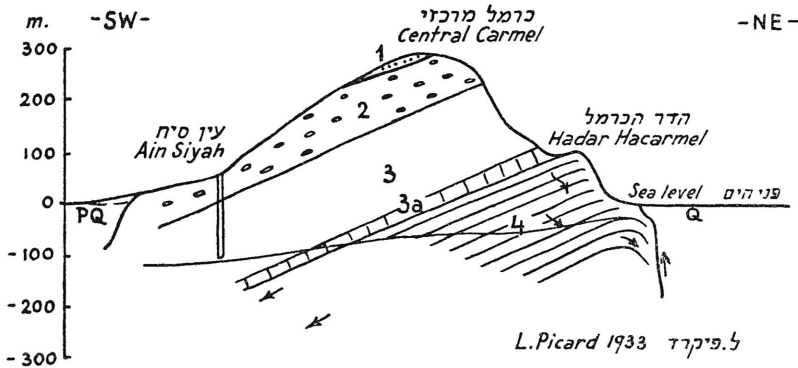
הקדיחות בסביבה זו, כגון רמת הכובש (158 מ'), קלמניה (171 מ') וצופית (180 מ'), נסתיימו כולן עוד בטרם הגיען אל קו הכפיפה (או קו השבר) של התצורות ההרריות, הנמצא שם במעמקים גדולים מאוד. דומה שהבארות העמוקות ביותר שנקדחו עד כה בסביבה זו, בגן השרון (317 מ') ובגן דוד (רייסקי) על יד מיסכה (332 מ'), הגיעו אל קו השבר (או הכפיפה) ממש. כנגד זה הקדיחות בגן-חיים (120 מ') ובכפר הס (142 מ') כבר נתרחקו יותר מדי לצד מערב ולכן (למרות עומק 142 מ' בכפר הס) נעצרו בתצורות של פליוקן-פליסטוקן. לטורון אפשר לצפות כאן רק במעמקים גדולים מאד.

סיכום: ממערב לקלקליה ועד מיסכה נמצאים מי טורון בעומק כדי 50

עד 200 מ' בקירוב, בדומה למסיבות שעל יד פתח-תקוה. במקרים אחדים הצליחו גם קדיחות עמוקות הנמצאות ממערב לשטח זה.

4. קבוצת כרכור-פרדס חנה. ממערב לטול-כרם לא נקדחו קדיחות עמוקות, מפני שאין שם ישובים יהודיים. הסינון מתגלה על פני השטח הן בצפונן והן במזרחן של שולי הרי טול-כרם. מטעם זה צריך יהיה להביא בחשבון – בקדיחות שתערכנה בין כפר יונה לטול-כרם – כסות של סינון (ואולי גם איאוקן). קדיחת הממשלה על-יד קקון שהגיעה עד לעומק של 200 מטר (איאוקן) לא הביאה לידי תוצאות חיוביות. לעומת זה הוכשרו יפה לחקירה המסיבות התהומיות סביב כרכור, על ידי הקדיחות הפרטיות הרבות, ובפרט אלה של פיק"א ושל חברת המים הארצישראלית. החתך שניתן לעיל (ציור 2) מגלה למופת את תנאי מִי־התהום בשולי ההר, כשכפפת התצורה הטורונית משפיעה עליהם השפעה מכרעת. לפי זה הגיעו עד לטורון: הקדיחות בבאר הרומאית ובעין שמר עוד בהתחלתן – כלומר על פני השטח, הקדיחה מס' 101 בעומק של 110 מ', מס' 36 בעומק של 128 מ', מס' 145 בעומק של 155 מ', מס' 38 בעומק של 188 מ'; ואילו במס' 25 לא הגיעה הקדיחה עד לטורון אפילו בעומק של 600 מ' (אמנם, יש לשער שהטורון נמצא שם בעומק גדול קצת יותר, אך לא בהרבה). מכאן שהקדיחות אשר בין מס' 25 ובין מס' 38 אינן רנטביליות עוד בגלל עומקן המופלג. והוא הדין בקדיחה העמוקה דרומה-מערבה לגבעת עדה, שנסתיימה בעומק של קרוב ל-500 (520?) מ' בתוך האיאוקן. לפי חשבוננו יש להוסיף ולקדוח עוד כ-200 מ' כדי להגיע עד לטורון (ויתכן כי שפע מי התהום יתגלה רק בקינומן העליון). גילוי המים על-יד עין-עירון (בעומק 180 מ') באיאוקן מסתבר לפי שעה אך ורק מחמת העתק; ומשום מבנה טקטוני זה נסתיימה הקדיחה בכפר פינס, ממערב להעתק, ביבושת (יתכן כי הקדיחה של בלום, השופעת מים באופן יחסי, נמצאת על פני קו הפרעה הזה; עד כה לא היו בידי דוגמאות הקדיחה זו לשם חקירה). סיכום: כמו בקבוצות הקודמות נמצאים כאן מים בטורון (ולעתים רק בקינומן העליון). אך משאנו מגיעים לקו מסויים (בערך בין כרכור וח'רבת כרכור) נעשות הקדיחות בלתי רנטביליות. מערבה מקו זה צולל הטורון למעמקים עצומים (למעלה מ-600 מ' בעומק). רק בקרבם של קוי הפרעה כאלה (עין עירון, בלום?) מצליחים להעלות מים גם מתוך שכבות צעירות יותר (כגון סינון, איאוקן). עצתנו היא איפא לחדול מקדיחות עמוקות מאוד, שהן מיותרות, בשעה שאפשר לקדוח על יד אשדות ההר בדרומה-מזרחה של כרכור, בסביבה שבה אפשר להגיע למי־תהום שופעים (הבאר הרומאית – 500 מ' / ש' 1) בעומק פחות מ-50 מ'.

II. חבל הכרמל או קבוצת עתלית (5), יגור (6) וואדי אל-מלח (7). מבחינת המבנה הטקטוני הכרמל הוא גוש המוגבל כמעט מכל עבריו בהעתקים משום כך. בשעת חיפוש המים חשוב לדעת את מקומם המדויק של קוי הפרעה. חתכים מבהירים איפא גם כאן אה המסיבות התהומיות באופן הטוב ביותר. בחוות דעת, שנמסרה לחברת הר הכרמל (1933) ניתן החתך דלהלן של קצה הכרמל ע"י חיפה. מן החתך הזה (ציור 3) אנו למדים, כי פן הכרמל בנוי דולומיט (4), שעביו עצום, והוא השייך לקינומן התחתון. הוא הגורם למדרונות התלולים, כגון מהדר הכרמל לחיפה הישנה, וכן בשאר הכרמל (ע"י יגור). הדולומיטים הם נקבוביים וסדוקים



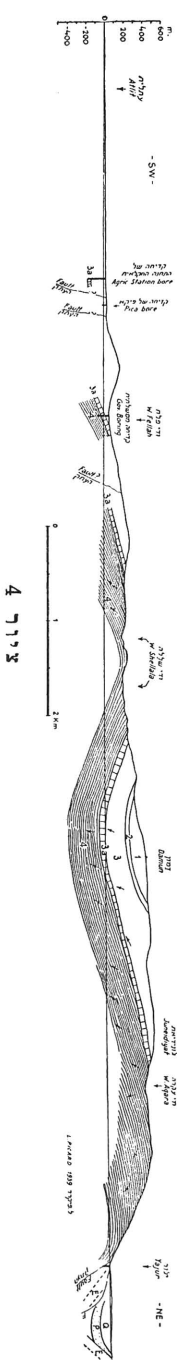
ציור 3

מאוד, ובתוכם נמצא מקומו העיקרי של סיבוב המים. לפיכך נמצאו מים בשפע בקדיחה העמוקה של התכניון; אמנם, המים מלוחים קצת (כנראה השפעה ימית). מעל לגוש הדולומיטי רכובה מערכת שכבות של גיר קירטוני (3) (chalk) בעיקרו, שבסיסו תורי מאוד, ובחלקים אחרים של הכרמל הבסיס הזה הוא לעתים גם חרסיתי (3). רוב מעינות הכרמל (אמנם, אלה אינם שופעים הרבה מים) יוצאים מבסיס האופק הזה, הוא הבסיס של הקינומן העליון, (כמו „תור־מוצא” ביהודה). בחלק התחתון של הקירטון משוקעים גם גירים עשירים בפוראמיניפירים ופה ושם גם רובד אחד או שני רובדים של מַלְפָּה. הקדיחה שעל־יד עין סיח (Ain Siyah) הגיעה עד לחלק התחתון של הקירטון ונמצאו בה מים בשפע, אבל גם אלה היו מלוחים. מעל לקירטון רכובות שכבות מעין קירטוניות ובהן שיבוצים רבים של צור (2), המשוקע בתוכן לרוב בצורת פקעות או מִטות (בשכבות התחתונות צבעו לרוב ביטומיני כהה; בקדיחות כגון זו של ואדי פלאח נודע גם לקירטון המקיף את הצור גון כהה). הגירים המכילים צור לרוב עוטרם את כיפות הכרמל העליונות, אך בכמה מקומות, כגון בכרמל המערבי (Mushly Quarter), רכובים עליהן דולומיטים וגירים מעין שיש או מַלְפָּה (1) (שני סוגי הסלעים עשירים בניריניאות וברודיטים). התצורה האחרונה הזאת נפוצה הרבה בצד דרום (בפרט בסביבת זכרון יעקב) (ראה ציור 4). מי התהום סובבים לפי המשוער בדולומיט הנקבובי והסדוק (4) כפי שאפשר לראות בציור 3. המים מצטברים בתוך הדולומיט ואינם עולים אל פני השטח אלא על ידי קדיחה או בקרבת שבר, שאינו סתום בסחף דילוביאלי, כגון מעינות עין א־סעדה (Ain es-Sa'ada) על יד חיפה. מַלְחָת המים מסתברת אם בעובדה, שהמים עולים ממעמקים גדולים, ומשום כך קיים שם עדיין חיבור עם הים התיכון, ואם בעובדה שבשעת עלייתם עוברים המים דרך שכבות מלוחות מאוד (מרבצי מלח?) של הקרטיקון התחתון או אולי של שכבות עתיקות יותר. נמצא שההעתק משמש כאן מעין שסתום הפותח את הדרך אל פני השטח בפני מיהתהום של הקינומן התחתון (או של תצורות עמוקות עוד יותר – גם לשפע המים המלוחים מאוד של קדיחת מיסיליה – בעומק 100 מ' – מדרום לטירה לא נמצא עד כה פיתרון שיניח את הדעת). הרי שתנאי ראשי בחיפוש מים בחבל הכרמל הוא: למצוא את מיהתהום לאורך העתקים כאלה או בשכנותם. היחסים

הגיאולוגיים-הטקטוניים ניכרים ביתר בהירות בקדיחות של קבוצת יגור ובעתלית. בחתך היוצא מעתלית ועובר דרך הכרמל האמצעי, על-יד שללה — על פני הגבעות שבין עספיה ואל-ח'ריבה, עד לכפר חסידים נראה הציוור הבא (ציור 4):

השכבות שופעות בצורת גלים (קמרון של עספיה, קמרון של דמון, קמרון של שללה) בכיוון לעתלית (דרום-מערב). מסיבה זו נראה הקינומן העליון (3 — 1) ככסות על גבי כל המורד המערבי של הכרמל. ואילו הקינומן התחתון יוצר את המדרון התלול הגבוה כמה מאות מטרים על-יד יגור בצפון מזרח. בקדיחות של עתלית הושגו מים תחילה מתוך הרובד החורי (3) של בסיס הקינומן העליון, אך שפע מים נמצא רק בדולומיט של הקינומן התחתון. גם כאן נודעת חשיבות למקומם ולמהלכם של ההעתקים. וכן נראה בקדיחות של עתלית ששתי קדיחותיה של הממשלה העלו את מימיהן בעיקר מתוך הדולומיט של הקינומן התחתון (כ-120 מ' בעומק), ואילו הקדיחה של פיק"א, הנמצאת מערבה משם במקצת (בעומק של 137 מ') העלתה מים מן החלק התחתון של הגיר הקירטוני (3) של הקינומן העליון, כלומר מגיר מיקראורגוניני (הבנוי על-ידי בעלי חיים זעירים) בעומק של 130 מ' בקירוב. המסיבות שבכרמל על יד יגור מראות, כי מיהתהום נמצאים בדולומיט של הקינומן התחתון, כלומר במחצית התחתונה של תצורה זו. והנה סמוך להעתק כבר נמצאו שם מים בעומק מועט, לרוב בעומק של 20 עד 30 מ'. גם על יד נשר מול הכפר יגור נמצאו מיהתהום בשפע בעומק של 30 מ' בקירוב, וגם כאן לא בקינומן התחתון אלא על-יד גוש איאוקני הגיבול בהעתק. חשיבותם של ההעתקים להצטברות מיהתהום גלוייה איפוא לעין. בשוילי הר הכרמל מוצאים מיהתהום בכל מקום, אם בעומק מועט על יד יגור, ואם בעומק רב יותר בפאת מערב על יד עתלית, בין 100 ו-130 מ' בעומק. על פי נסיון זה נקבעו בשעתן הנקודות לקדיחות בשוילי המזרח של הכרמל, על יד ואדי אל-מלח בקרקעות יקנעם. הקדיחות האלה נערכו סמוך להעתק והעלו מים מהדולומיט של הקינומן התחתון בעומק של 50 עד 70 מ' בקירוב. לפי זה אנו מבחינים בכרמל שלושה טיפוסים קדיחות: קבוצת עתלית (5) וקדיחות פיק"א (137 מ', 41 מ') ובארות הממשלה (121 מ', 127 מ'); קבוצת יגור (6) [4 קדיחות בין נשר ויגור כדי 30 מ' בעומק; על יד ג'למה קדיחות אחדות של הממשלה שהגיעו כדי 100 — 120 מ' ול-145 מ'. אך כבר העלו מים מעומק של 100 מ' בקירוב]; הקבוצה (7) שעל יד ואדי אל-מלח בשוילי הכרמל מול תל קמון (יקנעם) וקדיחות של חברת הכשרת הישוב (50 מ', 101 מ', 86 מ' בעומק). קדיחות הכרמל בקבוצות עתלית ויגור נבעו 250 — 300 מ' בממוצע ובקבוצת ואדי אל-מלח 100 מ' בממוצע. נוסף על קדיחת פיק"א שלא נשלמה, על יד עתלית (41 מ'), היתה קדיחת אל-רואי על יד הכרמל, מול חרושת העמק, יבשה לגמרי אף על פי שהגיעה לעומק של 231 מ', כלומר היתה קדיחה עמוקה. קדיחה זו כבר נמצאה מחוץ להעתק הראשי, בתוך גוש מועתק בין הכרמל והרי בית-שערים, שכפי הנראה אין בו — בגוש זה — מים.

בסיכום אפשר לומר שהכרמל הוא דוגמה מצוינת להספקת מים מאיזור ההעתקים (מיהתהום). תנועת מי התהום במידה רבה אינה תלויה בתצורות הגיאולוגיות השונות ומבחינה זו היא דומה להידרולוגיה של המים מתחת לקרקע בחבלים קרסטיים. ואם נעיין בחתכים ציור 4 ו-3 תתקבל על דעתנו ההנחה שבתוך הר הכרמל נמצא בעמקי האדמה אופק מים אחיד ושוה.



ציור 4