

אוניברסיטת תל-אביב
המחלקה לבוטניקה

השפעת זהום מי הנחלים אלכסנדר וירקון על צמחייתם

חבור זה הוגש כעבודת גמר לקראת התואר "מוסמך למדעי הטבע" - M.Sc.

באוניברסיטת תל-אביב

על ידי

משה אגמי

העבודה בוצעה במחלקה לבוטניקה ובמסגרת המכון לחקר שמירת הטבע של

אוניברסיטת תל-אביב בהדרכת

ד"ר מיכאל ליטב ופרופ. יואב ויזל

אוגוסט 1973

העבודה מוקדשת

לזכרה המבורך של אחותי ה ד ס ה ז"ל שנפלה בעת שרוחה הצבאי

ביום כז בכסלו תשל"ג והיא בת 19 בלבד.

דברי תודה

תודה מקרב לב למורי: ד"ר מיכאל ליטב ופרופ. יואב ויזל, שמעולם לא חסכו ממרצם ומזמנם לקדום ובסוס עבודה זו, על הדרכתם הנאמנה ומסירותם הרבה.

לגב' רג'י סוזין, תודה מיוחדת, על השרטוטים הרבים שביצעה בנכונות ראויה לשבח, למר זיגפריד שפר על שרטוט המפות.

למר יואל כהן, למר עמיקם שוב, לגב' אביטל אבולעפיה ולגב' צפורה אייזנר על העבודה הרבה והקשה שהשקיעו בצלומים.

לכל אנשי מעבדת מקורות בבני ברק, שהודות לאדיבותם ועזרתם הרבה בוצעו הבדיקות הכימיות. למר שלמה אלפי ומר מרדכי פליישר ממשרד הבריאות, שסייעו בעצה ובחומר.

לכל חברי שסייעו בכל השלבים ובעיקר למר פנחס פייך, למר צבי רוטשטיין, למר שאול ראובני, למר זאב קולר, למר עדו שביב, למר אמוץ דפני ולד"ר נילי ליפשיץ שחרמו לקדום העבודה.

לכל בני משפחתי שעזרו הרבה בעבודת השדה.

למכון לחקר שמירת הטבע שבמסגרתו ובמימונו העיקרי בוצעה העבודה.

ואחרונה אחרונה חביבה - גב' זהבה תמיר, שטרחה רבות להדפיס "מגילה" זו.

תבוא על כולם - ה ב ר כ ה!

תוכן הענינים

<u>עמוד</u>	<u>מבוא</u>
1	1. הצומח בעבר
1	2. הופעת הזהום
2	3. מטרות העבודה ואופן ביצועה
	<u>האתרים בהם נערכה העבודה</u>
3	מפות הנחלים
4	נחל אלכסנדר
5	לוח מס. 1
6 - 7	נחל ירקון
	<u>חומרים ושיטות עבודה</u>
8	1. בדיקות שדה
8	א. בדיקות כימיות
8 - 9	ב. מדידות פיסיקליות
10	2. הסתכלויות ומדידות פיטוסינולוגיות
10	א. טבלאות נוכחות
10	ב. חתכים
10	ג. ממוצעי כסוי של כל מין ומידת נוכחות לאורך החתך
10	3. נסויי העחקה
11	4. השפעת מרכיבי זהום שונים על מיני הצמחים בחנאי מעבדה
12	א. בדיקות כימיות
12	ב. מדידות פיסיקליות
	<u>תוצאות ודיון</u>
13	1. תנאי בית הגדול
13	א. תוצאות הבדיקות הכימיות
13 - 16	1. נחל אלכסנדר
16 - 20	2. הירקון
21	ב. תוצאות המדידות הפיסיקליות
21 - 29	נחל אלכסנדר
29 - 33	נחל ירקון

עמוד

34	2. תפוצת הצמחים
34 - 40	נחל אלכסנדר
41	שני חתכים לדוגמא
42	חתכים
42	הסבר לציורים מס. 11 - 29
42	הסבר לטבלאות הציורים מס. 11 - 29
42 - 43	ציור מס. 11 פספלוץ דו טורי
44 - 45	" " 12 סיון דביק
46 - 47	" " 13 דוחנן קפח
48 - 49	" " 14 תולענית דוקרנית
50 - 51	" " 15 שומר דל קרנות
52 - 53	" " 16 פטל קדוש
54 - 55	" " 17 גמא ארוך
56 - 57	" " 18 כף זאב אירופית, גמא קרח
58 - 59	" " 19 שנית גדולה, מליסה רפואית
60 - 61	" " 20 שנית מתפחלת, ביצן מכסיף
62 - 63	" " 21 פרעושיית משלשלח, כף אוז ריחנית
64 - 65	" " 22 אגמוץ ימי, קנה מצוי
66 - 67	" " 23 לחך איזמלני, שלמוץ יפואי
68 - 69	" " 24 קייצח לונכופילוס, בן אפר מצוי
70 - 71	" " 25 הגה מצוי, דוחן זוחל
72 - 73	" " 26 ינבוט השדה, עדעד הבצות, סמר חד
74 - 75	" " 27 חנק מחודד, שוש קוצני, ערבבה שעירה
76 - 77	" " 28 ארכובית משונשנת, סוף מצוי
78 - 80	" " 29 ארכובית הכתמים, לוטוס הביצות, כף צפרדע איזמלנית, אגמוץ האגם, גרגיר הנחלים, סמר מחויץ, כרפס הבצות
81 - 85	נחל ירקון
86	3. נסויי העתקה
86	התנהגות הצמחים השונים ביחס לזהום
86 - 87	נחל אלכסנדר
87 - 92	נחל ירקון

עמוד

93	4. נסויי מעבדה
93 - 98	אלו מגורמי הזהום עלולים היו להשפיע על מיני הצמחים
98 - 100	1. השפעת טפולי לחץ חמצן גבוה, נמוך ונמוך ביותר
100 - 101	2. השפעת הטפולים שבהם הוספו למיכלים ניטרט או אורתופוספט
101 - 102	3. טפולי דטרגנטים
103 - 107	4. השפעת הטפול שבו הוסף למיכלים אמון
108 - 111	<u>סיכום</u>
112	אפילוג
113 - 114	<u>רשימת ספרות</u>
	<u>סכום באנגלית</u>

מבוא

1. הצומח בעבר

עד לפני כ-25 שנה זרמו בנחלים אלכסנדר וירקון מים נקיים לכל אורכם. צמחיית המים הטבולה, הצפה והמזדקרת שלהם היתה עשירה ומגוונת מאד. מאז ועד היום חל שינוי בולט וקיצוני, שהתבטא בהעלמות מינים רבים של צמחי מים ובצמצום תחום תפוצתם של מינים אחרים. עובדה זו הוכחה ע"י השואת תרשימי צומח, שנעשו בעבר בנחל אלכסנדר ע"י תורן (בע"פ) ובירקון ע"י גליל (בע"פ), אביצור (1957), פליטמן (1961) לתרשימים שנעשו היום באותם קטעים. (ראה טבלאות מס. 3, 4 ו-6, המציגות את רשימת המינים שנפגעו בשני הנחלים).

2. הופעת הזרם

השואת התרשימים שצוינו לעיל מעידה על פגיעה חמורה בחברות צמחי המים בנחלים. השואה זו הובילה לרעיון בדיקת האפשרויות, של קיום קשר ישר בין זהום הולך וגובר שנצפה בנחלים אלו בין היתר ע"י: אלפי (1971), פיזנטי (1964) ועמרמי (1955) לבין אותה פגיעה. השמוש כאן במלה זהום מורה על שינויים בטיב המים שנגרמו ע"י האדם. פגיעת האדם בנחלי החוף מתבטאת, בעיקר, בדרכים הבאות:
א. ניצול ישיר של מי הנחל או קדוחי מים בסביבתו. (הורדת מפלס המים, שינויי שפיעה, שינוי משטר המים ועוד).

ב. שינוי התוואי המקורי של האפיק ופגיעה מכנית בצמחים.

ג. שמוש רב בדשנים כימיים שנסטפו לנחלים ומעשירים את מימיהם ביסודות מזון. כמו כן, רסוסים נגד קדחת בעבר ונגד מיני יתושים כיום.

ד. הגורם החמור מכל הוא: הזרמתם של שפכים עירוניים ותעשייתיים (לרב גלמיים), שהפכו את נחלי החוף ברב ארכם לתעלות ביוב פתוחות.

הנחלים אלכסנדר וירקון מזוהמים כיום ברב ארכם לפחות משלשה מקורות זהום:
א. שפכים עירוניים.

ב. שפכים תעשייתיים.

ג. דישון חקלאי.

בעבודתנו, שהחלה בסוף שנת 1969, התיחסנו בעיקר להשפעת הזהום הנגרם על ידי שפכים עירוניים ותעשייתיים המוזרמים למים ולא לדישון החקלאי הנשטף אליהם מהשדות. הסיבה לכך היא - את השפעת השפכים התעשייתיים והעירוניים, אפשר לבודד בקטעי הנחל השונים ואילו השפעת הדישון החקלאי כמעט אחידה לכל אורך הנחלים.

הפרת שווי המשקל הטבעי, כתוצאה מהזרמת השפכים לנחלים אלה, גרמה בהכרח להגובת שרשרת שבה השתנו והתערערו בבית גידול זה מדדים כימיים ופיזיקליים, שעלולים להיות בעלי חשיבות רבה ליכולת הקיום של הצומח ההידרופיטי. התרשימים, שנעשו בעבר לפני זהום הנחלים וכן הקטעים המזרחיים ביותר בכל נחל שאינם מופרעים מהזרמה קבועה של שפכים ומקיימים עדיין צומח הידרופילי עשיר ומגוון, משמשים לנו כביקורת.

3. מטרות העבודה ואופן ביצועה

על מנת לנסות ולמצוא קשר אפשרי בין הפגיעה החמורה בחברות צמחי המים לבין הזהום, בוצעה העבודה בכמה כוונים:

- א. בדיקת הקשר בין טיב המים (בדיקות כימיות ומדידות פיזיקליות) לבין מיגוון המינים המתקיימים בהם (חתכים לרוחב הנחל וטבלאות נוכחות).
 - ב. בדיקת קשר סיבתי בין זהום המים לבין העלמות חלק ממיני הצמחים הגדלים כיום רק בקטעים נקיים יחסית. (נסוי העתקת צמחים מהקטעים הנקיים לקטעים המזוהמים).
 - ג. בידוד גורמי הזהום השונים הקיימים במים המזוהמים ובדיקת השפעתו המיוחדת של כל גורם על מיני הצמחים. (נסוי מעבדה).
- בחולל בוצעו מספר עבודות דומות לעבודה זו. Kohler (1971), שבדק נחל שמזדהם בקרבת מינכן, מצא קשר ברור בין מידת זהום המים בשפכים עירוניים ותעשייתיים לבין מיני צמחי המים המתקיימים בהם. עבודה זו התבססה על בדיקות מים, תרשימי צומח ונסווי העתקה.

עבודות נוספות, שמטרתן היחה לבדוק את השפעת הזהום של נופי מים מחוקים על צמחי מים עילאיים, בוצעו בגרמניה. Weber & Oldecop (1969) מצאו שמינים שונים נעלמים ממקומות כניסה של שפכים לנחל, בעוד שמינים אחרים מופיעים ו/או מתרבים בבית גדול מזוהם זה בשפע. נסיגה של צמחי מים כתוצאה מאויטרופיקציה של גופי מים באזור ברלין תוארה ע"י Sukopp (1966). גם Schwoerbel (1968) תאר העלמות צמחי מים ממקומות מזוהמים ואילו Carbiener (1969) אף ציין מיני צמחים כאינדיקטורים לדרגות זהום שקבע.

פגיעת זרחן במיני אצות מהקרופיטה, אף בתכולה נמוכה מאד (0.02 חל"מ), נבדקה בשוודיה ע"י Forsberg (1964) ואילו באר"ה בדק Fitzgerald (1969) קיום יחסים אנטגוניסטיים בין צמחי מים עילאיים לבין מיני אצות. העבודה היחידה בארץ הדומה לזו המתוארת כאן, אבל בתחום זואולוגי, מתבצעת כיום ע"י חוה לבל מהמכון לחקר שמירת הטבע בנחל הנעמן.

האחרים בהם נערכה העבודה

נחל אלכסנדר

מוצא הנחל בסביבות הר עיבל והר גריזים שנשומרון. אגן ההיקוות שלו מחלק לפחות לשני אזורים פיזיוגרפיים שונים: קטעו המזרחי בעל השפוע הגדול זורם בהרי שומרון. הבנויים ברובם מסלעי קנומן דולומיטיים סדוקים עם מעטה דק יחסי של קרקע. כושרם של הרים אלה לקלוט מים בחלליהם הקרסטיים הוא רב. אי לכך, רב כמות המים היורדת עליהם בימי גשם רגילים נספגת. אולם בעת גשמים חזקים יש זרימה חזקה של מים, שגורמת לרב לשטפונות בחלקו התחתון המערבי יותר של הנחל הזורם בשפלה הפנימית בעלת הקרקעות האלוביאליות (גרומוסוליים עמוקים וכבדים). קרקעות אלו הן בעלות חלחול בינוני עד איטי. (אלפי 1971).

בניגוד לשפוע הרב בחלקו המזרחי של האפיק (שפוע של 45 מ' בממוצע לק"מ) הרי שפוע האפיק בקטע המערבי הוא קטן (שפוע של 1 מ' בממוצע לק"מ) (חורן 1960) ומכאן השוני בעוצמת הזרימה.

זרימה קבועה קימת בנחל רק במשך עונת החורף. ביתר העונות מצויים באפיקו מי ניקוז, מי תהום גבוהים ושפכים. בקטעו האחרון מעורבים מימי עממי ים חחודרים מאזור השפן.

הקטע הנבדק בנחל מחחיל במזרח בקרבת בריכות הדגים של קבוץ מעברות (מזרחית לתחנה (ב)). מאזור זה קיימת זרימה קבועה של מים שמקורם בטי ניקוז, מי תהום גבוהים ומי בריכות דגים.

קטע זה של הנחל, שחחנות (ב), (ג), (ד) במפה עמ. 3 כלולות בו, עד כניסת הנחל המזהם נ. אומץ (י) משמש לנו כקטע בקורת. העלה (יא) המזרימה מים לקטע (ג) נכללת אף היא בקטע הבקורת.

נחל אומץ (י) מזרים שפכים לקטע (ו) במשך מרבית ימות השנה מהקבוצים המעפיל, עין החורש, גבעת חיים ובי"ח "גח". היות וקבוצי הסביבה משקים בעונת הקיץ ברב כמות מי השפכים את השדות, הרי קטע (ו) המזוהם מקבל כמות גדולה של שפכים עירוניים ותעשייתיים בחורף וכמות מעטה בקיץ.

כ 4 ק"מ דרום מערב לכניסת נחל אומץ נכנס הגורם המזהם העיקרי של נחל אלכסנדר - נחל אביחיל (יא). אמנם קיימת העלה המזרימה מעט שפכים ממשמר השרון ומהעוגן לנחל אלכסנדר בקרבת קבוץ מעברות, אך למעשה נ. אביחיל, שמזרים כמויות גדולות של שפכים עירוניים ותעשייתיים מאזור נחניה, הוא המזהם העיקרי. זו הסיבה שקטע הנחל (ז) (ח)

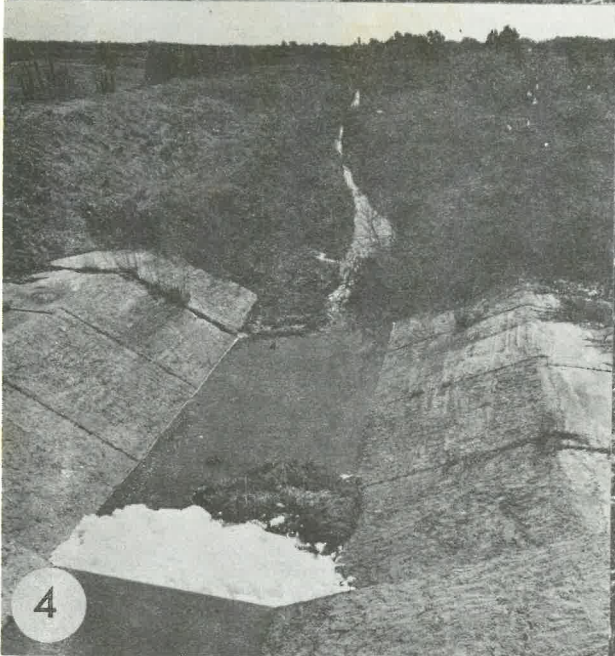
לוח מס. 1

תמונה מס. 1 - נוף נחל אלכסנדר בקטע (ז) המזוהם. על הגדות שולטים: 1. צמחי פטל קדוש ו 2. צמחי קנה מצוי. אין צמחים בגוף המים. צלום מעל גשר כפר ויחקין.

תמונה מס. 2 - נוף בירקון בקטע (ב) הנקי. צמחים בגוף המים: 1. צמחי אגמון החוף, 2. צמחי מדד זוחל ו 3. צמחי נופר צהוב. על הגדות שולטים צמחי קנה מצוי, שנית גדולה ונענה משובלת. צלום מעל גשר הרכבת, ממזרח לכפר הפטיסטים.

תמונה מס. 3 - נחל אומץ (י), המזהם הקבוע הראשון של נחל אלכסנדר. על הגדות שליטה מוחלטת של צמחי דוחנן קפת (ראה חץ). צלום מעל גשרון הנמצא כ - 400 מ' מנקודת החבור עם נחל אלכסנדר.

תמונה מס. 4 - נוף נחל אלכסנדר בקטע (ו) המזוהם. על הגדות שליטה של צמחי פטל קדוש. הופעת קצף כחוצאה ממציאות דסרגנטיס במים. צילום מגשר אלישיב כ - 3 ק"מ מערבית לכניסה נחל אומץ.



ממקום כניסת נ. אביחיל עד לסביבת שפך תעלת המים (ה) לנחל, מהווה למעשה בריכת חמצון לכל דבר. (אלפי 1971).

למרבה המזל, קימת תעלת מים מלאכותית (א) הנשפכת לקטע זה. תעלה זו נחפרה בשנות ה-40 כדי למנוע שטפונות באזור והיא מזרימה מים מברכת יער (= ב. עטא) לנחל אלכסנדר.

קטע (א) של תעלה זו משמש בעבודתנו כביקורת נוספת לקטעים (ב), (ג), (ד), (א). בקטע זה זורמים מים נקיים ובו נשמרו חלק ממיני הצמחים, שנעלמו מהקטע המזוהם של נ. אלכסנדר.

בניגוד לקטע (א) העשיר במיני צמחי מים, קטע (ה) שלה הנשפך לנחל סובל מחדירה של מים מזוהמים מהנחל והוא דומה מאד בנופו הצמחי לנוף הגדה הקיים בנחל בקטעים (ז), (ח). קטע (ט), מושפע מחדירה של מי ים וחלק מגדותיו חוליות, ולכן יש בו חדירה בולטת של צמחי מלח וחול.

נחל ירקון

זהו נחל איתן הגדול ביותר מבין הנחלים באזור החוף. אורך הקטע ממעינות ראש העין ועד לים בו קיימת זרימה קבועה - 27.5 ק"מ.

המים הנובעים מהמעיינות הקרסטיים של ראש העין (א) בעלי איכות טובה ומשמשים לשתייה. טיבם אינו משתנה בקטע (ב). לעומת זאת, לקטע (ג) מזרמת כמות קטנה של שפכים מכפר הבפטיסטים ובעונת החורף בלבד שפכים מאזור ראש העין, שעלולים להשפף אליה דרך נחל רבה. זהו גם המצב לאורך כל קטע (ד) עד למקום הכניסה של הנחל המזוהם הקבוע הראשון - נ. קנה (ז) לירקון.

הקטעים (א), (ב), (ג), (ד) המשמשים כבקורת משמשים גם למטרות דיג, נופש ועוד. יפה במיוחד הוא קטע (ב) (קטע א) סגור לקהל, המשמש בנוסף לדיג ונופש גם לשחיה. אלה הם הקטעים הנקיים יחסית היחידים שנותרו לפליטה מכל הירקון וערכם מבחינה מדעית ואסתטית כאחד הוא בעל חשיבות ממדרגה ראשונה.

המזהם הקבוע הראשון של הירקון הוא נחל קנה (ז), שמוביל שפכים עירוניים ותעשייתיים מאזור כפר סבא והוד השרון.

המקור העיקרי לשפכים תעשייתיים הוא בשני מפעלי תעשייה שבמרחב הוד השרון. "פריכוז" - בייחור למיצים ושמורים, המזרים בעיקר פסולת אורגנית תוצר עבוד של פירות וירקות ו"שמטן" - מפעל לשמני מכוונות, המזרים פסולת שמנים. מקור נוסף לשפכים תעשייתיים הם מפעלי הבורסקאות שבאזור התעשייה של כפר סבא. נוסף על הנ"ל מצויים מספר מוסדות ציבור המזרימים שפכים גולמיים לנחל.

מנקודת הכניסה של נחל קנה לירקון. הופך הירקון למעשה לנחל "מת". רב מיני הצמחים ובעלי החיים, שנמצאים בקטעי הבקורת, נעלמים לחלוטין בהמשכו בקטעים (ה), (ו). המזהם הקבוע הנוסף של הירקון באזור הנבדק הוא נחל שלה (ח) שמזרים שפכים מ 3 מקורות עיקריים:

- א. ישובים השוכנים באגן היקוותו: עינת, גבעת השלשה, נחשונים, כפר סירקין ועוד, שמזרימים את שפניהם בעיקר בעונת החורף.
- ב. אגני החמצון של ראש העין או שפכים המגיעים ישירות מהישוב עצמו שמהווה בעיה מיוחדת במינה. קימים 2 מכוני שאיבה, המזרימים את הביוב לאגני החמצון המצויים בשטח קבוץ עינת. רמת התחזוקה של מתקנים אלה לא תקינה ולכן בעת תקלות קורה שבעונת החורף הביוב מראש העין לא מספיק להגיע לנחל שלה, אלא גולש לנחל רבה ומשם - לירקון.
- ג. חלק מהשפכים של אזור התעשייה של פתח תקוה. בקטע הנחל, שעובר באזור התעשייה, קיים סכר, החוסם בעונת הקיץ את זרימת מרבית כמות השפכים שמגיעה אליו. בעונת החורף כמות השפכים יחד עם מי השטפונות כה גדולה, שהיא פורצת ועוברת מעל הסכר ומזהמת את הירקון.

חומרים ושיטות עבודה

1. בדיקות שדה

א. בדיקות כימיות

דגימות מים שנלקחו מהנחלים אלכסנדר וירקון נבדקו במעבדה. הדגימות נלקחו בחאריכים: יולי, אוקטובר 1971. ינואר, פברואר, אפריל 1972. הדגימות נלקחו מפני המים, במרחק כ- 50 ס"מ משפת המים. נקודות הדגום הן בקטעים דלהלן (ראה מפה מצורפת):

נחל אלכסנדר: תחנות - (א), (ד), (ו), (ז).

נחל ירקון: תחנות - (ד), (ה), (ו).

נבדקו המרדים הבאים:

1. Cl^- - לפי MOHR (Standard Methods) (1971)
2. Na^+ - הבדיקה נעשתה בפוטומטר להבה.
3. K^+ - הבדיקה נעשתה בפוטומטר להבה.
4. תצרוכת $KMnO_4$ - ע"י חמצון הדגימה ב $KMnO_4$ וטיטרציה עם חומצה אוקסאליית.
5. C.O.D. - לפי (S.M.) DIN
6. NH_4^+ אלבומינואידי - לאחר זקוק בשיטת נסלר (S.M.)
7. NH_4^+ - לאחר זקוק בשיטת נסלר (S.M.)
8. NO_2^- - בשיטת GRIES (S.M.)
9. NO_3^- - שיטה קלורימטרית עם ברוצין (S.M.)
10. PO_4^{3-} (אורתו) - בשיטת הסטנום כלוריד.
11. מוצקים כלליים - אידוי המים מעל אמבט עד יובש. הכנסה לתנור ($180^\circ C$) עד למשקל קבוע (S.M.)
12. דטרגנטים (אניוניים) - בשיטת Methylene blue active (1962 Abbott)

ב. מידות פיסיקליות

מידות של חמצן מומס, טמפרטורה, PH, מוליכות חשמלית ועוצמת אור נערכו בעזרת מכשירים ניידים, במספר נקודות לאורך הנחלים אלכסנדר וירקון בין החאריכים ינואר 1971 - דצמבר 1971.

1. תכולת חמצן מומס: נמדדה בעזרת אלקטרודה מד חמצן מחוצרת Yellow Springs

נערכו שני סוגי מדידות:

א. מדידות לקביעת תכולת חמצן מומס נקודתית: מדידות אלה נעשו בין התאריכים

הנ"ל במשך שעות היום בעומקים 5 ס"מ - 100 ס"מ מתחת לפני המים.

מקום בצוע המדידות: נחל אלכסנדר בתחנות: (א), (ד), (ו), (ז).

נחל ירקון בתחנות: (ב), (ג), (ד), (ה), (ו).

ב. מדידות יומיות - רציפות לקביעת תכולת חמצן מומס: המדידות נעשו בעזרת המכשיר

הנ"ל, שחובר לרושם נייד מחוצרת טלרד. בנחל אלכסנדר המדידות נעשו בחודשי

אוגוסט וספטמבר 1971, בעומקים 50 ס"מ ו 200 ס"מ מתחת לפני המים ועל הקרקעית.

מקום בצוע המדידות היה בתחנות: (ד), (ה), (ו), (ז).

בנחל ירקון נעשו המדידות בחודשי מאי ויולי 1971 על הקרקעית בעומקים 50 ס"מ

ו 100 ס"מ מתחת לפני המים.

2. סמפרטורה: נמדדה בעזרת הטרימיסטור של מד חמצן נייד מחוצרת Y.S.I. במקביל

למדידות לקביעת תכולת חמצן מומס נקודתית, בין התאריכים: ינואר 1971 - דצמבר

1971.

3. PH: נמדד בעזרת PH Meter נייד מחוצרת Radiometer בעומק כ - 5 ס"מ מתחת

לפני המים.

בנחל אלכסנדר נמדד ה PH בין התאריכים מאי 1971 - נובמבר 1971 בתחנות: (א),

(ג), (ד), (ו), (ז), (ח), (ט), (י).

בנחל ירקון ה PH נמדד בין התאריכים מאי 1971 - ספטמבר 1971 בתחנות: (ב), (ג),

(ד), (ה), (ו).

4. מוליכות חשמלית: נמדדה בעזרת מד מוליכות נייד מחוצרת Electronic Switchgear

בעומק כ - 5 ס"מ מתחת לפני המים.

בנחל אלכסנדר נמדדה המוליכות בין התאריכים מאי 1971 - דצמבר 1971 בתחנות: (א),

(ג), (ד), (ו), (ז), (ח), (ט), (י).

בנחל ירקון נמדדה המוליכות בין התאריכים מאי 1971 - דצמבר 1971 בתחנות: (ב),

(ג), (ד), (ה), (ו).

5. עוצמת אור: נמדדה בעזרת מד אור נייד מחוצרת GMBH. עוצמת האור נמדדה בימים

בהירים בעומקים שונים מפני המים ועד לקרקעית, כשתא המדידה מכוון כלפי מעלה.

בנחל אלכסנדר נמדדה עוצמת האור בין התאריכים אפריל 1971 - דצמבר 1971 בתחנות:

(א), (ד), (ו), (ז).

בנחל ירקון נמדדה עוצמת האור בין התאריכים ספטמבר 1971 - דצמבר 1971 בתחנות:

(ד), (ה), (ו).

2. הסתכלויות ומדידות פיסולוגיות.

א. טבלות נוכחות.

בנחלים אלכסנדר וירקון נעשו טבלות בהן נרשמה מידת הנוכחות של צמחי המים בקטעים השונים.

ב. חתכים.

המדידות נעשו בשיטת החתכים (transects).

רשום הצמחים נעשה לאורכם של חתכים, שנמתחו לרוחב גדת הנחל, מגבול הצמחיה המושרשת בתוך המים ועד לחגורת הרודירלים והסגיסלים שבגדה. נקודת ההתייחסות הייתה - שפת המים.

כל צמח שנכלל בחתך נרשם ובנוסף לכך, צוין גובה מקום המצאו מעל המים ומרחקו משפת המים.

תרשימים אלה נערכו בנחל אלכסנדר בחחנות: (א), (ב), (ג), (ד), (ה), (ו).

ג. ממוצעי כסוי של כל מין ומידת נוכחותו לאורך החתך.

הצומח שנכלל בחתכים נרשם כדלקמן:

1. ממוצע כסוי המין עם השתנות מרחקו משפת המים. החתך חולק לקטעים של מטר כל

אחד. בכל מטר מהחתך נרשם הכסוי של כל צמח שהופיע בו. לבסוף, נעשה ממוצע

הכסוי של כל מין צמח לכל מטר בחתכים בהם הוא הופיע. בחשוב ממוצע הכסוי לא

החשבנו בקטעים שבהם לא הופיע הצמח.

2. מידת הנוכחות של כל מין צמח בקטעים השונים של החתך לפי מרחקם משפת המים.

3. נסויה העתקה.

נסויה העתקה צמחים מקטעי הבקורת לקטעים המזוהמים ובתוך קטעי הבקורת עצמם,

בוצעו בנחלים אלכסנדר וירקון בחודשים אוגוסט - ספטמבר 1971.

לאחר העתקה נעשה מעקב אחר ההתפתחות הוגסטיבית של הצמחים, תוך שימת לב

מיוחדת לסימנים פתולוגיים.

בנחל אלכסנדר הועברו ב 25.8.71 צמחי ריקציה צפה (*Riccia fluitans* L.)

וצמחי עדשת-מים גבנת (*Lemna gibba* L.) מהאזור הנקי בתעלה (א) לאזור המזוהם

שבשפכה (ה). הצמחים הועברו לתבניות מרושתות ששטח פני המים הכלואים בהן היה

כ 2000 סמ"ר, למניעת השטפות הצמחים בזרם. בשפך עצמו הורכבו שתי תבניות מרושתות

אחת לצמחי ריקציה צפה ואחת לצמחי עדשת-מים גבנת. כ - 15 מטר מהשפך הורכבו שתי

תבניות מרושתות נוספות, שהכילו אחת צמחי עדשת-מים גבנת והשנייה צמחי עדשת-מים

גבנת + צמחי ריקציה צפה.

בנחל ירקון, הצמחים נשתלו במרחק כ - 50 ס"מ משפת המים בעומק 50 - 100 ס"מ.

הצמחים שהועברו מנחל ירקון ב 12.8.71

שם הצמח	מקום העקירה	מס' הצמחים שנשתלו בתחנה (ד)	מס' הצמחים שנשתלו בתחנה (ה)	מס' הצמחים שנשתלו בתחנה (ו)
<u>Nuphar luteum</u> נופר צהוב	תחנה (ג)	8	7	7
<u>Scirpus litoralis</u> אגמון החוף	" (ג)	7	8	8
<u>Ludwigia stolonifera</u> מדד זוחל	" (ב)	5	5	5
<u>Cyperus papyrus</u> גמא פפירוס	" (ד)	4	4	-
<u>Nymphaea caerulea</u> נימפיאה תכולה	גן בוטני אוני' ת"א	2	6	-

4. השפעת מרכיבי זהוים שונים על מיני הצמחים -
בתנאי מעבדה.

מיני הצמחים, שמופיעים בקטעים הנקיים ולא בקטעי הנחל המזוהמים, גודלו בתנאים מבוקרים במעבדה.

מנחל אלכסנדר הועתקו צמחי ריקציה צפה וצמחי עדשת-מים גבנת מקטע (א).
מנחל ירקון הועתקו צמחי מדד זוחל מקטע (ב) וצמחי אגמון החוף מקטע (ג). צמחי הנימפיאה התכולה הובאו מהגן הבוטני של אוניברסיטת ת"א. (במקורם הם מהירקון).
מיני הצמחים הנ"ל הועברו ל 27 מיכלי אזבסט בנפח 200 ליטר האחד. (מימדי המיכל - 65x50x55 ס"מ.) על קרקעית המיכלים הונחה שכבת קרקע אלוביאלית בגובה של כ - 10 ס"מ ויחר הנפח מולא במי ברז.

הנסוי בוצע בין החודשים אפריל 1972 - אוגוסט 1972.
צמחי הנימפיאה התכולה וצמחי אגמון החוף נשתלו בקרקעית המיכלים ואילו צמחי המדד הזוחל נשתלו בעציץ, שנחלה בגובה של כ - 10 ס"מ מתחת לפני המים.
צמחי הריקציה הצפה וצמחי עדשת-מים גבנת הוקפו יחד ברשתות גליליות בקוטר של כ - 15 ס"מ.
מדי 3 ימים הוספו מי ברז למיכלים, על מנת להחזיר את מפלס המים לרמתו ההתחלתית. בוצעו 9 טפולים. לכל טפול היו 3 חזרות:

1. בקורת - ללא כל טפול.
2. העלאת לחץ החמצן במים - בעבוע אויר באופן רציף במשך כל שעות היממה.
3. הורדת לחץ החמצן במים - בעבוע חנקן באופן רציף במשך כל שעות היממה. תנאים אלו הורידו את תכולת החמצן המומס עד ל 1.5 - 3.5 חל"מ.

4. הורדה לחץ החמצן ע"י העלאת הפעילות הבקטריאלית. דבר זה נעשה ע"י הוספת תמצית מימית מורחחת של חציר למים שגרמה לתכולת חמצן מומס שלא עלתה על 0.5 - 3.5 חל"מ.
5. הוספת דטרגנטים (תמיסה בח 5% tetrapropylbenzolsulfonat) - בריכוז של 15 חל"מ.
6. הוספת דטרגנטים (תמיסה בח 5% tetrapropylbenzolsulfonat) - בריכוז של 5 חל"מ.
7. ניטרט - תוספת NaNO_3 בריכוז של 10 חל"מ.
8. פוספט-תוספת K_2HPO_4 בריכוז של 5 חל"מ.
9. אמון - תוספת $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ בריכוז של 40 חל"מ.

כאשר כמות החומרים המוספים פחתה, הוספנו את הכמות החסרה עד לרמה הראשונית. המיכלים עם הטפולים השונים פוזרו בשטח באופן אקראי. השפעת הטפולים השונים על מראה הצמחים מוצגת בסדרת צלומים (כל מיכל בנפרד), לפני התחלת הטפולים ואחריהם (מדי שבוע - שבועיים), במשך כל הניסוי. בנוסף לכך, צולמו בחלק מהמיכלים אברי צמח כמו - טרפים, עלים, תפרחות וכו'. הבדיקות שנעשו במי המיכלים היו:

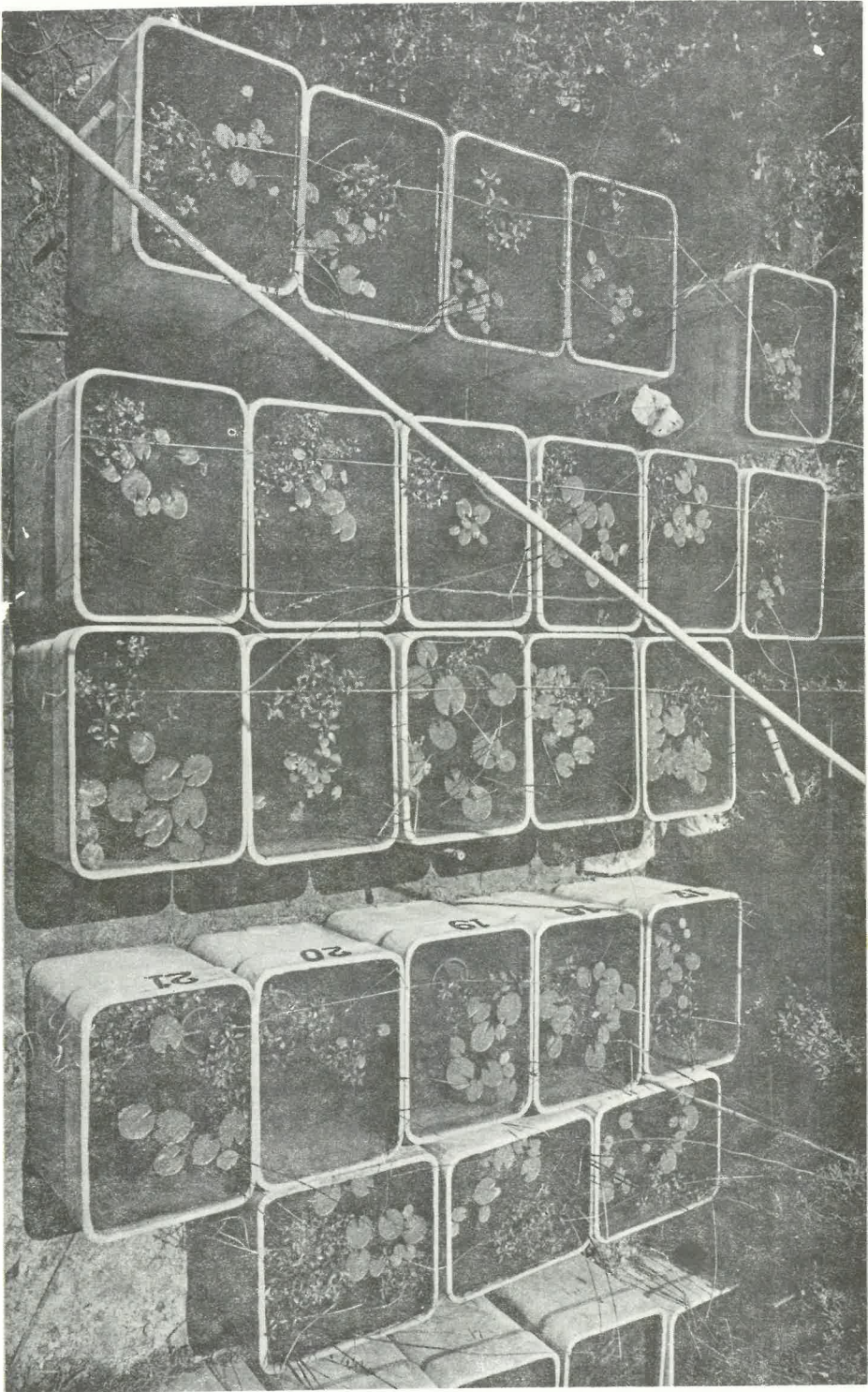
א. בדיקות כימיות

1. תכולת אמון - הבדיקה נעשתה בטפולי האמון והחציר.
 2. תכולת ניטריטים וניטריטים - הבדיקה נעשתה בטפולי האמון, החציר והניטרט.
 3. תכולת אורתופוספט - הבדיקה נעשתה בטפולי הפוספט והחציר.
 4. תכולת דטרגנטים - הבדיקה נעשתה בטפולי הדטרגנטים (בשני הטפולים).
 5. תכולת Cl^- , Na^+ , K^+ - הבדיקה נעשתה בטפולי החציר.
 6. תצורות KMnO_4 ומוצקים כללים - הבדיקה נעשתה בטפולי החציר.
- הבדיקות נערכו במשך הניסוי. השיטות לבדיקות הנ"ל מתוארות בסעיף 1 בדיקות שדה. לשם השוואה שמשו רמות הערכים הנ"ל המצויים במי שתיה באזור תל-אביב.

ב. מדידות פיסיקליות

1. תכולת חמצן מומס נקבעה ברציפות במשך 24 שעות מדי פעם. המדידות בוצעו פעמים במשך הניסוי במאי ויוני 1972 בעומקים 10 ו 40 ס"מ בטפולי: אמון, חציר, בעבוע חנקן ובקורת.
2. מדידות טמפרטורה ועוצמת אור. המדידות נעשו 3 פעמים במשך הניסוי, במאי ויוני 1972 בכל הטפולים בעומקים 0 - 40 ס"מ (כל עשרה סנטימטר).
3. PH. המדידות נעשו בכל הטפולים, בעומקים 0 ו 20 ס"מ, בחודשים מאי ויוני 1972.

לוח מס. 2



מראה כללי של מיכלי ניסוי המעבדה כאשר מיני הצמחים: נימפאה תכולה, מדד זוחל ואגמוז תחורף
שתולים בהם. הצילום נעשה לפני בצוץ הספורלים השונים.

תוצאות ודיון

1. תנאי בית הגדול

במטרה לברר אם קיימת קורלציה בין תנאי בית הגדול, לבין תפוצת חברות הצמחים בו, נבדק טיב המים בקטעים השונים לאורך הנחל (בדיקות כימיות ומדידות פיזיקליות) ונרשמו מיני הצמחים המתקיימים ברמות הזהום השונות.

א. תוצאות הבדיקות הכימיות

1. נחל אלכסנדר (ראה ציור מס. 1)

עיון בתוצאות הבדיקות הכימיות שנערכו לאורך הנחל מורה על הבדלים בולטים בתכולה וברמה של המדדים שנבדקו בקטעים השונים ובין מועדים שונים במרוצת השנה בכל קטע.

הקטע היחידי שבו ניתן לראות תכולה נמוכה וקבועה יחסית (אף ממי שתיה באזור ת"א) של רב המדדים שנבדקו, היה קטע (א) של התעלה המזרימה מים מברכת יער לנחל אלכסנדר. אמנם ישנה עליה בתכולה של NO_2^- באפריל 1972 לעומת ינואר 1972, אך מלבד עליה זו אין הבדלים משמעותיים במשך תקופת השנה השונות.

לעומת קטע (א), קטע (ד) שמש אף הוא כביקורת הראה, שחלה ירידה בתכולת NaCl והמוצקים הכלליים בחרף, כנראה בגלל מהול המים במי הגשמים. לעומת זאת, נרשמה עליה בתכולת NH_4^+ ; K^+ אלבומינואידי NO_2^- ; NO_3^- ו PO_4^{3-} . בעונה זו אף הופיעו דטרגנטים בנחל. העליה במדדים הנ"ל ובמיוחד הופעת הדטרגנטים, מורה על חדירת מים מזוהמים בעונת החרף לקטע הנקי יחסית של נ. אלכסנדר. המקור המשוער למים מזוהמים אלה הוא - הישובים המצויים באגן ההיקוות המזרחי יותר של הנחל: כפר יונה, טול כרם ועוד.

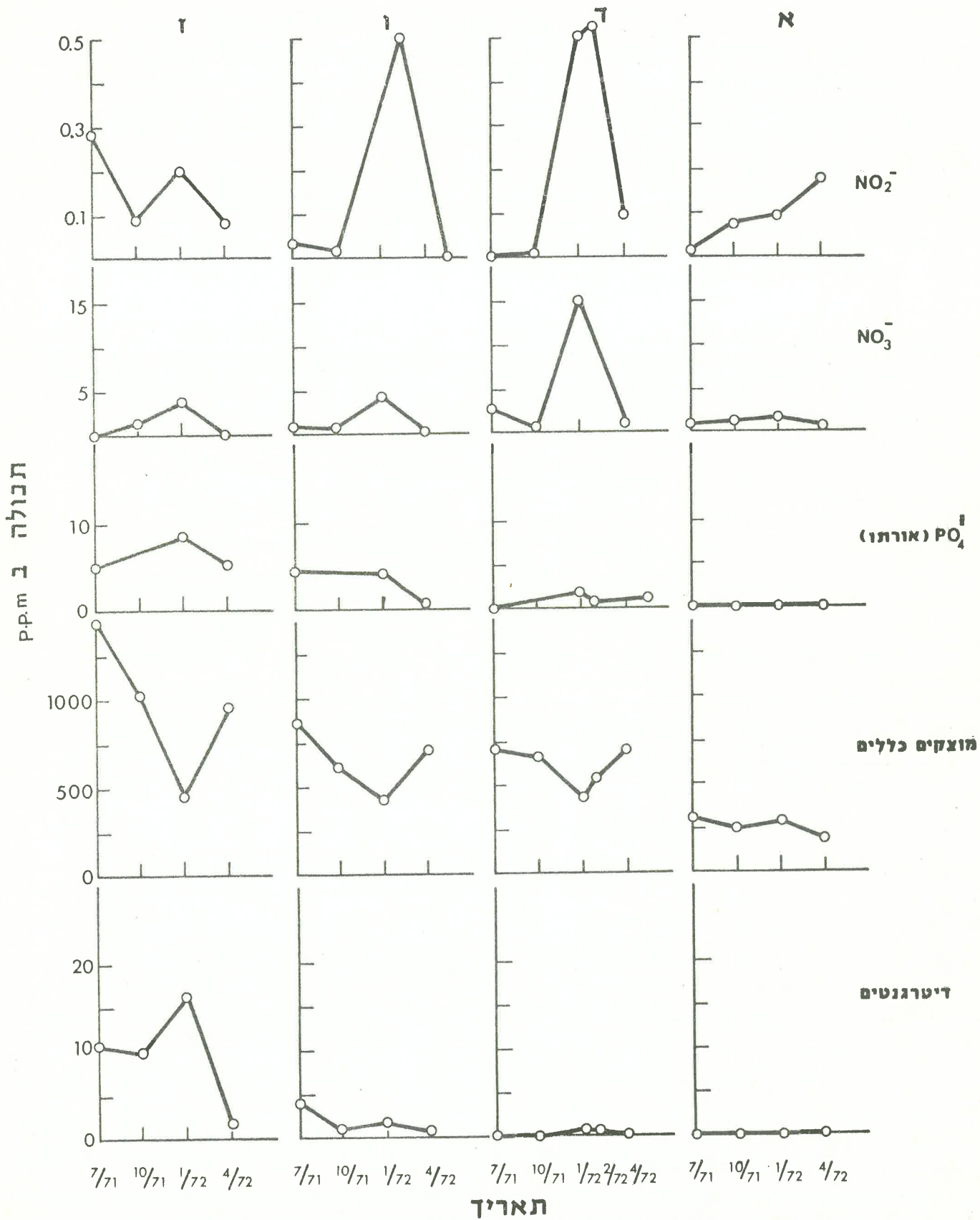
בעונת הקיץ כמות השפכים המוזרמת לנחל נספגת בדרך ולא מגיעה לקטעים הנבדקים. לעומת זאת בעונת החורף, מי השטפונות מזרימים שפכים אלו לקטעים נמוכים יותר. בנוסף לכך, מוזרמים בעונת החורף מי בריכות דגים לקטעים הנמוכים וגורמים אף הם לעליה בתכולת יסודות המזון במים.

בדיקה חד פעמית של C.O.D. בקטע זה בחודש מאי 1972, הצביעה על ערך נמוך יחסי של 10 חל"מ.

גם בקטע (ו), אליו זורמים שפכים במשך רב חודשי השנה, קיימות בעונת החורף אותן התופעות שמנינו בקטע (ד), אך בצורה הרבה יותר בולטת.

אם לקטע (ד) חודרים כנראה שפכים רק בעונת החורף, הרי בקטע (ו) קיימת חדירה גם במשך עונת הקיץ. מציאות הדטרגנטים במימיו במשך כל השנה אשרה הנחה זו.

נחל אלכסנדר



כתוצאה מכך התעוררה הבעיה מדוע יש בקטע זה עליה דוקא בעונת החורף, במדדים המצביעים על כניסת מים מזוהמים לקטע.

4 הסיבות המשוערות לכך הן:

1. שפכים המגיעים עם זרימת מי השטפונות מאגן ההיקוות המזרחי (שחודר גם לקטע (ד)).
 2. מי הרקת בריכות דגים המוזרמים לעתים לשם.
 3. בעונת הקיץ משתמשים במי השפכים להשקאת גדולים במרבית הישובים באזור ואילו בעונת החורף אין צורך בכל כמות המים, ולכן ישנה זרימה רבה לקטע התחתון דרך נחל אומץ.
 4. תהליכי הטהור העצמי בעונת הקיץ מהירים מאשר בעונת החורף בגלל טמפרטורות הקיץ הגבוהות יותר.
- יש לציין, כי כמות הדטרגנטים שנמצאה בקטע זה של הנחל בינואר 1972 היתה גדולה מכמותם באוקטובר 1971 ואפריל 1972 וקטנה בהרבה מהכמות שהיתה ביולי 1971. לקטע (ז) נכנסים (בנוסף לשפכים מקטע (ו)) שפכים מתוך המזהם העיקרי של נ. אלכסנדר - נחל אביחיל.

זו כפי הנראה הסיבה, שבחודש אוקטובר 1971 ישנה כמות רבה של NH_4^+ ותצרוכת גבוהה של KMnO_4 בקטע (ז), בעוד שבקטע (ו) התכולה של מדדים אלה - נמוכה הרבה יותר.

הערך הגבוה של NaCl בחודש יולי 1971 נובע מהעובדה, שהדגימות בחודש זה נלקחו מקטע (ח) המושפע, במידת מה, מחדירת מי ים. כל הסבות המשוערות, שנמנו בקטע (ו) וגרמו לעליית הכמויות של יסודות המזון ושאר המדדים המצביעים על כניסת שפכים, תקפות גם לקטע (ז). נראה שהשפעת הסבות הנ"ל בקטע (ז) הרבה יותר בולטת מאשר בקטע (ו), בגלל תרומת הביוב של נחל אביחיל.

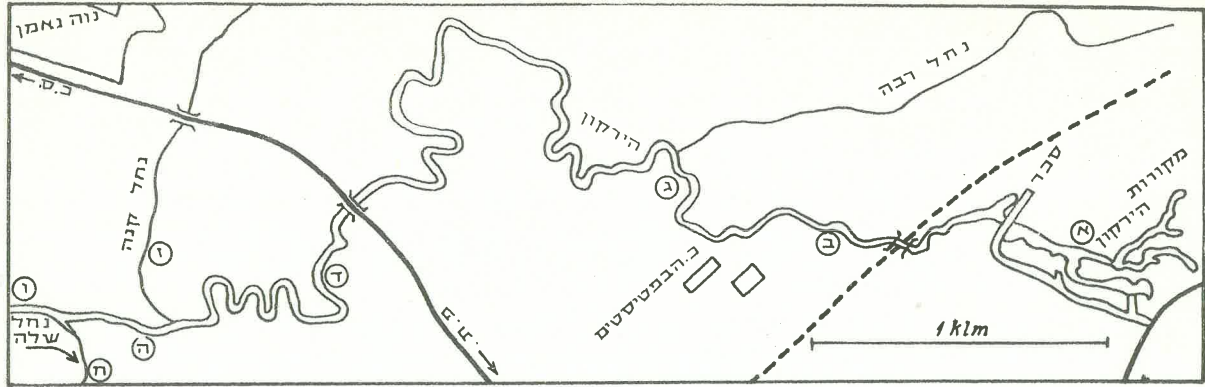
2. הירקון (ראה ציור מס. 2)

גם בירקון, כמו בנחל אלכסנדר, קיים הבדל בולט בתכולה וברמה של כל אותם מדדים בין קטעי הנחל השונים במשך עונות השנה.

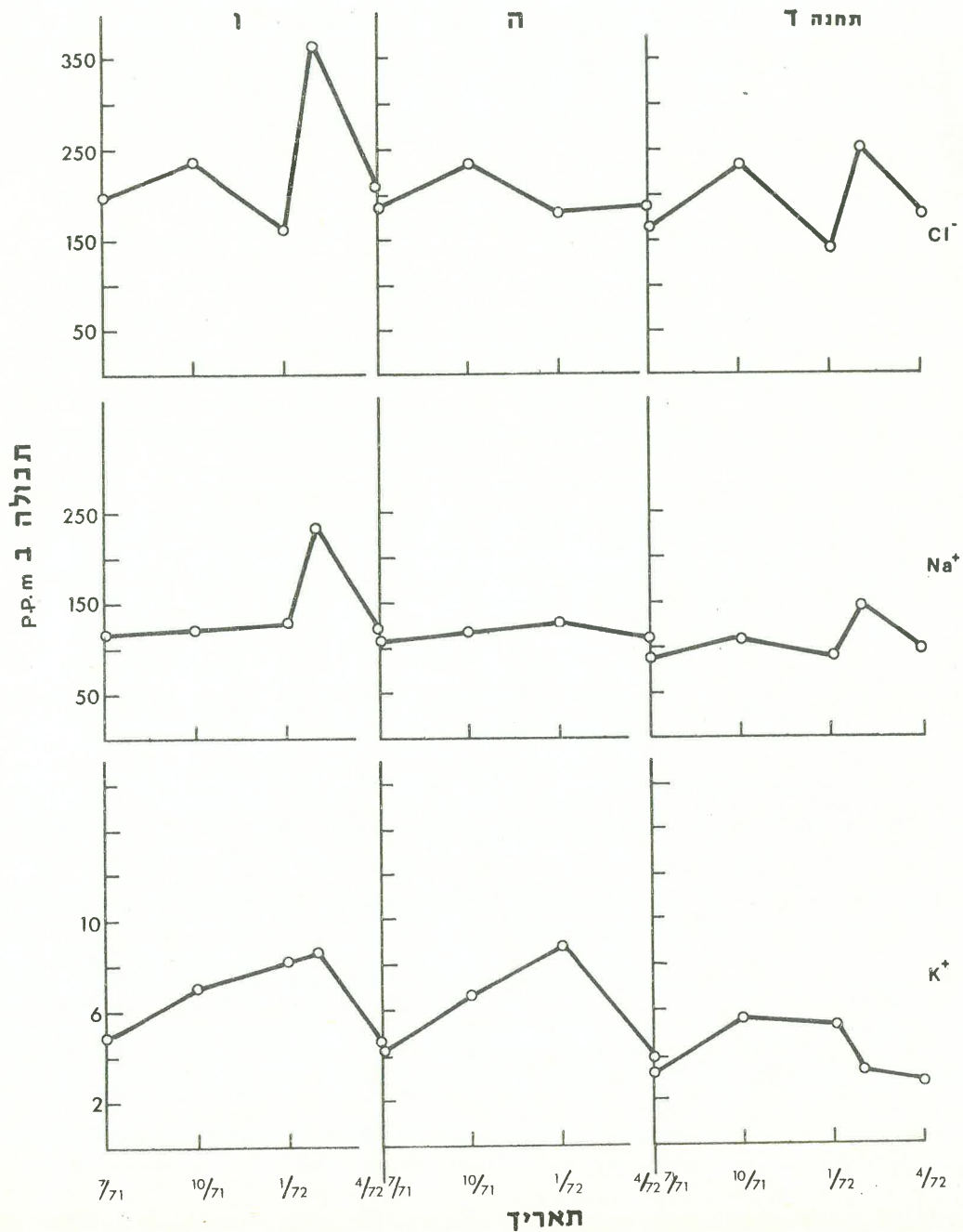
בקטע (ד) זרמו במשך מרבית ימות השנה (כל עונת קיץ וסתו 1971) מים באיכות טובה. למרבית ההפתעה מצב זה השתנה לחלוטין בחורף 1971/72. באותו חורף נמדדה עליה חדה בתכולה של: NO_2^- ; NO_3^- ; NH_4^+ ; תצרוכת KMnO_4 ; PO_4^{3-} , מוצקים כללים ולראשונה הופיעו בקטע זה גם דטרגנטים.

תוצאות אלו, מצביעות בודאות על חדירת מי שפכים למי הירקון הנקיים. לאחר בדיקת הנושא התברר, כי דבר זה קורה מכמה סבות:

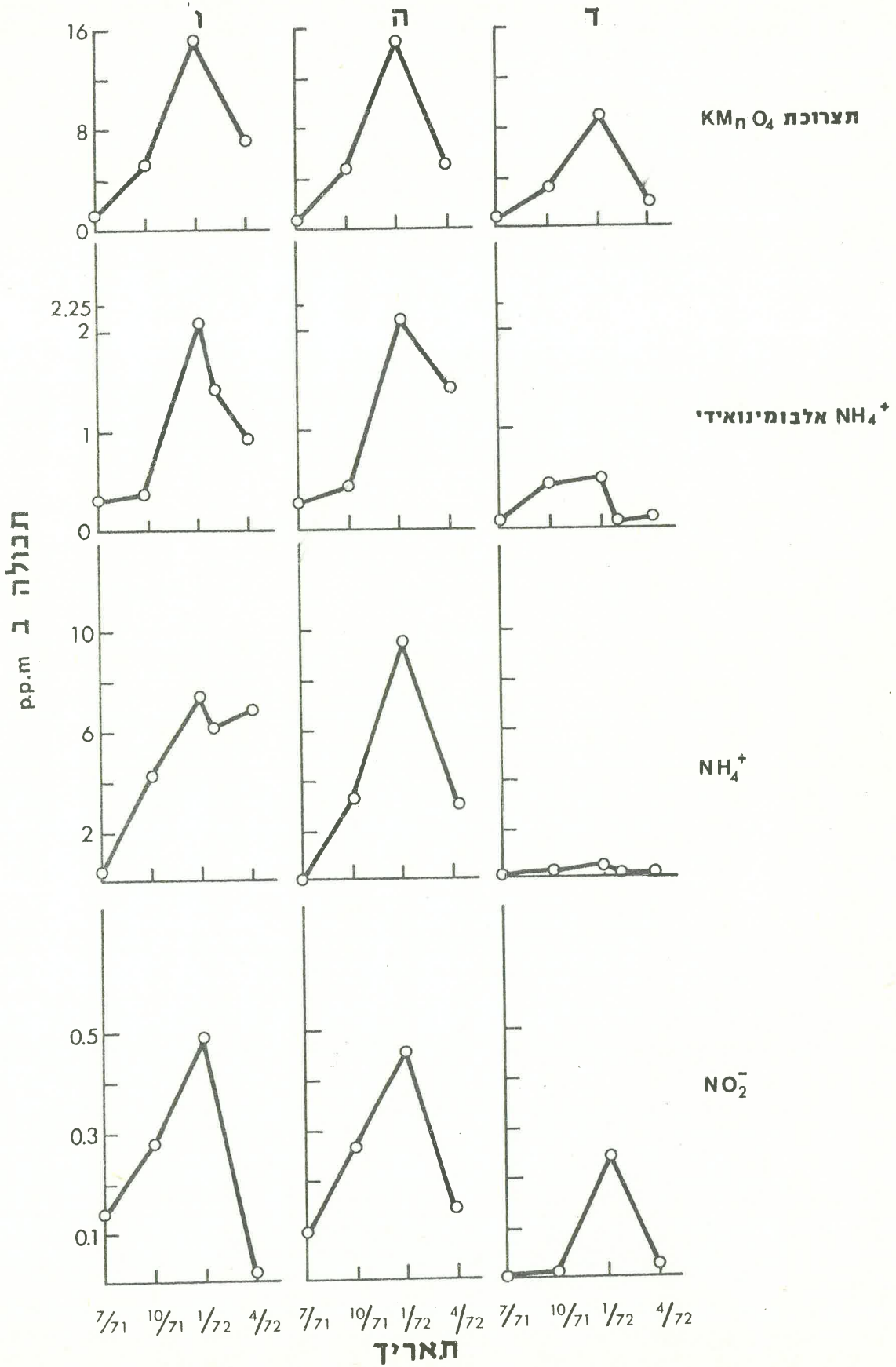
הירקון



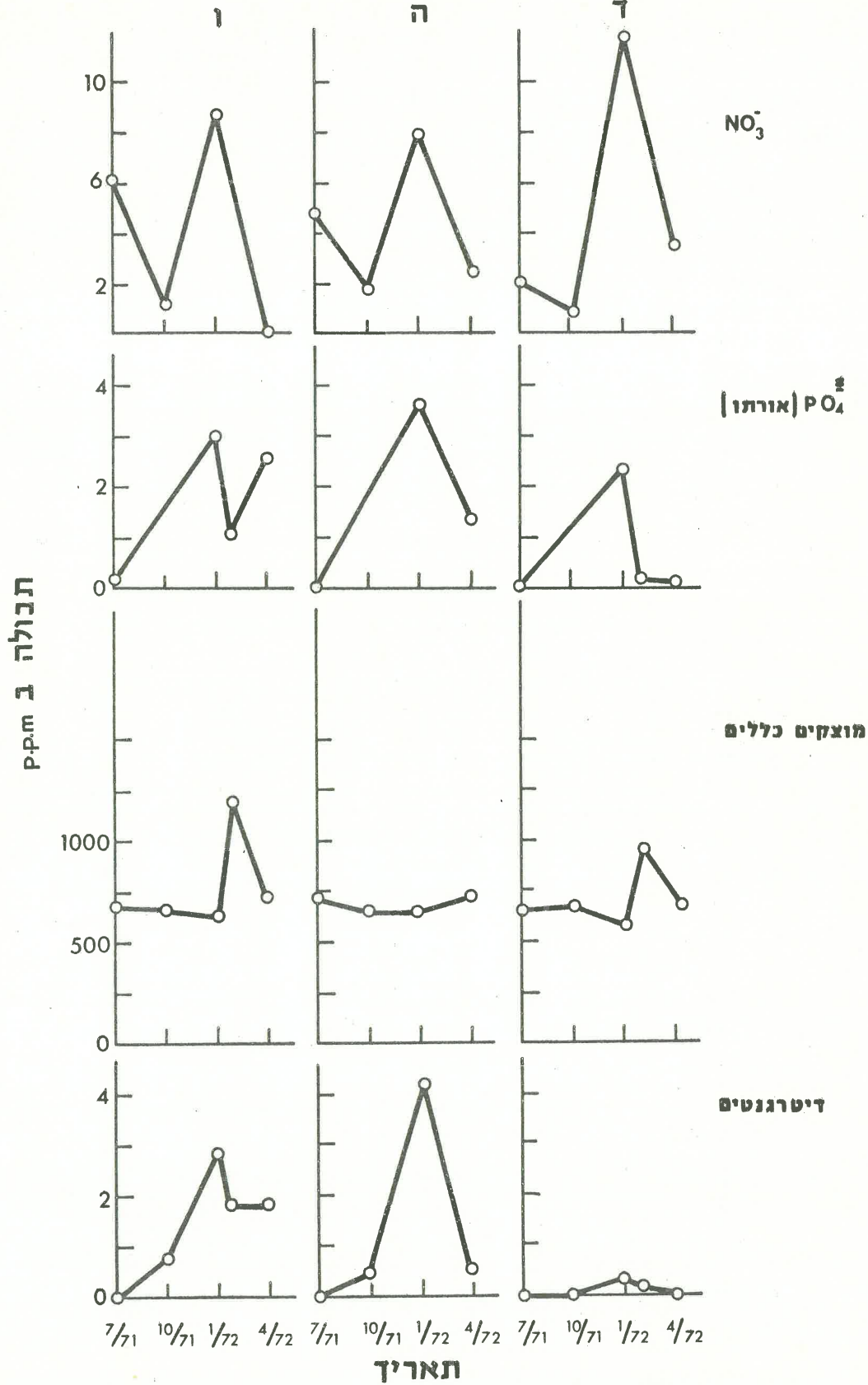
תכולת המדדים הבאים בקטעי הנחל במשך השנה.



נ. ירקון



נ. ירקון



1. כאשר משאבות ראש העין מתקלקלות וזה קורה יותר בעונת החורף בגלל העומס הרב. השפכים, המוזרמים כרגיל לאגני החמצון של קבוץ עינת, זורמים אז לירקון דרך נחל רבה. בקיץ כמות זו נספגת בדרך ובחורף היא מגיעה לירקון.

2. מי השטפונות הזורמים בעונת החורף בנחל רבה, מזרימים לירקון חמרי פסולת ששקעו באפיק נחל רבה.

הערכים הגבוהים שנמדדו בעונת החורף, ירדו שוב לערכים ההתחלתיים באפריל 1972. בחודש זה לא נמצאו במים אף עקבות דטרגנטים. בדיקה חד פעמית של C.O.D. בקטע (ד) בחודש מאי 1972 הצביעה על ערך נמוך 6.6 חל"מ לעומת 40 חל"מ בקטע (ו). כלומר, בקטע (ד) זורמים, איפוא, מים נקיים במשך מרבית חודשי השנה מלבד חודשי החורף. בהמשך העבודה יובהר שעובדה זו משפיעה, כנראה, על תפוצת מיני הצמחים המצויים בקטע (ד) לעומת המינים המצויים בקטע (א) ו (ב).

את העליות והירידות ברמת ה NaCl במים בכל הקטעים במשך השנה ניתן להסביר בעובדה, שמדי פעם מזרימה "מקורות" לאפיק הירקון מי מוביל שמליחותם גבוהה יותר ממליחות מי המעינות.

בין הקטעים (ה), (ו), אליהם זורמים מי שפכים במשך כל ימות השנה, אין הבדל משמעותי מכל הבחינות. סביר להניח שהעליות שנרשמו בחודש פברואר 1972 בקטע (ו) היו גם בקטע (ה) בו הם לא נמדדו.

ניתן לראות בברור, שחלה עליה תלולה בעונת החורף בתכולת רב המדדים שנבדקו בכל התחנות לעומת עונת הקיץ. כלומר, כמויות השפכים המוזרמות לירקון בעונת החורף הן הרבה יותר גדולות.

הסבות המשוערות לעליה בכמות מי השפכים בעונת החורף דוקא דומות בחלקן לפחות, לסיבות שמנינו בנחל אלכסנדר (סעיפים 1, 3 ו 4 בעמוד מס' 16).

כמו כן קולט הירקון בעונת החורף שפכים מנחל רבה ושפכים מנחל שלה. בנחל זה מצוי סכר במרחק כ 200 מ' משפכו לירקון. סכר זה מונע את זרימת מרבית כמות השפכים בעונת הקיץ. בעונת החורף הוא נפחח וכך גדלה בהרבה תרומת נחל שלה לזהום הירקון.

ב. תוצאות המדידות הפיזיקליות

נחל אלכסנדר

1. טמפרטורה ותכולת החמצן המומס במים. (ראה ציורים מס^ו 3 ; 4 ; 5)

בציור מס. 3 אפשר לראות, שתכולת החמצן המומס בקטע הנקי של התעלה (א) היתה גבוהה במשך השנה בכל העומקים. התכולה הנמוכה ביותר נמדדה בקיץ והיתה 47% מערך הרוויה המקסימלי באותה טמפרטורה. בחורף תכולת החמצן המומס היתה קרובה מאד לערך הרוויה המקסימלי.

בניגוד לקטע (א), בקטע (ה) (ציור מס. 5), כ 100 מ² ממקום שפך התעלה לנחל אלכסנדר, תכולת החמצן המומס נמוכה במשך היום על הקרקעית ואילו במשך הלילה מגיעה קרוב ל - 0.

בקטע המזרחי של נחל אלכסנדר (קטע (ד)) הנקי יחסית, (ציור מס. 3) תכולת החמצן המומס בגוף המים בעונות החורף והאביב 1970/71 היתה קרובה לערך הרוויה המקסימלי או אף עלתה עליו. לעומת זאת בעונת קיץ 1971 היתה תכולה זו נמוכה הרבה יותר. בציור מס. 4 אפשר לראות, שתכולת החמצן המומס בקטע (ד) על הקרקעית היתה נמוכה יחסית במשך רב שעות היום ואילו במשך על הלילה היתה - 0. הסיבה המשוערת לעובדה זו היא: מציאות חמרים מחזרים בבוזה. (ואכן, לחץ על קרקעית הנחל גורמת לשחרור אין לנו הסבר לתצפית, שבחורף 1971 (פברואר) תכולת החמצן המומס היתה 107% ואילו בעונת החורף שאחריו - דצמבר 1971, תכולת החמצן המומס היתה רק 38%. בניגודו לקטעים הנקיים יחסית של נ. אלכסנדר ושל התעלה, בהם היתה תכולת החמצן המומס גבוהה יותר בעונת החורף מאשר בעונת הקיץ, הרי בקטע (ו) המזוהם (ציור מס. 3), תכולת החמצן הגבוהה (מעל לערך הרוויה המקסימלי) נמדדה רק בקיץ (מאי 1971). בקטע זה תכולת החמצן המומס בעונת הקיץ היתה גבוהה בגוף המים במשך היום. לעומת זאת, על הקרקעית תכולת החמצן המומס נמוכה (ציור מס. 4) גם במשך היום ויורדת ל 0 במשך כל הלילה (כנראה בגלל מציאות חומרים מחזרים). עליה בתכולת החמצן מעל לערך הרוויה במשך ימי הקיץ נבעה מהכמות הגדולה של האצות שהתפתחו בעונת הקיץ וגרמו לעכירות גבוהה של המים. אצות אלה מטמיעות במשך היום וגורמות לשחרור חמצן גזי במים המזוהמים, בעוד שבמשך הלילה תכולת החמצן המומס עלולה לרדת ל - 0 בגלל נשימתן ובגלל פרוץ בקטריאלי של חומר אורגני.

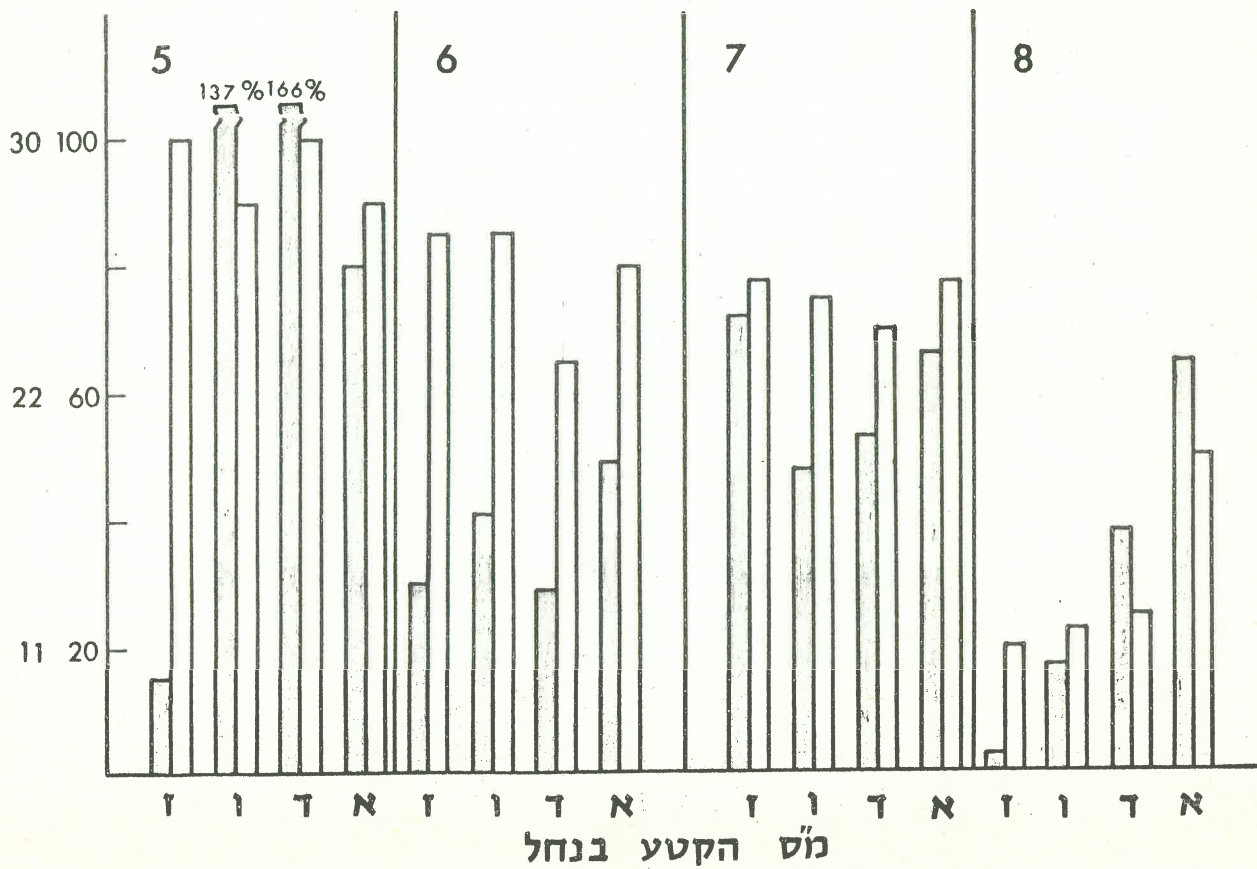
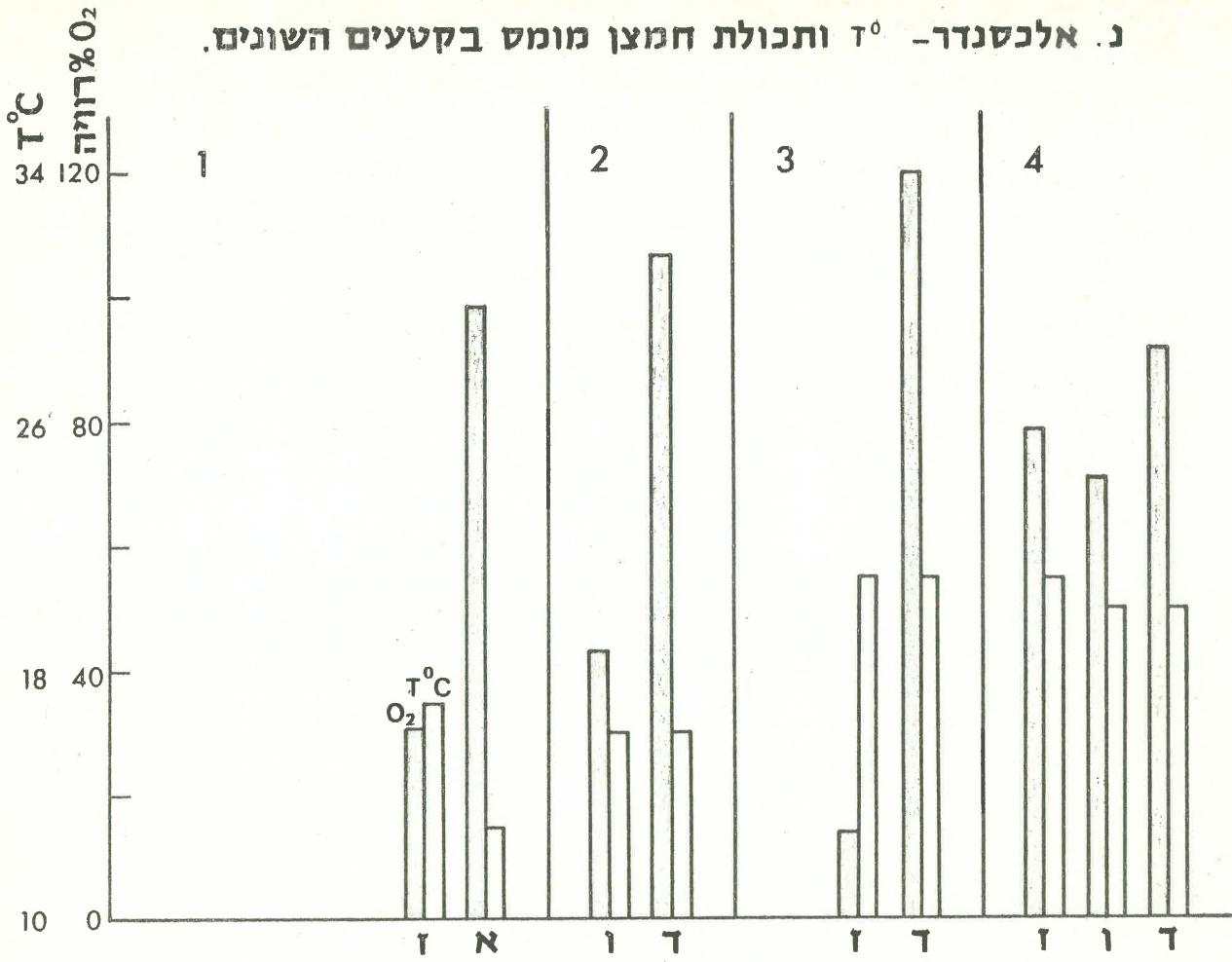
חופעה זו בלטה עוד יותר בקטע (ז). בציור מס. 4 ניתן לראות, שתכולת החמצן המומס בגוף המים במשך היום היתה גבוהה, אולם בלילה תכולה זו ירדה ל - 0. לעומת זאת, בעומק 2 מ² על קרקעית הנחל, תכולת החמצן המומס היא - 0 במשך על שעות היממה.

ציור מס. 3 - תכולת חמצן וטמפרטורת המים בקטעים שונים של נחל אלכסנדר.

(עמודות לבנות - T°C עמודות כהות - % חמצן מתכולתו ברויה).

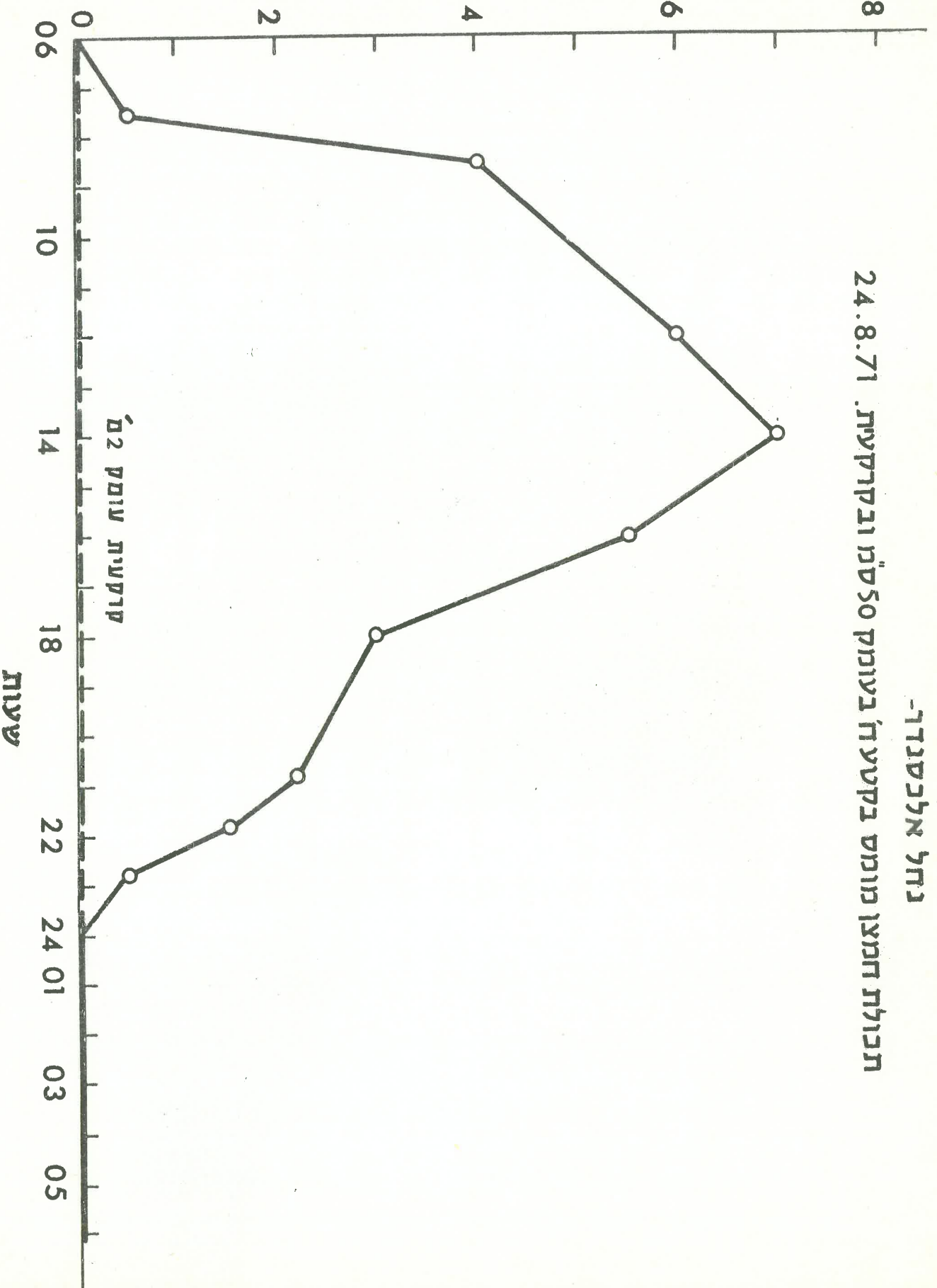
1. זמן המדידה 6.2.71 בשעות 12.00 - 12.30 בעומק 30 ס"מ.
2. זמן המדידה 20.2.71 בשעות 09.30 - 10.00 בעומק 30 ס"מ.
3. זמן המדידה 7.3.71 בשעות 15.30 - 16.00 בעומק 100 ס"מ.
4. זמן המדידה 26.4.71 בשעות 13.00 - 14.30 בעומק 30 ס"מ.
5. זמן המדידה 15.5.71 בשעות 12.30 - 15.00 בעומק 20 ס"מ.
6. זמן המדידה 13.8.71 בשעות 08.30 - 10.00 בעומק 30 ס"מ.
7. זמן המדידה 30.9.71 בשעות 08.30 - 11.30 בעומק 5 ס"מ.
8. זמן המדידה 27.12.71 בשעות 09.30 - 12.30 בעומק 15 ס"מ.

נ. אלכסנדר - T° ותכולת חמצן מומס בקטעים השונים.



מ"ס הקטע בנחל

O₂ p.p.m



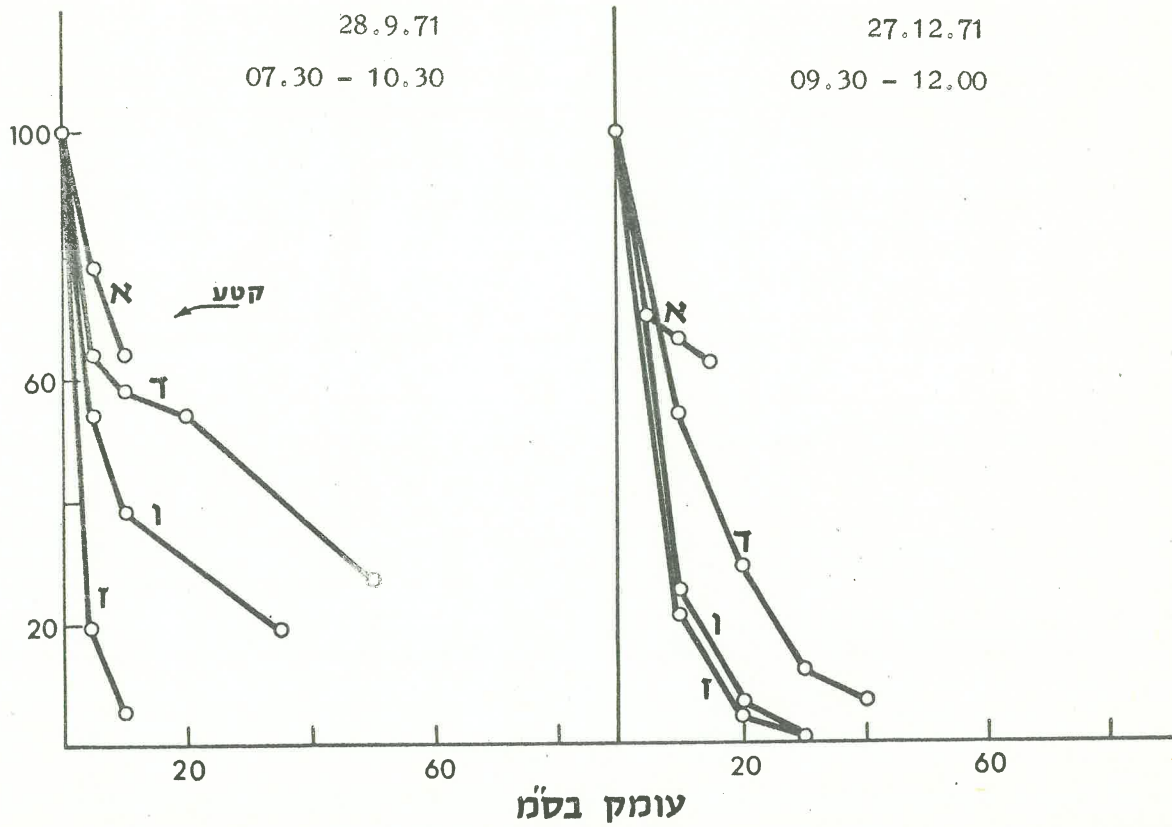
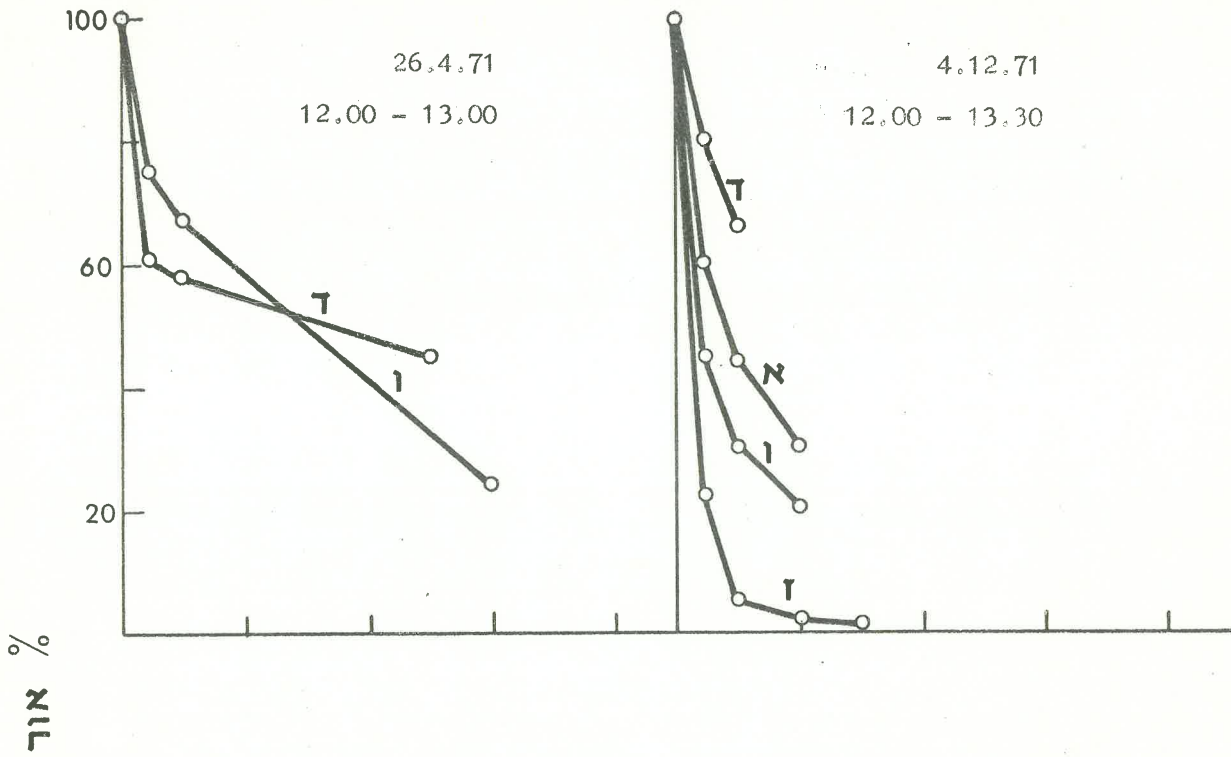
נהל אלכסנדר -
 תכולת חמצן מומס בקטעה' בעומק 50 סמ' ובקרקעית. 24.8.71

קרקעית עומק 2 מ'

שעות

צירוף מס. 5 תכולת חמצן מומס רציפה במשך יממה בקטע מזוהים של נהל אלכסנדר בעומק 50 ס"מ (קו רצוף) ובעומק 2 מ' (קו מרוסק)

נחל אלכסנדר - מידת עכירות חמים על פי חדירותסלאור.



ציור מס. 6 - מידת חדירת האור לעמקם של מי נחל אלכסנדר כביטוי לעכירותם.

טבלה מס. 1

ערכי PH ומוליכות חשמלית ב $\text{cm}^2/\text{Microsmhos}$ בתחנות השונות בנחל אלכסנדר במשך השנה

מוליג' כות	(ב)		(ה)		(ו)		(ז)		(ח)		(ט)		(י)		(יא)		(א)		תחנות הבדיקה ביג השעות תאריך
	PH	מוליג' כות	PH	מוליג' כות	PH	מוליג' כות	PH	מוליג' כות	PH	מוליג' כות	PH	מוליג' כות	PH	מוליג' כות	PH	מוליג' כות	PH	מוליג' כות	
2800					1380	900			1400	1700			450				12.30 - 15.00	15.5.71	
3800	8.3	2100	8.2	1500	8.7	1340	8.2	1100	8.5		1350	7.9	900	8.7		400	7.8	12.00 - 14.00	5.6.71
																		07.30 - 08.30	30.9.71
																		08.30 - 10.30	20.11.71
																		12.00 - 13.30	4.12.71
																		10.00 - 12.00	27.12.71

טבלה מס. 2

ערכי PH ומוליכות חשמלית ב $\text{cm}^2/\text{Microsmhos}$ בתחנות השונות בנחל ירקון במשך השנה

מוליג' כות	(ה)		(ו)		(ז)		(ח)		(ט)		(י)		(יא)		(א)		תחנות הבדיקה ביג השעות תאריך		
	PH	מוליג' כות	PH	מוליג' כות	PH	מוליג' כות	PH	מוליג' כות	PH	מוליג' כות	PH	מוליג' כות	PH	מוליג' כות	PH	מוליג' כות			
2600					1400				1300	1200			1100			1100	1100	14.00 - 16.00	16.5.71
																		15.00 - 16.00	6.6.71
																		06.00 - 07.00	26.9.71
																		10.00 - 12.30	30.9.71
																		13.00 - 16.00	21.12.71
																		14.00 - 16.00	27.12.71

הסיבה לתכולת חמצן נמוכה בקטע זה כבר בעומקים לא גדולים היא: מציאות כמות גדולה מאד של אצות, שגורמת לעכירות גבוהה המונעת חדירת אור לעומק גוף המים (ראה ציור מס. 6). כלומר מסת האצות המטמיעות והפולטות חמצן במשך היום מצויה רק בשכבת המים המוארת ואילו לתחתית הנחל שוקע כל החומר האורגני והמינרלי שהתפרקותו צורכת חמצן.

בקטע זה קיים, איפוא, מצב של חוסר חמצן תמידי בקרקעית הנחל ומעט מעליה. (מלבד בעת שטפונות או זרימות חזקות, שמעלות את הבוצה וגורמות לחוסר חמצן כמעט כללי בכל עומד המים, מחסור זה גורם, בין השאר, לתמותת הדגים. (סלס 1967 אלפי 1971 וזפר 1971).

2. ערכי ה PH והמוליכות החשמלית (ראה טבלה מס. 1)

לפי הטבלה אפשר לראות:

1. המוליכות החשמלית הלכה ועלתה ככל שמתקרבים לשפך הנחל ליס. לפיכך ההנחה היא, כי ב 5 הק"מ התחתונים של הנחל יש השפעת חדירה של מי ים.
 2. כמויות השפכים המוזרמות לנחל בעונת החורף גדולות הרבה יותר מהכמויות המוזרמות בקיץ. למרות זאת, המוליכות החשמלית בעונת החורף נמוכה יותר; כנראה בגלל המיהול במי גשם.
 3. המוליכות החשמלית של קטע (א) בתעלה נמוכה מאד וקבועה במשך כל השנה.
 4. ערכי ה PH היו ניטרליים או בסיסיים מעט ואין הבדלים משמעותיים בין התחנות השונות. ערך יוצא דופן נרשם בקטע (ו) בחאריך 20.11.71.
 3. מידת עכירות המים הנמדדת על פי החדירות לאור (ציור מס. 6)
- עכירות המים נובעת: מנוכחות אצות, חומר אורגני וגם תרחיף אי אורגני (כמו סחף שטפונות).
- המים בקטע (א) היו פחות עכורים מכל יתר הקטעים, מלבד במדידה שנעשתה בתאריך 4.12.71. כצפוי, בעונת הקיץ המים בקטע (א) היו יותר עכורים מאשר בעונת החורף, מכיון שהתפתחות אצות מוגבלת ע"י טמפרטורות נמוכות. (סלס 1967).
- בקטע (ד) המצב הפוך. בעונת החורף המים היו עכורים יותר מאשר בעונת הקיץ. הסיבה לכך היא: מי השפכים, מי השטפונות ומי בריכות הדגים הזורמים לקטע זה רק בעונת החורף.
- בתאריך 26.4.71 היתה עכירות המים בקטע (ו) קטנה ב 25 ס"מ העליונים, מעכירות המים בקטע (ד) הנקי. רק בעומק גדול מ 25 ס"מ העליונים עכירות המים בקטע (ו) עלתה על עכירות המים בקטע (ד). כנראה, שבקטע (ו) היתה זרימה איטית במיוחד, שגרמה לשקיעת החומרים המוסעים בנחל.

עכירות המים בקטע (ז) היתה גדולה ביותר, בגלל רבוי האצות והחומרים האחרים הצפים והמוסעים בהם. הכמות הגדולה של האצות המטמיעות התרכזת בחלק העליון של גוף המים, מכיון שכבר בעומק 30 ס"מ (דצמבר 1971) כמות האור שהצליחה להסתנן היתה קרובה ל 0.

נחל הירקון

1. טמפרטורה ותכולת החמצן המומס במים (ראה ציורים מס. 7 ו 8)

תכולת החמצן המומס בקטעים הנקיים של הירקון (א), (ב), (ג), (ד) במשך היום היתה גבוהה בכל העומקים ובכל עונות השנה. התכולה הנמוכה ביותר של חמצן מומס שנמדדה בקטע (ד) באוגוסט 1971 ביום בעומק של 1 מ' היתה 37% מרוויה. במשך הלילה תכולת החמצן המומס, אף בקרקעית קטע (א) הנקי (ציור מס. 7), לא ירדה מתחת ל 3 חל"מ (כ - 30% מרוויה), שהוא ערך גבולי, שמתחת לו מספר מיני דגים מראים סימני פגיעה (חפר 1971 ו- Davis 1971). יש לציין, שבקטעים הנקיים בירקון לא עברה תכולת החמצן המומס את ערכי הרוויה באף מקרה. כזכור, מדידות שבהן תכולת החמצן עברה את ערך הרוויה התקבלו בקטעים המזוהמים של נ. אלכסנדר, ונבעו מכמות גדולה של אצות בגוף המים. לעומת זאת, בקטעים המזוהמים (ה) ו (ו) בירקון, היתה תכולת החמצן המומס נמוכה בכל הזמנים והעומקים והיתה קרובה בדר"כ ל 0 בקרבת הקרקעית. כנראה שמרבית החומר האורגני המצוי בהם הוא חומר מת, שחמצונו צורך את רב כמות החמצן ממי הנחל.

2. ערכי ה PH והמוליכות החשמלית (ראה טבלה מס. 2)

לא נראו הבדלים משמעותיים בערכי ה PH ובמוליכות החשמלית בין קטעי הנחל השונים ובמשך עונות השנה בכל קטע.

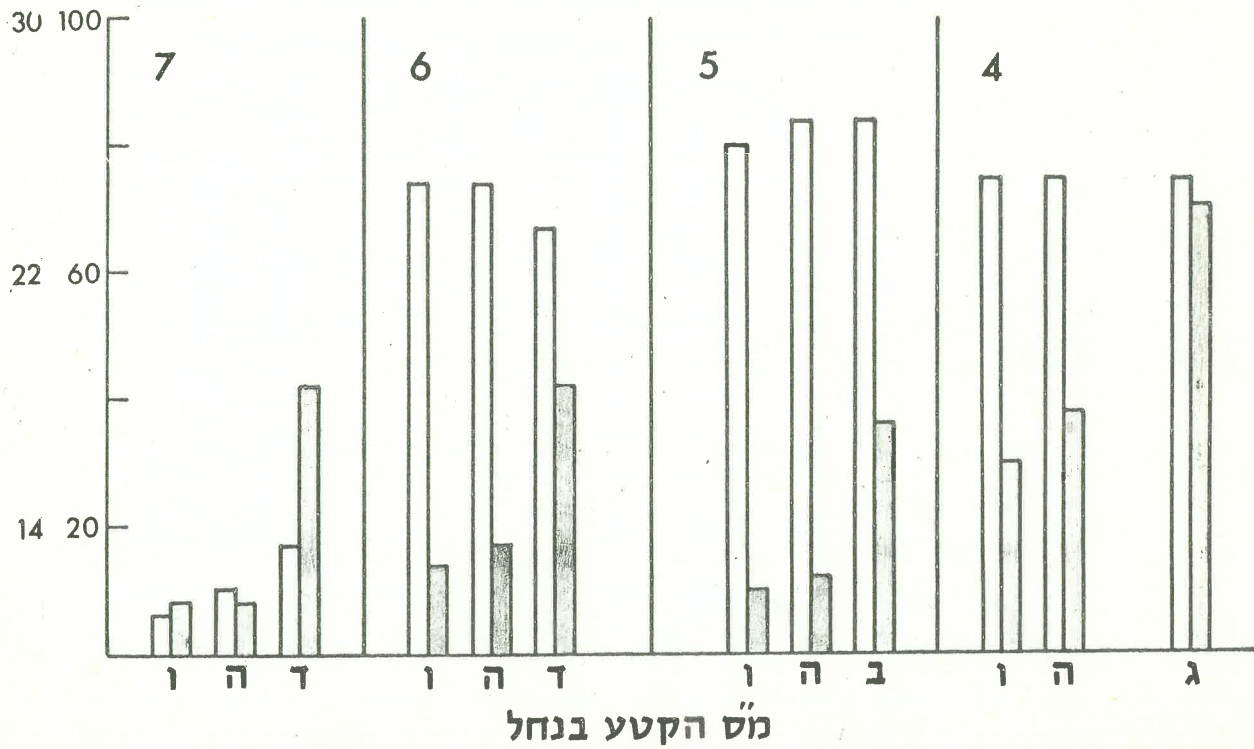
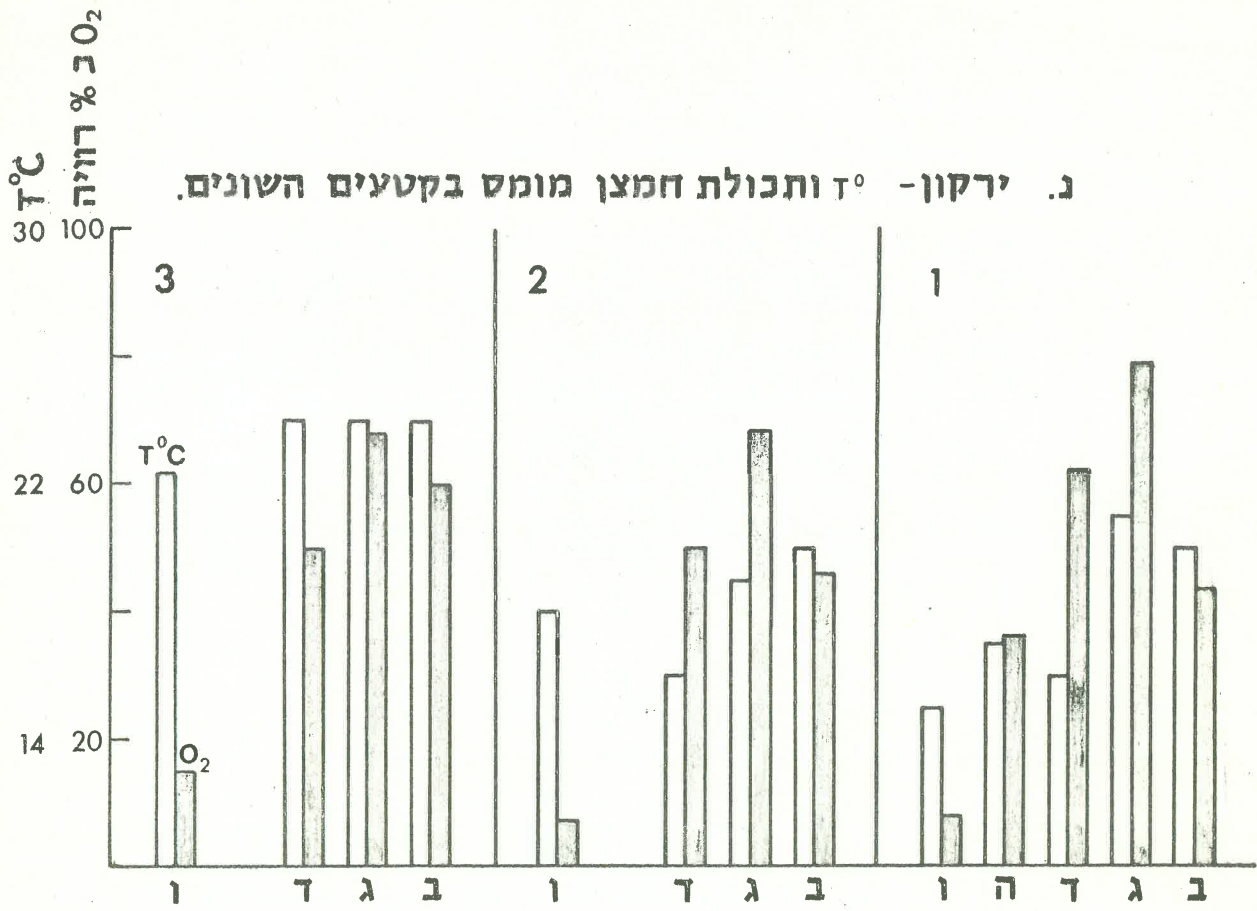
3. מידת עכירות המים הנמדדת על פי חדירותם לאור (ראה ציור מס. 9)

יש לציין את ההבדל הבולט במשך כל השנה בעכירות המים הנמוכה בקטע הנקי לעומת עכירותם הגבוהה של הקטעים המזוהמים של הירקון. בולטת העובדה, שעכירות המים בעונת החורף גם בקטעים הנקיים וגם בקטעים המזוהמים נמוכה הרבה יותר מאשר בעונת הקיץ, למרות כמויות השפכים המרובות יותר, כאמור, בעונת החורף. מכאן, שמצב העכירות כאן מושפע בעיקר מכמות האצות במים ולא מריכוז התרחיף האביוטי. הגורם המדכא התפתחות אצות בחורף הוא הטמפרטורה. (סלס 1967).

ציור מס. 7 - תכולת חמצן וטמפרטורת המים בקטעים שונים של נחל ירקון.

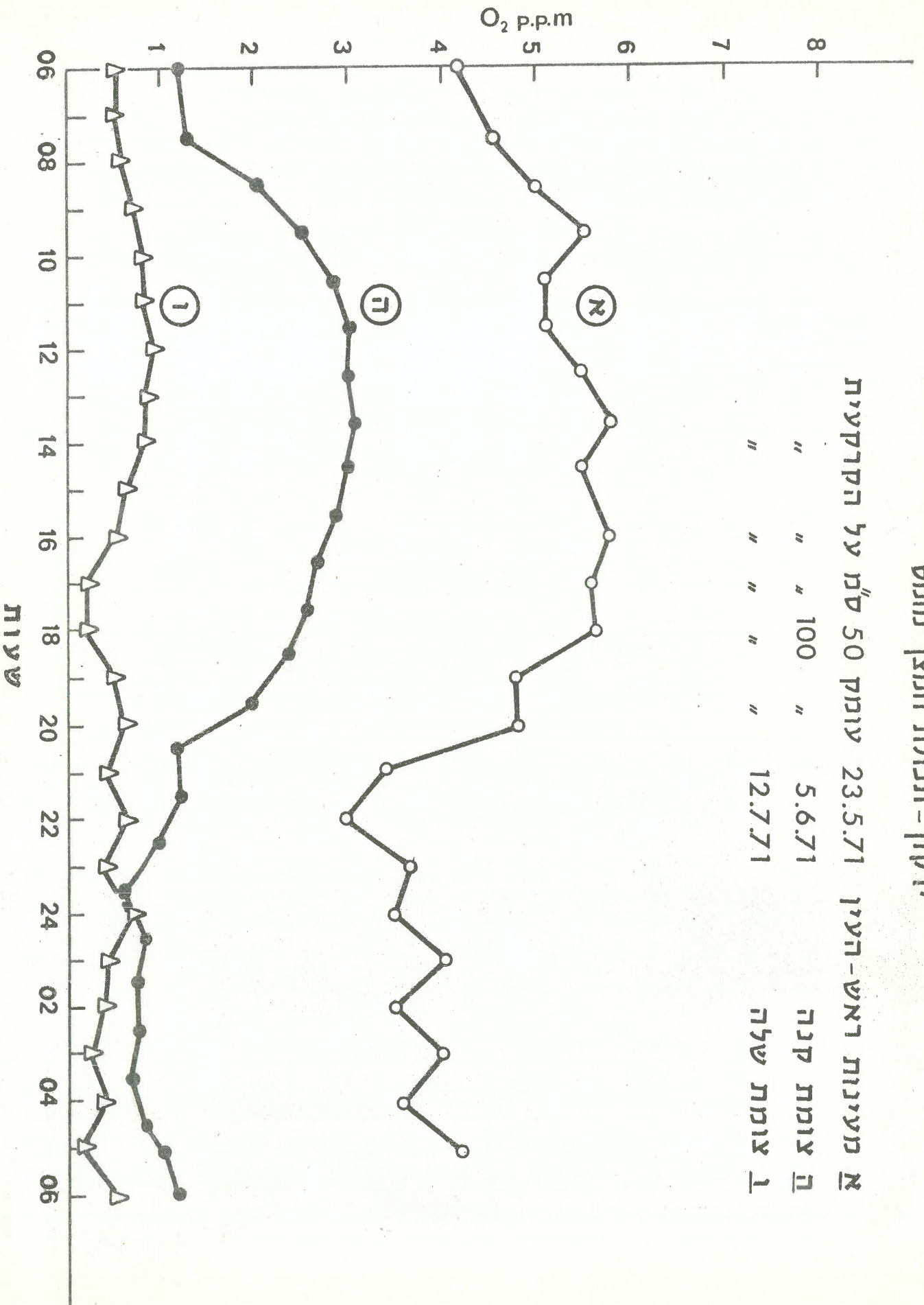
(עמודות לבנות - $T^{\circ}C$ עמודות כהות - % חמצן מתכולתו ברויה).

1. זמן המדידה 21.2.71 בשעות 10.00 - 13.00 בעומק 5 ס"מ.
2. זמן המדידה 7.3.71 בשעות 09.30 - 11.00 בעומק 5 ס"מ.
3. זמן המדידה 16.5.71 בשעות 14.30 - 15.30 בעומק 100 ס"מ.
4. זמן המדידה 7.7.71 בשעות 15.00 - 16.00 בעומק 100 ס"מ.
5. זמן המדידה 13.8.71 בשעות 10.00 - 11.00 בעומק 100 ס"מ.
6. זמן המדידה 30.9.71 בשעות 12.30 - 13.30 בעומק 5 ס"מ.
7. זמן המדידה 21.12.71 בשעות 13.00 - 14.00 בעומק 5 ס"מ.

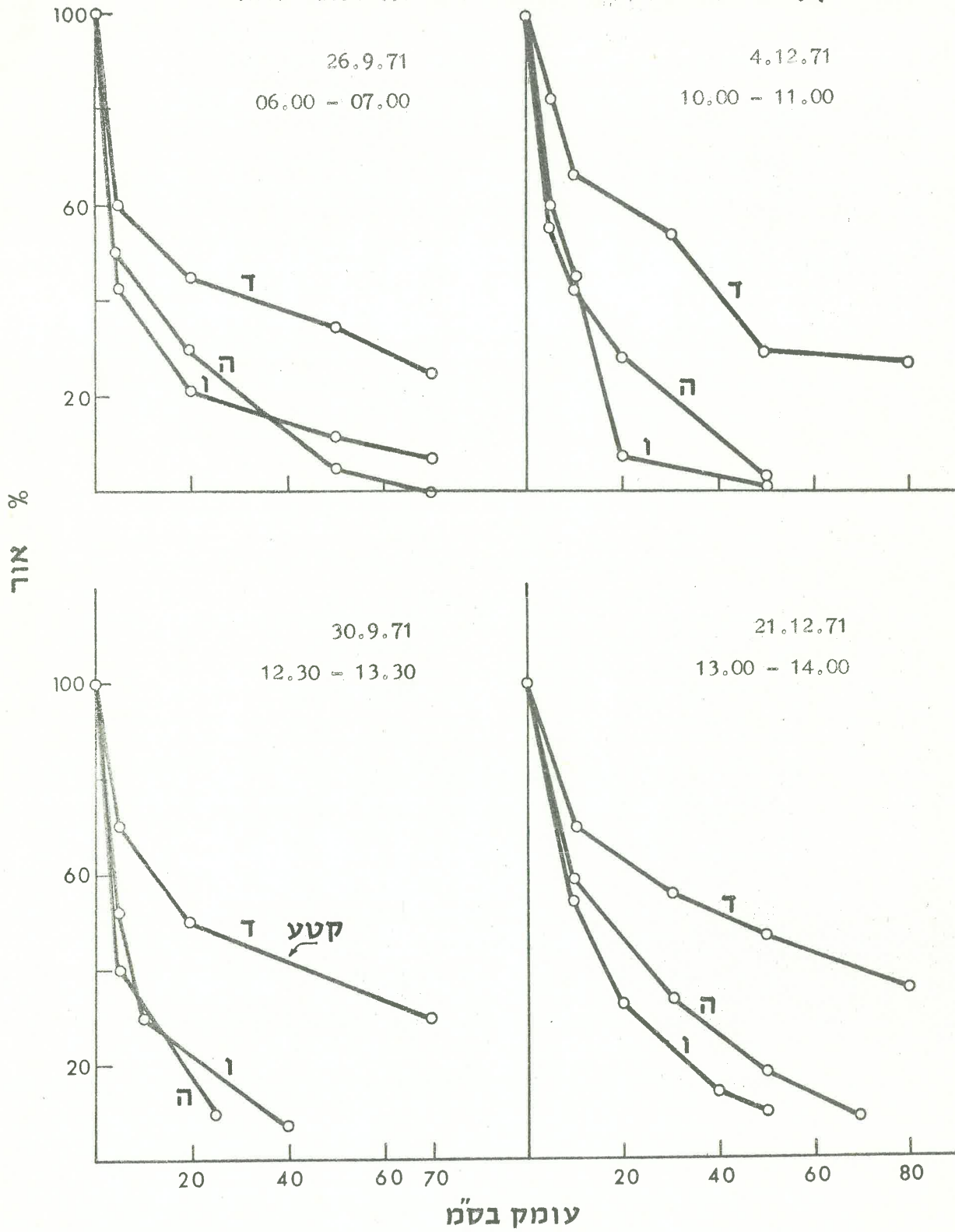


ירקון - תכולת חמצן מומס

א	מעיינות ראש-העין	23.5.71	עומק 50 ס"מ	על הקרקעית
ה	צומת קנה	5.6.71	100 "	"
ו	צומת שלה	12.7.71	"	"



נ. ירקון-מידת עכירות המים על פי חדירותם לאור



ציור מס. 9 - מדה חדירות האור לעמקם של מי נהל ירקון כבטוי לעכירותם.

2. ת פ ו צ ת ה צ מ ח י ם

נחל אלכסנדר

השנויים שחלו בצמחיית נחל אלכסנדר מוצגים בשלש הטבלאות מס. 3, 4 ו 5.

טבלה מס. 3

מיני הצמחים שנעלמו לחלוטין מנחל אלכסנדר ומיובליו. (תורן בע"פ)

<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid.	1. ספירודלה רבת שורשים
(<i>Lemna polyrrhiza</i> L.)	(עדשת מים רבת שורשים)
<i>Ludwigia stolonifera</i> (Guill. et Perr.) Raven	2. מדד זוחל
<i>Potamogeton nodosus</i> Poir.	3. נהרונית צפה
<i>Potamogeton lucens</i> L.	4. נהרונית שקופה
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	5. קרנן טבוע
<i>Nymphaea alba</i> L.	6. נימפיאה לבנה
<i>Callitriche verna</i> L.	7. טובענית אביבית
<i>Samolus valerandi</i> L.	8. ערידה הבצוח
<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	9. שוש קרח
<i>Iris grant-duffii</i> Bak.	10. אירוס הבצוח
<i>Orchis laxiflorus</i> Lam.	11. סחלב הבצוח
<i>Polygonum acuminatum</i> Kunth	12. ארכובית מחודדת
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) R. Br.	13. בצעוני מצוי
<i>Mentha aquatica</i> L.	14. נענח המים
<i>Mentha pulegium</i> L.	15. נענח הכדורים
<i>Scrophularia macrophylla</i> Boiss.	16. לוענית גדולח עלים
<i>Fuirena pubescens</i> Kth.	17. פואירנה שעירה
<i>Carex divisa</i> Huds.	18. כריך מחולק

טבלה מס. 4

מיני הצמחים שהיו לאורך נחל אלכסנדר ונותרו כיום רק בקטעים או יובלים בודדים:

Potamogeton trichoides Chem. et Schlechtd.	1. נהרונה נימיה
Lemna minor L.	2. עדשה המים הזעירה
Lemna gibba L.	3. עדשה המים הגבנה
Butomus umbellatus L.	4. בוציץ סוככני
Damasonium burgaei Coss.	5. דמסון כוככני
Alisma lanceolatum With.	6. כף צפרדע איזמלנית
Typha latifolia L.	7. סוף רחב עלים
Cyperus alopecuroides Rottb.	8. גומא צפוף
Scirpus lacustris L.	9. אגמון האגם
Sparganium neglectum Beeby	10. כדורן ענף
Mentha incana Willd.	11. נענה משובלח
Epilobium hirstum L.	12. ערברבה שעירה
Nasturtium officinale R. Br.	13. גרגיר הנחלים
Veronica anagallis-aquatica L.	14. ברוניקה המים
Bonjeanea recta (L.) Richb.	15. אחילוטוס זקוף
Juncus fontanesii Gay	16. סמר מחויץ

טבלה נוכחות הצמחים בנחל אלכסנדר

+ מצוי בקטע

++ נפוץ בקטע

- אינו מצוי בקטע

מידת נוכחותו בקטע											שם הצמח				
א	א	ב	ג	ד	ה	ו	ז	ח	ט	י		יא			
	-		-		-		-		-		-		+	Butomus umbellatus L.	בוציץ סוככני
	-		-		-		-		-		-		+	Damasonium burgaei Coss.	דמסון כוכבני
	-		-		-		-		-		-		+	Sparganium neglectum Beeby	כדורן ענף
	-		-		-		-		-		-		+	Potamogeton trichoides Cam.	נהרונית נימית
	-		-		-		-		-		-		+	Juncus bufonius L.	סמר מצוי
	-		-		-		-		-		-		+	Trifolium repens L.	תלתן זוחל
	-		-		-		-		-		-		++	Lemna minor L.	עדשה מים זעירה
	-		-		-		-		-		-		++	Lemna gibba L.	עדשה מים גבנה
	-		-		-		-		-		-		++	Riccia fluitans L.	ריקציה צפה
	-		-		-		-		-		-		++	Typha latifolia L.	סוף רחב עלים
	-		-		-		-		-		-		+	Alisma lanceolatum With.	כף צפרדע איזמלנית
	-		-		-		-		-		-		+	Smyrnum olusatrum L.	מוריה גדולה
	-		-		-		-		-		-		+	Scirpus lacustris L.	אגמון האגם
	-		-		-		-		-		-		+	Centaurium pulchellum (Sw.) Druce	ערבז יפה
	-		-		-		-		-		-		+	Crypsis minuartioides (Bornm.) Mez.	עטינית מגובבת
	-		-		-		-		-		-		+	Rumex pulcher L.	חומעה יפה
	-		-		-		-		-		-		+	Juncus fontanesii Gay	סמר מחויץ
	-		-		-		-		-		-		+	Mentha incana Willd.	נענה משובלת
	-		-		-		-		-		-		+	Epilobium hirsutum L.	ערברבה שעירה
	-		-		-		-		-		-		+	Nasturtium officinale R. Br.	גרגיר הנחלים
	-		-		-		-		-		-		+	Trifolium fragiferum L.	תלתן הבצוח
	-		-		-		-		-		-		+	Lotus palustris Willd.	לוטוס הבצוח
	-		-		-		-		-		-		++	Veronica anagallis-aquatica L.	ברוניקה המים

מידת נוכחותו בקטע											שם הצמח	
א	א	ב	ג	ד	ה	ו	ז	ח	ט	י		
-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	Cyperus alopecuroides Rottb.	גמא צפוף
-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	Bonjeanea recta (L.) Richb.	אחילוטוס זקוף
-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	Geranium dissectum L.	גירניון גזור
-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	Vicia galeata Boiss.	בקיח הבצוח
-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	Festuca arundinacea Schreb.	בן אפר מצוי
-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	Carex nemorosa Rebert.	כריך שחום
-	-	-	-	++	-	+	-	-	-	-	Polyogon monspeliensis (L.) Desf.	עבדקן מצוי
-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	Agrostis verticillata Vill.	נחליה הדורים
-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	Alternanthera sessilis (L.) DC.	ביצן מכסיף
-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	Lythrum junnceum Banks et Sol.	שנית מחפחלה
-	-	-	-	+	-	+	+	-	++	-	Cyperus glaber L.	גמא קרח
-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	Scirpus maritimus L.	אגמון ימי
-	-	+	-	-	-	++	++	++	++	++	Apium nodiflorum (L.) Lag.	כרפס הביצוח
+	-	++	+	+	-	-	-	-	-	-	Saccharum biflorum Forsk.	קנה סוכר מצוי
-	-	-	+	+	-	++	++	+	-	-	Polygonum salicifolium Brouss.	ארכוביה משונשנה
-	-	+	+	+	-	++	++	+	+	+	Lycopus europaeus L.	כף זאב אירופית
-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	Melilotus albus Desr.	דבשה לבנה
+	+	-	+	+	-	++	++	+	+	+	Lythrum salicaria L.	שנית גדולה
-	++	+	-	+	-	++	++	+	+	+	Cyperus longus L.	גמא ארוך
-	-	-	+	++	-	++	++	+	++	++	Paspalum distichum L.	פספלוך דו-טורי
-	-	+	-	-	++	++	++	+	+	+	Typha angustata Bory et Chaub.	סוף מצוי
-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	Polygonum lapathifolium L.	ארכוביה הכחמים
-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	Melissa officinalis L.	מליסה רפואית
+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	Stachys viticina Boiss.	אשבל הביצה
-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	Convolvulus sepium L.	חבלבל המשוכות
+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	Cynanchum acutum L.	חנק מחודד
-	-	++	+	-	-	+	+	-	-	-	Lippia nodiflora (L.) Mich.	ליפיה זוחלת
-	-	+	+	++	++	+	+	+	+	+	Foeniculum piperitum (Vcria) Presl.	שומר דל קרנות

מידת נוכחותו בקטע										שם הצמח		
א	א	ב	ג	ד	ה	ו	ז	ח	ט	י	יא	
+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	Asparagus palaestinus Baker	אספרג א"י
+	+	+	+	++	-	++	++	+	+	+	Cephalaria joppica (Spreng.) Beg.	שלמון יפואי
-	-	+	+	++	-	++	++	+	+	+	Pulicaria dysenterica (L.) Gaertn.	פרעושיה משלשה
+	+	+	++	+	-	+	+	-	-	-	Sorghum halepense (L.) Pers.	דורח ארם צובא
+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	Amaranthus retroflexus L.	ירבוז מפשל
+	-	++	++	+	-	-	-	-	-	-	Imperata cylindrica (L.) P.B.	משיך גלילי
-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	Glycyrrhiza echinata L.	שוש קוצני
-	-	++	++	+	+	-	+	-	-	-	Juncus acutus L.	סמר חד
-	-	++	+	-	+	-	-	-	-	-	Statice limonium L.	עדעד הבצוח
+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	Ononis antiquorum L.	שברק קוצני
-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	Plantago sarcophylla (Boiss.) Zohary	לחך בשרני
-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	Psoralea bituminosa L.	שרעול שעיר
-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	Apium graveolens L.	כרפס ריחני
+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	Salix acmophylla Boiss.	ערבה מחודדה
+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	Arundo donax L.	עבקנה שכיח
+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	Verbena officinalis L.	ורבנה רפואית
-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	Ipomoea sagittata Poir.	לפופיה החצים
-	-	+	++	-	-	-	-	-	-	-	Stachys arvensis L.	אשבל השדה
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Polygonum equisetiforme S.etS.	ארכוביה שבטבטיח
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Alhagi maurorum Medik.	הגה מצוי
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Chenopodium ambrosioides L.	כף אוז ריחנית
+	+	+	+	++	++	++	++	+	++	++	Aster subulatum Michx.	אסתר מרצועני
+	+	+	+	++	++	++	+	+	++	++	Plantago lanceolata L.	לחך איזמלני
++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+	Brachiaria mutica (Forsk.) Stapf	דחנך קפח
+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	Inula viscosa (L.) Desf.	סיון דביק
+	+	++	++	++	++	++	++	+	+	+	Rubus sanguineus Friv. (=R. sanctus)	פטל קדוש
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	Phragmites communis Trin.	קנה מצוי
+	++	++	++	++	++	+	+	+	++	++	Panicum repens L.	דוחן זוחל
+	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	Helminthia echioides (L.) Gaerth.	חולעניח דוקרניח
+	+	+	++	++	+	++	++	+	+	+	Prosopis farcta (Banks et Sol.) Macbride	ינבוט השדה

מיגוון המינים הגדול יחסית המצוי בתעלה בקטע (א) נובע, כפי הנראה, מאיכות המים הטובה המצויים בקטע זה במשך כל ימות השנה.

מתוך 81 מינים שנמנו לאורך נחל אלכסנדר ויובליו, בקטע (א) של התעלה שאורכו בסך הכל כ- 600 מ', נמנו 45 מינים. בקטע המזוהם של התעלה (ה), נמנו 17 מינים בלבד בכללם שלשה צמחי מלחה. (בקטע (ה) של התעלה יש, כזכור, כניסה של מים מקטע (ח) המושפע מחדירת מי ים).

8 ממיני הצמחים המצויים כיום בקטע (א) לא ידועים מהקטעים האחרים של נחל אלכסנדר. על פי עדותו של א. תורן, המינים שנותרו לפליטה כיום בקטע (א) היו בעבר גם בקטעים האחרים ונעלמו משם, כנראה, עקב זהום המים. כדאי לציין, שהמשך קיום מינים אלה בתעלה מלאכותית זו אינו מובטח כלל וכלל. יתכן שכבר עתה חלק מהם כבר הושמד, הואיל ומדינתנו חרשה חדשים קרקעית התעלה נחפרת וצמחיתה מרוססת ו/או מכוסחת.

מספר המינים שנמנו בקטעים המזרחיים, הנקיים יחסית, של נחל אלכסנדר (ב), (ג), (ד) מגיע ל 65. אם נוסיף למספר מינים זה את מספר המינים שהופיעו רק בקטע (א) בתעלה יגיע מספר מיני הצמחים שהופיעו בקטעים הנקיים ל 73. כלומר 8 מיני צמחים מכלל המינים שנמנו הופיעו רק בקטעים המזוהמים. עיון בטבלת הנוכחות (טבלה מס. 5) יגלה לנו ש 8 מינים אלה נמנו בקטעים (ח) (ט) והם צמחי מלחה או צמחי חולות. כאמור, קימת בקטעים הנ"ל חדירת מי ים וגדות הנחל בקטע (ט) הן דיונות חול חופיות. בקטע (ו) המזוהם במשך כל ימות השנה, אך דרגת זהומו הרבה יותר נמוכה מזהום קטע (ז) (ראה ציור מס. 1), ישנה תפוצה מעניינת. מתוך 44 מיני הצמחים שנמנו בקטע זה, 8 הופיעו גם בקטעים הנקיים אך לא הופיעו ביתר הקטעים המזוהמים. כלומר יתכן מאד שהעובדה שקטע זה המצוי ברמת ביניים מבחינת זהומו, יכול מספר מינים קטן מהקטעים הנקיים אך גדול מכל יתר הקטעים המזוהמים. לעומת זאת לא היה מקרה (מלבד צמחי המלח והחול בקטעים (ח) (ט)) בו הופיע מין צמח בקטעים המזוהמים ולא הופיע בקטע (ו).

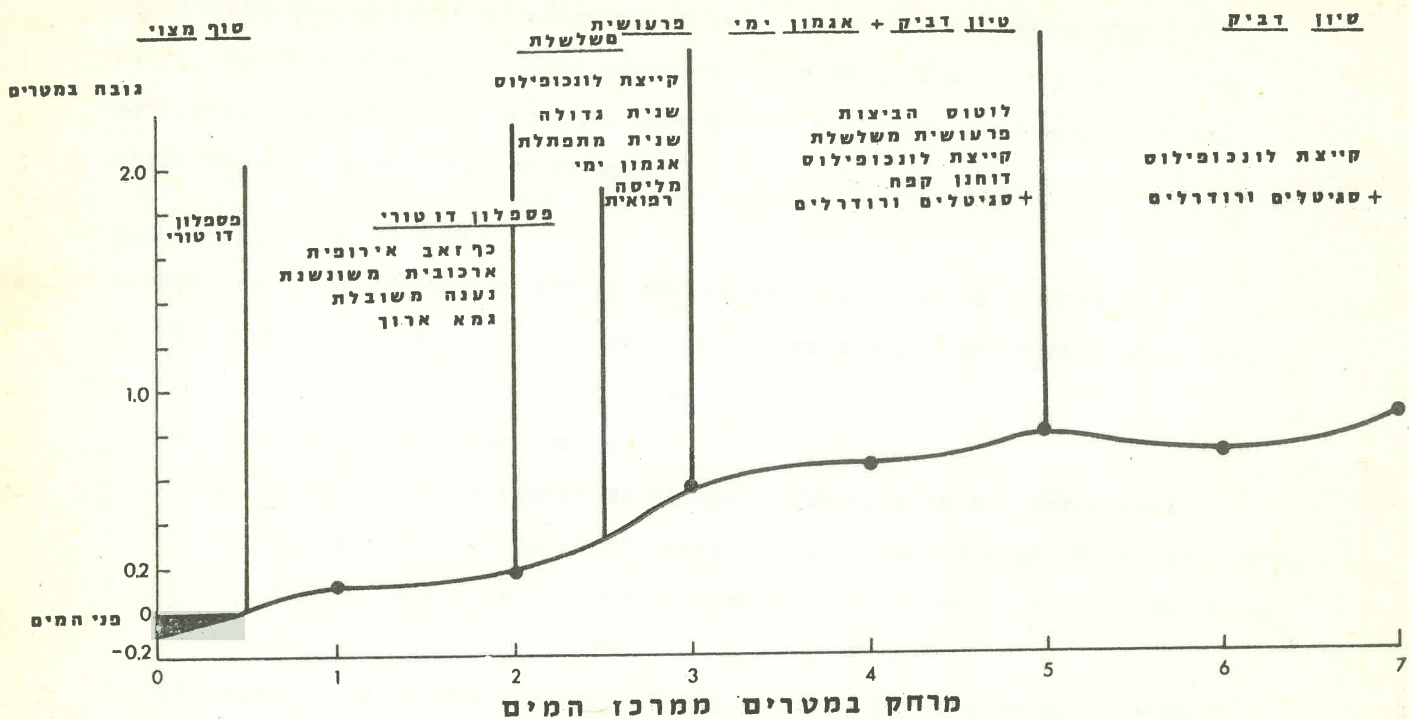
ההסבר לתופעה זו:

1. איכות המים בקטע (ו) יותר טובה מאיכות המים בקטעים (ז) (ח) (ט).
 2. בקטע (ו) יש גדות בעלות שפוע קטן, כמו בקטעים (ב) (ג) (ד). ביתר הקטעים המזוהמים השפוע גדול יותר וממילא בית הגדול מצומצם יותר.
- מספר המינים שהופיעו בקטעים (ז) (ח) (ט) (יחד עם צמחי המלח והחול) מגיע ל 46. השלטון העיקרי בגדת הנחל (התלולה בד"כ) היא של קנה מצוי, פטל קדוש, ודוחנן

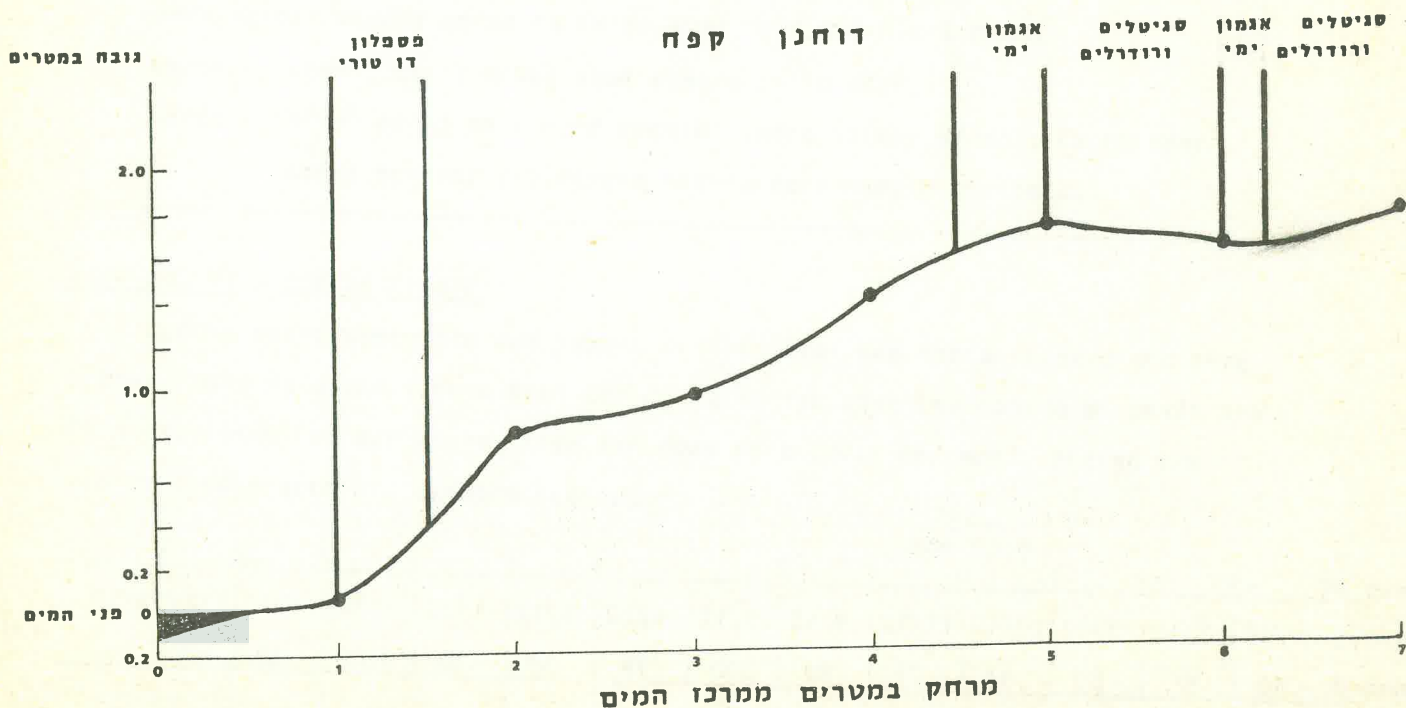
קפת. (ראה לוח מס. 1) שלשה מינים אלה מכסים את מרבית שטח הגדה. יתר המינים מצויים ביניהם ובחגורה עליונה יותר, המושפעת גם ממי ההשקאה של השדות והמטעים בסביבה. לסכום, נציין את העובדה הבאה (ראה טבלה מס. 5): לא היה מקרה אחד שבו צמח מסוים הופיע רק בקטעים המזוהמים (מלבד צמחי המלח והחול). אולם היו 27 מקרים בהם מיני צמחים הופיעו בקטעים הנקיים יחסית בלבד (א) (א1) (ב) (ג) (ד) ולא הופיעו בקטעים המזוהמים (ו) (ז) (ח) (ט) (י) (יא). כלומר, מגוון המינים בקטעים הנקיים גדול יותר מזה שבקטעים המזוהמים. בעבודתו של Kohler (1971) באה גם כן עובדה זו לידי בטוי.

זהו המים גורם לפגיעה ולהעלמות חלק מהמינים הרגישים לזהום ואילו המינים העמידים לזהום מתפשטים ותופסים את מקומם.

נחל אלכסנדר (מפנה דרומי)
כ 30 מטר מזרחית לכניסת נ.אמץ



נחל אלכסנדר + נ.אומץ (מפנה דרומי)
כ 30 מטר מערבית לכניסת נ.אומץ



ציור מס. 10 שני חתכים לדוגמא, שנעשו בקטע נקי (חתך עליון) ובקטע מזוהם (חתך תחתון) בנחל.

חתכים. (ציורים מס. 11 - 29)

החתכים בנחל אלכסנדר נעשו במטרה לעקוב אחר אופן התפוצה ומידת הנוכחות של כל צמח בקטעים השונים של הנחל. כלומר לראות באיזו מידה טיב המים שאותו בדקנו בפרק הקודם, משפיע על אופן הופעת מיני הצמחים שמצויים גם בקטעים הנקיים וגם בקטעים המזוהמים. כאשר צמח מסוים הופיע רק בקטעים הנקיים (כזכור, מקרה הפוך לא נמצא), הבאנו את הנתונים עליו ללא כל השואה.

הסבר לציורים מס. 11 - 29:

- א. האותיות א - ו מציינות את התחנות השונות בהן בוצעו החתכים (ראה מפה).
- ב. השבר שבציור מראה את היחס בין מספר החתכים בהם הופיע הצמח באותה תחנה (מונה) לבין מספר החתכים הכלליים שבוצע באותה תחנה (מכנה).
- ג. נקודת ה 0 בציורים היא שפת המים.
- ד. ציר ה X מציינ את התחום הממוצע של התפשטות הצמח מגוף המים - במעלה הגדה.
- ה. ציר ה Y מציינ את התחום הממוצע של המרחק בקו אנכי, שהצמח תופס יחסית לפני המים.
- ו. הקווים הניצבים בקצוות הציורים מציינים את ערכי הגובה המינימליים והמקסימליים יחסית לפני המים, שבהם הופיע הצמח.
- ז. שני המספרים הקטנים הרשומים בסמוך לקוים הניצבים, מציינים את ערכי המרחק המינימליים והמקסימליים משפת המים, בהם הופיע הצמח.

הסבר לטבלות הציורים מס. 11 - 29:

הטבלה מציגה את מידת הנוכחות (השברים) ואחוז הכיסוי הממוצע (המספרים השלמים) של המין בכל מטר בחתך. מידת הנוכחות נמדדת לפי היחס בין קטעי המטר שבהם הופיע הצמח (מונה) לבין כלל קטעי אותו המטר שנבדקו בכל החתכים שבאותה תחנה (מכנה). אחוז הכיסוי הממוצע מתיחס רק לאותם קטעי המטר בהם הופיע הצמח. המונח - "בלעדי" מציינ הופעת הצמח בקטעים נקיים בלבד. המונח - "אדיש" מציינ שאין הבדל משמעותי בחחום תפוצתו של המין לאורך החתך ובמידת שכיחותו בין הקטעים הנקיים לבין הקטעים המזוהמים.

ציור מס. 11 - פספולון דו טורי

צמח זה הופיע בכמות רבה בכל הקטעים הנקיים שנעשו בהם חתכים. בקטעים אלה מידת הופעתו בתחום המים ומחוזן למים שווה בדר"כ. לעומת זאת בקטע (ה) המזוהם של התעלה הוא לא הופיע ובקטע (ו) שבו הופיע, נרשם מעל לשפת המים (מלבד חתך אחד), ברצועה צרה ובמידת נוכחות קטנה מזו שבקטעים הנקיים.

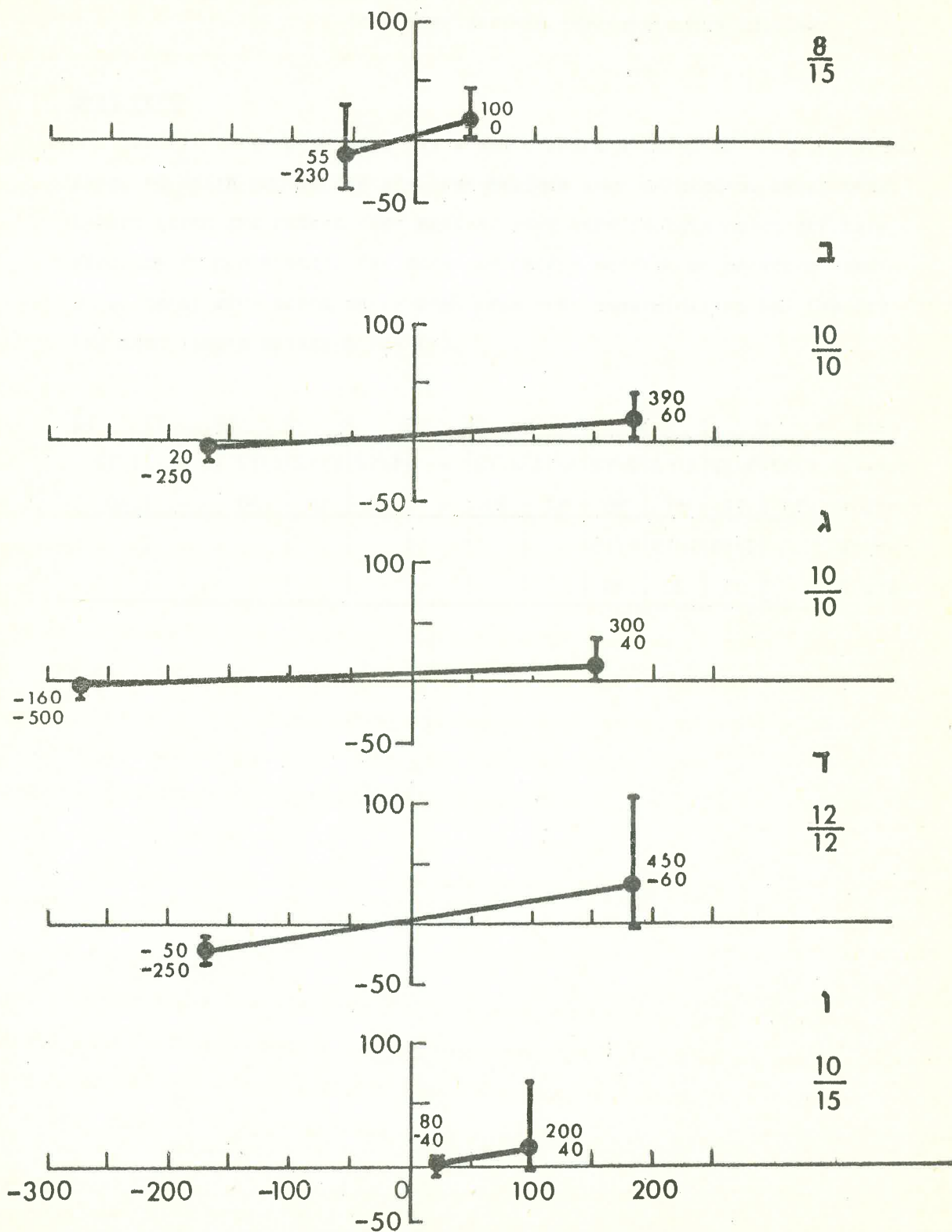
	שפת המים														
במטר	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
נוכחות	1/12	2/12	7/12	10/12	11/12	9/12	5/12	6/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12
% כיסוי	50	55	83	94	71	81	100	78	30	30	100	30	50	10	
נוכחות			1/15	2/15	7/15	5/15	1/15								
% כיסוי			10	55	50	66	50								

(ד)

(ו)

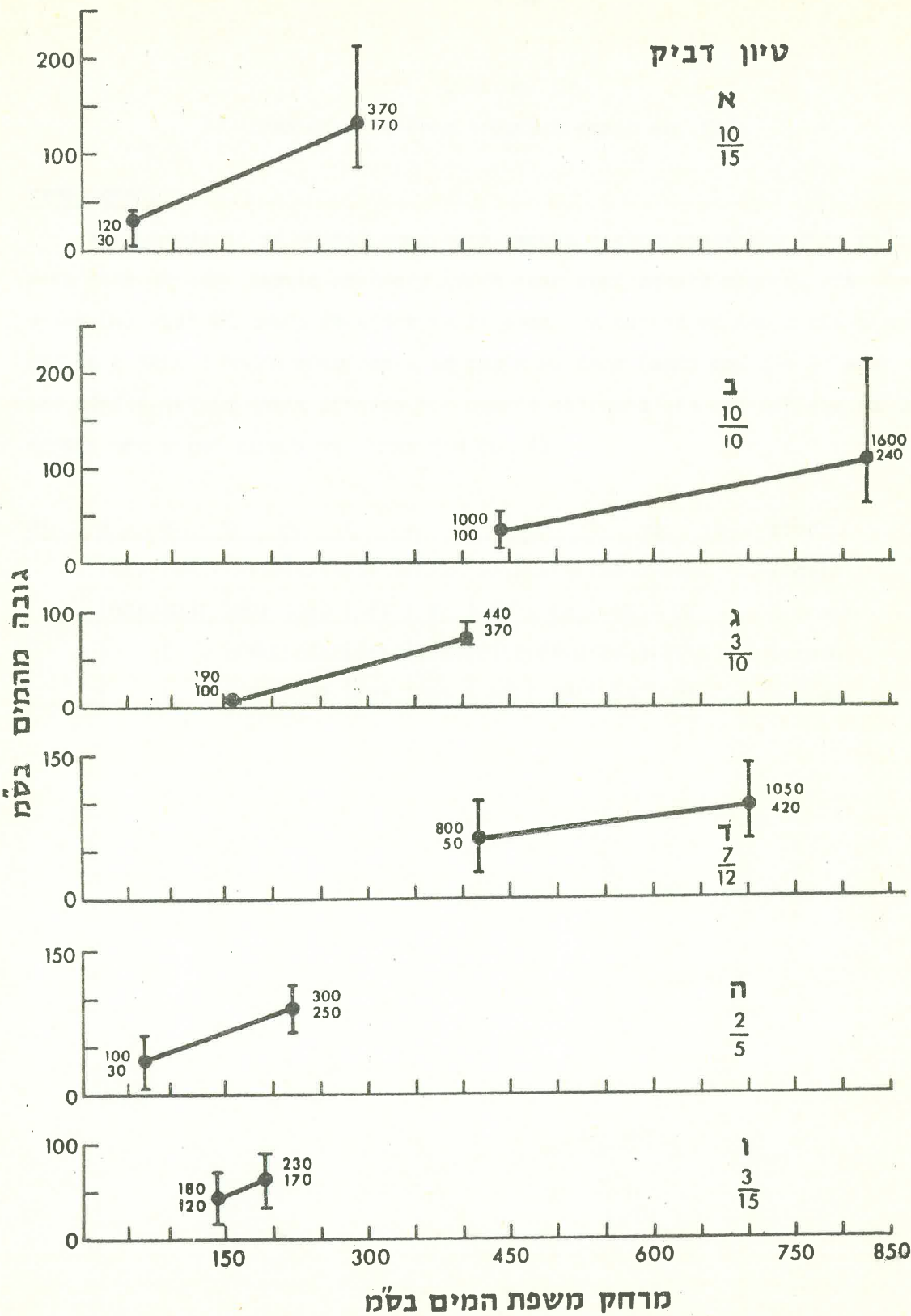
פספלון דו טורי א

גובה מהמים בס"מ



מרחק משפת המים בס"מ

טיון דביק



ציור מס. 13

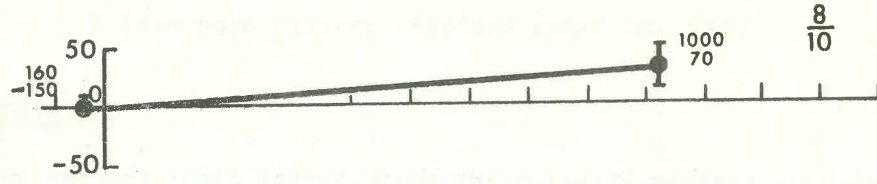
(ראה הסבר לציורים ולטבלאות בעמוד מס. 42)

דוחן קיפח

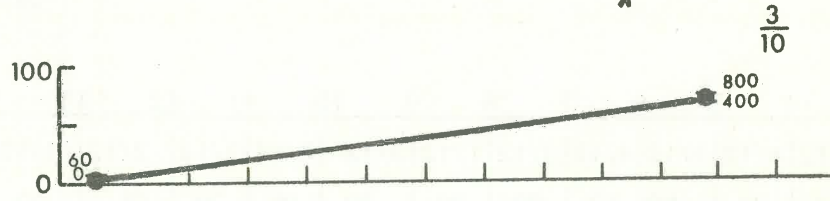
תחום התפשטותו של הדוחן משפת המים בקטעים הנקיים והמזוהמים שווה בד"כ אולם מידת שכיחותו בקטעים המזוהמים גדולה יותר מאשר בקטעים הנקיים. כדאי לציין שבקטע (א) הנקי של התעלה לא הופיע ואילו בקטע (ה) המזוהם של התעלה הופיע בכמות רבה (ב 4 מתוך 5 חתכים שנעשו שם). גם בטבלת הנוכחות (טבלה מס. 5 ו 7) אפשר לראות שאם בקטעים הנקיים הופיע בדלילות הרי בקטעים המזוהמים הוא היה אחד הצמחים בעלי הכיסוי הרב ביותר בגדת הנחל. (ראה לוח מס. 1)

במטר	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
נוכחות	2/12	3/12	3/12	2/12	3/12	2/12	1/12	1/12	1/12	1/12			(ד)
% כיסוי	30	70	63	65	37	15	100	100	100	100			
נוכחות	2/15	6/15	10/15	9/15	7/15	6/15	5/15	2/15					(ו)
% כיסוי	50	60	84	94	100	100	94	55					

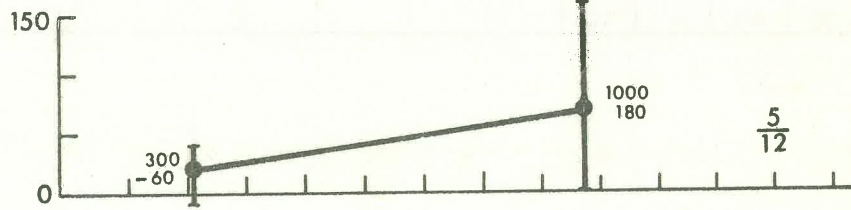
דוחנו קפח ב



ג

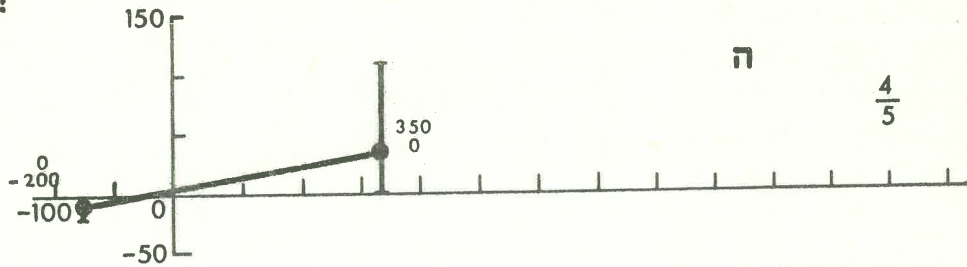


ד

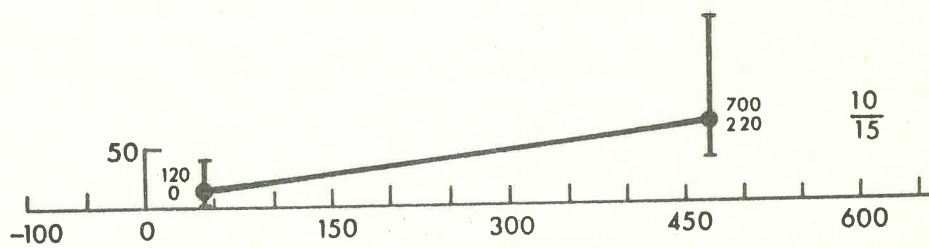


גובה מהמים בס"מ

ה

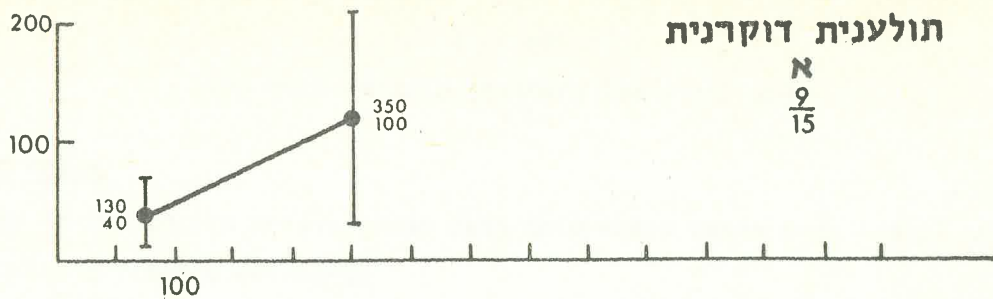


ו

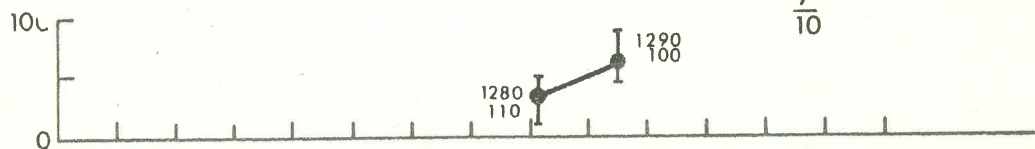


מרחק משפת המים בס"מ

תולענית דוקרנית

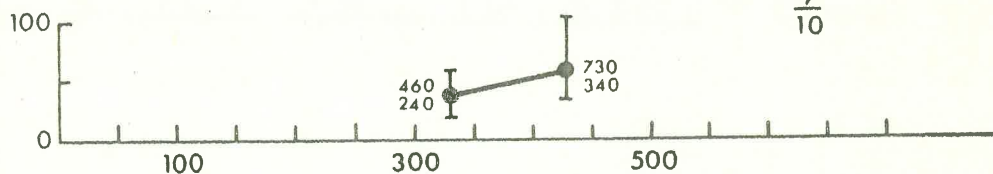


A
 $\frac{9}{15}$

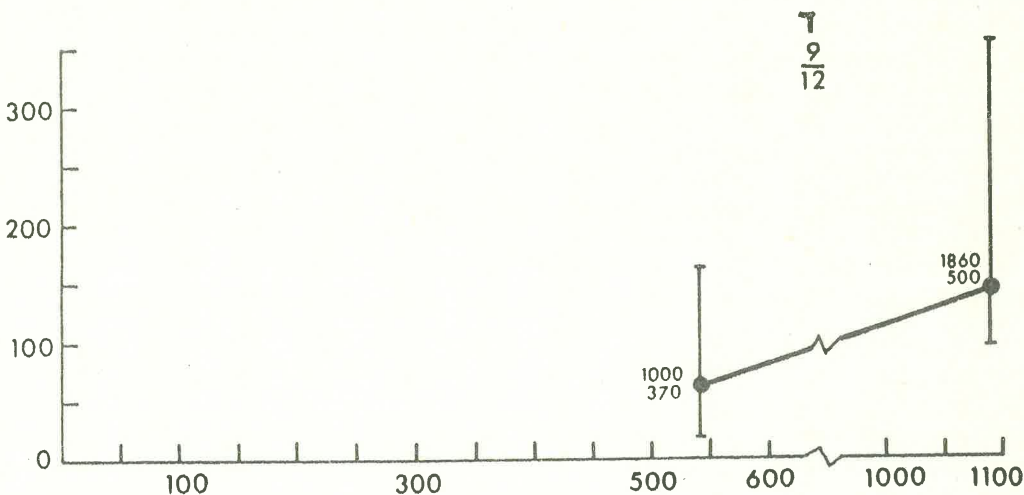


B
 $\frac{7}{10}$

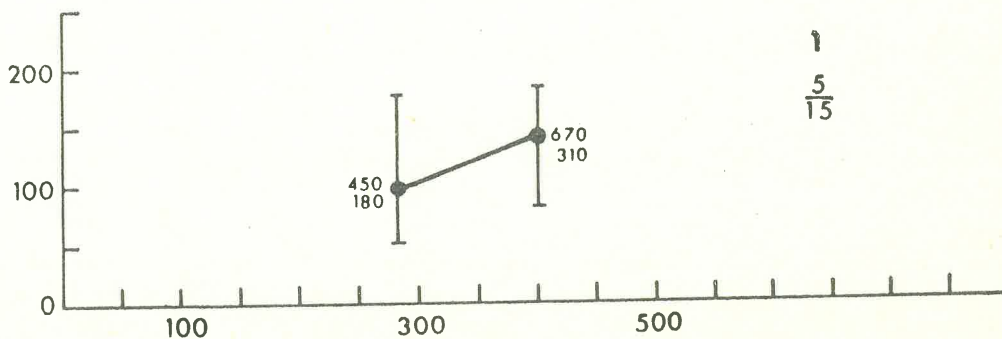
גובה מהמים בס"מ



G
 $\frac{7}{10}$



D
 $\frac{9}{12}$



E
 $\frac{5}{15}$

מרחק משפת המים בס"מ

ציור מס. 15

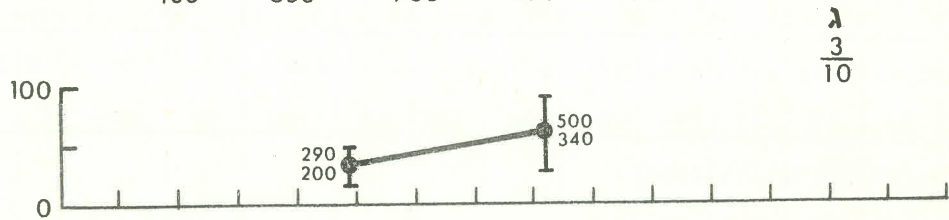
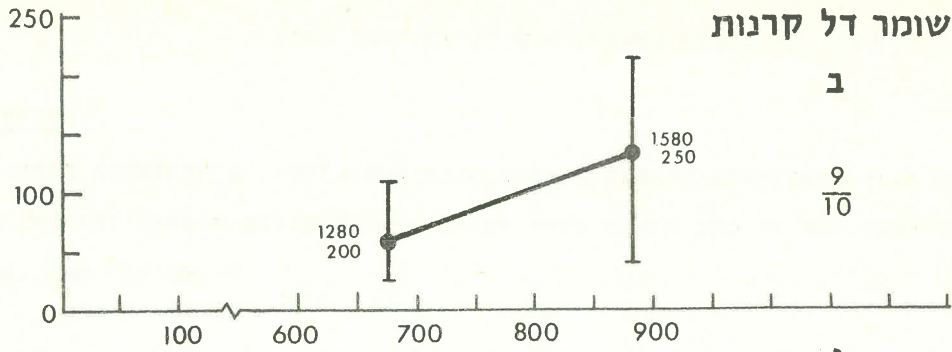
(ראה הסבר לציורים ולטבלאות בעמוד מס. 42)

שומר דל קרנות

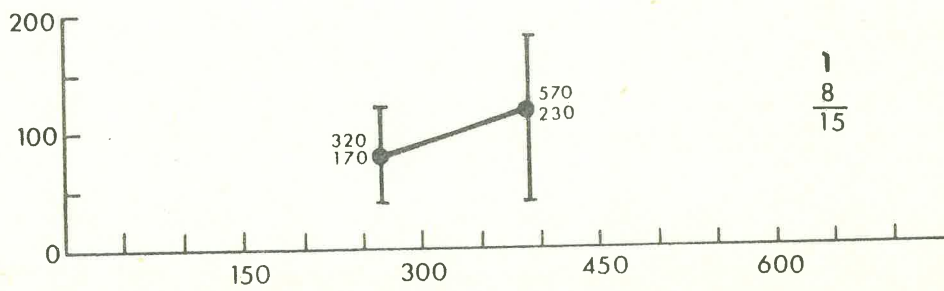
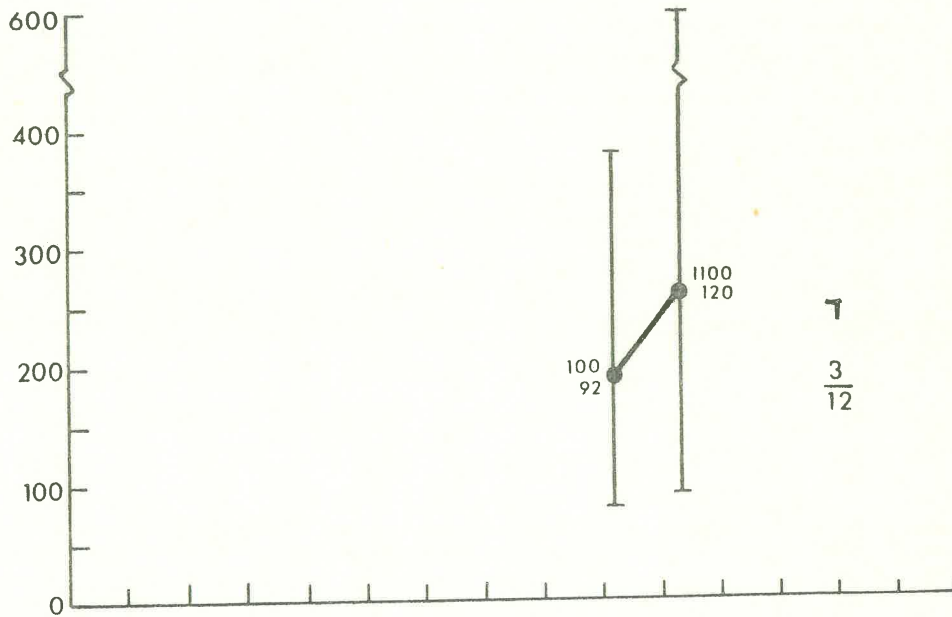
צמח זה גדל בחגורה הרחוקה ביותר משפת המים, מופיע באותה מידה ובאותו מיקום

בקטעים הנקיים ובקטעים המזוהמים.

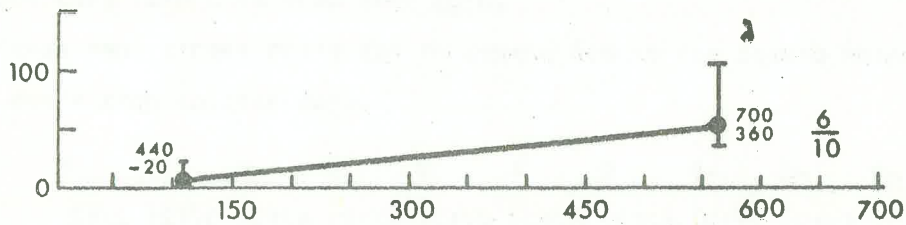
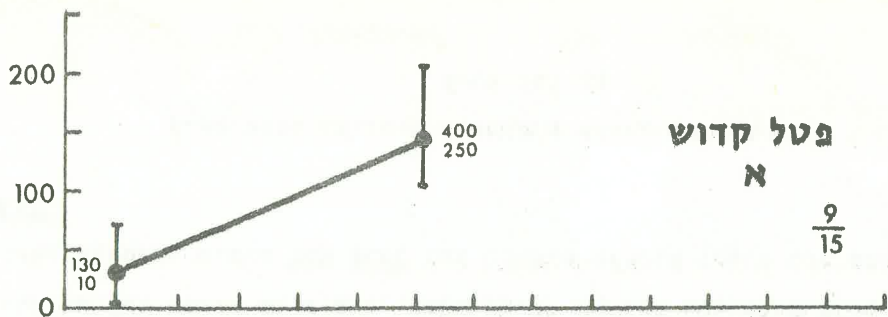
במסר	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
נוכחות			2/12	1/12	1/12	-	-	-	1/12	1/12	
% כיסוי			10	10	10	-	-	-	10	10	(ד)
נוכחות	1/15	2/15	2/15	-	1/15						
% כיסוי	10	30	40	-	60						(ו)



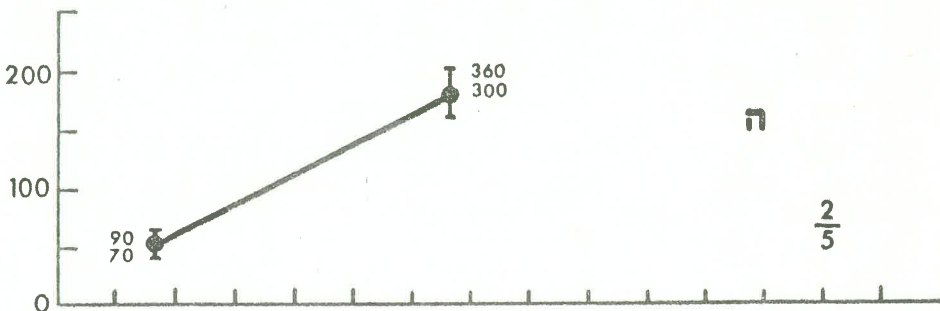
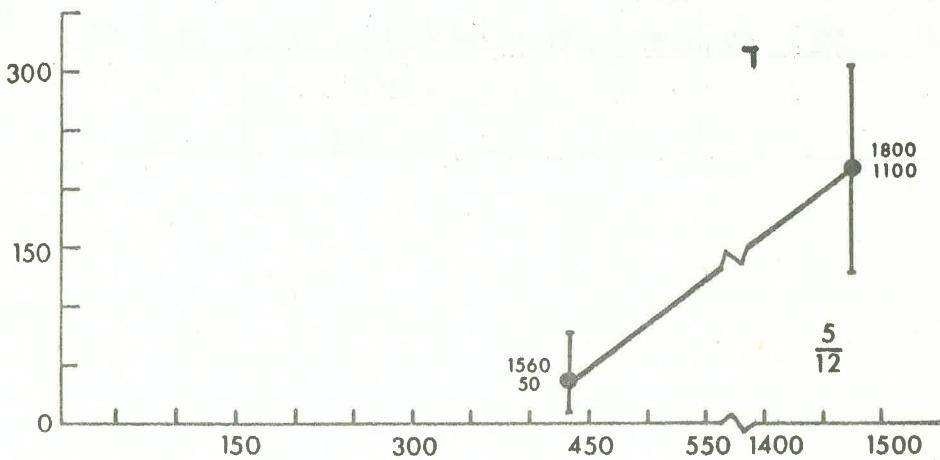
גובה מהמים בלם



מרחק משפת המים בלם



גובה מהמים בסמ



ציור מס. 17

(ראה הסבר לציורים ולטבלאות בעמוד מס. 42)

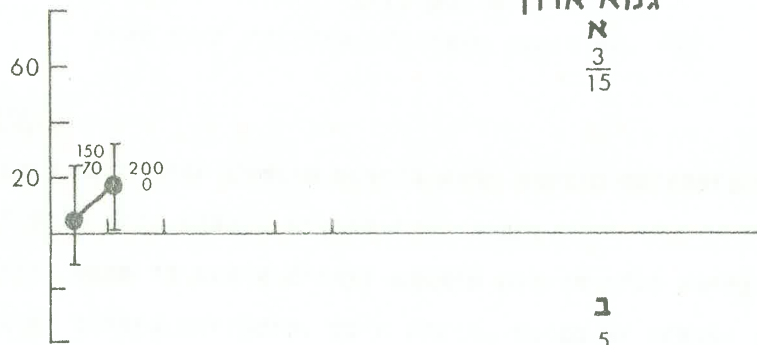
גמא ארוך

בנחל אלכסנדר הופיע גמא ארוך ברב הקטעים הנקיים בתחום רחב שכלל לרב את שפת המים הרדודה ועד למרחק של כ 8 מ' משפת המים. בקטעים המזוהמים בנחל אלכסנדר הוא היה פחות נפוץ ובדר"כ לא נראה טובל במים. לעומת זאת, בירקון הופיע צמח זה בקטעים הנקיים וגם בקטעים המזוהמים (נ. קנה (ז)), כשהוא צומח גם בגוף המים.

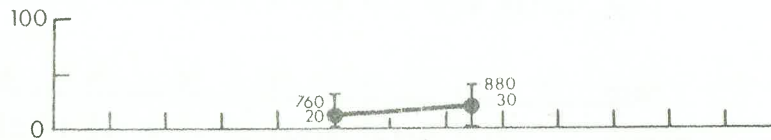
	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	
נוכחות	1/12	2/12	6/12	8/12	7/12	4/12	4/12	3/12	2/12		(ד)
% כיסוי	50	60	40	58	67	63	25	30	65		
נוכחות						3/15					(ו)
% כיסוי						33					

גמא ארוך

$\frac{3}{15}$



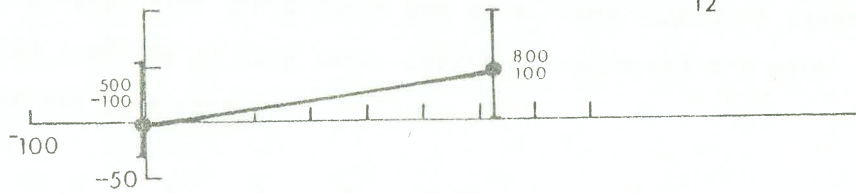
$\frac{5}{10}$



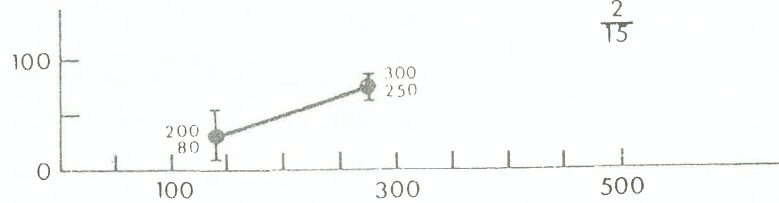
$\frac{3}{10}$



$\frac{10}{12}$



$\frac{2}{15}$



גובה מהמים בל"מ

מרחק משפת המים בל"מ

ציור מס. 18
(ראה הסבר לציורים ולטבלאות בעמוד מס. 42)

כף זאב אירופית

צמח זה נפוץ הרבה יותר בקטעים הנקיים מאשר בקטעים המזוהמים של הנחל.
כמו כן החגורה שהוא יוצר בקטעים הנקיים רחבה יותר.
כדאי לציין, שצמח זה הופיע בירקון בקטעים הנקיים בלבד ואילו בנחל
אלכסנדר הופיע גם בקטעים המזוהמים. סביר להניח, שסיבת אי הופעתו בקטעים
המזוהמים של הירקון אינה עובדת הזהום אלא גורם סביבתי אחר.

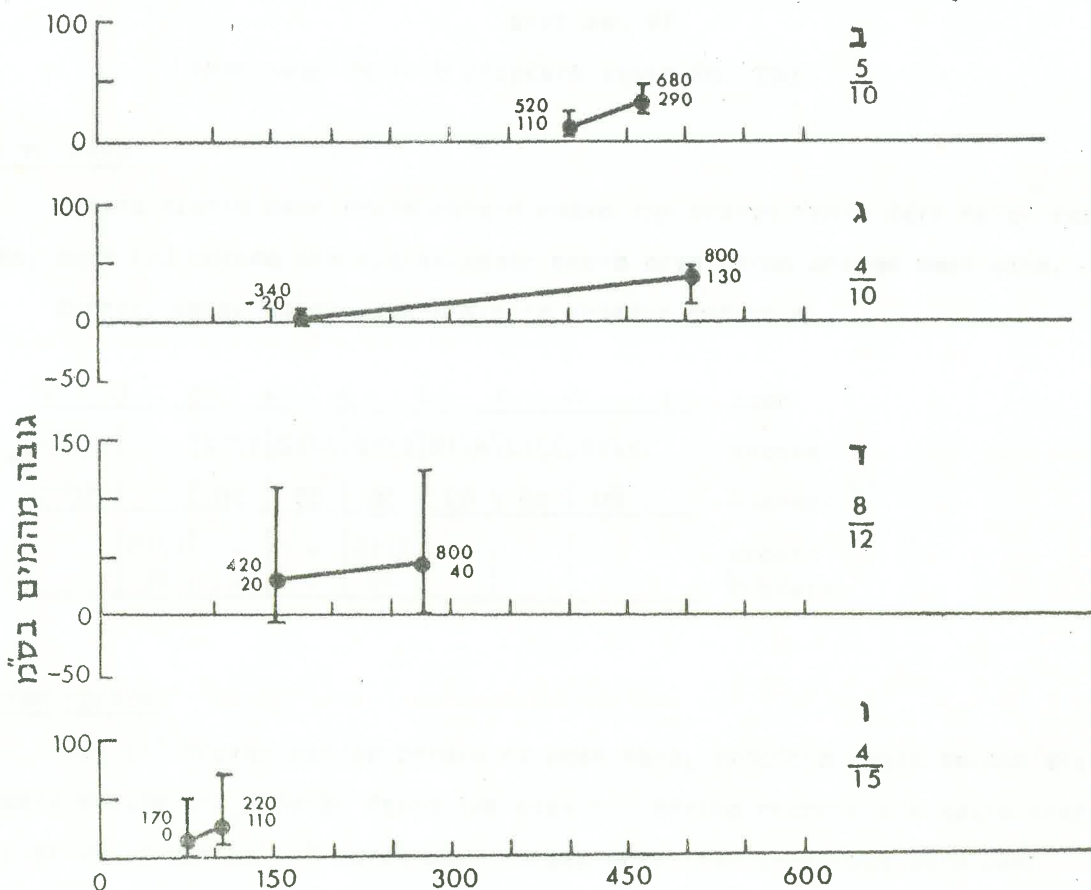
במטר	0	1	2	3	4	5	6	7	
נוכחות	1/12	5/12	3/12	2/12	2/12	1/12	1/12		(ד)
% כיסוי	10	38	83	65	25	100	100		
נוכחות	1/15	2/15							(ו)
% כיסוי	10	10							

גמא קרח

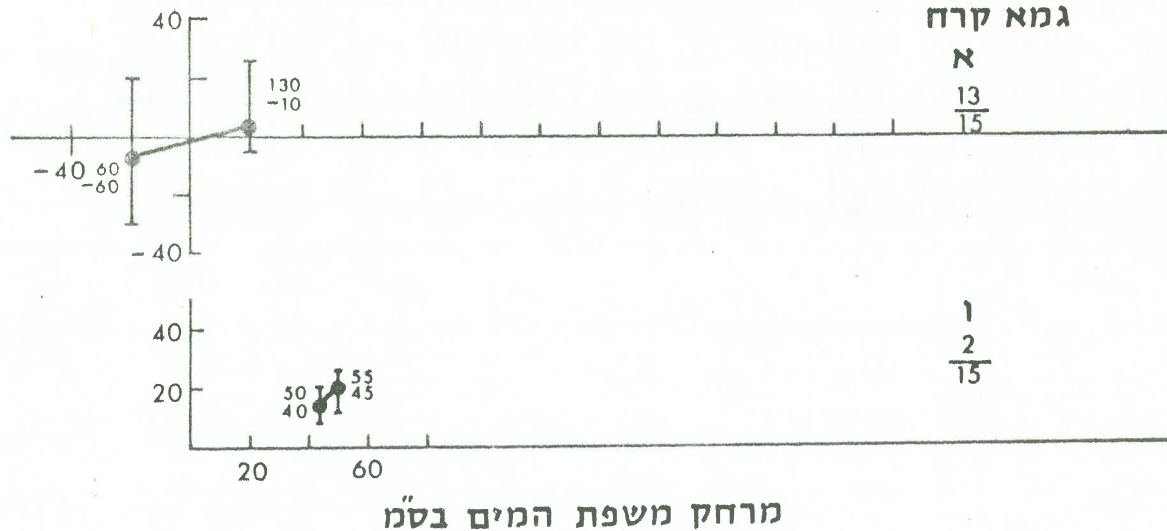
מין חד שנתי הגדל בדר"כ בקרבת שפת המים. הגמא הקרח שכיח בקטעים
הנקיים (א) וגדל בהם גם בגוף המים. בקטעים המזוהמים (ו) היה פחות
שכיח וגדל מעל לשפת המים.

במטר	-1	0	1	2	
נוכחות	10/15	6/15	1/15		(א)
% כיסוי	43	26	20		
נוכחות		2/15			(ו)
% כיסוי		20			

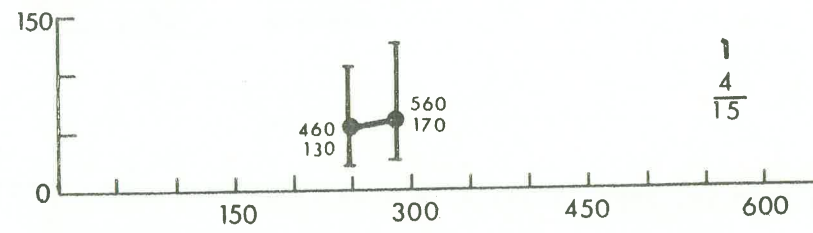
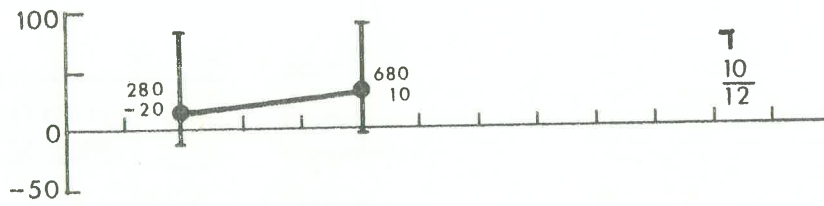
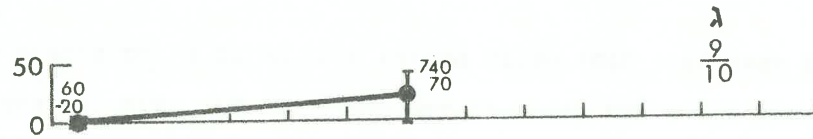
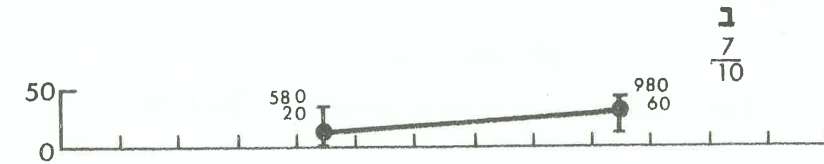
כף זאב אירופית



גמא קרח

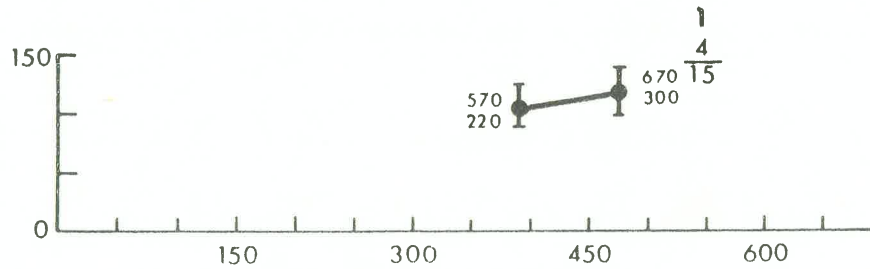
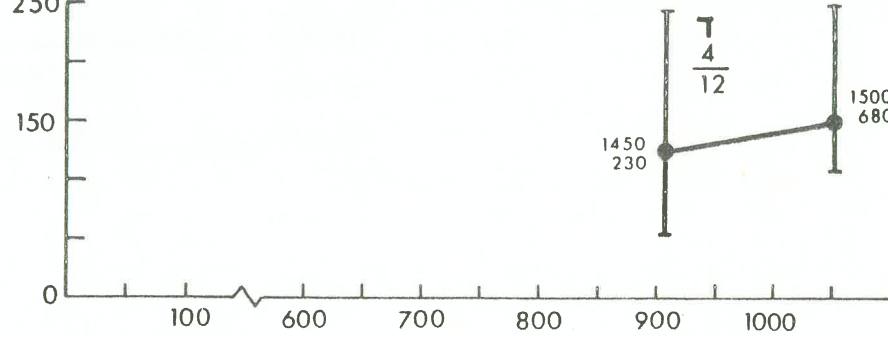


שנית גדולה



גובה מהמים בס"מ

מליסה רפואית



מרחק משפת המים בס"מ

ציור מס. 20

(ראה הסבר לציורים ולטבלאות בעמוד מס. 42)

שנית מתפתלת

בקטעים הנקיים השנית שכיחה יותר ותופסת רצועה רחבה יותר מאשר בקטעים המזוהמים. בקטע (ג) הנקי היה לפחות חתך אחד בו הופיע השנית ממש בתחום המים. לעומת זאת בקטעים המזוהמים לא נראו צמחי שנית גדלים בתחום המים.

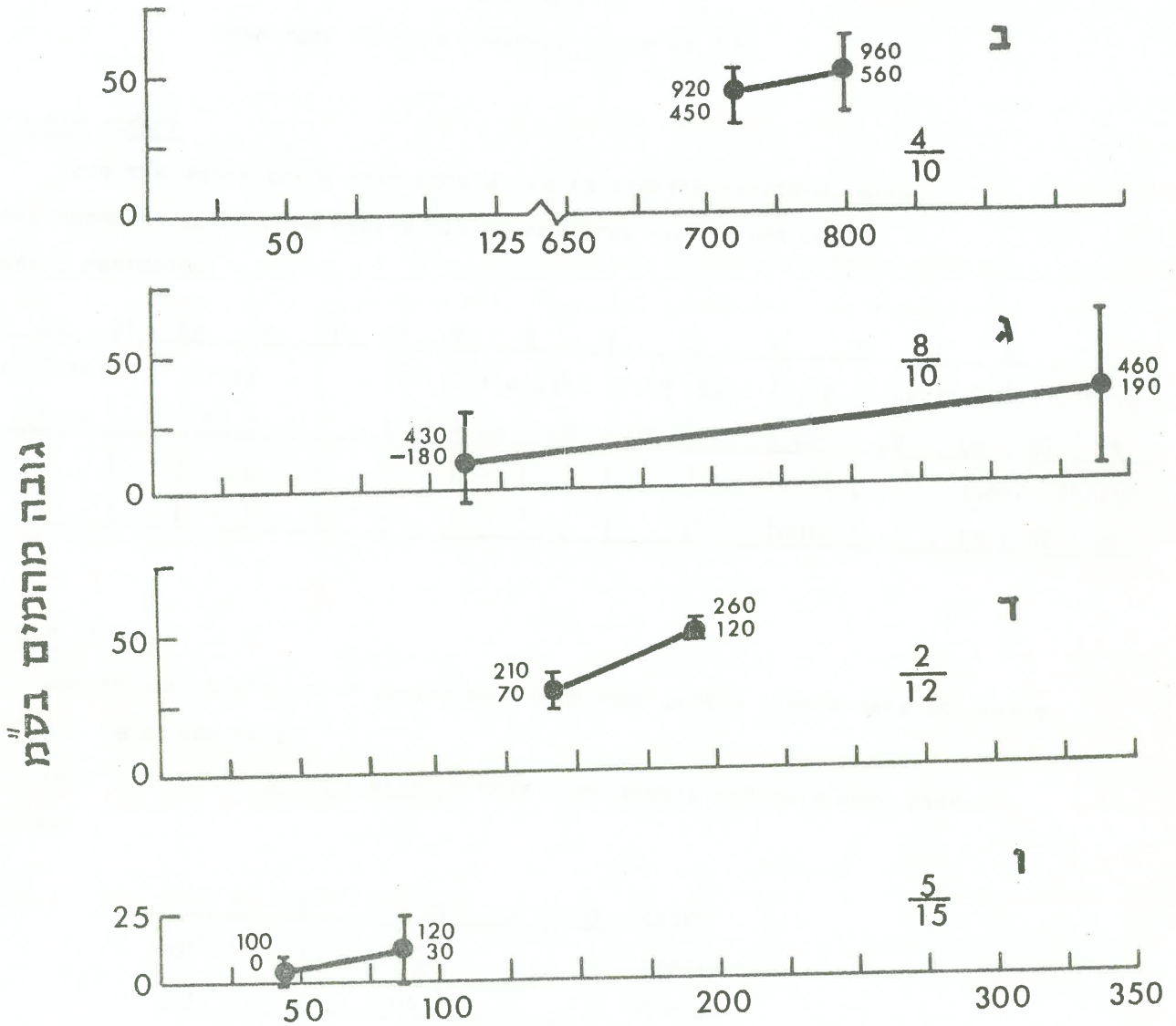
במטר	0	1	2	3	
נוכחות		1/12	1/12		
% כיסוי		50	50		(ד)
נוכחות	5/15				
% כיסוי	28				(ו)

ביצן מכסיף

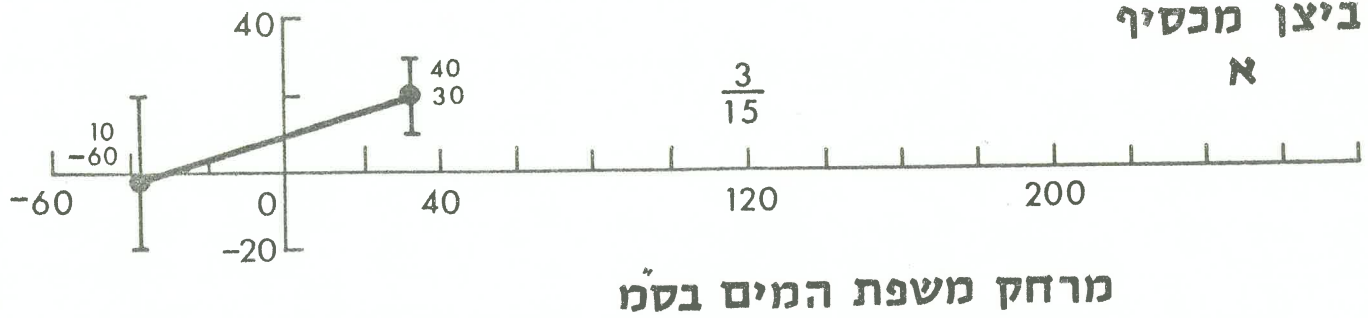
מידת הופעתו בתחום המים ומחוזן למים שווה בדר"כ. בקטע (א) הנקי בירקון נפוץ יותר בגוף המים מאשר על הגדה.

במטר	-1	0	1	2	
נוכחות	2/15	3/15			(א)
% כיסוי	60	37			
נוכחות		3/15	4/15		
% כיסוי		43	37		(ג)

שנית מתפתלת



ביצון מכסיף



ציור מס. 21

(ראה הסבר לציורים ולטבלאות בעמוד מס. 42)

פרעושית משלשל

הפרעושית שכיחה במידה שווה בקטעים הנקיים ובקטעים המזוהמים. אולם, מידת התפשטותה במעלה הגדה בקטעים הנקיים היא הרבה יותר גדולה מאשר בקטעים המזוהמים.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5/12	3/12	6/12	5/12	3/12	4/12	5/12	2/12	4/12	1/12	-	-	3/12	-	1/12	2/12	(ד)
46	76	60	52	60	28	70	65	62	10	-	-	40	-	20	35	
3/15	5/15	6/15	-	1/15												(ו)
36	78	67	-	100												

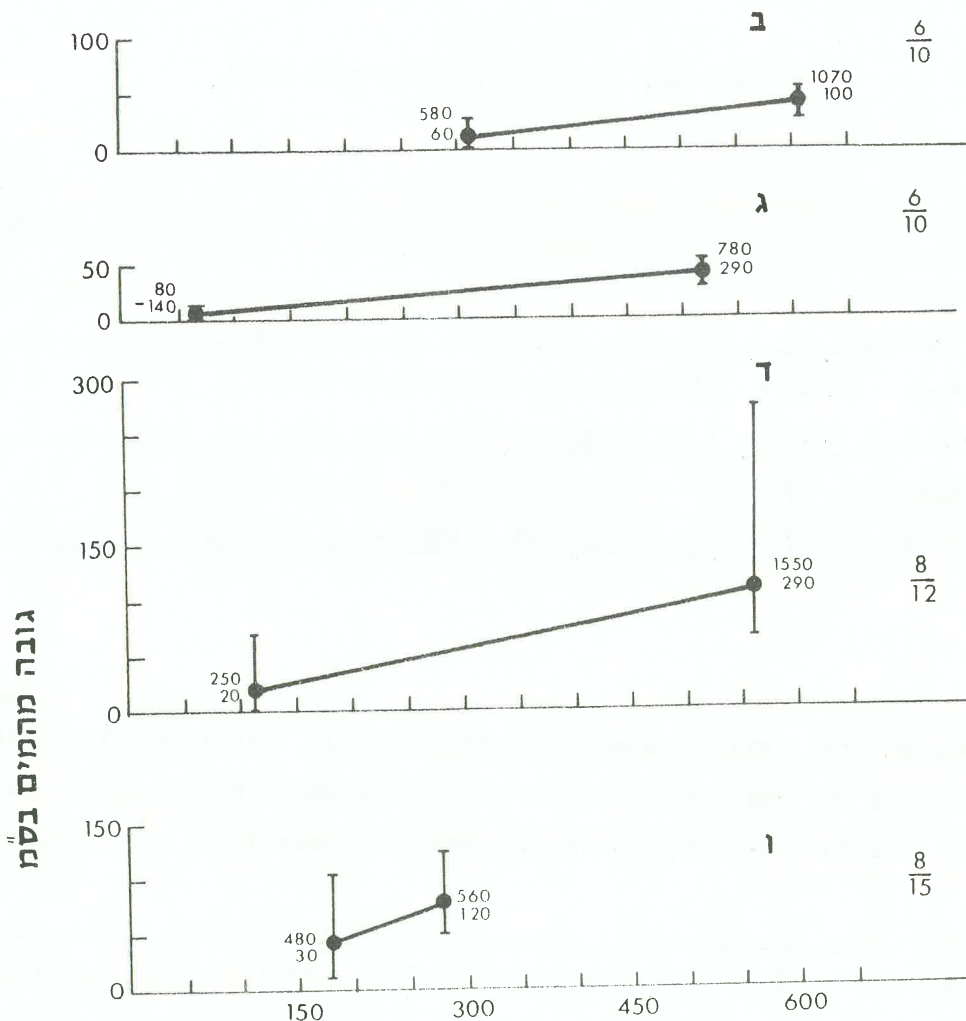
כף אוז ריחנית

צמח זה מצוי בדר"כ, יותר בקטעים המזוהמים מאשר בקטעים הנקיים ומופיעה בקטעים המזוהמים בקרבת שפת המים.

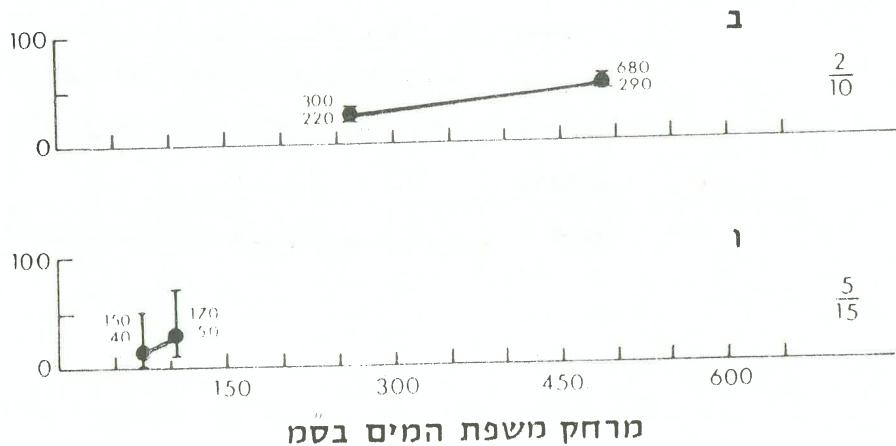
גם בירקון שכיחה כף האוז הריחנית הרבה יותר בקטעים המזוהמים מאשר בקטעים הנקיים.

במטר	0	1	2	3	4	5	6
נוכחות			2/10	-	-	1/10	(ב)
% כיסוי			40	-	-	10	
נוכחות	3/15	2/15					(ו)
% כיסוי	33	20					

פרעושיט משלשלת



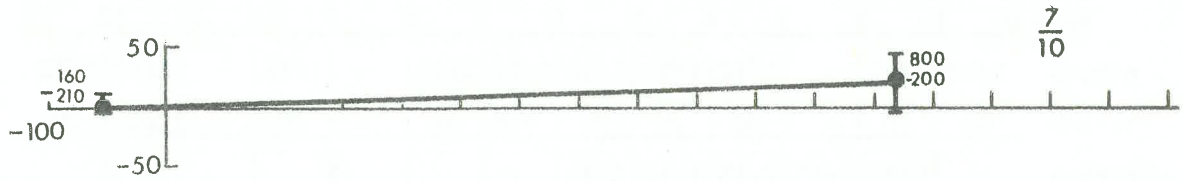
כף אוז ריחנית



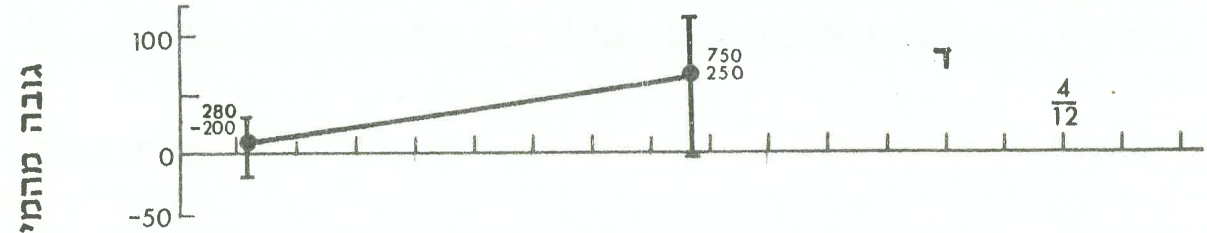
אגמון ימי
ב



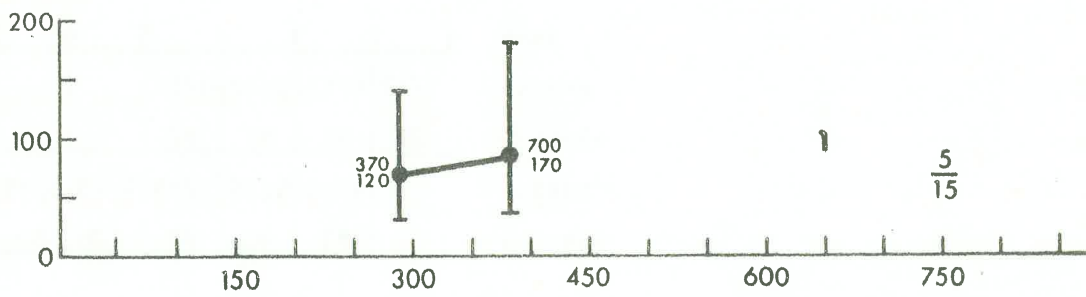
ג



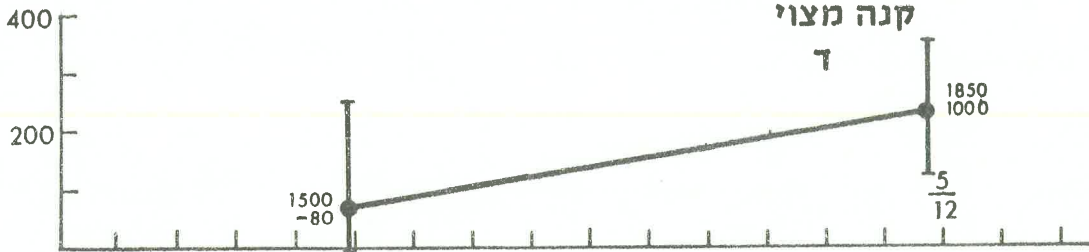
ד



ו



קנה מצוי
ז



ה



מרחק משפת המים בל"מ

גובה מהמים בל"מ

ציור מס. 23

(ראה הסבר לציורים ולטבלאות בעמוד מס. 42)

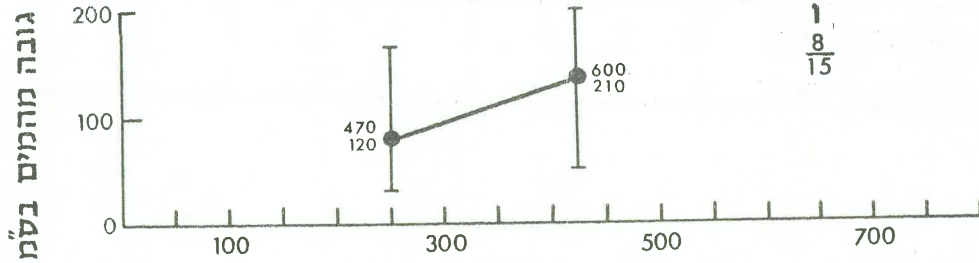
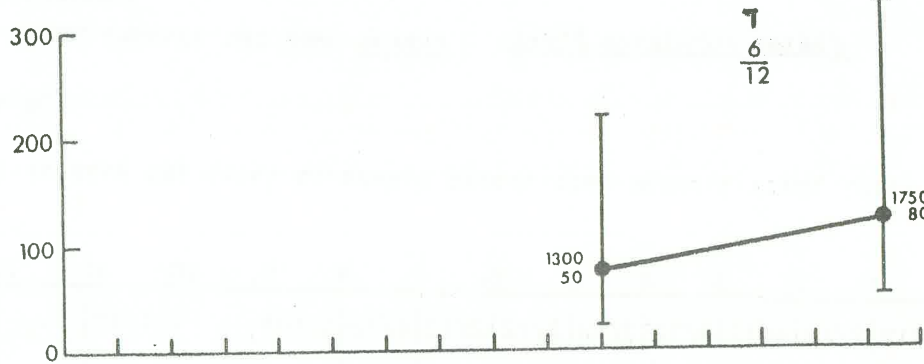
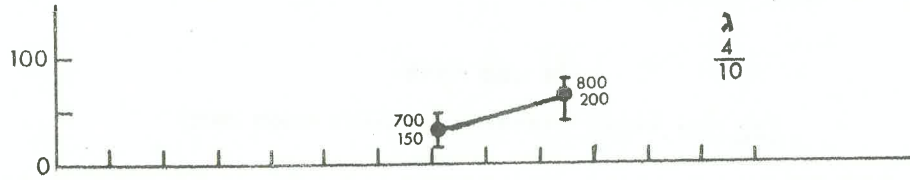
לחך איזמלני
"אדיש"

במטר	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
נוכחות	1/12	2/12	-	1/12	1/12	1/12	1/12	2/12	-	1/12	-	1/12	1/12	
% כיסוי	30	20	-	20	20	20	100	55	-	20	-	20	20	(ד)
נוכחות		1/15	5/15	2/15	1/15	2/15								
% כיסוי		50	36	55	70	40								(ו)

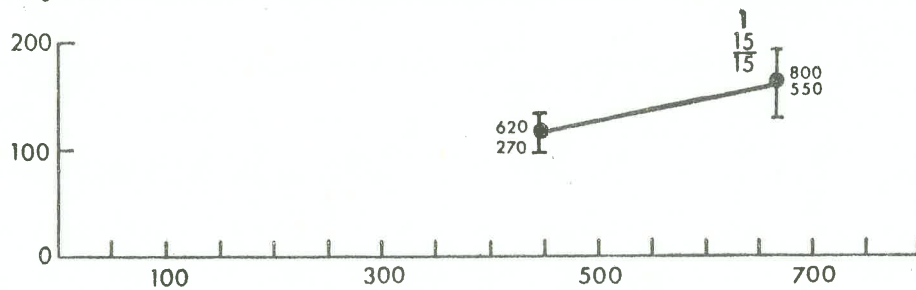
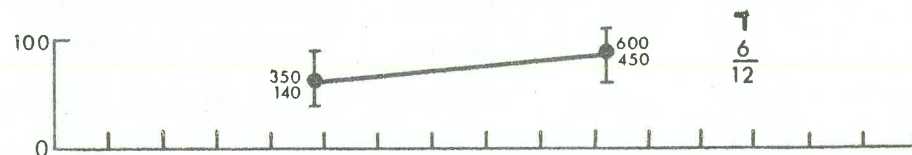
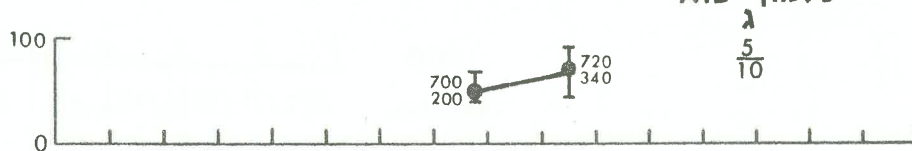
שלמון יפואי
"אדיש"

במטר	1	2	3	4	5	6	7	8
נוכחות	3/12	6/12	6/12	4/12				
% כיסוי	27	81	87	82				
נוכחות		4/15	5/15	7/15	9/15	8/15	2/15	
% כיסוי		83	90	85	100	81	50	

לחך איזמלני



שלמון יפואי



מרחק משפת המים בע"מ

ציור מס. 24

(ראה הסבר לציורים ולטבלאות בעמוד מס. 42)

קייצת לונכופילום

(מין זה הוגדר לאחרונה בשם אסתר מרצעני (Aster subulatum Michx.)

"אדיש"

מין זה שכיח מאד לאורך כל הקטעים שנבדקו בנחל אלכסנדר ובנחל ירקון.

-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2/12	1/12	2/12	4/12	4/12	2/12	2/12	2/12	4/12	1/12	-	1/12	-	1/12	(ד)
10	10	10	32	28	65	25	25	35	50	-	70	-	30	
1/15	6/15	5/15												(ו)
30	30	54												

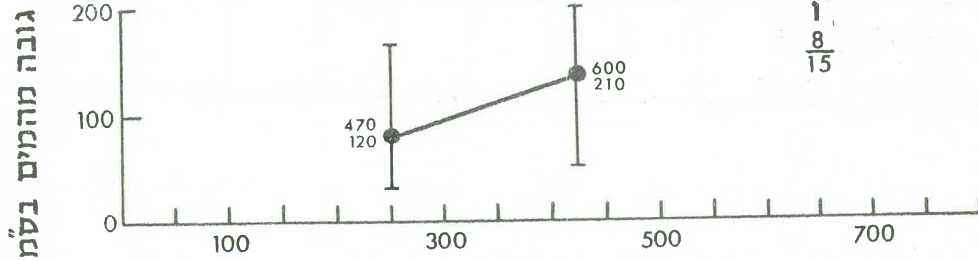
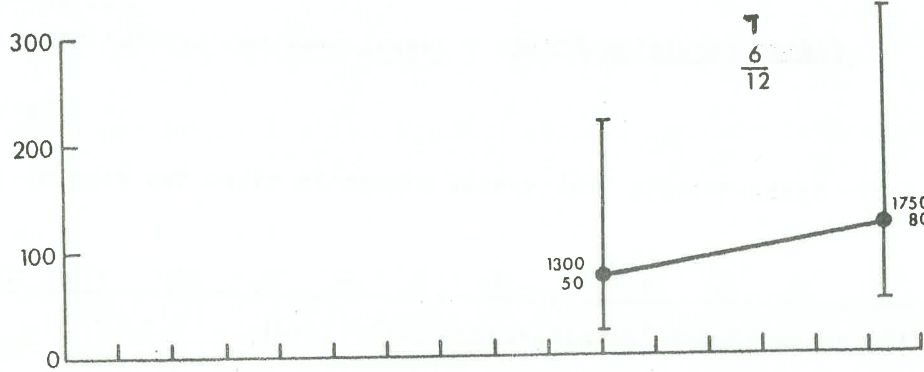
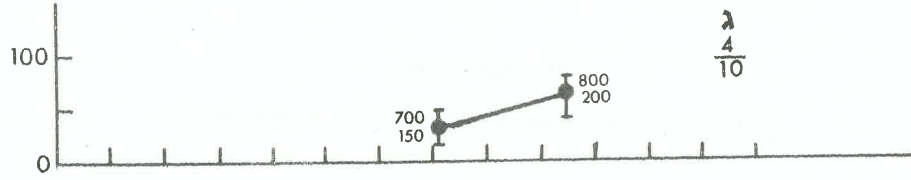
בן אפר מצוי

"אדיש"

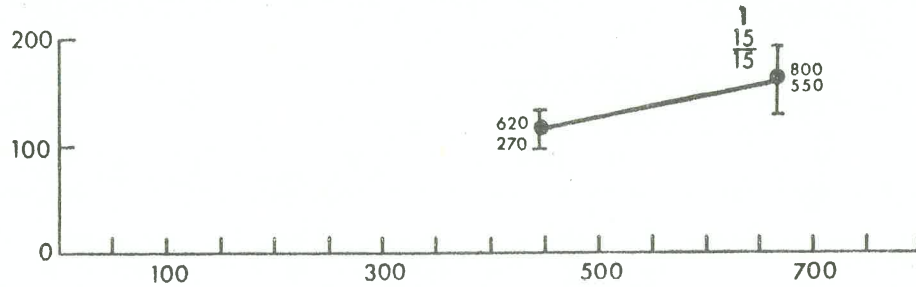
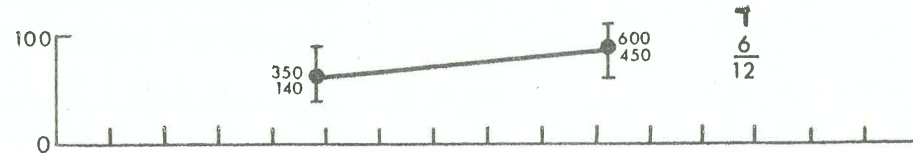
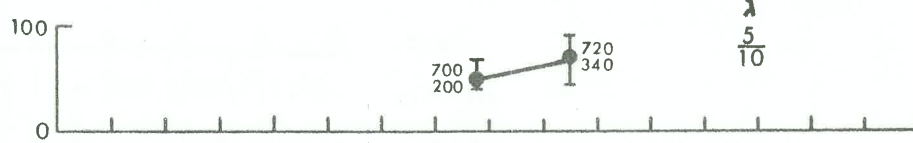
גדל בחגורות הרחוקות מהמים.

במטר	1	2	3	4	5	6
נוכחות	2/12	1/12	1/12	-	1/12	(ד)
% כיסוי	75	50	50	-	60	
נוכחות	1/15	2/15	1/15	1/15		(ו)
% כיסוי	50	35	20	50		

לחץ איזומלני



שלמון יפואי



מרחק משפת המים בט"מ

ציור מס. 24

(ראה הסבר לציורים ולטבלאות בעמוד מס. 42)

קייצת לונכופילוס

(מין זה הוגדר לאחרונה בשם אסתר מרצעני Aster subulatum Michx.)

"אדיש"

מין זה שכיח מאד לאורך כל הקטעים שנבדקו בנחל אלכסנדר ובנחל ירקון.

-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2/12	1/12	2/12	4/12	4/12	2/12	2/12	2/12	4/12	1/12	-	1/12	-	1/12	(ד)
10	10	10	32	28	65	25	25	35	50	-	70	-	30	
	1/15	6/15	5/15											(ו)
	30	30	54											

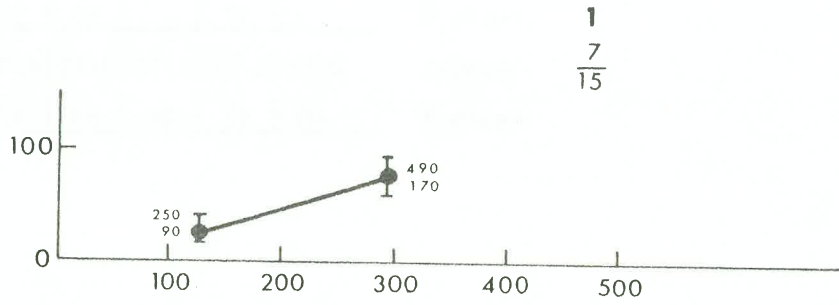
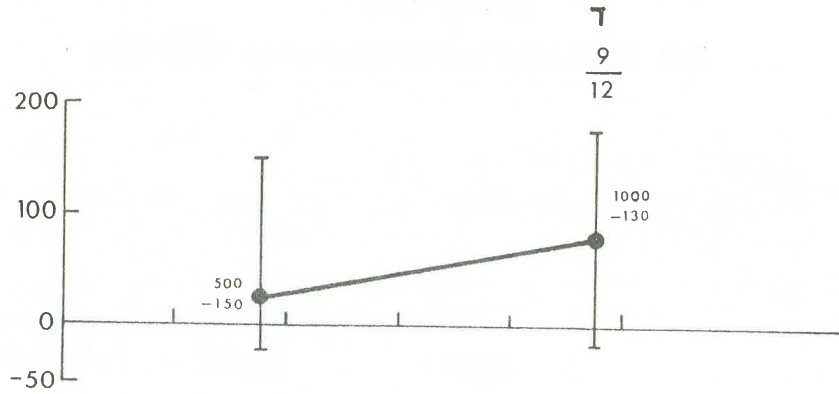
בן אפר מצוי

"אדיש"

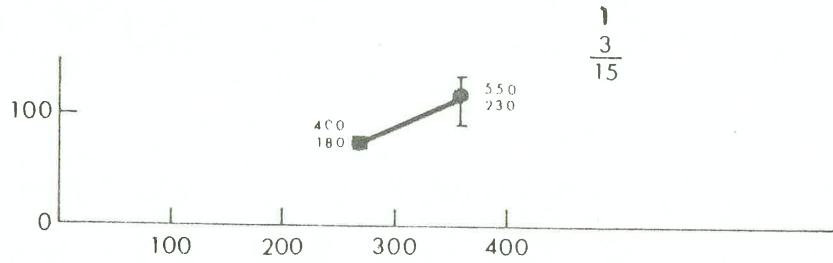
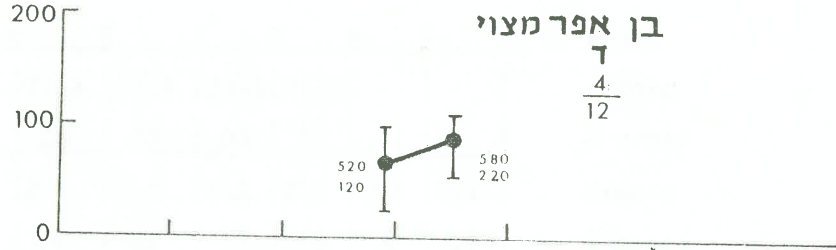
גדל בחגורות הרחוקות מהמים.

במטר	1	2	3	4	5	6
נוכחות	2/12	1/12	1/12	-	1/12	(ד)
% כיסוי	75	50	50	-	60	
נוכחות	1/15	2/15	1/15	1/15		(ו)
% כיסוי	50	35	20	50		

קייצת לונכופילוס



גובה מהמים בס"מ



מרחק משפת המים בס"מ

ציור מס. 25

(ראה הסבר לציורים ולטבלאות בעמוד מס. 42)

הגה מצוי

"אדיש"

במטר	1	2	3	4	5	6	7
נוכחות		2/12	-	1/12	1/12	1/12	
% כיסוי		35	-	50	50	50	
נוכחות	2/15	2/15	1/15	3/15	4/15	3/15	
% כיסוי	40	55	20	53	55	57	

(ד)

(ו)

דוחן זוחל

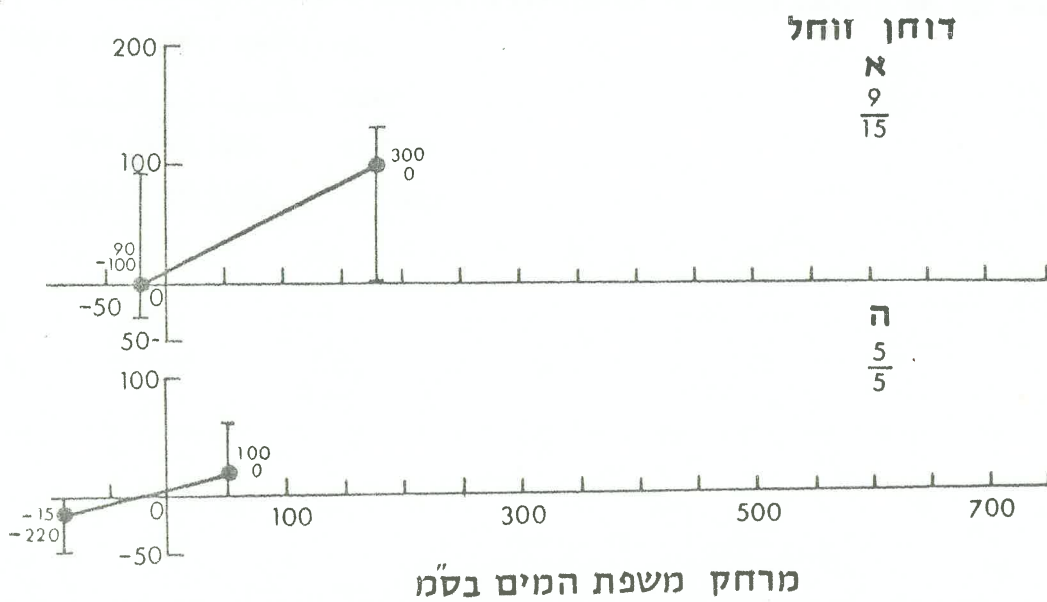
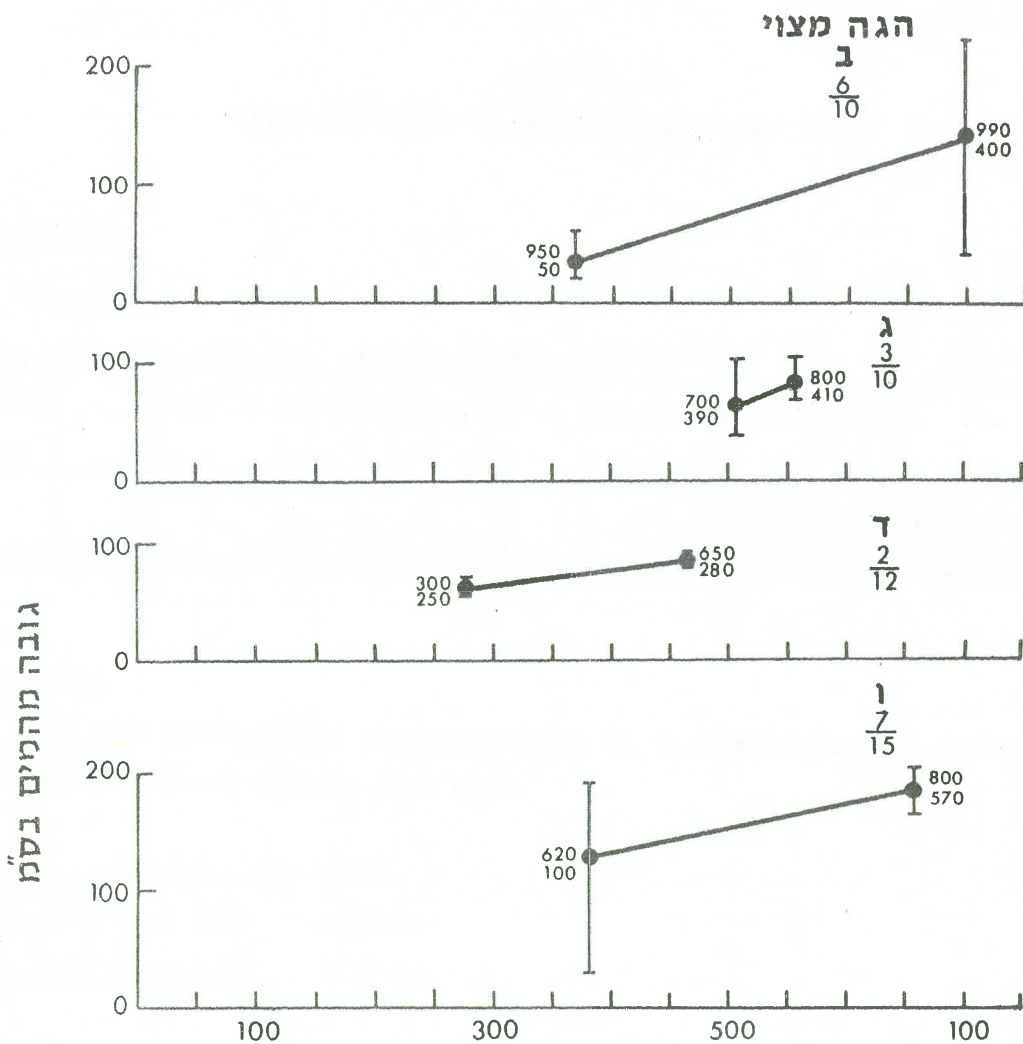
"אדיש"

שכיח לאורך רוב הקטעים שנבדקו בנחל אלכסנדר ובנחל ירקון.

במטר	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
נוכחות			5/15	7/15	6/15	4/15	1/15	
% כיסוי			58	60	68	82	50	
נוכחות	1/5	1/5	5/5	2/5	1/5	1/5		
% כיסוי	50	50	49	55	50	30		

(א)

(ה)



ציור מס. 26

(ראה הסבר לציורים ולטבלאות בעמוד מס. 42)

ינבוט השדה

"אדיש"

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1/12	-	-	1/12	2/12	1/12	1/12	-	1/12	2/12	1/12	-	1/12	-	1/12	1/12	
20	-	-	50	55	50	20	-	10	20	100	-	20	-	10	10	(ד)
1/15	2/15	4/15	9/15													(ו)
50	35	57	52													

עדעד הבצות

צמח מלחה ששכיח בקטעים המושפעים מחדירת מי ים בקטעו התחתון של נחל אלכסנדר.
 תחום תפוצתו בחגורות הסמוכות לשפת המים.

במטר	0	1	2	3	4
נוכחות	2/5	-	1/5	1/5	
% כיסוי	75	-	50	50	

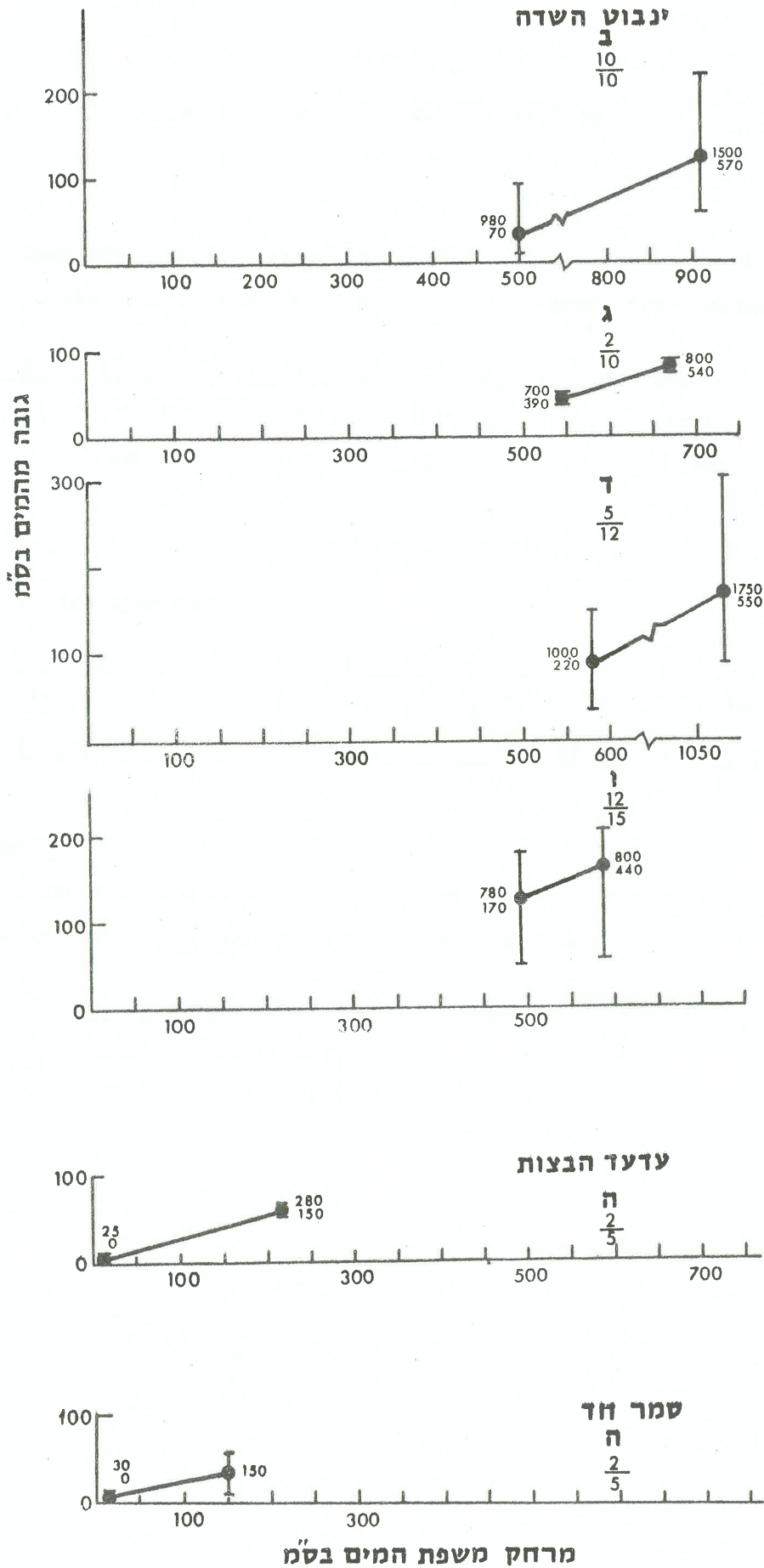
(ה)

סמר חד

צמח מלחה ששכיח בקטעים המושפעים מחדירת מי ים בקטעו התחתון של נחל אלכסנדר
 אך מצוי גם בקטעיו העליונים.

במטר	0	1	2	3
נוכחות	2/5	1/5	1/5	
% כיסוי	60	50	100	

(ה)



ציור מס. 27

(ראה הסבר לציורים ולטבלאות בעמוד מס. 42)

חנק מחודר

צמח מטפס שתחום תפוצתו לרחב הגדה משפת המים ועד לחגורת הרודרלים והסגיסלים. נמצא יותר בקטעים הנקיים של נחל אלכסנדר מאשר בקטעים המזוהמים.

במטר	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
נוכחות	2/12	-	1/12	-	2/12	1/12	2/12	2/12	2/12	1/12	
% כיסוי	35	-	100	-	60	20	55	65	30	100	(ד)

שוש קוצני

גדל בריחוק משפת המים.

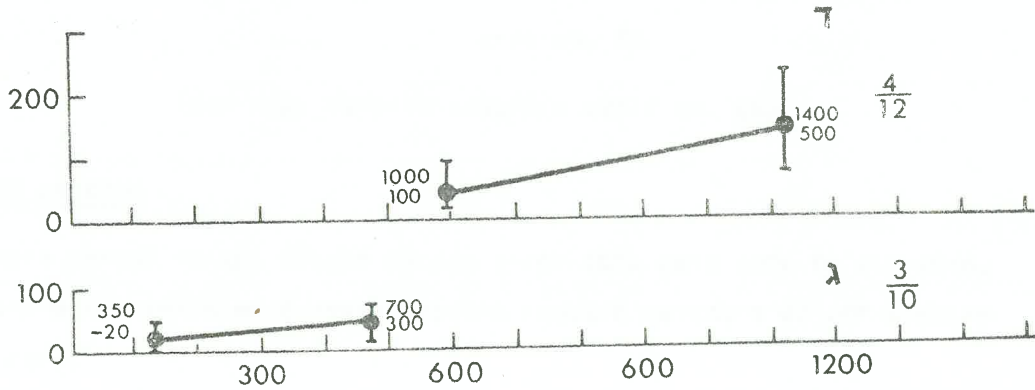
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1/12	1/12	-	-	1/12	2/12	-	-	-	-	-	-	-	1/12	1/12	1/12
10	50	-	-	50	20	-	-	-	-	-	-	-	50	100	50

ערברה שעירה

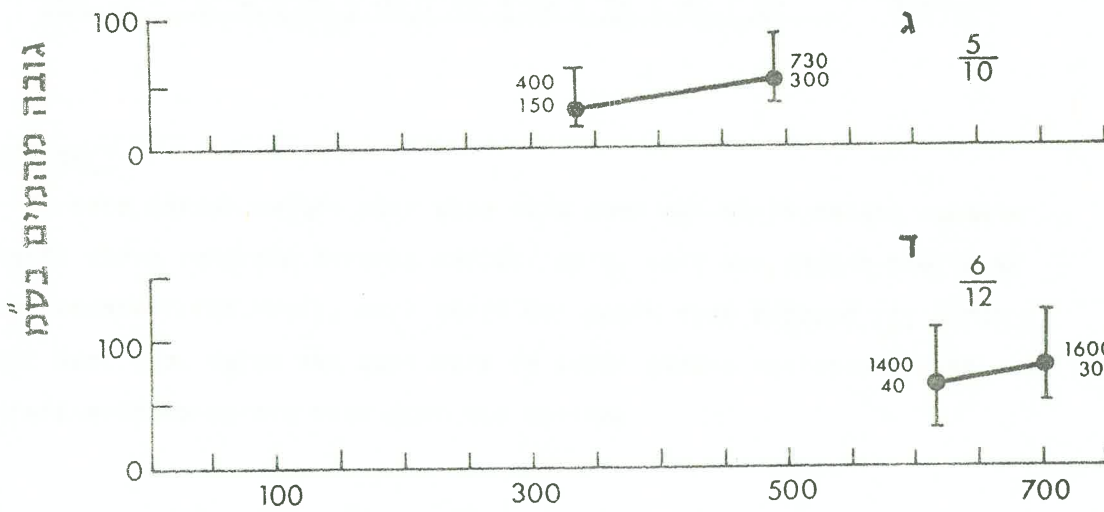
גדלה בגדות הקטעים הנקיים יחסית בלבד של נחל אלכסנדר ונחל ירקון. תחום תפוצתה משפת המים ועד לחגורת הרודרלים והסגיסלים.

במטר	0	1	2	3	4	5
נוכחות	3/12	1/12	3/12	-	1/12	
% כיסוי	37	100	100	-	20	(ד)

חנק מחודד

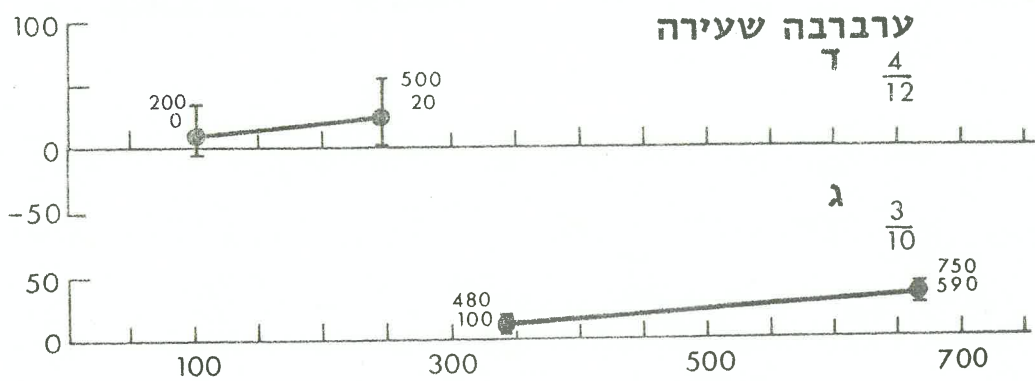


שוש קוצני



גובה מהמים בס"מ

ערבובה שעירה



מרחק משפת המים בס"מ

ציור מס. 28

(ראה הסבר לציורים ולטבלאות בעמוד מס. 42)

ארכובית משו נשנת

תחום תפוצתה העיקרי בחגורה הקרובה ביותר לשפת המים בכלל זה גוף המים. הארכובית שכיחה במידה שווה בקטעים הנקיים ובקטעים המזוהמים של נחל אלכסנדר ונחל ירקון.

במטר	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
נוכחות	1/12	2/12	3/12	6/12	4/12	3/12	1/12	-	-	-	1/12
% כיסוי	50	75	77	80	55	20	20	-	-	-	20

(ד)

סוף מצוי

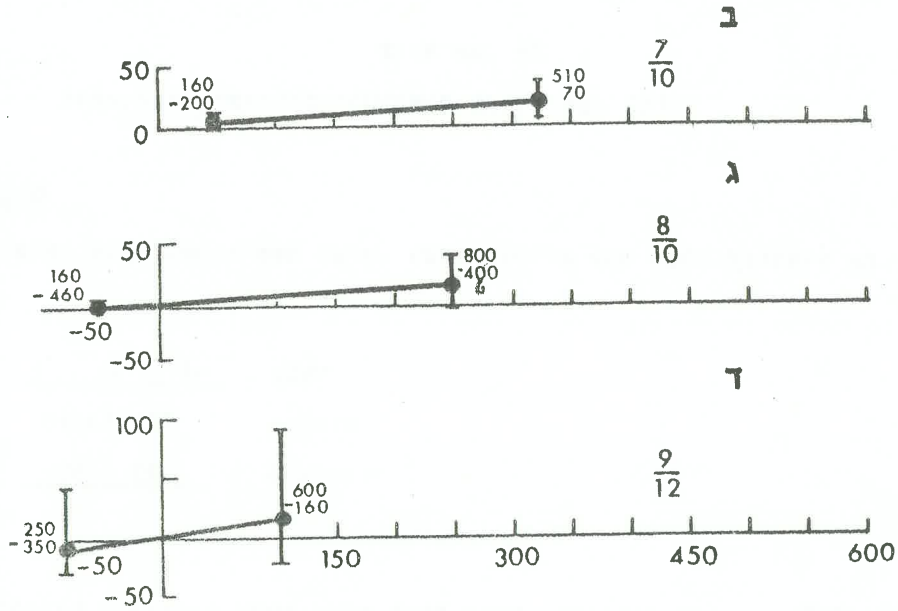
תחום תפוצתו העיקרי מצוי בגוף המים כאשר קני השורש שקועים בקרקעית ואילו העלים והתפרחות מזדקרים מעל פני המים. נפוץ מאד בקטעים הנקיים של נחל אלכסנדר ונחל ירקון. מצוי בקרבת שפך התעלה לנחל אלכסנדר וכן בקרבת שפך הנחל לים. לעומת זאת צמחי הסוף לא נמצאו בקטעים המזוהמים של נחל ירקון אולם הם שכיחים דווקא בנחל קנה המזוהם.

במטר	-1	0	1
נוכחות	4/12	2/12	
% כיסוי	67	30	

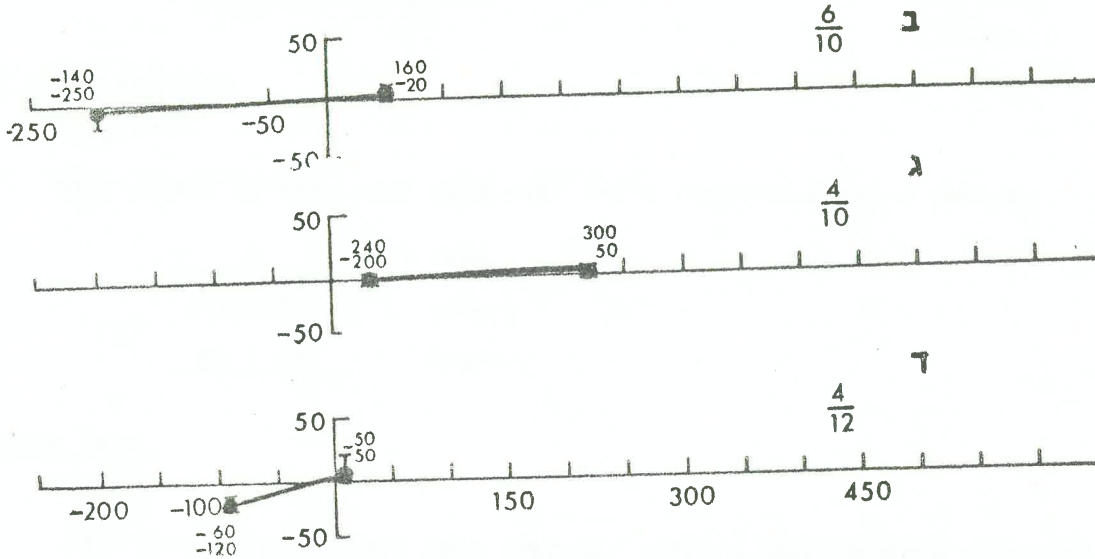
(ד)

ארכובית משונשנת

גובה מהמים בס"מ



סוף מצוי



מרחק משפת המים בס"מ

ציור מס. 29

(ראה הסבר לציורים ולטבלאות בעמוד מס. 42)

ארכובית הכתמים

מין חד שנתי שגדל בקרבת שפת המים. נפוץ בנחלים קנה ושלה המזהמים את הירקון.

במטר	-1	0	1
נוכחות	3/10	3/10	
% כיסוי	23	57	

(ג)

לוטוס הבצות

מצוי בחגורות המרוחקות משפת המים יותר מאשר בחגורות הקרובות לשפת המים.

במטר	0	1	2	3	4
נוכחות	2/10	3/10	4/10	2/10	
% כיסוי	25	63	48	55	

(ג)

כף צפרדע איזמלנית

"בלעדי"

תחום תפוצתה העיקרי בגוף המים כאשר העלים והתפרחות מזדקרים מעליהם.

במטר	-1	0	1
נוכחות	1/10	1/10	
% כיסוי	40	20	

(ב)

אגמוץ האגם

"בלעדי"

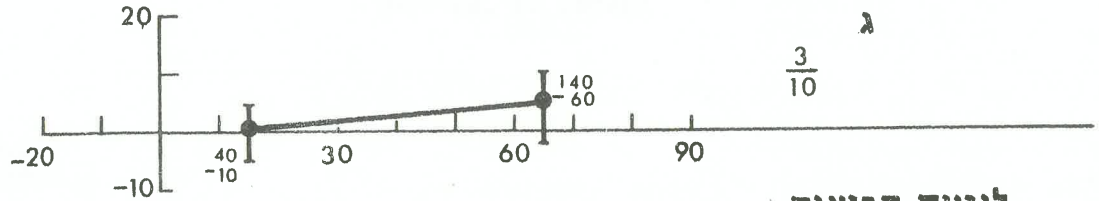
תחום תפוצתו העיקרי בגוף המים כאשר קני התפרחות העגולים מזדקרים מעליהם.

במטר	-2	-1	0	1	2
נוכחות	2/10	3/10	3/10	1/10	
% כיסוי	35	100	73	40	

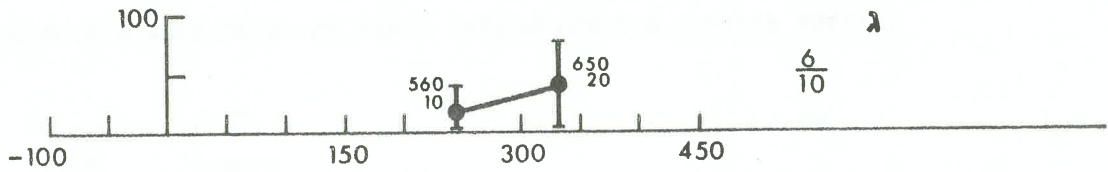
(ב)

(המשך בעמוד מס. 80)

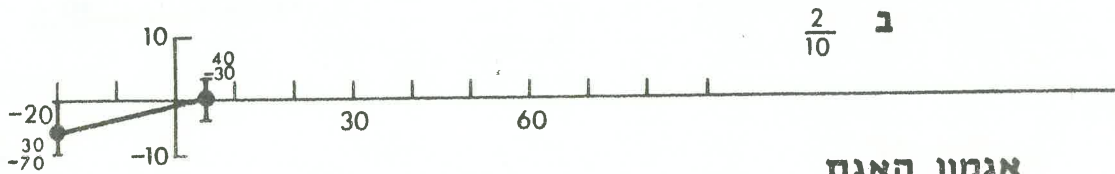
ארכובית הכתמים



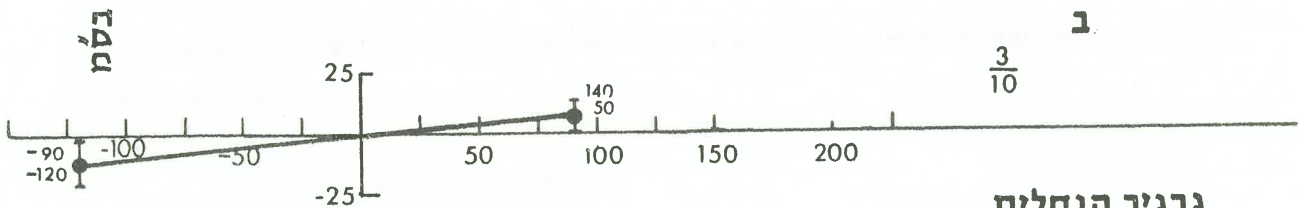
לוטוס הביצות



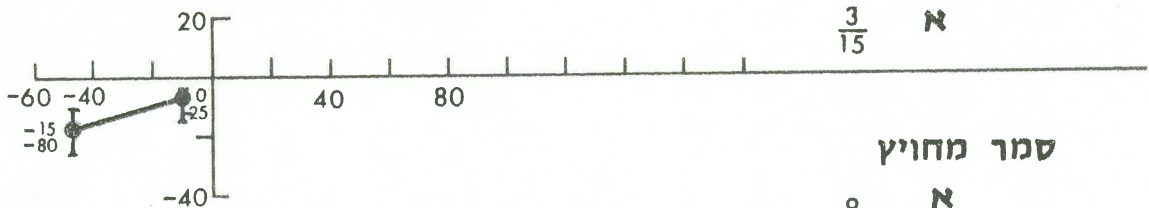
כף צפרדע איזמלנית



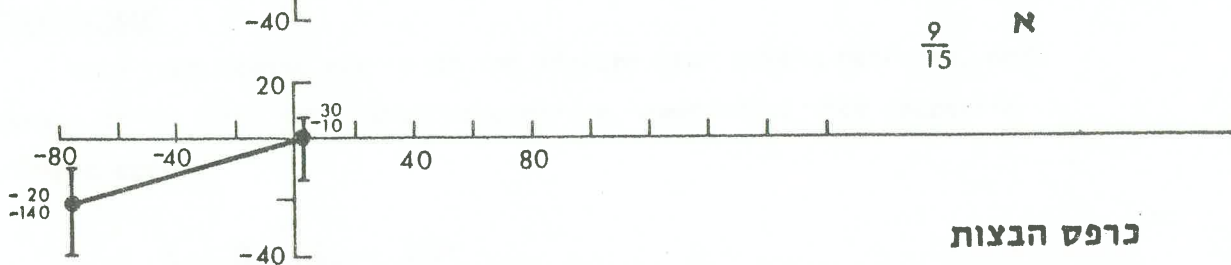
אגמון האגם



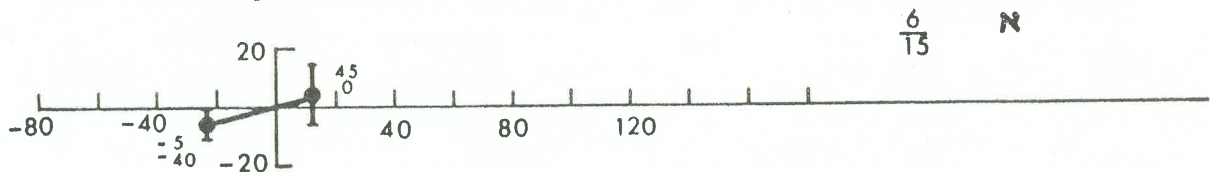
גרגיר הנחלים



סמר מחויץ



כרפס הבצות



גובה מהמים בס"מ

מרחק משפת המים בס"מ

ציור מס. 29 (המשך)

גרגיר הנחלים

"בלעדי"

הצמחים טובלים בגוף המים ורק העלים וחלק מהגבעולים מזדקרים מעליהם.

במטר	-1	0	
נוכחות	3/15		(א)
% כיסוי	40		

סמר מחויץ

"בלעדי"

תחום תפוצתו העיקרי בגוף המים כאשר העלים המפורקים וחלק מהגבעולים מזדקרים מעליהם.

במטר	-2	-1	0	1	
נוכחות	3/15	9/15	4/15		(א)
% כיסוי	33	61	15		

כרפס הביצות

שכיח יותר בקטעים הנקיים של נחל אלכסנדר מאשר בקטעים המזוהמים. תחום תפוצתו העיקרי בגוף המים ובשפת המים הקרובה, כאשר העלים וחלק מהגבעולים מזדקרים מעליהם.

במטר	-1	0	1	
נוכחות	6/15	3/15		(א)
% כיסוי	23	23		

נחל ירקון

השנויים שחלו בצמחיית הירקון מוצגים בשהי הטבלאות 6 ו 7.

ט ב ל ה מ ס . 6

מיני הצמחים שנעלמו לחלוטין מנחל ירקון (אביצור 1957)

<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid. (= <i>Lemna polyrrhiza</i> L.)	1. ספירודלה רבת-שורשים (עדשה מים רבת-שורשים)
<i>Lemna minor</i> L.	2. עדשה המים הזעירה
<i>Ranunculus aquatilis</i> ssp. <i>heleophilus</i> (Arv.-Touv.) Rikli	3. נורית המים
<i>Cyperus tegetiformis</i> Roxb.	4. גומא הירקון
<i>Scirpus lacustris</i> L.	5. אגמון האגם
<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	6. שוש קרח
<i>Equisetum ramosissimum</i> Desf.	7. שבטבט ענף
<i>Potamogeton</i> spp.	8. מיני נהרונית

רוב מיני הצמחים המצויים כיום רק בקטעים המזרחיים של הירקון התפשטו

בקטעים יוחר ארוכים. (גליל בע"פ).

טבלה מס. 7

טבלת נוכחות הצמחים בנחל ירקון

+ מצוי בקטע
++ נפוץ בקטע
- אינו מצוי בקטע

מידת נוכחותו בקטע							שם הצמח	
ח	ז	ו	ה	ג	ב	א		
-	-	-	-	-	+	-	Bonjeanea recta (L.) Richb.	אחילוטוס זקוף
-	-	-	-	-	+	-	Asparagus palaestinus Baker	אספרג א"י
-	-	-	-	-	+	-	Apium nodiflorum (L.) Lag.	כרפס הבצוח
-	-	-	-	-	+	-	Ludwigia stolonifera (Guill. et Perr.) Raven	מדד זוחל
-	-	-	-	-	+	-	Cladium mariscus (L.) R. Br.	מכבד הבצוח
-	-	-	-	-	+	++	Lippia nodiflora (L.) Mich.	ליפיה זוחלת
-	-	-	-	-	+	++	Potamogeton nodosus L.	נהרונית צפה
-	-	-	-	-	+	++	Nymphaea caerulea Sav.	נימפיה חכולה
-	-	-	-	-	+	+	Mentha incana Willd.	נענה משובלת
-	-	-	-	-	+	-	Cyperus glaber L.	גמא קרה
-	-	-	-	-	+	-	Dinebra retroflexa (Vahl.) Panz.	זנבה נטויה
-	-	-	-	-	+	+	Scirpus litoralis Schrad.	אגמוץ החוף
-	-	-	-	-	+	+	Lycopus europaeus L.	כף זאב אירופית
-	-	-	-	-	+	+	Epilobium hirsutum L.	ערברה שעירה
-	-	-	-	-	+	++	Convolvulus sepium L.	חבלבל המשוכות
-	-	-	-	-	+	+	Cyperus papyrus L.	גמא הפפירוס
-	-	-	-	-	+	+	Juncus fontanesii Gay	סמר מחויץ
-	-	-	-	-	+	++	Alternanthera sessilis (L.) DC.	ביצן מכסיף
-	-	-	-	-	+	++	Vigna luteola (Jacq.) Benth.	לוביה מצרית
-	-	-	-	-	+	++	Nuphar luteum (L.) Sm.	נופר צהוב
+	-	-	-	-	+	+	Lythrum junceum Banks et Sol.	שניח מתפתלח
+	-	+	-	-	+	+	Cynanchum acutum L.	חנק מחודד

מידת נוכחותו בקטע							שם הצמח	
ח	ז	ו	ה	גד	ב	א		
-	-	+	+	+	+	+	Stachys viticina Boiss.	אשבל הביצה
+	-	+	+	+	-	-	Melissa officinalis L.	מליסה רפואית
-	++	-	-	-	+	-	Typha angustata Bory et Chaub.	סוף מצוי
++	++	+	+	+	-	-	Polygonum lapathifolium L.	ארכוביה הכחמים
-	++	-	-	+	+	-	Cyperus longus L.	גמא ארוך
-	-	+	+	+	+	-	Polygonum salicifolium Brouss.	ארכוביה משונשנת
-	-	+	-	+	+	+	Helminthia echioides (L.) Gaertn.	חולענית דוקרנית
+	+	+	+	+	+	-	Saccharum biflorum Forsk.	קנה סוכר מצרי
++	+	+	+	+	+	-	Chenopodium ambrosioides L.	כף אוז ריחנית
-	+	+	-	+	+	-	Paspalum distichum L.	פספלוך דו טורי
+	+	++	++	++	++	-	Salix acmophylla Boiss.	ערבה מחודדת
+	+	++	++	++	+	-	Arundo donax L.	עבקנה שכיח
+	+	+	+	+	+	+	Verbena officinalis L.	ורבנה רפואית
+	+	+	+	+	+	+	Melilotus albus Desr.	דבשה לבנה
+	+	+	+	+	+	+	Inula viscosa (L.) Desf.	סיון דביק
+	+	+	+	+	+	+	Foeniculum piperitum (Veria.) Presl.	שומר דל קרנוח
+	+	+	+	+	+	+	Plantago lanceolata L.	לחך איזמלני
+	+	+	+	+	+	+	Aster subulatum Michx.	אסתר מרצעני
+	+	+	+	+	+	+	Cephalaria joppica (Spreng.) Beg.	שלמוך יפואי
+	+	+	+	+	+	+	Pulicaria dysenterica (L.) Gaertn.	פרעושיח משלשלח
++	++	++	+	+	+	+	Brachiaria mutica (Forsk.) Stapf	דחנך קפח
+	+	++	++	++	++	+	Lythrum salicaria L.	שנית גדולה
++	++	++	++	++	++	+	Rubus sanguineus Friv.	פטל קדוש
++	++	++	++	++	++	++	Panicum repens L.	דוחן זוחל
++	++	++	++	++	++	++	Phragmites communis Trin.	קנה מצוי

אפשר לראות מתוך טבלה מס. 7, ש 20 מכלל 47 מיני צמחים שנרשמו בירקון מופיעים רק בקטעים הנקיים: (א), (ב), (ג), (ד). מענין לציין ש 7 מיני צמחים אספרג א"י, ליפיה זוחלת, חבלבל המשוכות, כרפס הבצות, כף זאב אירופית, ביצן מכסיף, וגומא קרח מתוך העשרים הנ"ל הופיעו בנחל אלכסנדר גם בקטעים הנקיים וגם בקטעים המזוהמים (ראה טבלה מס. 5). שלשת המינים הראשונים הם צמחים מטפסים שגדלים בריחוק רב משפת המים ואי מציאותם בקטעים המזוהמים של הירקון היא, כנראה, מקרית. לעומת זאת, ארבעת המינים האחרונים, הגדלים בקרבת שפת המים, לא מצויים בקטעים המזוהמים של הירקון, כנראה, בעטיים של גורמים סביבתיים נוספים לגורם הזהום. מענינת מאד העובדה שבקטעים הנקיים (א) ו (ב) מצויים תשעה מיני צמחים שאינם מופיעים בקטעים (ג) ו (ד) שאף הם נקיים.

מתוך תשעה מינים אלה, שלשה מופיעים גם בקטעים הנקיים וגם בקטעים המזוהמים של נחל אלכסנדר. כלומר, אי הופעתם של שלשה אלה לפחות בקטעים (ג) ו (ד) של הירקון, אינה נובעת מן הזהום העונתי, אלא כנראה, מהיותם מוצלים הרבה יותר מקטעים (א) ו (ב).

להלן נדון על שני מינים מן הששה הנוותרים והם נימפיאה תכולה, ומדר זוחל. בקטעים (א) ו (ב) הם מופיעים בשכנות עם צמחי אגמון החורף ונופר צהוב. הללו מופיעים גם בקטעים (ג) ו (ד) בעוד שצמחי נימפיאה וומדר מופיעים ב (א) ו (ב) בלבד. הבדיקות הכימיות והמדידות הפיסיקליות בקיץ וסחו 1971 לאורך ארבעת הקטעים הנ"ל, אשרו שטיב המים בהם זהה. אולם, בחורף 1971 ו 1972 נתגלה שקיימת חדירת שפכים בעונת החורף דרך נחל רבה לקטעים (ג) ו (ד) (ראה ציור מס. 2). עובדה זו עשויה להסביר את התופעה האמורה. כלומר: קיימת האפשרות, שרגישות חלק מצמחי המים לשפכים היא כה גבוהה, שאפילו חדירה עונתית של שפכים אינה מאפשרת להם להמשיך להתקיים בהם. לעומת זאת, שני המינים האחרים נופר צהוב ואגמון החורף אינם מושפעים מהשפכים העונתיים והם מצויים לאורך כל הקטעים הנקיים יחסית בכמות שווה.

עובדה מענינת נוספת נצפתה בקטעים (א) ו (ב). צמחי הנהרונית הצפה, שנראו בירקון בשנת 1960 (פליטמן 1961) ולא נמצאו בשנים 1970/71/1972, התפשטו מאד בחורף 1973 בקטע (א) ונמצאו גם בקטע (ב). לעומת זאת, באותו חורף לא נראו צמחי נימפיאה תכולה בקטעים (א) ו (ב), בעוד שבמעיינות אפק בעמק עכו (האחר היחיד הנוסף בארץ שבו נמצאים צמחי נימפיאה תכולה) נצפתה צמיחה חדשה כבר באמצע חודש מרץ. תופעות דומות ידועות בארץ גם במינים נוספים של צמחי מים. הסיבות לכך אינן ברורות. יש לשער שהופעה מינים אלה

ומידת תפוצתם תלויה בגורמים סביבתיים שונים כאשר הגורם העיקרי הוא - הטמפרטורה.
גם בירקון כמו בנחל אלכסנדר לא היו מקרים שבהם צמח הופיע בקטע מזוהם ולא
הופיע גם בקטע נקי. לעומת זאת, רוב המינים שהופיעו בשני הנחלים בקטעים הנקיים
בלבד נעלמו מהקטעים המזוהמים. יש לשער שתופעה זו נגרמה ע"י הזהום והראיות לכך הן:
1. תצפיות ותרשימים שנעשו לפני הזהום בהשוואה לאלה שנעשו בעת האחרונה.
2. מתצפיות במקווי מים אחרים מחברר, שרוב צמחי המים שהופיעו בקטעים הנקיים בלבד
של שני נחלים אלה מופיעים ולעתים אף נפוצים בארץ במקווי מים נקיים אחרים.
מיני הצמחים ששולטים בגדות הקטעים המזוהמים בירקון הם: פטל קדוש, קנה מצוי,
ערבה מחודדת, דוחנן קיפח ועבקנה שכיח. אין לנו הסבר מניח את הדעת לעובדה שצמחי
הסוף המצוי והגמא הארוך שנפוצים בנחל קנה, אינם מצויים ביחד הקטעים המזוהמים.

3. נסווי העתקה

התנהגות הצמחים השונים ביחס לזהום

נסוי העתקות מיני צמחים מהקטעים הנקיים לקטעים המזוהמים (ולקטעים הנקיים כביקורת), נעשה במטרה לברר את סיבת אי מציאותם כיום של מיני צמחים מסוימים בקטעים המזוהמים למרות מציאותם בקטעים הנקיים.

נחל אלכסנדר

תאור הקלטות מיני הצמחים הצפים שהועברו מקטע (א) של החעלה לקטע (ה) נתון בטבלה הבאה.

טבלה מס. 8

מקום הצבת הרשת				בתאריך
בשפך התעלה לנחל אלכסנדר		כ 15 מ' מזרחית לשפך התעלה		
רשת א' ריקציה צפה	רשת ב' עדשת-מים גבנת	רשת ג' עדשת-מים גבנת	רשת ד' ריקציה צפה + עדשת מים גבנת	
העברה	העברה	העברה	העברה	25.8.71
הצמחים נרקבו ונעל-מו, הועברו חדשים	מצב הצמחים טוב	מצב הצמחים טוב	צמחי הריקציה נרקבו ונעלמו. צמחי עדשת המים תפסו מקומם. הועברו צמחי ריקציה חדשים.	9.9.71
הצמחים נרקבו ונעל-מו	מצב הצמחים טוב	מצב הצמחים טוב	צמחי הריקציה נרקבו ונעלמו. צמחי עדשת המים תפסו מקומם.	30.9.71
הרשתות נחלשו ע"י סקרניים				25.10.71

מתוצאות הנסוי בנחל אלכסנדר (טבלה מס. 8) אפשר לראות: (לא היה צורך בביקורת, הואיל והצמחים צפים על פני המים ועצם ההעתקה לא היתה קשורה בכל פגיעה אפשרית בהם).
 1. צמחי הריקציה הצפה ברשת א' נרקבו ונעלמו בשתי ההעתקות, כשבועיים לאחר בצוען.
 2. צמחי הריקציה הצפה שהועתקו לרשת ד', יחד עם צמחי עדשת-מים גבנת, נרקבו ונעלמו גם כן.

3. צמחי עדשת המים הגבנת התקיימו יפה ברשת ב', ג' וברשת ד' אף תפסו את המקום שהתפנה עם העלמותם של צמחי הריקציה הצפה. צמחים אלה התקיימו במצב טוב בבית גדולם החדש עד לעקירת הרשתות בידי סקרניים בסוף אוקטובר 1971.
 מתוצאות נסוי זה עולה השאלה, מדוע צמחי עדשת המים הגבנת אינם גדלים באופן

טבעי בקטע (ה) של התעלה וביתר הקטעים המזוהמים של נחל אלכסנדר?
 יחכן, שתנאים של תכולת המצץ מומס נמוכה מאד בפני המים בנחל אלכסנדר, השוררים
 במשך הלילה (ראה ציור מס. 5) גורמים לפגיעה בצמחים. כמו כן שטפונות בעונת החורף
 עלולים לגרוף אותם. אולם, הרי צמחים אלה הופיעו בעבר בקטעים המזוהמים כיום למרות
 שטפונות החורף. כמו כן, לו פגיעת השטפונות היתה גורמת להעלמותם, הם היו צריכים
 להיוותר לפחות בקטע (ה) של התעלה שהוא מוגן ומוסתר.
 בסיכומו של דבר, לא ברור מדוע צמחי עדשת מים גבנת נוספים מופיעים בסביבות
 נחל אלכסנדר רק בתעלה (א1), ובבריכת בטיח וכן בגופי מים נקיים בלבד ברחבי הארץ,
 למרות ש Culley (1973) מספר על המצאות מיני עדשת מים ברחבי ארה"ב הן במים נקיים
 והן במים מזוהמים.

נחל ירקון

תאור מראה הצמחים לאחר שתילתם בקטעים הבאים: (נשתלו ב 12.8.71)

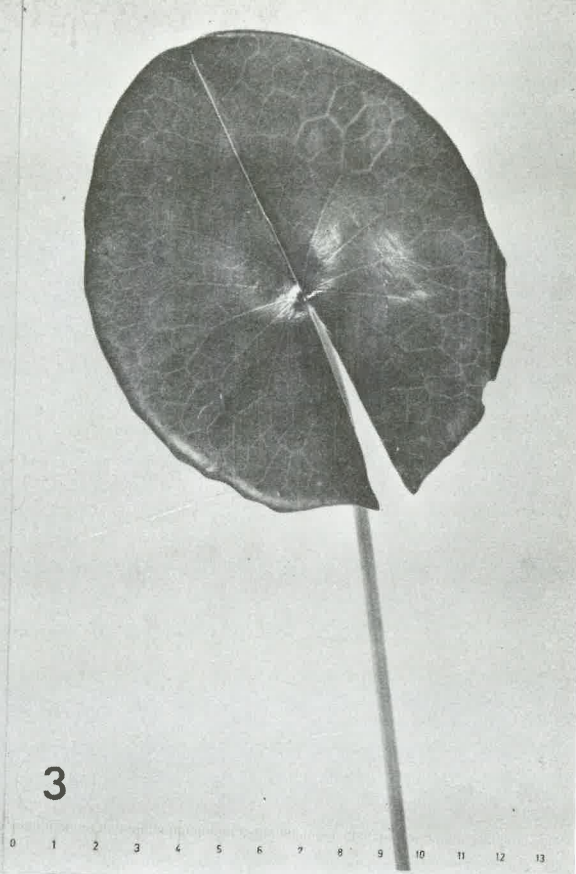
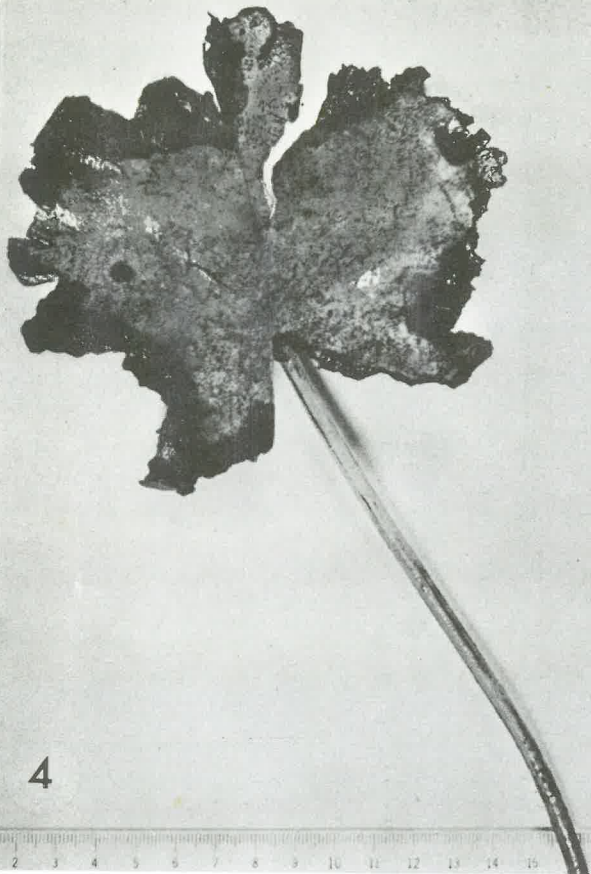
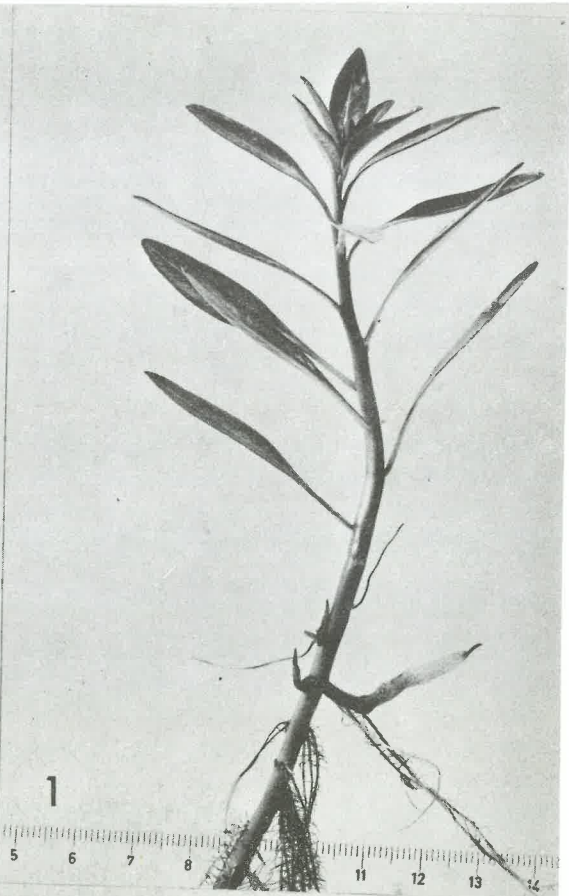
טבלה מס. 9

שם הצמח	מקום העקירה	תחנה מס'	תאור מראה הצמחים
<u>נופר צהוב</u>	(ג)	(ד)	4 צמחים נשתלו כ 15 מ' מזרחית לשפך נחל קנה. 4 צמחים נשתלו כ 300 מ' מזרחית לשפך נחל קנה. בשני מקומות השתילה היתה התפתחות והקלטות טובה. התפתחו עלים צפים, עלים טבולים וכפתורי פרחים חדשים. צבע העלים היה ירוק עז. נשתלו 7 צמחים. נשתלו 7 צמחים.
<u>נופר צהוב</u>	(ג)	(ה) (ו)	כ 4 ימים לאחר השתילה נראו סימני צריבה והשחרה בטרפי העלים הצפים והטבולים. לא נראו מיום השתילה עלים או ניצני פרחים חדשים ואף ניצני הפרחים הקיימים לא נפתחו. מסביב לפטוטות העלים התפתח מעטה רירי בצבע אפור בהיר בעובי של כ 5 מ"מ (מיקרואורגניזמים שונים). הטרפים הלכו והתנוונו. אחרון העלים הצפים נעלם כ 3 שבועות לאחר שתילתו. אחרון העלים הטבולים נעלם כשבוע לאחר מכן. 5 צמחים נשתלו כ 15 מ' מזרחית לשפך נחל קנה. הצמחים נקלטו יפה, פתחו עלים, פרחים ושורשי אויר חדשים.
<u>מדד זוחל</u>	(ב)	(ד)	

לוח מס. 3

מדד זוחל ונימפיאה תכולה

- תמונה מס. 1 - ענף בריא של מדד זוחל בעל שורשי הזנה, ושורש אויר.
- תמונה מס. 2 - ענף פגוע של מדד זוחל כ - 5 שבועות אחרי העברה לקטע (ה) המזוהם של הירקון. נעלמו שני טיפוסים השורשים ונראית פגיעה בעלים.
- תמונה מס. 3 - עלה בריא של נימפיאה תכולה.
- תמונה מס. 4 - עלה פגוע של נימפיאה תכולה כ - 4 שבועות אחרי העברה לקטע (ה) המזוהם של הירקון. צריבות קשות בטרף ובפטוטרחה.



שם הצמח	מקום העקירה	תחנה מס'	תאור מראה הצמחים
<u>מדד זוחל</u>	(ב)	(ה)	נשתלו 5 צמחים. כ 4 ימים לאחר השתילה, הצמחים נראו עדיין במצב די טוב ובאחד מהם אף נפתח אחד מכפתורי הפרחים שהיה קיים בעת השתילה. 3 מהצמחים הנצו עלים חדשים שהצליחו להחזיק מעמד יותר מהעלים הקיימים. כל הצמחים לא פתחו שורשי אויר חדשים. כ 10 ימים לאחר השתילה הצמחים הראו סימני צריבה והחלו להרקב. אחרון הצמחים נרקב ונעלם כ 8 שבועות לאחר השתילה. (ראה לוח מס. 3)
<u>מדד זוחל</u>	(ב)	(ו)	נשתלו 5 צמחים. 3 צמחים נגרפו 2 הצמחים הנוותרים לא פתחו עלים חדשים וכפתורי פרחיהם לא נפתחו. הם נרקבו ונעלמו כ 6 שבועות לאחר השתילה.
<u>נימפיאה תכולה</u>	גן בוט' אונ' ת"א	(ד)	צמח אחד נשתל כ 15 מ' מזרחית לשפך נחל קנה. צמח זה לא נקלט בהצלחה מכיוון שעליו נחלשו בגלל עוצמת הזרם הגבוהה. צמח אחר נשתל כ 300 מ' מזרחית לשפך נחל קנה. הוא נקלט יפה, פתח עלים וכפתורי פרחים חדשים אך לאחר כ 10 שבועות מיום שתילתו כורסם ושרידיים מטרפיו שנראו ירוקים ובריאים נותרו צפים על פני המים.
<u>נימפיאה תכולה</u>	"	(ה)	נשתלו 6 צמחים. 4 ימים לאחר השתילה נראו בכל טרפי העלים סימני צריבה. לא התפתחו עלים או כפתורי פרחים חדשים. כפתורי הפרחים הקיימים לא נפתחו. סביב הפטוטרת התפתח מעטה רירי בצבע אפור בהיר (כנראה מיקרואורגניזמים) בעובי של כ 5 מ"מ. טרפי העלים הלכו והתנוונו. כ 6 שבועות לאחר השתילה נרקב ונעלם אחרון העלים. (ראה לוח מס. 3)
<u>אגמון החוף</u>	(ג)	(ד)	נשתלו 7 צמחים כ 15 מ' מזרחית לשפך נחל קנה. 2 צמחים נגרפו ונעלמו. 5 צמחים נקלטו יפה. הם פתחו קני תפוחת ועלים חדשים. קני התפוחת נותרו ירוקים לכל אורכם עד החורף.
<u>אגמון החוף</u>	(ג)	(ה) (ו)	נשתלו 10 צמחים. נשתלו 10 צמחים.
			לא נראתה בצמחים הנצה חדשה. התפרחות הקימות התיבשו כשבועיים לאחר השתילה. כשבוע לאחר מכן נרקבו העלים וקנה התפרחת הלך והתיבש מלמעלה כלפי מטה. הצמחים המשיכו להתקיים כשחלק תחתון וקצר מקנה התפרחת ירוק ואילו החלק העליון יבש ומנוון. כ 4 חודשים לאחר השתילה כל קני תפרחות הצמחים התנוונו והתיבשו לכל אורכם והצמחים נעלמו. (ראה לוח מס. 4)
<u>גמא פפירוס</u>	(ד)	(ד)	4 צמחים נשתלו כ 15 מ' מזרחית לשפך נחל קנה. כולם נקלטו יפה ופתחו קני תפרחות חדשים.
<u>גמא פפירוס</u>	(ד)	(ה)	4 צמחים נשתלו כ 50 מ' מערבית לשפך נחל קנה. 2 צמחים התנוונו ולא פתחו קני תפרחות חדשים. 2 צמחים נקלטו יפה ופתחו קני תפרחות חדשים.

לוח מס. 4

אגמון החוף

תמונה מס. 1 - עלה בריא.

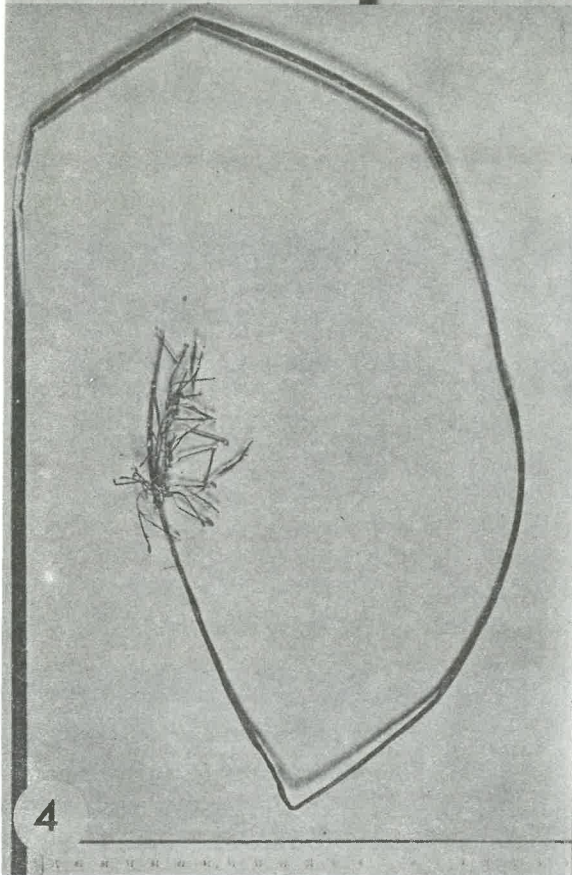
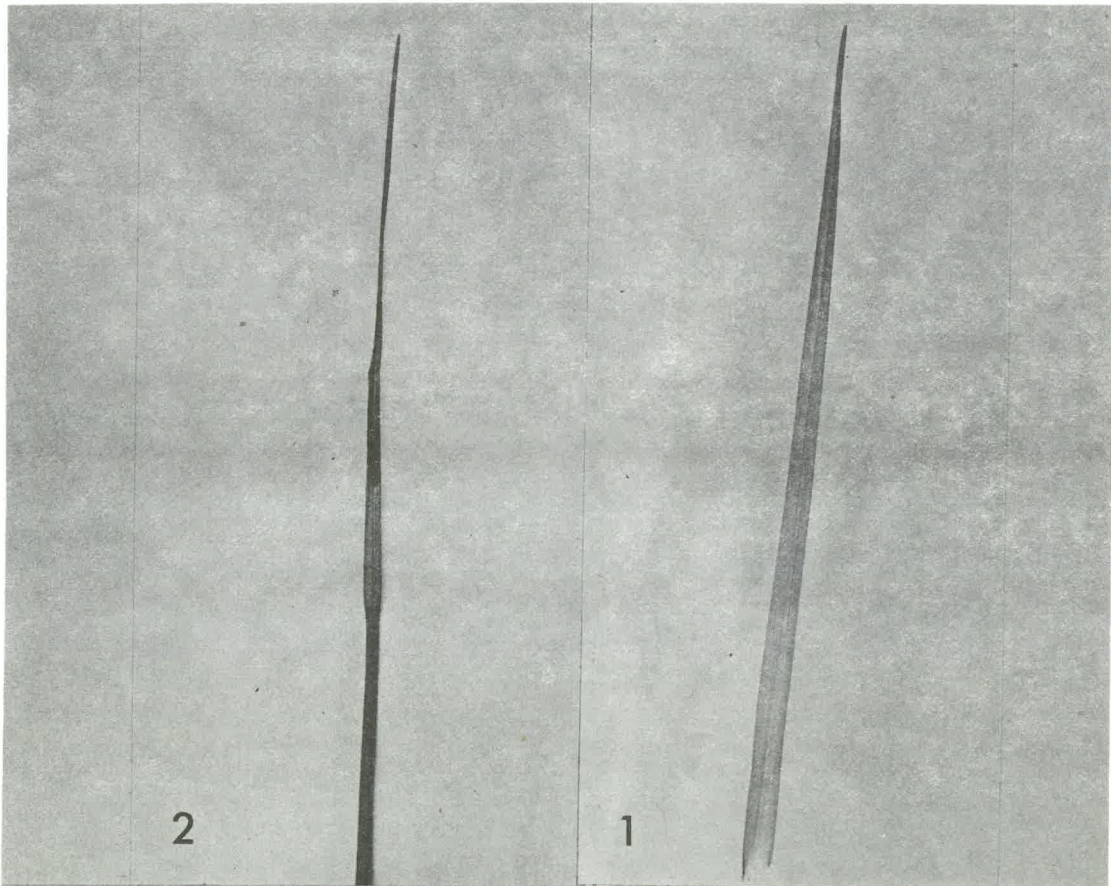
תמונה מס. 2 - עלה פגוע כשבוע לאחר הוספת 5 חל"מ דסרגנטים למיכל.

תמונה מס. 3 - קנה תפרחת בריא.

תמונה מס. 4 - קנה תפרחת פגוע כ - 6 שבועות לאחר העברתו לקטע (ה) המזוהם

של הירקון. רק החלק התחתון של קנה התפרחת ירוק וכל היתר

מנוון.



כל מיני הצמחים שנשתלו בקטע (ד) הנקי יחסית כבקורת, נשתלו במרחק של כ 15 מ' מזרחה למקום כניסת נחל קנה לירקון. מיני הצמחים שנשתלו בקטע (ה) המזוהם, נשתלו במרחק של כ 50 מ' מערבית למקום כניסת נחל קנה לירקון. מכאן, ההבדלים הקימים בשני בתי גדול סמוכים אלה, נובעים ומושפעים אך ורק מעובדת החדירה הקבועה של שפכים לירקון בקטע (ה).

כפי שאפשר לראות מטבלה מס. 9, ההבדלים בקליטתם של מיני הצמחים בשני אתרים אלה היו גדולים מאד. מיני הצמחים: נופר צהוב, נימפיאה תכולה ומדד זוחל נקלטו היטב בקטע הנקי ואילו בקטעים המזוהמים הם נרקבו ונעלמו לאחר מספר שבועות. (ראה לוח מס. 3) יתכן שאחת מהסיבות שצמחי המדד הזוחל החזיקו מעמד מעט יותר זמן מאשר צמחי הנופר הצהוב והנימפיאה התכולה נובעת מהעובדה שצמחי המדד הזוחל פחות טבולים מהמינים הנ"ל במים. (ולפיכך - פחות תלויים בטיבם?).

בהקשר לכך נציין, שמצאנו צמחי מדד זוחל בנחל עדה המזוהם ובתעלת מים שזרמו בה שפכים ממקור אורגני בלבד, מבית החרושת "גרנות" שבסביבות חדרה. הצריבה של עלי הנופר הצהוב והנימפיאה התכולה נראתה לעין כארבעה ימים לאחר ההעסקה. לעומתם המדד הזוחל הראה סימני פגיעה רק כ 10 ימים לאחר השתילה. (אלה הם, למעשה, עשרת הימים שהם נותרו בחיים יותר מצמחי הנופר הצהוב והנימפיאה התכולה).

אולם, כנראה, שההנחה לגבי תלות הצמח בטיב המים על פי מידת טבילתו בהם אינה חד משמעית. לראיה, העלים הטבולים של צמחי הנופר הצהוב החזיקו מעמד יותר מאשר העלים הצפים. כמו כן, ציינו בפרק הדן בתפוצת הצמחים בירקון, שרגישות צמחי הנימפיאה התכולה והמדד הזוחל לזהום המים היא, כנראה, כה גבוהה שהם נעלמים מקטעים בהם זורמים שפכים ולו בעונה אחת בשנה. לעומתם צמחי הנופר הצהוב ואגמון החוף המשיכו להתקיים בקטעים (ג) (ד). לפי ההנחה הקודמת, צמחי הנופר הצהוב צריכים היו להיות רגישים יותר מצמחי המדד הזוחל לעובדת קיום הזהום העונתי. אולם, תוצאות נסויה ההעסקה מבחינה זאת הפוכות להנחה הנ"ל. מעניין לציין, כי Kohler (1971) מצא בעבודתו את צמחי הנופר הצהוב רק בקטע הנקי של הנחל, אך ציין, שידוע לו על מציאותו במקומות אחרים הסובלים מכניסת שפכים.

אופן ניוון מיני הצמחים הנ"ל מתואר בטבלה מס. 9 ובלוח מס. 3. גם צמחי אגמון החוף ניזוקו קשה במקום שתילתם בקטעים המזוהמים, אולם, השפעת המים המזוהמים עליהם הייתה איטית יותר משלשת המינים הנ"ל ורק כ 4 חודשים לאחר שתילתם התנוונו לגמרי. יתכן שמידת תלותם בטיב המים, בגלל הזדקרותם, קטנה משלשת המינים הצפים הנ"ל. כן לא מן הנמנע, שעובדת קשיחות קנה התפרחת, סייעה לצמחי אגמון החוף להחזיק מעמד יותר זמן

מאשר צמחי המים הצפים הנ"ל, בעלי האברים הרכים והספוגיים שכמות הסיבים בהם מעטה מאד. עובדה היא, שעלי הצמחים נרקבו ונעלמו כ 3 שבועות לאחר השתילה ורק בטיס קני התפרחת נותר חי מספר חודשים (ראה לוח מס. 4).

לעומת מינים אלו, מענין לציין, שצמחי גמא הפפירוס הצליחו להחקיים באזור המזוהם בהצלחה לא קטנה במידה משמעותית ממידת קליטתם בקטע הנקי. מועלית השאלה מדוע צמחי גמא הפפירוס נפוצים בקטעים הנקיים (ב) (ג) (ד) ואילו בקטעים המזוהמים (ה) (ו) אינם מופיעים כלל? על כך אין לנו הסבר מניח את הדעת.

Kohler (1971) ערך נסוי דומה והעביר צמחי מים טבולים מקטע נחל נקי בסביבות

מינכן לקטעו המזוהם. הוא מצא שצמחי Potamogeton cloratus הראו סימני פגיעה בעלים לאחר 14 ימים בצורת כתמים שחורים, לאחר 41 יום היתה תמותה כללית של הצמחים ואילו בצמחי הבקורת לא נראתה שום פגיעה. בצמחי Potamogeton densus הנזק נכר לאחר 31 יום והצמחים המשיכו להתקיים במצב מנוון לגמרי במשך מספר חודשים.

4. נ ס ו י י מ ע ב ד ה

אלו מגורמי הזהום עלולים היו להשפיע על מיני הצמחים.

לאחר קבלת הנתונים על רמת המדדים השונים הקימים בקטעים המזוהמים, ולאחר שנוכחנו שחמשה מיני צמחים הגדלים באופן טבעי בקטעים הנקיים של הנחלים נרקבו ונעלמו לאחר העברתם לקטעים המזוהמים, החלטנו לנסות לברר, אלו מהגורמים הקיימים בקטעים המזוהמים השפיעו על השמדת הצמחים.

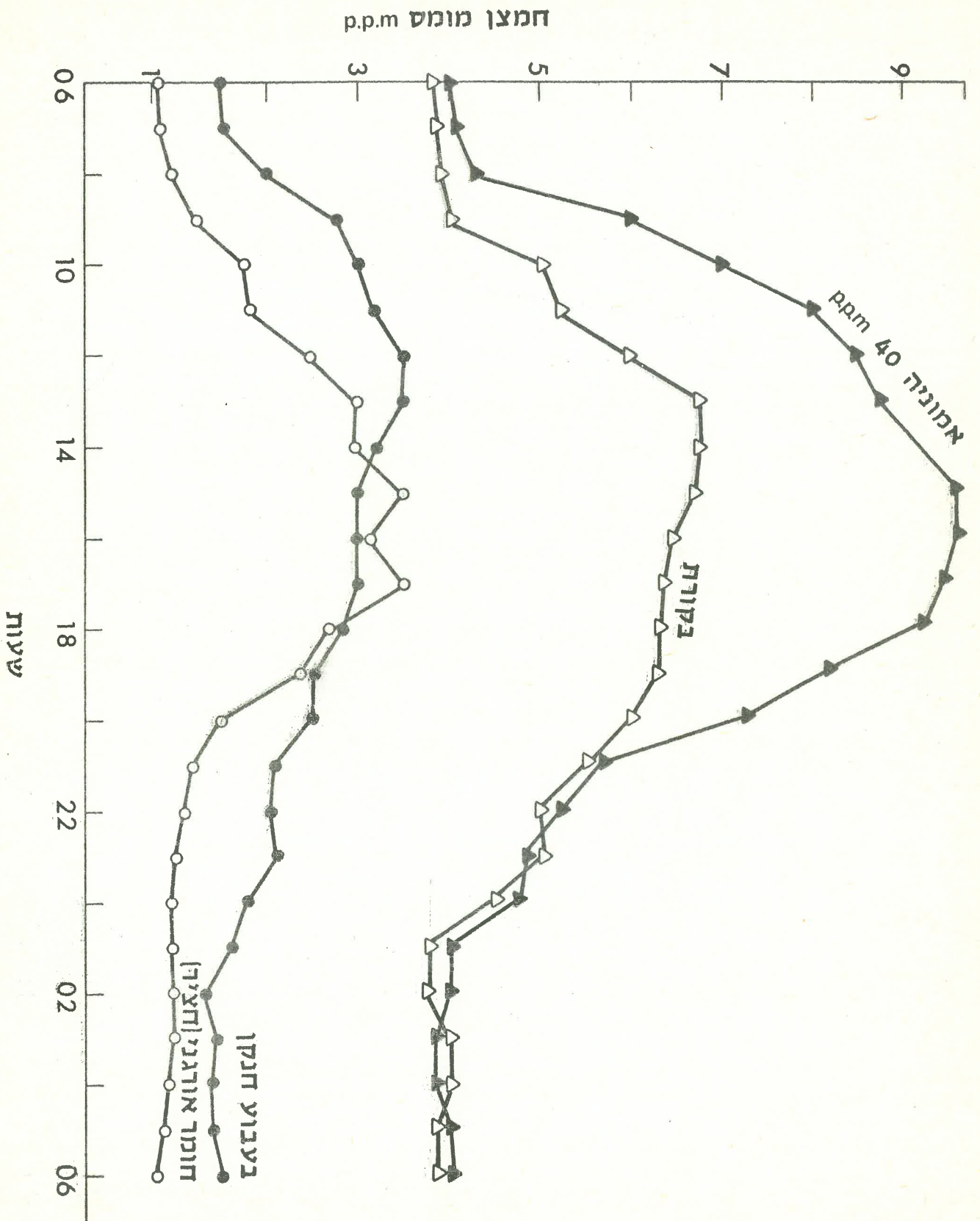
למטרה זו בחרנו במיני צמחים המופיעים כיום בקטעים הנקיים יחסית בלבד של הנחלים. שחלטנו והעברנו אותם (ראה: פרק חומרים ושיטות עבודה) למיכלי אזבסט, ונסינו לבודד בכל טפול אחד המדדים שהופיעו בבדיקות ובמדידות השונות בקטעים המזוהמים. במשך הנסוי ערכנו תצפיות וצלמנו כל שינוי שחל בצמחים.

כצפוי, היתה ירידה בערכי האמון, הניטרט והאורתופוספט לאחר הוספתם. במספר מקרים, נסינו להוסיף את הכמות החסרה כדי לראות, אם השינויים שהופיעו לאחר ההוספה הראשונה חוזרים ומופיעים גם לאחר השלמת הכמות החסרה.

כדאי לציין, שהתוצאות שהתקבלו בנסוי זה נבעו מן הגורם המבודד בלבד. אולם למעשה, בקטעים המזוהמים פועלים כל הגורמים שנבדקו (וכאלה שלא נבדקו) באופן סימולטני. לכן, המידע שקבלנו מתוצאות הנסוי על אופן השפעת הגורמים הנ"ל על מיני הצמחים - אינו משקף בהכרח את המצב בטבע. נמחיש זאת בדוגמה הבאה: לפני עריכת הנסוי שערנו, (על סמך הסתכלויות בלבד) שתכולה מספקת של חמצן מומס במים (כ 30% מרויה לפחות), הכרחית לקיום נאות של מרבית מיני הצמחים. אולם במהלך הנסוי התברר, שגורם זה השפיע אך במעט על אחד המינים שנבדקו. (ראה להלן). אם כן, יתכן שצמחי המים אינם רגישים ביותר לתכולת חמצן מומס. אולם, ישנה אפשרות סבירה שתכולה נמוכה של חמצן מומס משפיעה לרעה רק בצרף גורמים נוספים והשפעתה קלה ביותר כאשר היא מבודדת.

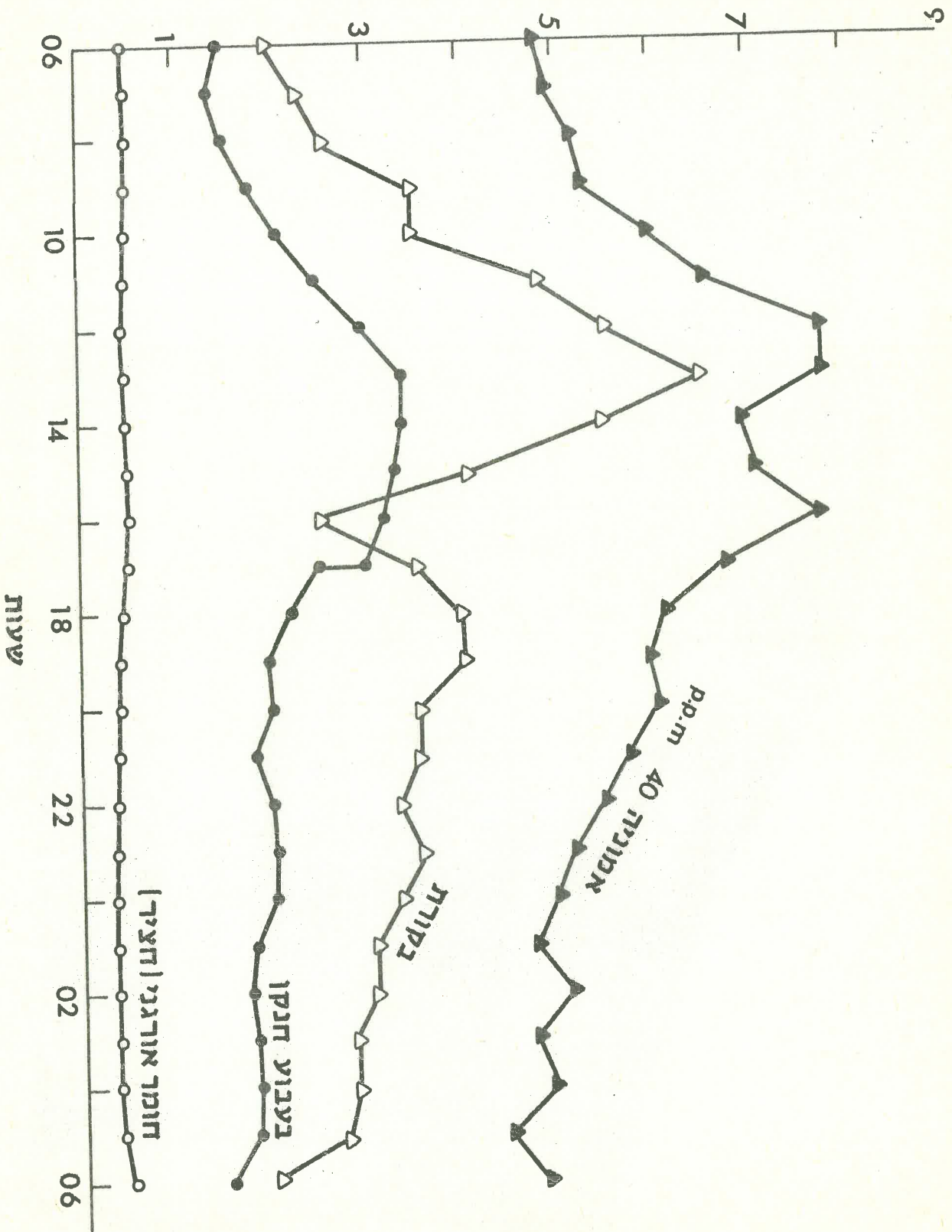
בטבלה מס. 10 וציורים מס. 30, 31, 32 ניתנות תוצאות המדידות הפיסיקליות

שבוצעו בטפולים השונים.

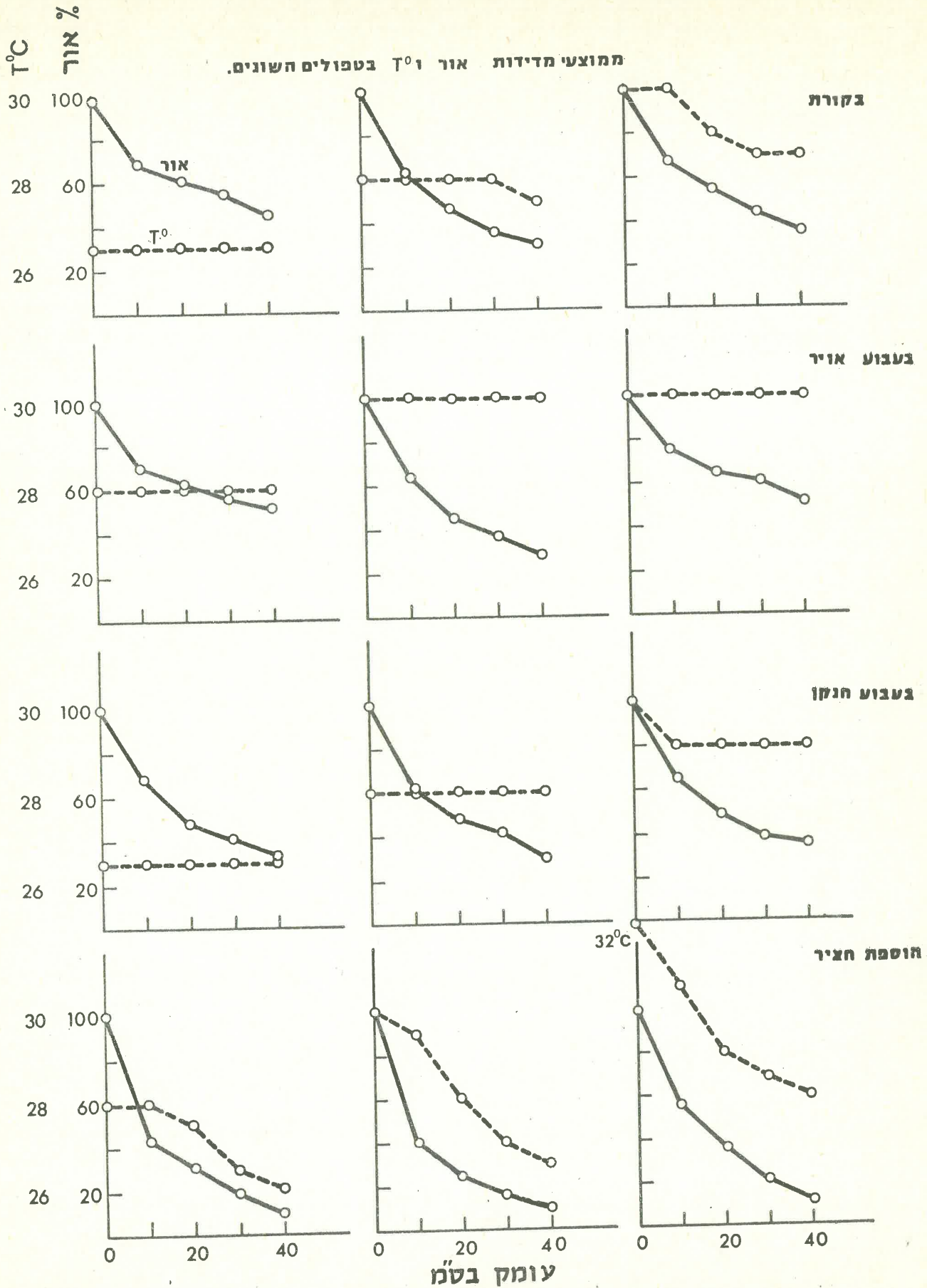


צירור מס. 30 תכולת חמצן מומס במיכלים בטפוליים אחידים, בעומק 10 ס"מ בין התאריכים 10.6.72 - 14.6.72.

חמצן מומס p.p.m

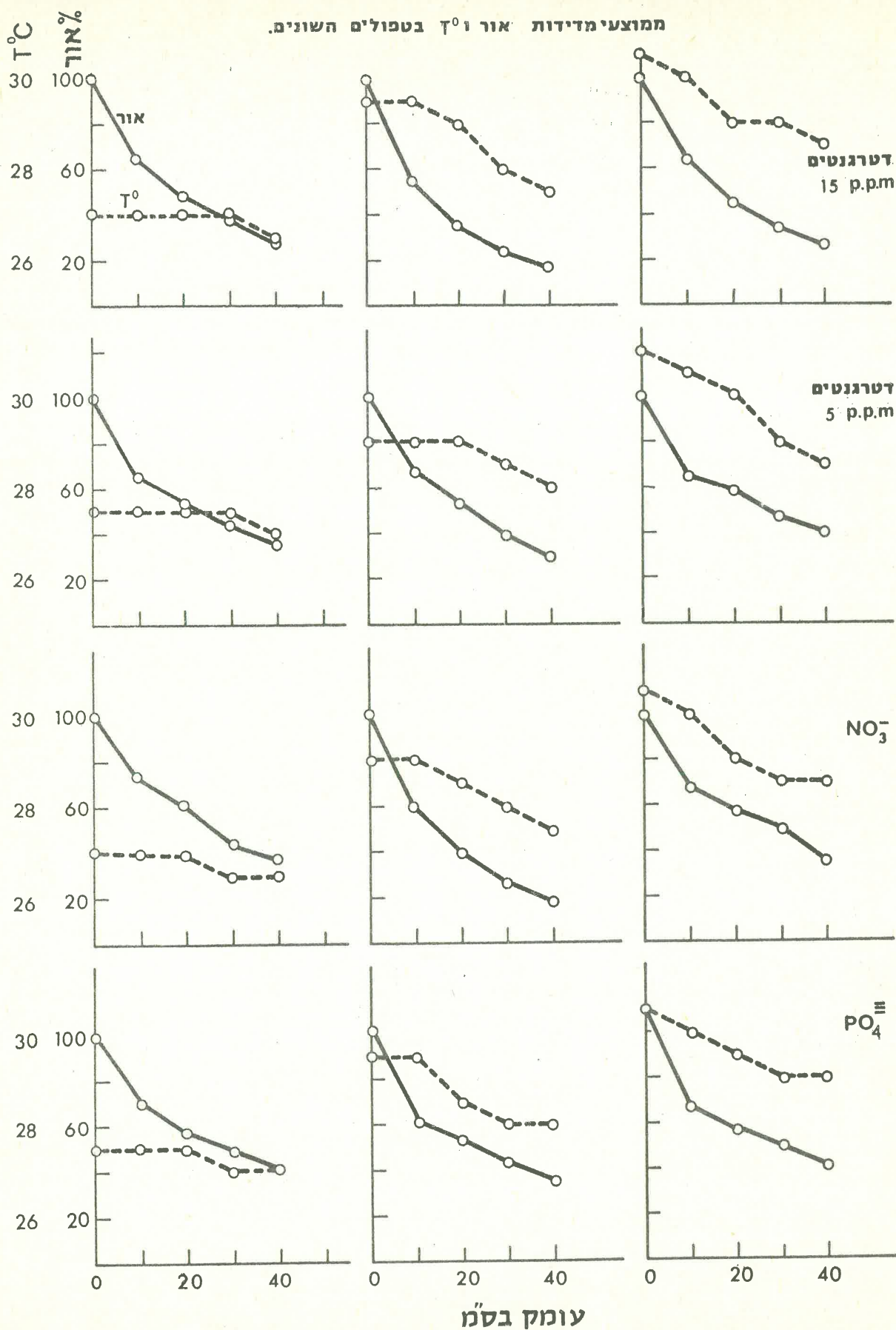


צירוף מס. 31 חכילה חמצן מומס במיכלים בטפוליים אחדים בעומק 40 ס"מ (קרקעית המיכל) בין התאריכים 25.5.72 - 21.5.72



ציור מס. 32 ממוצעי מדידות טמפ' וממוצעים של מידת חדירת האור לעומק המים במיכלים בטפולים השונים, כבטוי לעכירותם.

ממוצעי מדידות אור ו T° בטפולים השונים.



טבלה מס. 10

ערכי PH ממוצעים בטפולים השונים

ח א ר י ך	בקורת	בעבוע אויר	בעבוע חנקן	הוספת חציר	דטרגנטים 5 חל"מ	דטרגנטים 15 חל"מ	ניטרט	אורתופוספט	אמון
14.5.72	8.35	8.45	8.40	8.00	8.30	8.30	8.40	8.40	8.30
פני המים בשעה 13.00									
5.6.72	8.85	8.90	8.75	8.30	8.75	9.05	8.75	8.90	8.45
עומק 20 ס"מ בשעה 12.00									

לא נראו כל הבדלים משמעותיים בערכי ה PH בין הטפולים השונים.

להלן ניתוח של השפעות הטיפולים השונים:

1. השפעת טפולי לחץ חמצן גבוה (בעבוע אויר), לחץ חמצן נמוך (בעבוע חנקן) ולחץ

חמצן נמוך ביותר (הוספת תמצית מימית מורתחת של חציר למים).

השפעת שני הטפולים הראשונים על כל מיני הצמחים שנבדקו היו זהות במשך כל הנסוי.

כן גם לא נראה כל הבדל משמעותי בין התפתחות מיני הצמחים בשני טפולים אלה, לבין

התפתחות מיני הצמחים בטפול הבקורת. (ראה טבלה מס. 10 וציורים מס. 30, 31, 32).

טבלה מס. 11

תכולה ממוצעת של כמה מדדים במיכלי החציר (בחל"מ)

תאריך	Cl ⁻	Na ⁺	K ⁺	תצרוכה	ניטריט	ניטרט	אמון	אורתופוספט	מוצקים כלליים
בקורת	190	110	4.5	1.0	לא נמצא	1.5	לא נמצא	0.02	620
הכנסת תמצית מימית מורתחת של חציר למים									28.4.72
	266	157	12.6	56.5	0.028	22.3	0.219	0.154	908

כפי שאפשר לראות בטבלה זו, כחודש לאחר הוספת התמצית המימית המורתחת של החציר

למים עלתה תכולת רב החומרים שהיו בהם בצורה בולטת. הופיעו אמון וניטריטים שלא

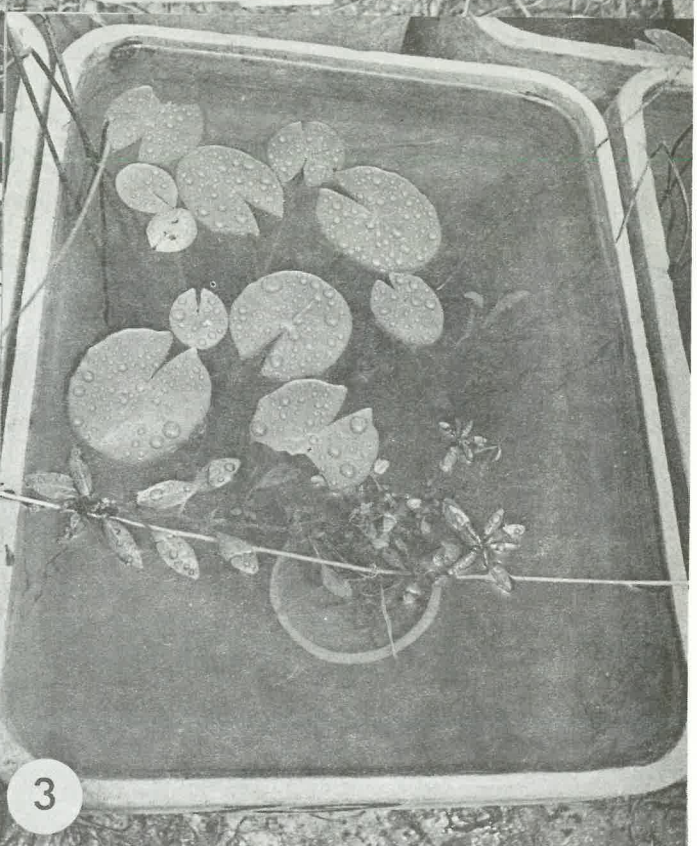
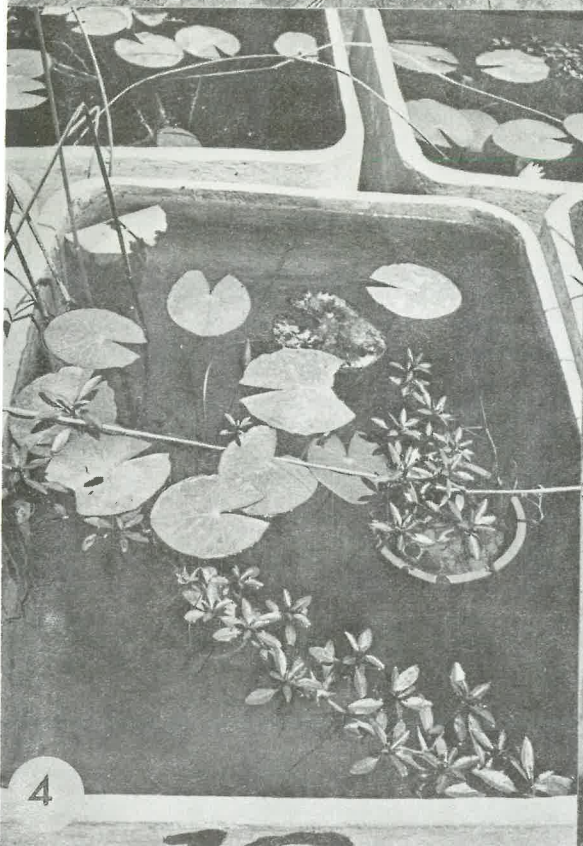
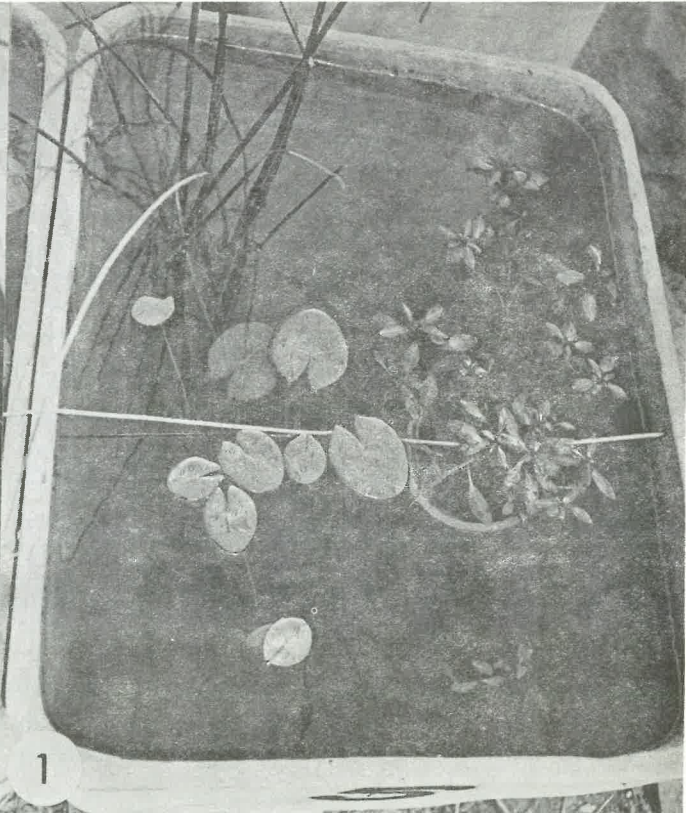
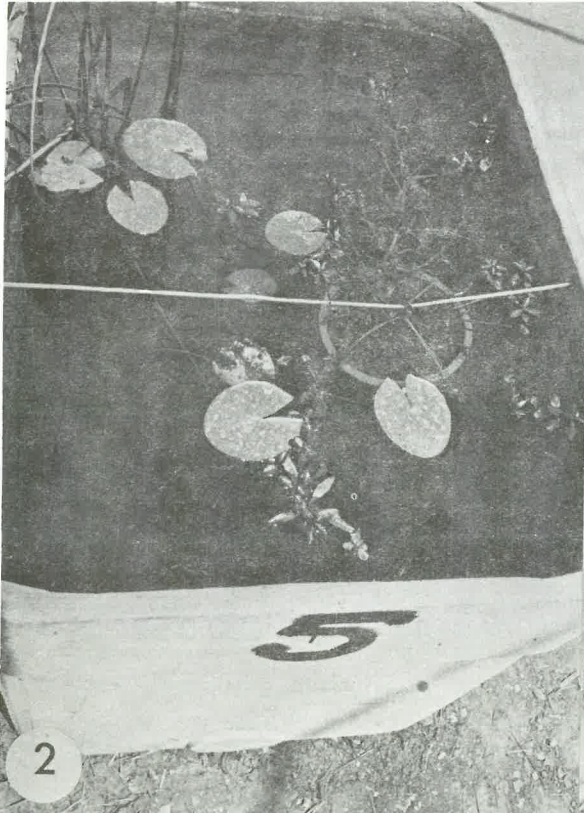
נמצאו בבקורת. אם בבקורת נמדדה 1 חל"מ תצרוכה $KMnO_4$, הרי בטפולי החציר נמדדו

בממוצע למיכל 56.5 חל"מ! תצרוכה ה $KMnO_4$ הגבוהה, מורה בבירור, על הסיבה לתכולת

לוח מס. 5

נימפיאה תכולה מדד זוחל ואגמון החוף

- 1 - תמונה מס. 1 - מיכל הבקורת לפני תחילת הטיפולים.
- 2 - תמונה מס. 2 - אותו מיכל בקורת לאחר כשלושה שבועות.
- 3 - תמונה מס. 3 - מראה הצמחים לפני הטיפול.
- 4 - תמונה מס. 4 - אותו מיכל כששה שבועות אחרי הוספת 10 חל"מ ניטרט. התפתחות יפה של צמחי המדד הזוחל, שהתפתחו במקרה זה בצורה הטובה ביותר מכל הטיפולים כולל ביקורת.



חמצן כה נמוכה (בעיקר בקרקעית המיכל) בטפולי החציר בכל משך שעות היממה. (ציור מס. 30 ו 31). כך גם מובנת הסיבה לעכירות המים הגבוהה שגרמה בהם לשכוב חומני בולט. (ציור מס. 32). כאמור, הוספת החציר למים גרמה בהם לשנויים במדדים אחרים (ראה טבלה מס. 11). אולם, כפי הנראה, תכולת חמצן מומס נמוכה היא התופעה הבולטת ביותר.

טפולי החציר פגעו, במידת מה, בצמחי המדר הזוחל. לעומתם, צמחי הנימפיה

התכולה וצמחי אגמון החוף לא הראו כל סימני פגיעה.

הפגיעה בצמחי המדר באה לידי בטוי בהתפתחות איטית, בגוון אדמדם לצמחים, התנוונות שורשי אויר והתפתחות עלים קטנים ומכווצים. השפעה זו נצפתה במשך כשבועיים-עשרה ימים לאחר הוספת החציר למים. כחודש לאחר ההוספה הראו צמחי המדר הזוחל סימני התאוששות כללית. אמנם צמחים אלה נראו פחות מפותחים מהצמחים שגילו במיכלי הבקורת, אך הם המשיכו לגדול, להצמיח עלים, שורשים ושורשי אויר חדשים. (ראה לוח מס. 10). מענינת העובדה, שדוקא צמחי המדר הזוחל הראו רגישות לתכולה נמוכה של חמצן מומס (ציורים 30 ו 31), למרות כל האדפטציות (שורשי אויר ורקמת אאונכימה מפותחת בגבעולים) שהיו אמורות לאפשר להם להתגבר על בעיה זו.

2. השפעת הטפולים שבהם הוספו למיכלים ניטרט בריכוז 10 חל"מ או אורתופוספט בריכוז 5 חל"מ.

טבלה מס. 12

תכולה ממוצעת של המדדים הבאים בטפולי הניטרט, האורתופוספט והדטרגנטים (בחל"מ)

ט פ ו ל				תאריכי טפולים
ניטרט	אורתופוספט	דטרגנטים	דטרגנטים	
1.5	0.02	לא נמצא	לא נמצא	לפני הטפול (בקורת)
הוספו 10 חל"מ	הוספו 5 חל"מ	הוספו 5 חל"מ	הוספו 15 חל"מ	3.5.72
6.0	2.9	4.59	14.5	17.5.72
הושלם ל 10 חל"מ	הושלם ל 5 חל"מ	הושלם ל 5 חל"מ	הושלם ל 15 חל"מ	23.5.72

תכולת הניטרט והאורתופוספט ירדה במרוצת החודש הראשון עד מתחת לערך ההתחלתי (כלומר, מתחת לאותו ערך שהיה מיד לאחר ההוספה). אי לכך השלמנו במקרה אחד את הכמות החסרה על מנת לשוב ולעקבו אחר תגובת הצמחים לריכוז המקורי. הוספת ניטרט בריכוז 10 חל"מ למיכלים, גרמה לעידוד רב בצמיחת המדד הזוחל - יותר מבכל הטיפולים האחרים. (ראה לוח מס. 5) לא מן הנמנע, שההתאוששות שנצפתה בצמחי המדד שגדלו במיכלים שהוסף להם חציר, החלה כאשר תכולת הניטרטים במים החלה לעלות (טבלה מס. 11). שני המינים האחרים לא הושפעו במידה משמעותית מהוספת הניטרט. לא נראתה השפעה כלשהי על הצמחים שגדלו במיכלים, שהוסף להם אורתופוספט בריכוז 5 חל"מ.

3. טפולי הדטרנגנטים (ראה טבלה מס. 12)

א. השפעת הספול שבו הוספו למיכלים דטרנגנטים בריכוז 5 חל"מ.

ההשפעה על מיני הצמחים היתה בולטת כ 24 שעות לאחר ההוספה. ההשפעה הגדולה ביותר התבטאה בצריבה רבה של טרפי הנימפיה הבוגרים ברצועה של מספר ס"מ סביב טרף העלה. שולי הטרף השחירו ונרקבו במשך הזמן. בעלים הצעירים לא נראו סמני צריבה אך חלק מהם התקמטו בצורה אופינית (ראה לוח מס. 8) וחלק מהעלים החדשים שהתפתחו במשך הנסוי הראו עיוות דומה. צמחי המדד הזוחל נפגעו במידת מה לאחר הוספת הדטרנגנטים אך לא נראו בעליהם סימני צריבה. הצמחים נראו פחות מפותחים מאשר צמחי המדד במיכלי הבקורת. צמחי אגמון החוף נפגעו במקצת ונראו סימני צריבה ברורים בקצות העלים (ראה לוח מס. 4). לא נראתה השפעה על קנה התפרחת והתפרחת עצמה של צמחים אלה.

ב. השפעת הספול שבו הוסף למיכלים דטרנגנט בריכוז 15 חל"מ

בספול זה הפגיעות בלטו הרבה יותר מאשר אלו שנראו בספול 5 חל"מ. סבלו מכך בעיקר צמחי הנימפיה התכולה שסימני הצריבה בסרפיהם נראו לעין פחות מ 24 שעות לאחר הוספת הדטרנגנט. כמעט כל העלים הבוגרים נפגעו, ואילו העלים הצעירים קבלו עוות אופיני שחזר ונשנה גם בעלים הצעירים שהתפתחו לאחר מכן. מענין שלמרות כל סימני הפגיעה החיצונית, הצמחים המשיכו להתקיים במשך הניסוי ולקראת סופו (ביולי, אוגוסט 1972) החלו להצמיח גם עלים ללא עיוות. יש להניח שהתאוששות זו נגרמה הודות לירידה ניכרת בכמות הדטרנגנטים במים. חיזוק להנחה זו נמצא בעובדה, שההתאוששות בריכוז הנמוך יותר קדמה בכ - 4 שבועות לזאת שבכוז הגבוה.

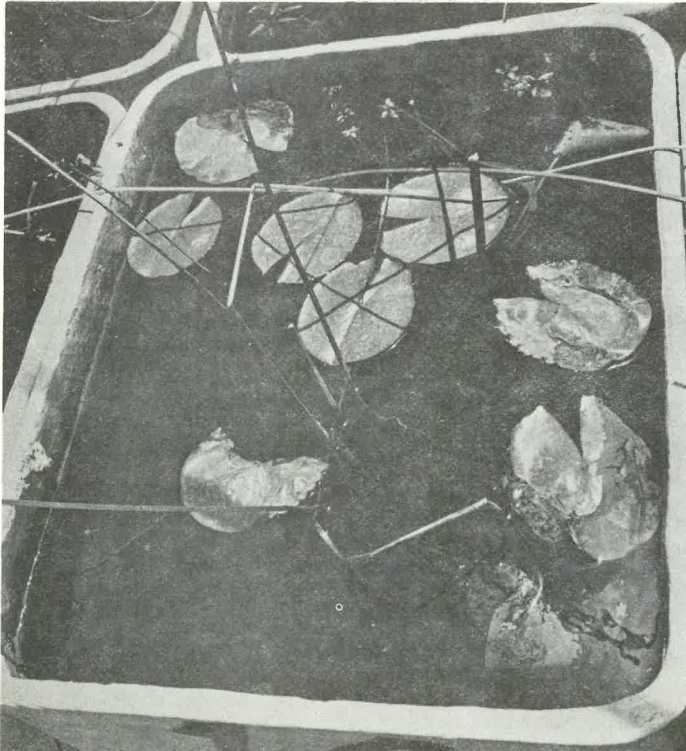
צמחי המדד הזוחל ואגמון החוף גילו אותם סימני פגיעה שנחזו בספול

שבו הוסף דטרנגנט בריכוז של 5 חל"מ. מענין לציין, ש Southgate (1957) מצא צמחי מים רגישים לריכוז נמוך של דטרנגנטים אניוניים, שתכולתם גם בשפכים מסוהרים 4-6 חל"מ.

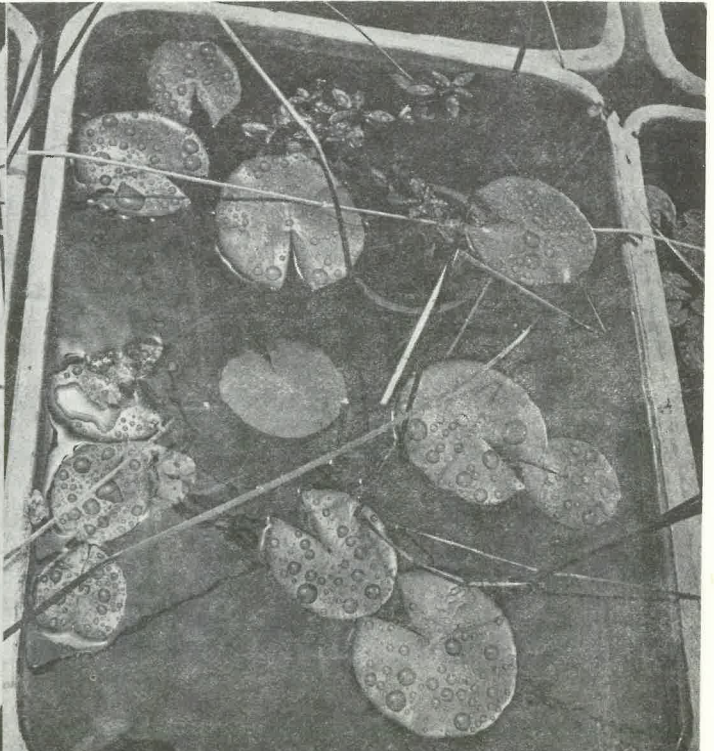
לוח מס. 6

נימפיאה תכולה מדד זוחל ואגמון החורף

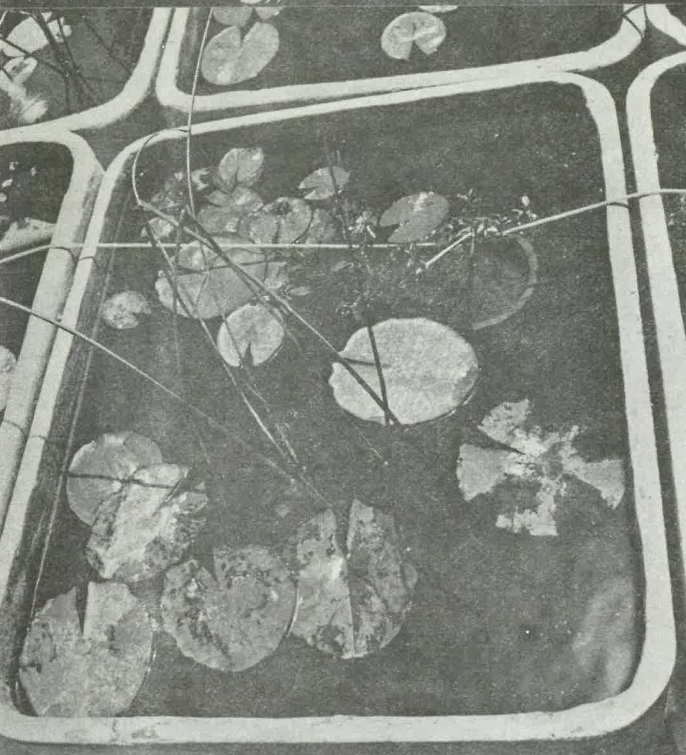
- 1 - תמונה מס. 1 - מראה הצמחים לפני הטפול.
- 2 - תמונה מס. 2 - אותו מיכל כשלושה שבועות אחרי הוספת 5 חל"מ דטרגנטים. נראית פגיעה בטרפיים של עלי הנימפיאה התכולה.
- 3 - תמונה מס. 3 - מראה הצמחים לפני הטיפול.
- 4 - תמונה מס. 4 - אותו מיכל כשלושה שבועות אחרי הוספת 15 חל"מ דטרגנטים. פגיעה בטרפיי העלים של הנימפיאה התכולה.



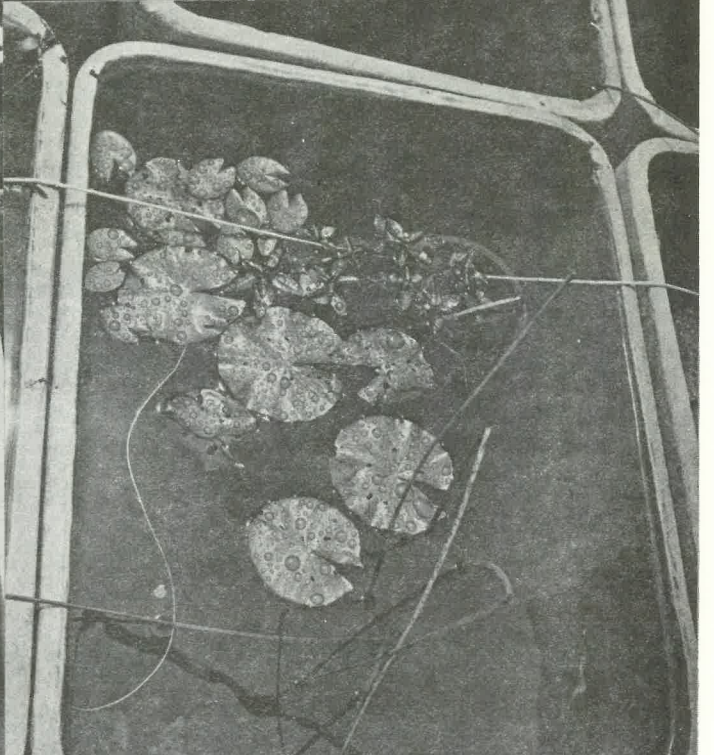
2



1



4



3

4. השפעת הטפול שבו הוסף למיכלים אמון בריכוז 40 חל"מ

טבלה מס. 13

התכולה של אמון ניטריט וניטרט במיכלי האמון במרוצת הניסוי (בחל"מ)

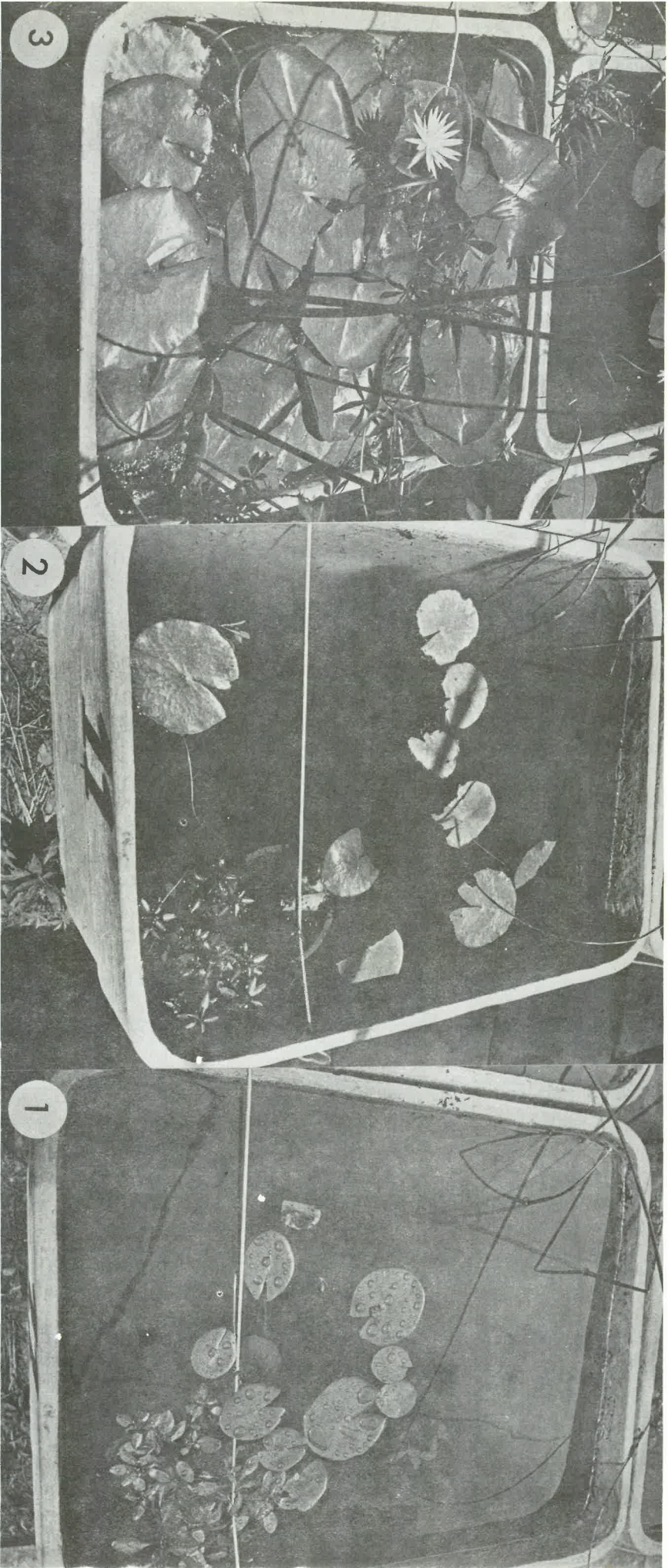
תאריך	מיכל מס. 11			מיכל מס. 16			מיכל מס. 21		
	אמון	ניטריט	ניטרט	אמון	ניטריט	ניטרט	אמון	ניטריט	ניטרט
בקורת	לא נמצא	לא נמצא	1.5	לא נמצא	לא נמצא	1.5	לא נמצא	לא נמצא	1.5
23.4.72	40	הוספו	-	40	הוספו	-	40	הוספו	-
17.5.72	4.9	-	-	0.07	-	-	0.04	-	-
24.5.72	-	64.2	14.4	-	9.12	6.5	-	3.13	2.00
24.5.72	40	השלם ל	-	40	השלם ל	-	40	השלם ל	-
1.6.72	19.4	-	-	23.4	-	-	23.3	-	-
18.6.72	לא נמצא	0.92	27.2	7.4	2.00	8.2	2.5	0.62	4.5
28.6.72	-	-	-	80	הוספו	-	-	-	-

בטפול שבו הוספו למיכלים 40 חל"מ אמון, נצפו הבדלים בולטים במידת השפעת האמון על הצמחים במיכלים השונים. מיד עם הכנסת האמון לסביבה האאירובית מתחילה הפיכתו לניטריט וניטרט. זו הסיבה לעליה הרבה מחד גיסא בכמות הניטריט והניטרט שנמדדה במיכלים השונים כחודש לאחר הוספת האמון ומאידך גיסא, לירידה של תכולת האמון (במיכלים 16 ו 21) כמעט לאפס.

כשבוע לאחר הוספת האמון קיבלו הטרפים הבוגרים של עלי הנימפיאה התכולה שבמיכל מס. 11 גוון צהבהב ושוליהם השחירו. שוליהם של מספר טרפים גם התעוותו בצורה גלית. עלים חדשים שצצו בחקופה זו לא הראו סימני פגיעה כלשהם וגונם היה ירוק עז. (ראה לוח מס. 8).

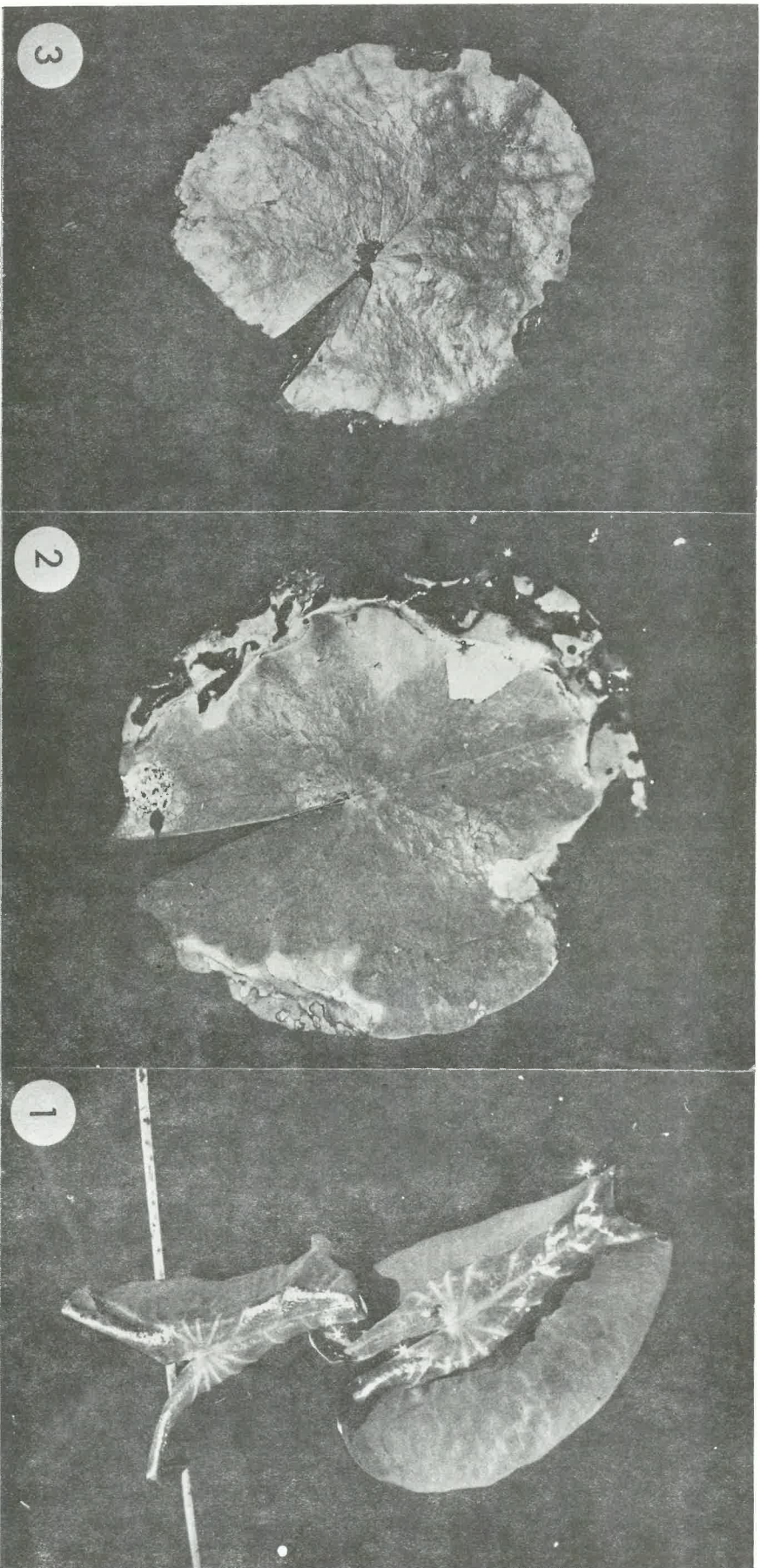
במקביל לפגיעה בצמחים עכירות המים עלתה מאד (ציור מס. 33). בניגוד לפגיעה בצמחי הנימפיאה, בצמחי המדד הזוחל ואגמון החוף לא נצפתה כל פגיעה חיצונית. כשלושה שבועות לאחר הוספת האמון נבדקה תכולתו במיכלים (טבלה מס. 13). אפשר לראות שבמיכל מס. 11 נותרו כ 4.9 חל"מ מה-40 שהיו בו בתחילה. לעומת זאת, באותו חאריך ב 2 המיכלים הנותרים 16 ו 21 נותרו רק עקבות אמון. בדיקת ניטריט וניטרט

לוח מס. 7. נימפיה תכולה, מדר זוחל ואגמון תחתי.



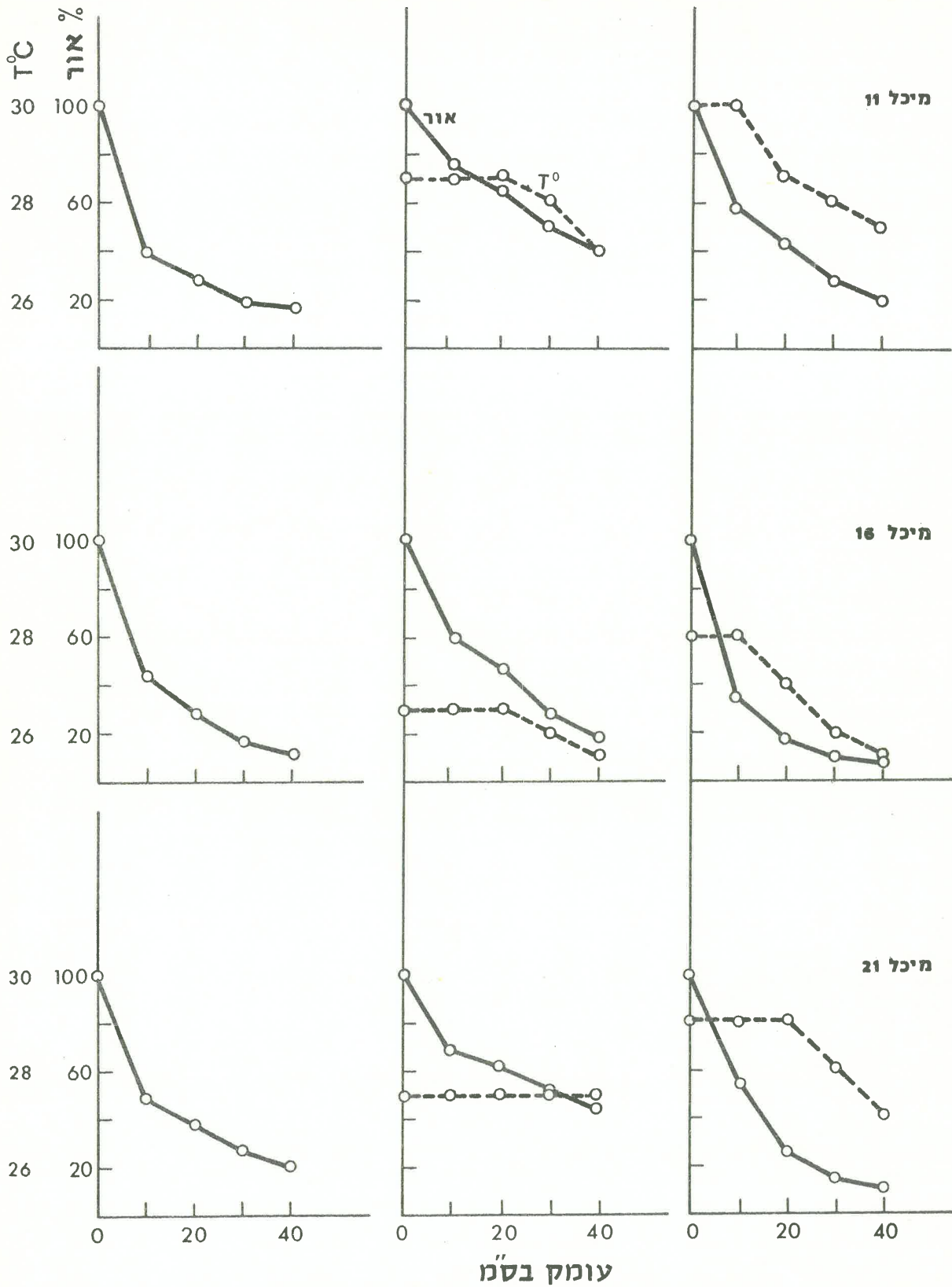
- 1 - תמונה מס. 1 - מראה הזמחים לפני הטפול.
- 2 - תמונה מס. 2 - אוהו מיכל כשלישה שבועות אחרי הוספת 40 חל"מ אמון. עכירות גבוהה של המים ופגיעה בשולי הטרפטים בצמחי הנימפאה התכולה.
- 3 - תמונה מס. 3 - מיכל שהוספו לו 80 חל"מ אמון, כשבוע אחרי מתן הטפול. הוספה זו ניתנה לאחר שמיקל זה עבר את כל שלבי הטפול הרגיל במרצה הזמחים לפני ואחרי הטפול.

לוח מס. 8 נימפיות תכולה



- 1 - פגיקה אופיינית בעלים צעירים כשלישה שבועות לאחר הוספת 15 חל"ם דטרנגטיים.
- 2 - עלה בוגר כ 3 שבועות לאחר הוספת 15 חל"ם דטרנגטיים.
- 3 - עלה בוגר כ 3 שבועות לאחר הוספת 40 חל"ם אמון.

מדידות אור ו T° בטפול ה NH_4^+ במיכלים.



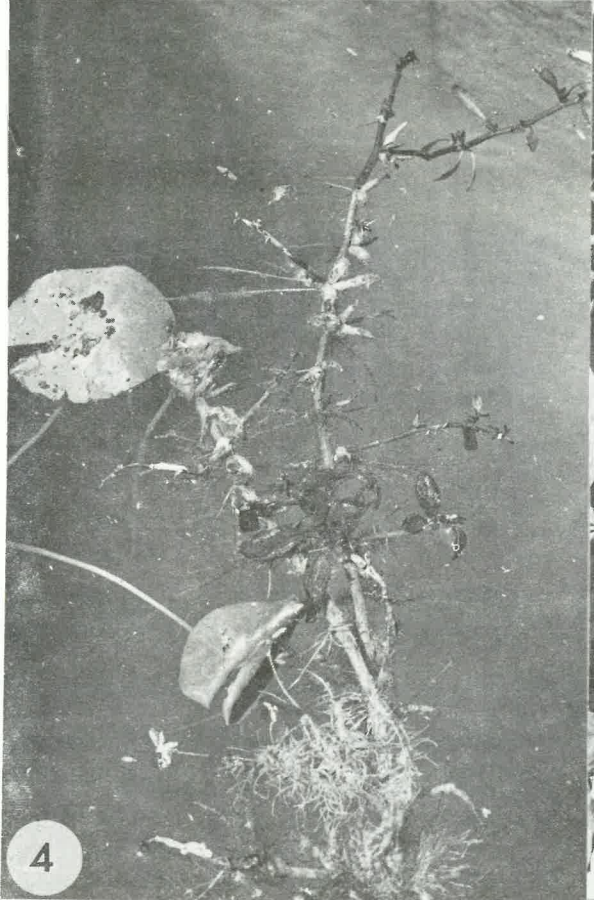
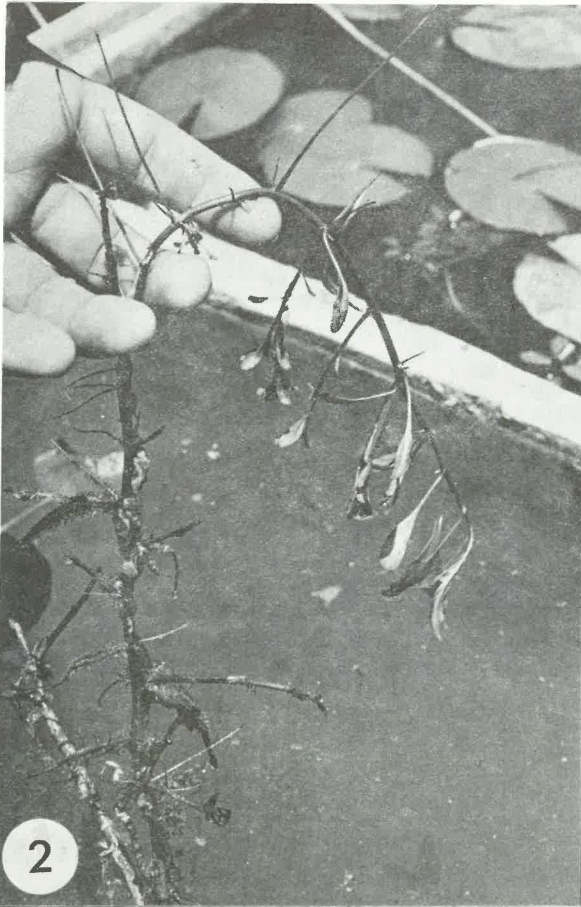
ציור מס. 33 מדידות טמפ' ומידת חדירת האור לעומק המים במיכלי טפול האמון כבטוי לעכירותם.

שנעשתה כשבוע לאחר מכן הראתה במיכל מס. 11 כמות עצומה של ניטריט (64.2 חל"מ!) וכמות גדולה של ניטרט (14.4 חל"מ). אין הסבר מניח את הדעת לעובדה שתכולת הניטריט והניטרט במיכל 11 גדולה מכמותם במיכלים 16 ו 21, למרות שתכולת האמון שנמצאה בו ועדיין לא התחמצנה - גדולה הרבה יותר. נציין, שהפגיעה הנראית לעין בעלי הנימפיאה שבמיכל מס. 11 היתה הרבה יותר חמורה מהפגיעה שנראתה בעלים שבמיכלים מס. 16 ו 21. כחודש לאחר הוספת האמון נראתה התאוששות צמחי הנימפיאה במיכלים. תופעה זו התבטאה בירידת כמות האצות במים בכל המיכלים וצמיחה של עלים צעירים, שקאמור, לא נפגעו כלל. תכולת האמון הושלמה בתאריך 24.5.72 שוב ל 40 חל"מ, כדי לראות באם התופעות שנצפו תחזרנה על עצמן. כשבוע לאחר מכן רק כמחצית מכמות האמון נותרה במיכלים ואילו כשלושה שבועות לאחר ההוספה השניה (ראה טבלה מס. 13) במיכל מס. 11 כל האמון נעלם ואילו בשני המיכלים האחרים נותרה תכולה של 2.5 - 7.4 חל"מ. לאחר השלמת הכמות נראתה שוב פגיעה בעלים הבוגרים. עכירות המים עלתה שוב ככולם כתוצאה מעליית כמות האצות בהם. טרפי הנימפיאה התכולה במיכל מס. 11 היו שוב אלה שנפגעו ביותר והם שוב הצהיבו ושוליהם קבלו עוות גלי. כשלושה שבועות לאחר השלמת כמות האמון ל 40 חל"מ עכירות המים במיכלים (בעיקר ב 16 ו 21) ירדה וצמחי הנימפיאה התפשטו ותפסו את כל שטח פני המים של המיכל. גוון הטרפים היה ירוק עז ותופעה זו של צמיחה מהירה כל כך של צמחי הנימפיאה וכיסוי פני המים במספר רובדיסלא נראתה בטפולים האחרים. השנויים במידת חדירות האור לעומק המים במיכלי טפול האמון כבטוי לעכירותם, מוצגים בצירור מס. 33. כאשר האמון התחמצן לניטריט וניטרט עלתה כמות האצות במים וגרמה לעכירות גבוהה. (תאריך 17.5.72). אולם בעת שרב כמות הנוטריינטים נקלטה, כמות האצות במים קטנה והעכירות פחתה (24.5.72). לאחר שבתאריך זה הושלמה שוב הכמות של האמון ל 40 חל"מ עלתה שוב כמות האצות במים וגרמה לעכירות גבוהה יותר (7.6.72). Fitzgerald (1969) מצביע על אפשרות של קיום יחסים אנטגוניסטיים בין התפתחות מיני אצות מסוימות, לבין התפתחות מיני צמחים עילאיים במקווי מים. יתכן מאד, שבטפולי האמון באה, במידת מה, תופעה זו לידי בטוי. כחמישה שבועות לאחר השלמת כמות האמון הוספנו למיכל 16, 80 חל"מ אמון (במיכל זה התפשטו טרפי הנימפיאה במספר רבדים וכיסו את כל השטח). חלק מהעלים הבוגרים הצהיבו וקיבל עוות גלי בשוליו במשך השבוע הראשון לאחר ההוספה. אולם הצמחים המשיכו להתקיים ופתחו עלים ופרחים חדשים. עכירות המים הפעם לא עלתה כתוצאה מהוספת האמון. יתכן מאד שכסוי פני המיכל בעלים מנע חדירת אור למים ולכן כמות האצות בהם לא עלתה,

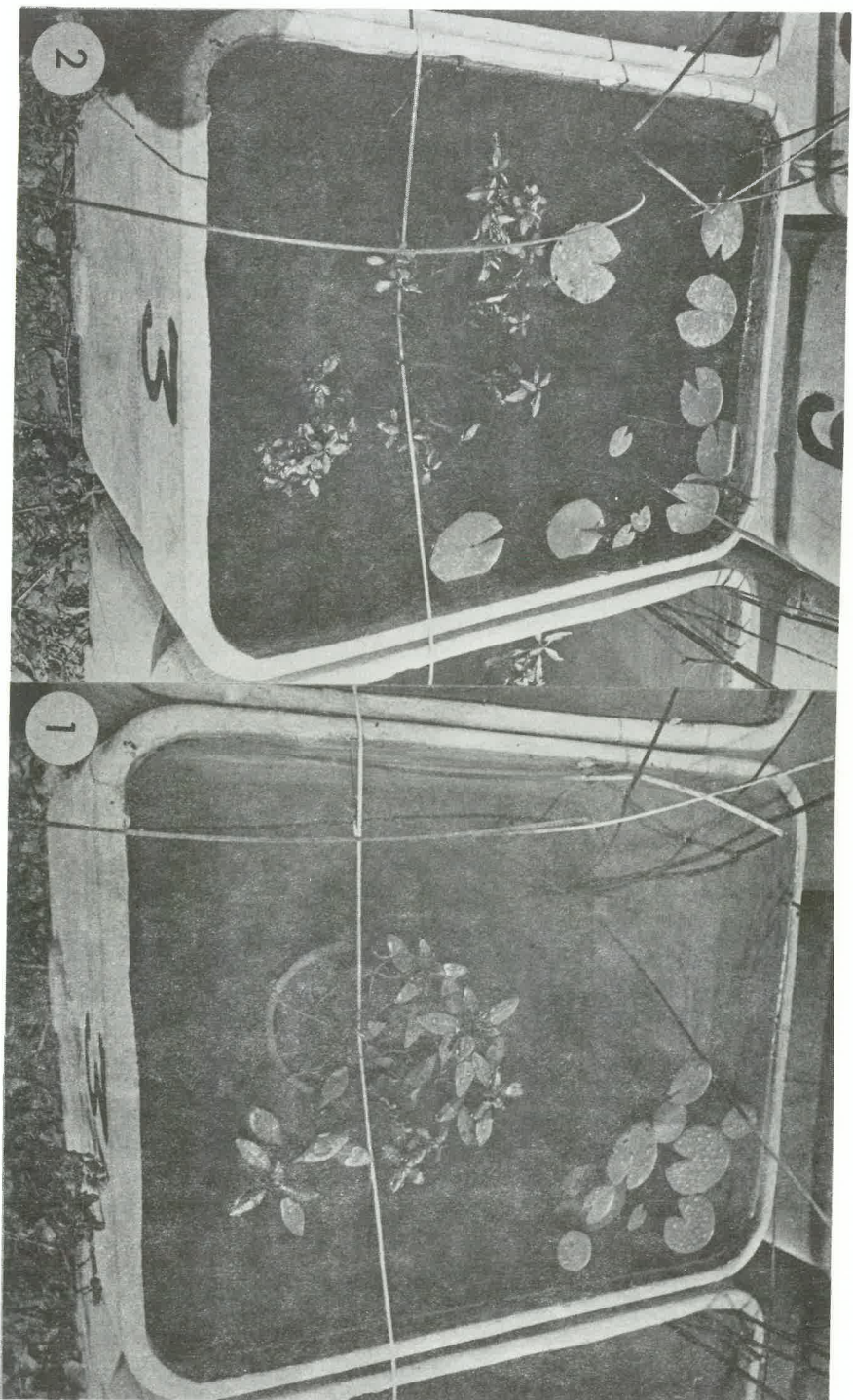
לוח מס. 9

מדד זוחל

תמונה מס. 1 ו 3 - צמח שגדל במיכל שהוספו בו 10 חל"מ ניטרט.
תמונה מס. 2 ו 4 - צמח שגדל במיכל שהוספו בו 15 חל"מ דסרגנטים. פגיעה ברוב
חלקי הצמח כולל שורשי אויר. (שים לב לחץ בתמונה מס. 1 -
המראה שורשי אויר בריאים).



לוח מס. 10 נימפיאה חכילה, מדד זוחל ואגמון חתוף



תמונה מס. 1 - מראה הצמחים לפני הטפול.
תמונה מס. 2 - אותו מיכל כ-3 שבועות לאחר הוספת ליטר תמימה מימיה מורחחת של הזכר למים.
עכירות גבוהה של המים ופגיעה קלה בצמחי המדד הזוחל.

למרות העלייה הגדולה בריכוז כמות החנקן במים.

כ 5 שבועות לאחר ההוספה ניכר היה שהעלים בכל זאת הצהיבו ונפגעו ומצבם הורע ביחס למצבם לפני הוספת ה-80 חל"מ.

צמחי הריקציה הצפה התפתחו בצורה הטובה ביותר בטפולי האמוץ וחלק מהם אף הצליח להתקיים במיכלים במשך כל עונת חורף 1973/72. לעומתם, צמחי עדשת המים הגבנת לא נקלטו היטב באף אחד מהטפולים והם נרקבו ונעלמו בסוף עונת קיץ 1972. Goring (1969) טוען שאפשר למנוע תהליך של ניטרופיקציה ע"י הוספת 2-Chloro-6-trichloromethyl-pyridine, באם יתברר שחומר זה אינו רעיל לצמחים ופועל כהלכה במים, יהיה מענין לבדוק השפעת ריכוז שאינו משתנה של אמוץ על מיני הצמחים.

Kohler (1971), שבדק את תפוצת צמחי המים והאיקולוגיה שלהם לאורך נחל מזדהם בקרבת מינכן, מצא גם כן שרמת הניטרט במים אינה משפיעה לרעה על התפתחות מיני הצמחים. (אף כאשר נמדדה תכולה של 136 חל"מ ניטרט). לעומת זאת, הוא מצא קשר שלילי ברור בין תפוצת מיני הצמחים, לבין תכולת הפוספט והאמוץ במים.

ממצאיו מבוססים על בדיקות מים, הגדרת חברות צמחים ונסויי העתקה בלבד ללא נסויי מעבדה מבוקרים.

הוא חלק את מיני הצמחים לשלש קבוצות:

1. הקבוצה הרגישה ביותר גדלה עד ריכוז של 0.1 חל"מ פוספט ו 0.1 חל"מ אמוץ.
2. לקבוצה השניה הוא שייך מיני צמחים שגדלו עד ריכוז של 0.25 חל"מ פוספט.
3. הקבוצה השלישית גדלה בריכוזים שמעל לערכים הנ"ל ועד 13 חל"מ פוספט ו 0.81 חל"מ אמוץ.

על פי תוצאות נסויי המעבדה שערכנו, קשה לנו לתאר מצב שבו מיני הצמחים שנבדקו על ידנו, יגלו רגישות כה גבוהה לרמות כה נמוכות של אמוץ.

בהקשר זה נזכיר את ממצאיו של Forsberg (1964), שהראה עד כמה רגישים מיני כרופיטה לתכולת זרחן במים. Chara hispida, למשל, נפגעה קשה בנסוי מעבדה מריכוז גבוה מ 0.018 חל"מ של פוספט. ואכן נמצא מין זה בקטע הנקי בלבד של הנחל שנבדק ע"י Kohler.

לאור מידת החשיבות הרבה שמצאנו לנוכחות דטרגנטים במים על מיני הצמחים, מפחיעה העובדה ש Kohler לא בדק כלל תכולה של דטרגנטים במים. כן גם לא בדק תכולת חמצן מומס, אשר בניסויים שלנו ריכוזים נמוכים שלו נחגלו כחסרי השפעה (לפחות בהיותו מבודד) על הצמחים.

ס י כ ו ם

מטרות העבודה היו:

1. בדיקת הקשר בין טיב המים, לבין מיגוון המינים המתקיימים בהם.
2. בדיקת קשר סיבתי בין זהום המים, לבין העלמות חלק ממיני הצמחים. הגדלים כיום רק בקטעים הנקיים.
3. הפרדה בין גורמי הזהום השונים, ובדיקת השפעתו המיוחדת של כל אחד ואחד על מיני הצמחים.

במהלך העבודה התברר, שבקטעים הנקיים יחסית בנחל אלכסנדר ובירקון, מיגוון המינים היה גדול מאשר בקטעים המזוהמים, וקטע שמידת זהומו היתה בינונית (כמו קטע (ו) בנחל אלכסנדר) אף הכיל מיגוון מינים ברמה בינונית. גם בירקון בלטה תופעה זו. קטעים (ג) (ד) הנקיים ברב ימות השנה, שעלולים להזדהם ולו פעם אחת בשנה, מיגוון המינים בהם קטן ממיגוון המינים בקטעים (א) (ב), בהם זורמים מים נקיים במשך כל ימות השנה.

על סמך התופעות הנ"ל ניתן לראות, עד כמה גדולה רגישותם של חלק ממיני צמחי המים (בעיקר הטבולים והצפים) לזהום שמקורו בשפכים תעשייתיים ועירוניים גם כשהוא ארעי.

לעומת זאת, בין הקטעים (ה) (ו) בירקון לא היו הבדלים משמעותיים בטיב המים (ראה עקום 2). ואכן מגוון המינים בהם היה כמעט זהה. (ראה טבלת נוכחות). מהסתכלויות שנעשו ע"י תורן (בע"פ), פליטמן (1961), גליל (בע"פ) ואביצור (1957) ידוע, שמינים רבים המצויים כיום רק במס' קטעים נקיים, הופיעו בעבר לאורך הנחלים עד קרוב למקום כניסתם לים. העלמותם של מינים אלה בקטעים המזוהמים, אפשרה למינים בלתי רגישים לזהום, לתפוס שטחים נרחבים לאורך הנחלים בקטעים אלו. עובדה הראויה לציון היא, שהיה הרכב דומה בשני הנחלים מבחינת מיני הצמחים ששלטו בגדות הקטעים המזוהמים כיום. מיני הצמחים הנפוצים ביותר היו: קנה מצוי, פטל קדוש, דוחנן קפח, ערבה מחודדת, ארכובית משונשנת, שנית גדולה, עבקנה שכיח ודוחן זוחל. אם בקטעים הנקיים נראתה חוקיות מסוימת בחגור הצמחים לרוחב הגדה, הרי בקטעים המזוהמים חגור זה כמעט ונעלם ונכרה חדירה בולטת של סגיטלים ורודירלים.

לא היה מקרה אחד בשני הנחלים, שבו הופיע מין צמח בקטע מזוהם ולא הופיע גם בקטע הנקי. (מלבד צמחי המלח והחול שהופיעו בקטעו התחתון של נחל אלכסנדר). אמנם, אופן הופעתו של הצמח בקטע הנקי היה שונה מזה שבקטע המזוהם: מידת הכסוי היתה שונה, מקום הופעתו בחגורת הצמחים היתה אחרת ועוד.

לעומת זאת, היו מקרים רבים בהם צמחים שהופיעו בקטעים הנקיים, לא הופיעו בקטעים המזוהמים. (בנחל אלכסנדר 27 מחוך 80 ובנחל ירקון 20 מחוך 47). על פי עדויות שונות, רב הצמחים הנ"ל גדלו שם לפני ההזדהמות.

אין להניח, שכל המינים שהופיעו רק בקטעים הנקיים, נעלמו מהקטעים המזוהמים בגלל זהום המים בלבד. לראיה, ארבעה מיני צמחים שהופיעו בקטעים הנקיים בלבד של הירקון, כרפס הבצות, כף-זאב אירופית, גמא קרח וביצן מכסיף, הופיעו בקטעים הנקיים וגם בקטעים המזוהמים של נחל אלכסנדר.

כנראה, שפועלות כאן גם סיבות סביבתיות נוספות לגורם הזהום כגון: מידת השפוע של הגדה (פליטמן 1961), מציאות עצים מצלים (עצי אקליפטוס ועצי ערבה לאורך הירקון), שגרמו להעלמות צמחים מסוימים מקטע זה או אחר. בכל אופן, כנראה שמרבית המינים שהופיעו רק בקטעים הנקיים בשני הנחלים, אכן נעלמו מהקטעים האחרים עקב זהומם. הבולטים מביין מיני צמחי המים המזדקרים, שנמצאו בקטעי הנחלים הנקיים בלבד, ולעיתים בכמות רבה בנופי מים נקיים אחרים בארץ, ולא נמצאו במים מזוהמים הם: נענה משובלת, סמר מחויץ, מכבד הביצות, כדורן ענף, בוציץ סוככני, אחילוטוס זקוף, גמא צפוף, אגמון החוף, כף-צפרדע איזמלנית, דמסון כוכבני.

תצפיות בנופי מים אחרים בארץ חזקו ההנחה, שהזהום הוא הגורם המכריע בהעלמות צמחים. במרחק של מטרים בודדים מבריכת בטיח (אחד מנופי המים העשירים במיני צמחי מים במישור החוף) מצויה תעלה המזרימה מי ביוב. למרות קרבת התעלה המזוהמת לבריכה, מרבית המינים הגדלים בשפע בבריכת בטיח אינם גדלים בתעלה. כמו כן, היה דמיון רב בין מיני הצמחים, שגדלו בקטעים המזוהמים של הנחלים אלכסנדר וירקון וביין מיני הצמחים הגדלים בתעלה זו.

בניגוד לחוקיות הזו, היה מפתיע למצוא צמחי מדד זוחל - שהופיעו רק בקטעים הנקיים בירקון - בתעלת מים מזוהמת למראה (בקרבת בי"ח "גרנות" שבסביבות חדרה). אולם התברר, שזהום זה היה ממקור ביולוגי בלבד. ואכן, לפי הממצאים בנסווי המעבדה שערכנו (ראה טבלה מס. 11) התברר, שגידולם של צמחי המדד הזוחל לא נפגע בצורה חמורה ע"י הוספת כמות גדולה של תמצית מימית מורתחת של חציר למים.

בקטעים הקצרים שנבדקו בנחלים, לא ניכר תהליך של טהור עצמי כפי שתואר ע"י דור (1971) בנחל שורק. הסיבות לכך יכולות להיות:

1. כמויות השפכים המוזרמות לנחלים הן כה גדולות (לדוגמא: הקטעים (ז) (ח) בנחל אלכסנדר שהפכו לבריכת חמצון לכל דבר, אלפי 1971) יחסית לכמויות המים הנקיים, שהמים בנחלים הגיעו למצב, בו אין בכוחם לגרום לטהור החומר האורגני והמינרלי הרב המוזרם אליהם.

2. האפשרויות לטהור העצמי בנחלי החוף האיטיים מוגבלות יותר מאשר בנחל הררי.
3. אורך הקטע הנבדק בנחל שורך הגיע ל 50 ק"מ. לעומת זאת, אורך הקטעים שנבדקו בנחלי החוף היה קילומטרים בודדים.

ההנחה, שזהו הנחלים הוא שגרם להשמדת מיני צמחים שגדלו שם בעבר ובחלקם מחקמים כיום בקטעים הנקיים יחסית, קבלה חזוק ע"י נסוי העתקת הצמחים.

בנסוי זה התברר, ש 5 מתוך 7 מינים שנבדקו המופיעים כיום בקטעים הנקיים בלבד, נרקבו ומתו עם העתקתם לקטעים המזוהמים. בזמן, שהעתקתם לקטעים הנקיים לא גרמה לשנוי לרעה בתהתפחותם. (ראה טבלה מס. 8,9). אין בידנו הסבר לתופעה ששני המינים: גמא

הפפירוס ועדשת-מים גבנת נקלטו גם בקטעים המזוהמים למרות שכיום אינם מופיעים בהם. מחקבל הרושם, שבד"כ תלות הצמחים בטיב המים עולה, ככל שהם טבולים בהם יותר: 1. כל המינים הטבולים והצפים נמצאו רק בקטעי הנחלים הנקיים יחסית. מינים אלו הם: נימפאה תכולה, נופר צהוב, נהרונית נימית, נהרונית צפה, ריקציה צפה, עדשת-מים גבנת ומרד זוחל.

לעומת זאת, צמחי מים מזדקרים כוללים מינים "אדישים" לזהוים ומינים רגישים לזהוים.

2. בנסיון ההעתקה, כל המינים הצפים נרקבו ומתו כ 6 שבועות לאחר ההעתקה, ואילו המינים המזדקרים החזיקו מעמד זמן ארוך: אגמון החוף התנוון לאחר כ 5 חודשים ואילו גמא הפפירוס נקלט היטב ואף שגשג. על יסוד התוצאות הנ"ל, נסינו לברר את מידת ההשפעה של כל אחד ממרכיבי הזהוים בנפרד על כמה מיני צמחים.

נמצא, שהשפעת הדטרגנטים על כל מיני הצמחים שנבדקו, היתה הבולטת והמהירה מכל יתר הטפולים. (טרפי הנימפאה התכולה למשל, הראו סמני פגיעה חמורים תוך פחות מ 24 שעות לאחר הוספת הדטרגנטים), עובדה זו היא בעלת חשיבות רבה ביותר, מכיון שהוכח, שמדד זה הקיים תמיד בגופי מים שזוהמו ע"י שפכים עירוניים, גורם לפגיעה ישירה בצמחי המים. משום כך העבודה, של (Kohler 1971), אשר בצע עבודה דומה לשלנו לוקה בחסר, מכיון שלא נבדקה בה תכולת דטרגנטים במים.

גם הוספת ה NH_4^+ בריכוז גבוה גרמה בתחילה לשנוי לרעה במראה טרפי הנימפאה התכולה, בד בבד עם עליה גדולה בכמות האצות במים. (כאשר חלה עליה גדולה בכמות אצות היא נובעת בד"כ מהתרבות מין אחד ודכוי המינים האחרים) (סלס 1967). עליה זו, גרמה לעכירות גבוהה, לשכוב טרמלי בולט בגוף המים (ציור מס. 33), לתכולת חמצן מומס גבוהה (ציור 30 ו 31) ועוד.

יתכן, שריכוז גבוה זה של NH_4^+ פגע במישרין בטרפי הנימפאה. תתכן אפשרות נוספת והיא, שריכוז גבוה של NH_4^+ וכמות רבה של אצות במים פועלים במשולב נגד הנימפאה. תופעה של פגיעה ישירה של אצות בצמחי מים עילאיים נצפתה ע"י Fitzgerald (1969).

לעומת זאת, עם התחמצנות רב כמות האמוני שהוספה, לניטרט וניטרט, (טבלה 13) חלה ירידה בכמות האצות ועכירות המים פחתה (ציור 33).

יתכן מאד ששנויים אלה אפשרו לצמחים להתאושש במידה ניכרת והם התפתחו יותר טוב מאשר בכל יתר הטפולים, כולל טפולי הבקורת. (ראה לוח מס. 7).

תופעה זו של פגיעה בצמחים ועליה בכמות האצות חזרה ונשנתה עם הוספת אמוני בפעם השניה. כאשר הוספה כמות כפולה של אמוני למיכל 16 בעת שטרפי הנימפאה כבר כסו את כל שטחו, היתה הפגיעה בלתי חמורה (ראה לוח מס. 7). כמות האצות במים לא עלתה-אולי עקב העובדה שטרפי הנימפאה היו מחיצה בפני חדירת האור.

על סמך ממצא זה מתקבל יותר על הדעת שהשפעת האמוני על הצמחים היא עקיפה - באמצעות העדוד שניתן להתפתחות האצות הפוגעות בצמחים.

בניגוד לפגיעה של הדטרגנטים והאמוני במיני הצמחים התברר, שתכולה של ניטרט ברמה של 10 חל"מ לא גרמה לפגיעה ואף עודדה את התפתחותם של צמחי המדד הזוחל.

כלומר, יסודות המזון ניטרט ופוספט, שנבדקה השפעתם בריכוז שבו הם מצויים בקטעים המזוהמים, כנראה שלא רק שאינם מזיקים למיני הצמחים, אלא יתכן מאד שהם אף מועילים להם.

בנסויים המבוקרים התברר (בניגוד לצפוי) שלתכולה נמוכה של חמצן מומס במים, אין כמעט השפעה על התפתחות מיני הצמחים. ואולם, לתכולה נמוכה תתכן השפעה עקיפה על הצמחים בתנאי שדה כגון: עודוד תהליכי פרוק אנאירוביים שיגרמו לשחרור חומרים רעילים, עודוד התפתחותן של מיני אצות מזיקות, מניעת חמצון האמוני לניטרט ועוד.

למרות כל החוצאות הנ"ל, שהתקבלו ע"י בדוד גורמי הזהום, כדאי לזכור שבנחלים, הגורמים שבודדו קימים ומשפיעים בעת ובעונה אחת. לא מן הנמנע, שמדד מסוים ישפיע כפי שקבלנו בהיותו מבודד, וישפיע לגמרי אחרת כאשר מתלווים אליו גורמים נוספים.

א פ י ל ו ג

על פי תוצאות העבודה נראית האפשרות, שצמחים עילאיים ישמשו כאינדיקטורים טובים (בדומה לבעלי חיים של מים) אף לדרגות נמוכות של זהום. עובדה זאת חשובה ביותר מבחינת יכולת הגילוי של שינויים באיכות הסביבה. אולם, ישום תוצאות אלה עדיין דורש מחקר רב. אין ספק, שכדי להשיג מהימנות גבוהה עוד יותר, רצוי שבד בבד עם העבודה הבוטנית תעשה בנחלים גם עבודה פאונסיסטית, שתבסס ותשלים את המידע בתחומים אלה. ואכן, עבודה דומה מתבצעת כבר בנחל הנעמן.

התחזית הקודרת לעתיד צמחית המים בארץ שנצפתה כבר בשנת 1926 ע"י אייג - הולכת ומתממשת: הזהום ההולך וגובר של נחלי החוף הולך ומשמיד את צמחית המים. אם לא יינקטו צעדים מידיים לצמצום היקף הזהום, עלולים הצמחים המעטים שנותרו להכחד. על כן, חובה עלינו להפסיק לזהם את הנחלים בשפכים, שבמרבית המקרים אף לא עברו תהליכי טהור כל שהם, ולשקם את נופם הביולוגי. נוף הנחלים ניתן לשיקום מהיר אם הדבר ייעשה בהקדם.

במציאות הקימת של צפיפות אוכלוסין שתלך ותגבר בעתיד דוקא במישור החוף, ובהתחשב בנטיה הגוברת והולכת לצאת לחיק הטבע, כאשר אתרים המפילים בתוכם נופי מים הם המועדפים ביותר, אין מנוס אלא לשחף את כל הגופים הנוגעים בדבר ולנקוט בצעדים נמרצים ורחופים לשפור המצב מיסודו.

רשימת ספרות

- אביצור, ש. 1957: הירקון הנהר וגלילותיו. הוצאת הקבוץ המאוחד.
איג, א., זהרי, מ. ופינברון, נ. 1953: מגדיר לצמחי ארץ ישראל.
הוצאת ה"עחון לבוטניקה", ירושלים הדפסה מתוקנת.
איג, א. 1926: תוספות לידיעת הצמחיה של ארץ ישראל. המכון לחקלאות ולמדע-הטבע,
האוניברסיטה העברית.
אלפי, ש. 1971: המצב התברואתי בנחל אלכסנדר. עבודה לשם קבלת תואר מגיסטר
למדעים בהנדסה סניטרית. כרך א' וב' הטכניון חיפה.
גליל, י. 1960: על הרבוי הוגסטיבי של צמחי המים. "טבע וארץ" כרך ב': 391-398.
דור, א. 1971: תהליכי סיהור עצמי של שפכי ירושלים הזורמים בנחל שורק. האגודה
הישראלית לאקולוגיה, כנס מדעי שלישי, עמ' 16.
ויזל, י. וליפשיץ, נ. 1972: צמחי מים בישראל. הוצאת רשות שמורות הטבע.
חפר, ב. 1971: הלימנולוגיה של בריכת הדגים. משרד החקלאות החחנה לחקר המדגה, דור.
סלס, י. 1957: תפקיד האצות בבריכות חמצון בישראל. חבור לשם קבלת תואר דוקטור
לפילוסופיה האוניברסיטה העברית, ירושלים.
פליטמן, ע. 1961: הצמחיה של נחלי החוף. עבודת גמר לקראת התואר "מוסמך למדעי
הטבע" האוניברסיטה העברית, ירושלים.
חורן, א. 1957: החיים במים מתוקים. הוצאת ספרית הפועלים.
חורן, א. 1961: הסתגלות צמחים לחיים במים. "טבע וארץ" כרך ג': 432-441.
חורן, א. 1960-1959: נחל אלכסנדר ונוף גדותיו. "טבע וארץ" כרך ב': 51-61,
120-122, 162-167.
Abbott, D.C. 1962: The Colorimetric Determination of Anionic Surface
Active Materials in Water. Analyst. Vol. 87: 286-293.
Amramy, A. 1955: Rep. of Survey on the Pollution of Hayarkon Stream.
Ministry of Health, Sanitation Service, Jerusalem.
A.P.H.A.; A.W.W.A.; W.P.C.E.; 13th edition 1971: Standard Methods for
the examination of Water and Wastewater.
Carbiener, R. 1969: Apercu sur quelques effets de la pollution des eaux
douces de la zone temperee sur les biocenoses aquatiques. Bull.
Sect. de Geographie Paris 80, 1967: 45-132 (cit: Kohler 1971).

- Culley, D.D. Jr. 1973: Potential usefulness of duckweeds in waste water treatment and animal feeds. *Jour. Water Pollution Control Federation* 45(2) 337-347.
- Davis, R.J. 1971: Investigation of the Pollution Problem of the Lake Kinneret. (three parts).
- Fitzgerald, G.P. 1969: Some factors in the competition on antagonism among bacteria, algae and aquatic weeds. *J. Phycol.* 5: 351-359.
- Forsberg, C. 1964: Phosphorus, a Maximum Factor in the Growth of Characeae. *Nature*, Vol. 201 No. 4918, pp. 517-518.
- Goring, C.A.I. 1962: Control of Nitrification by 2-Chloro-6-trichloromethyl pyridine. *Soil Sci.* 93, 211-218.
- Kohler, A.; Vollrath, H.; Beisl Elisabeth; 1971: Zur Verbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie der Gefäß-Makrophyten im Fließwassersystem Moosach (Munchener Edene). *Arch. Hydrobiol.* 69, 3, 333-365.
- Kohler, A. 1971: Zur Ökologie Submerser Gefäß-Makrophyten in Fließwassern. *Ber. Dtsch. Bot. Ges. Bd. 84, H. 11, S. 713-720.*
- Schwerbel, J. 1968: Untersuchung über die Rolle der Submersen Wasserpflanzen bei der Eliminierung von Phosphaten. *Munchener Beiträge* 5: 362-374 (Cit: Kohler 1971).
- Sculthorpe, C.D. 1967: The biology of aquatic vascular plants. Edward Arnold, London.
- Southgate, B.A. 1957: Synthetic detergents - a new pollution problem. *FER. Soc. Arts.* 55, 485-497. (Cit: Sculthorpe 1967).
- Sukopp, H. 1966: Verluste der Berliner Flora während der letzten hundert Jahre. *Sitzber. Ges. naturf. Freunde Berlin N.F.* 6: 126-136. (Cit: Kohler 1971).
- Weber-Oldecop, D.W. 1969: Wasserpflanzengesellschaften im ostlichen Niedersachsen. *Diss TU Hannover.* (Cit: Kohler 1971).
- Zohary, M. 1966; 1972: *Flora Palaestina (Part one and two)* The Israel Academy of Sciences and Humanities, Jerusalem.

seven species, two only (Lemna gibba L. and Cyperus papyrus L.) survived in the polluted sections. It is obvious that the absence of plants in such sections is not due to chance dispersal or to difficulties of germination, but due to the quality of the water. However, still other factors, beside pollution, should be considered. This is necessary for explanation of the distribution of C. papyrus and Lemna gibba.

c) The effects of individual components of pollution on three "sensitive" species were studied in laboratory experiments. It was found that the detergent Tetrapropylbenzolsulfonat 5% (5 and 15 ppm) had a fast adverse effect on the leaves of all three species. NH_4^+ had initially an adverse effect which was accompanied by proliferation of unicellular algae. However, such effects wore off after two or three weeks when the water became also free of algae. Probably, the recovery was due to conversion of ammonia to nitrate. No adverse effect of phosphate and nitrate were noticed. Anaerobic conditions, induced by bubbling of N_2 through the water, or by addition of straw, did not affect the plants. However, it is possible that lack of oxygen may function only in conjunction with other factors.

Hydrophytes, may thus be used as indicators for low or medium levels of water pollution. However, more research is needed before such plants can be used for accurate detection of specific contaminants.

The present investigation consisted of three parts:

a) A study of the floristic composition and species distribution at various sites along the two rivers. This was done by means of a detailed survey, using transects across the river and river banks. Physical and chemical analyses of the water were carried out at several sites. Analyses included: Determination of Cl^- ; Na^+ ; K^+ ; KMnO_4 uptake; C.O.D.; inorganic nitrogen (ammonia, nitrites and nitrates), phosphates, T.D.S.; detergents, temperature, dissolved oxygen, light penetration and conductivity. Species diversity and water quality were found to be closely correlated. Polluted waters contained smaller number of species than non-polluted sections. e.g. in (27 as compared to 81 in the Alexander and 20 as compared to 47 in the Yarkon.) Plants with floating or submerged leaves were never found in polluted waters. None of the species was exclusively restricted to polluted water.

Disappearance of certain species from the polluted sections was accompanied by expansion in cover of others. For example distribution of Brachiaria mutica (Forsk.) Stapf, Rubus sanguineus Friv. and Phragmites communis Trin. along the non-polluted sections is limited, whereas they occupy large areas on polluted river banks. Species zonation, which was clearly evident across the clean sections, was obliterated in the polluted sections. These contained also strong segetal and ruderal elements.

b) Seven species, (Nymphaea caerulea sav.; Ludwigia stolonifera (Guill. et Perr.) Raven; Nuphar luteum (L.) Sm.; Scirpus litoralis Schrad.; Riccia fluitans L.; Lemna gibba L. and Cyperus papyrus L), which occur in non-polluted sections only, were transplanted into polluted sections of the rivers. Plants planted in situ were used as controls of the

THE HISTORY OF THE UNITED STATES

BY CHARLES C. SMITH

1877

The first volume of this series, 'The Discovery and Settlement of America,' is now published. It contains a full and complete history of the early years of our country, from the first landing of Columbus in 1492 to the establishment of the first colonies. The author has drawn upon the most reliable sources of information, and has written in a clear and concise style, which will make this volume a valuable addition to the library of every student of American history.

The second volume, 'The Growth of the Colonies,' is also now published. It covers the period from the first settlement of the colonies to the outbreak of the Revolutionary War. The author has shown how the colonies grew from a few scattered settlements into a powerful and united people, and how the struggle for independence was fought and won.

THE HISTORY OF THE UNITED STATES

Effects of Water Pollution on the Flora and Vegetation of
the Alexander and Yarkon rivers

ABSTRACT

The rivers Alexander and Yarkon of the Coastal Plain of Israel, had, until 25 years ago, clean uncontaminated water. Until that time, they possessed a rich flora of water macrophytes. However, drastic changes in vegetation then occurred. When comparing old lists of species made at that time with recently made ones, it appears that many of the formerly present species vanished altogether, whereas others appear in smaller numbers and reduced distribution areas. During those 25 years, water pollution became more and more widespread in the two rivers, so that today only small sections of the Eastern portions of the two rivers remain relatively unpolluted. Increasing pollution might have been the cause for such changes in vegetation. However, the question which component of "pollution" is the factor responsible for those changes, is still open.

Water pollution of the two rivers is due to three main causes:

1. Fertilizers.
2. Urban sewage.
3. Industrial wastes.

The effects of fertilizers may be disregarded, because agricultural drainage is more or less equal all along the two water courses, including those portions where water is relatively clean and the hydrophytic vegetation today closely resembles that of the past. The unpolluted sections of the two rivers together with the old records, served us as references when studying the polluted sections.

YALE UNIVERSITY

Department of Geology

Office of Water Pollution

on the flow and vegetation of the Connecticut and

Tarrant Rivers

Thesis submitted towards the M.S. degree

of the Yale University

by

ROSE AGART

The research work for this thesis was carried out at the Department of Geology and the Office of the Director for Nature Conservation of the State of Connecticut. The author wishes to express her appreciation to Dr. W. C. Calkins and Dr. T. W. Calkins for their assistance and to Dr. W. C. Calkins for his criticism of the manuscript.

August 1951

TEL-AVIV UNIVERSITY
Department of Botany

Effects of Water Pollution
on the Flora and vegetation of the Alexander and
Yarkon rivers

Thesis submitted towards the M.Sc. degree
of the Tel Aviv University

by
MOSHE AGAMI

The research work for this thesis was carried out at the Department of Botany and with the aid of the Institute for Nature Conservation Research under the direction of Dr. M. LITAV and Prof. Y. WAISEL.

August 1973