



**Kinneret Limnological Laboratory**  
**Israel Oceanographic and Limnological Research**



**"ניטור מתכות כבדות"**  
**ד"ח שנתי: מוגש לרשות המים**

**ירון בארי-שלוין, לודביק הליץ וגלית שרעבי**  
**ד"ח מאוחד**  
**של המעבדה לחקר הכינרת ע"ש יגאל אלון, חקר ימים ואגמים לישראל**  
**והמכון הגיאולוגי**

**מאי 2015 דו"ח חיא"ל T8/ 2016**  
**דו"ח מכון גיאולוגי TR-GSI/03/2016**

## הקדמה

עבודה זו מבוצעת מזה כ-18 שנים בשיתוף פעולה בין המכון הגיאולוגי לבין המעבדה לחקר הכינרת, במימון רשות המים. מטרתה: ניטור ריכוזי מתכות קורט במי הכינרת, בקרקעיתיה ובמספר נחלים. מחקר זה מדווח מידי שנה לרשות המים ובכל דו"ח מופיע פרק הדן בהתנהגות הביו-גאו-כימית של קבוצת יסודות מסוימת.

**רקע:** הניטור מבוצע ע"י דיגום פרופילים במרכז האגם אחת ל-4 חדשים. במקביל מבוצע ניטור של הירדן של הדן ושל הבניאס. כמו כן לעיתים נבדקת תכולת המתכות הכבדות במעיינות מלוחים.

המתכות הנבדקות כוללות כאלה שיש להן זיקה ביולוגית, או גיאו-כימית. חלקן בעלות פוטנציאל רעילות. המטרה העיקרית של הניטור היא יצירת מאגר מידע בסיסי למתכות אלו. מטרה אחרת היא ניצול המידע המתקבל לצורך הגדרת תהליכים באגם.

**טכניקות אנליטיות:** אופן הדיגום, שימור הדוגמאות ואופן האנליזות במכשיר מסוג FIA-MS שבמכון הגיאולוגי בירושלים מפורטים בדוחות שנתיים קודמים של פרויקט זה.

## תוצאות הניטור

במהלך 2015 בוצעו 3 פרופילים לאורך עמודת מי הכנרת בתחנה A במרכז האגם: במאי, יולי ונובמבר (**טבלאות 1-3** בהתאמה). בנוסף נדגמו מי נחלים ומעיינות באגן ההיקוות לצורך אנליזות מתכות קורט (**טבלה 4**) ואנליזות איזוטופיות (רק מעיינות - **טבלה 5**). בהתאם לנוהל הרגיל לדוחות אלו אנו מצרפים דיון קצר בכמה מתכות.

השנה נבחרו להצגה ודיון ארבעה יסודות: מנגן, בריום, אורניום ומוליבדיום אשר נבחנו גם בשנה הקודמת בפירוט. **איור 1** מציג את השתנות הריכוז הכללי, הריכוז של המומס והריכוז בפרקציה החלקיקית (מחושב) של המתכות האלו לאורך השנה בשלושת החודשים בהם נדגם הפרופיל בשנת 2015 (מאי, יולי ונובמבר). כרפרנס מוצגים ברקע השתרעות שכבת המתלימניון בצהוב וכן מרכז התרמוקלינה בקו מקווקו אופקי (**איור 1**). הפרופילים העונתיים נבחנו כאן בהקשר להתפתחות הפרופיל של כל יסוד בשנת 2015 וכן בהשוואה להתנהגותו בשנת 2014.

בשלושת החודשים בהם נדגם הפרופיל השנה הכנרת הייתה משוכבת ועל כן ההיפולימניון היה מנותק מהאפילימניון. הדבר נכון גם למצב בשנה הקודמת בפרופילי אפריל, יולי ודצמבר 2014.

בעיקרון האוקסיקלינה בכנרת מקבילה לאורך השנה לתרמוקלינה אולם אין חפיפה מלאה בין שני הפרופילים. כך למשל במאי 2015 ריכוזי החמצן בהיפולימניון הגיעו למינימום כתוצאה מפירוק חומר אורגני תוך כדי נשימה מעומק 25 מטר ומטה, כ- 5 מטר מתחת לתחתית המתלימניון.

פרופילי הבריום, האורניום והמוליבדיום לחודש זה אינם מראים התאמה לפרופיל התרמוקלינה או האוקסיקלינה. בעיקרון ביסודות אלו ניתן לראות עליה קלה (בריום) או יציבות (מוליבדיום ואורניום) לאורך עמודת המים (**איור 1**). התנהגות זו דומה הן בסדרי הגודל של הריכוזים והן בצורת הפרופיל לתצפיות של חודש מקביל (אפריל) בשנת 2014.

לעומת בריום, אורניום ומוליבדיום, פרופילי המנגן (כללי ומומס) מראים השתנות חזקה בעומק עם עליה של שני סדרי גודל תוך כמה מטרים (**איור 1**). אולם השתנות זו מתרחשת בעומק 25 מטר כ- 4 עד 5 מטר מתחת לבסיס המתלימניון.

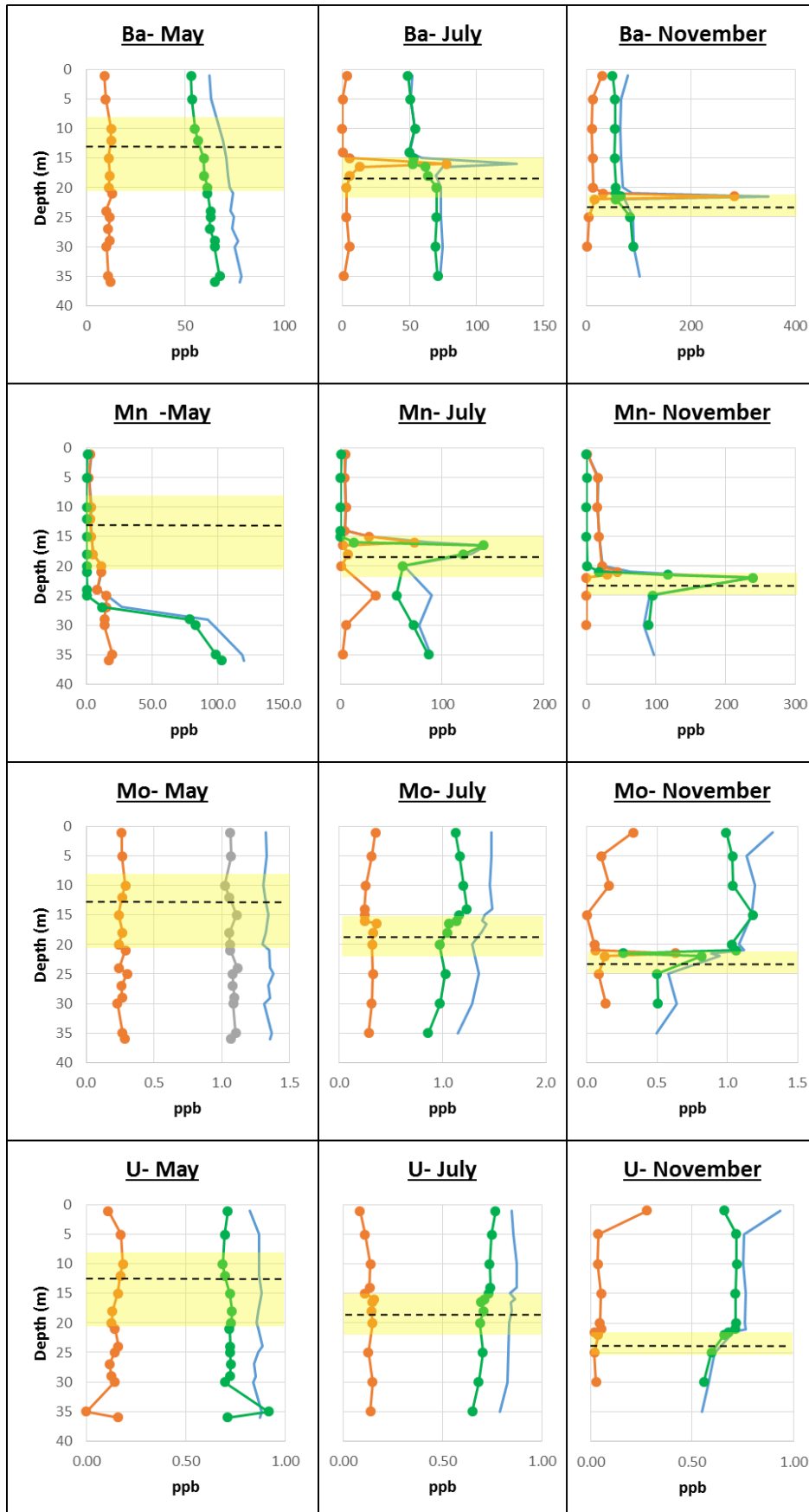
השוואה לפרופיל האוקסיקלינה (לא מוצג) מראה כי העליה החזקה בריכוז כללי ומומס של מנגן מתחילה בדיוק בעומק בו ערכי החמצן בתוך שכבת ההיפולימניון דועכים למינימום. בסביבה מחזרת זו יש מעבר ממנגן תלת- או ארבע-ערכי מוצק למנגן דו-ערכי מומס. תלות חזקה זו של מנגן במצב החימצון חוזר של הסביבה היא עובדה מוכרת ופרופילים דומים נצפו גם בשנים קודמות. בהשוואה לשנה הקודמת (פרופיל אפריל 2014) יש לציין כי ישנה התאמה טובה בסדרי הגודל של

הריכוזים הכלליים והמומס ובהתפתחות פרופילים אלו עם העומק. לעומת זאת, באפריל 2014 ניתן היה לראות כי העליה החזקה בריכוז המומס בעומק באה על חשבון ירידה חזקה בריכוז המנגן הפרטיקולרי. מצב זה אינו מתקיים בפרופיל מאי 2015, ואין כמעט השתנות של ריכוז המנגן הפרטיקולרי לאורך עמודת המים כולה. ניתן לשער כי המסה של חומר פרטיקולרי נושא מנגן בעומק בו אין חמצן המתרחשת בחודשי האביב המוקדם (מרץ- אפריל), נשמרת כריכוז מומס גבוה גם בחודשים מאוחרים יותר. אולם כדי לבסס השערה זו יש למדוד פרופילי מנגן לאורך חודשי האביב באותה השנה.

התלות בין פרופילי היסודות השונים לבין פרופילי הטמפרטורה (מיקום התרמוקלינה ובהתאם פרופיל דעיכת החמצן) מתחזקת בחודשים יולי ודצמבר 2015. ביולי 2015 ניתן לראות כי הקפיצה בריכוז הכללי והמומס בבריום תואמת את מיקום התרמוקלינה. בנוסף במיקום זה נצפה שיא חזק של בריום פרטיקולרי. מצב מקביל נראה בפרופיל המנגן. בשני המקרים השיא בריכוז הכללי בתוך אזור המתלימניון, מעט מעל התרמוקלינה, גבוה בהרבה מהריכוז בהיפולימניון ותואם במדויק לשיא בריכוז הפרטיקולרי. ההסבר הפשוט ביותר לפרופילים אלו הוא סילוק חומר פרטיקולרי (בריום ומנגן) מהאפילמניון והצטברותו במתלימניון- שם מתקיים מעבר צפיפות חזק. במקביל, באזור זה דעיכת החמצן מהירה עם העומק מעבירה גורמת להמסה ולכן לעליה בריכוז המומס, ומכאן גם הכללי מהמתלימניון ומטה אל תוך ההיפולימניון. שינויים חלשים יותר מתרחשים בפרופילי מוליבדנום ואורניום בחודש יולי, כאשר עבור שני יסודות אלו ישנה דווקא ירידה לאורך עמודת המים – עם קפיצה קלה סביב המתלימניון והתרמוקלינה.

בחודש נובמבר 2015 כל ארבעת היסודות הנבחנו כאן מראים התאמה חזקה יותר בין השינוי בריכוזי הכללי והמומס ובין מיקום התרמוקלינה. עבור בריום, מוליבדנום ומנגן ישנו גם שיא בריכוז החומר הפרטיקולרי מעט מעל התרמוקלינה, אך עדיין בתחום המתלימניון.

השוואה לשנת 2014 מראה כי בסה"כ סדר הגודל של ריכוזי היסודות (מומס וכללי) נשמרו דומים כאשר משווים עונות מקבילות. כמו כן ניתן לראות בשתי השנים התחזקות התלות בין פרופילי המומס והכללי ובין מיקום התרמוקלינה מהאביב אל תוך הקיץ והסתיו.



**איור 1:** פרופילי מגנן, בריום, מוליבדינום, ואורניום בשלושת החודשים בהם נדגם פרופיל מתכות הקורט בכנרת בשנת 2015. קו כחול כהה = ריכוז כללי, קו ירוק עם עיגולים = ריכוז מומס, קו כתום עם עיגולים = ריכוז פרטיקולרי. אזורי רקע צהוב = השתרעות המתלימניון וקוים אופקיים מרוסקים = מרכז התרמוקלינה.

טבלה 1. ריכוז מתכות קורט (מיקרוגרם לליטר) פרופיל כנרת בתחנה A - מאי 2015

Sample#	Depth	Species	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Cd	Co
KA 225	1	Diss.	<0.002	1.7	< 1	90	53		< 0.01	
KA 226	5	Diss.	0.003	2.3	< 1	89	53		< 0.01	
KA 227	10	Diss.	<0.002	1.8	< 1	97	55		< 0.01	
KA 228	12	Diss.	<0.002	1.3	< 1	97	56		< 0.01	
KA 229	15	Diss.	<0.002	0.7	< 1	101	59		< 0.01	
KA 230	18	Diss.	<0.002	0.1	< 1	98	60		< 0.01	
KA 231	20	Diss.	<0.002	0.1	< 1	98	61		< 0.01	
KA 232	21	Diss.	<0.002	0.5	< 1	101	61		< 0.01	
KA 233	24	Diss.	0.005	0.7	< 1	102	63		< 0.01	
KA 234	25	Diss.	<0.002	0.9	< 1	98	63		< 0.01	
KA 235	27	Diss.	<0.002	0.7	< 1	90	62		< 0.01	
KA 240	29	Diss.	<0.002	0.3	< 1	95	65		< 0.01	
KA 236	30	Diss.	<0.002	0.2	< 1	89	65		< 0.01	
KA 237	35	Diss.	<0.002	1.7	< 1	97	67		< 0.01	
KA 238	36	Diss.	<0.002	1.3	< 1	94	65		< 0.01	
KA 225	1	Total	0.022	16.6	< 1	107	62		0.01	
KA 226	5	Total	0.025	14.5	< 1	109	63		< 0.01	
KA 227	10	Total	0.032	21.9	< 1	112	67		0.01	
KA 228	12	Total	0.008	13.5	< 1	117	69		< 0.01	
KA 229	15	Total	0.016	19.4	< 1	117	71		< 0.01	
KA 230	18	Total	0.037	13.6	< 1	114	72		< 0.01	
KA 231	20	Total	0.003	15.2	< 1	116	73		< 0.01	
KA 232	21	Total	<0.002	12.3	< 1	122	74		< 0.01	
KA 233	24	Total	<0.002	9.8	< 1	117	73		< 0.01	
KA 234	25	Total	0.008	11.3	< 1	123	75		< 0.01	
KA 235	27	Total	0.005	10.5	< 1	120	74		< 0.01	
KA 240	29	Total	<0.002	11.5	< 1	123	77		< 0.01	
KA 236	30	Total	0.004	8.4	< 1	122	75		< 0.01	
KA 239	31	Total	0.006	17.8	< 1	122	76		< 0.01	
KA 237	35	Total	0.005	8.5	< 1	123	79		< 0.01	
KA 238	36	Total	0.006	9.4	< 1	126	78		< 0.01	

טבלה 1. ריכוז מתכות קורט (מיקרוגרם לליטר) פרופיל כנרת בתחנה A - מאי 2015 (המשך)

Sample#	Depth	Species	Cr	Cu	Fe	Li	Mn	Mo	Ni	Pb
KA 225	1	Diss.	4.0	2.19	<10	11	0.8	1.1	< 1	0.089
KA 226	5	Diss.	1.5	< 0.1	< 10	10	0.4	1.1	< 1	0.116
KA 227	10	Diss.	1.5	< 0.1	< 10	11	0.4	1.0	< 1	0.096
KA 228	12	Diss.	1.5	< 0.1	< 10	11	0.3	1.1	< 1	0.071
KA 229	15	Diss.	1.7	< 0.1	< 10	11	0.3	1.1	< 1	0.050
KA 230	18	Diss.	1.4	< 0.1	< 10	11	0.3	1.1	< 1	0.025
KA 231	20	Diss.	1.5	< 0.1	< 10	11	0.4	1.1	< 1	0.027
KA 232	21	Diss.	2.0	< 0.1	< 10	11	0.4	1.1	< 1	0.024
KA 233	24	Diss.	2.0	< 0.1	< 10	11	0.5	1.1	< 1	0.040
KA 234	25	Diss.	2.3	< 0.1	< 10	11	0.4	1.1	< 1	0.020
KA 235	27	Diss.	2.2	< 0.1	< 10	11	12.2	1.1	< 1	0.024
KA 240	29	Diss.	2.3	< 0.1	< 10	11	79	1.1	< 1	0.010
KA 236	30	Diss.	2.8	< 0.1	< 10	11	83	1.1	< 1	0.033
KA 237	35	Diss.	2.6	< 0.1	< 10	11	99	1.1	< 1	0.021
KA 238	36	Diss.	3.1	< 0.1	< 10	11	103	1.1	< 1	0.138
KA 225	1	Total	5.0	0.23	< 10	13	4.0	1.3	< 1	0.199
KA 226	5	Total	4.1	< 0.1	≤ 10	14	2.2	1.3	< 1	0.122
KA 227	10	Total	4.9	0.23	22.72	14	3.7	1.3	< 1	0.211
KA 228	12	Total	3.3	< 0.1	< 10	14	3.2	1.3	< 1	0.044
KA 229	15	Total	3.8	0.34	≤ 10	15	4.1	1.3	< 1	0.056
KA 230	18	Total	2.9	< 0.1	≤ 10	14	5.6	1.3	< 1	0.043
KA 231	20	Total	3.0	≤ 0.1	≤ 10	13	11.8	1.3	< 1	0.043
KA 232	21	Total	2.8	< 0.1	< 10	13	11.7	1.4	< 1	0.024
KA 233	24	Total	2.4	< 0.1	< 10	14	8.7	1.4	< 1	0.036
KA 234	25	Total	2.8	0.23	< 10	14	15.7	1.4	< 1	0.051
KA 235	27	Total	3.1	0.23	< 10	14	27.1	1.3	< 1	0.021
KA 240	29	Total	2.7	< 0.1	≤ 10	14	92	1.4	< 1	0.031
KA 236	30	Total	2.9	0.23	< 10	14	97	1.3	< 1	0.047
KA 239	31	Total	3.3	0.34	26	14	114	1.3	< 1	0.050
KA 237	35	Total	2.5	0.34	< 10	15	119	1.4	< 1	0.049
KA 238	36	Total	3.1	≤ 0.1	< 10	14	120	1.4	< 1	0.050

טבלה 1. ריכוז מתכות קורט (מיקרוגרם לליטר) פרופיל כנרת בתחנה A – מאי 2015 (המשך)

Sample#	Depth	Species	Sb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	Zn
KA 225	1	Diss.	0.09	< 1		700	0.009	0.001	0.709	4	8.9
KA 226	5	Diss.	0.10	< 1		689	0.007	<0.001	0.695	4	7.8
KA 227	10	Diss.	0.08	< 1		700	0.004	≤0.001	0.684	4	8.0
KA 228	12	Diss.	0.08	< 1		711	0.004	≤0.001	0.696	4	6.3
KA 229	15	Diss.	0.09	< 1		732	0.002	≤0.001	0.720	4	5.5
KA 230	18	Diss.	0.08	< 1		752	0.002	<0.001	0.731	4	3.3
KA 231	20	Diss.	0.08	< 1		736	0.002	≤0.001	0.726	4	2.3
KA 232	21	Diss.	0.08	< 1		736	< 0.002	<0.001	0.718	4	7.1
KA 233	24	Diss.	0.08	< 1		737	0.003	<0.001	0.722	4	7.3
KA 234	25	Diss.	0.08	< 1		746	< 0.002	<0.001	0.722	4	1.5
KA 235	27	Diss.	0.08	< 1		744	< 0.002	<0.001	0.724	4	1.9
KA 240	29	Diss.	0.08	< 1		752	< 0.002	<0.001	0.723	4	11.1
KA 236	30	Diss.	0.07	< 1		727	< 0.002	<0.001	0.696	4	0.8
KA 237	35	Diss.	0.08	< 1		760	0.044	<0.001	0.915	4	4.8
KA 238	36	Diss.	0.07	< 1		738	0.009	<0.001	0.710	4	4.8
KA 225	1	Total	0.09	< 1		843	0.056	0.002	0.819	6	12.8
KA 226	5	Total	0.10	< 1		868	0.026	<0.001	0.867	6	4.3
KA 227	10	Total	0.10	< 1		850	0.013	0.002	0.868	6	30.1
KA 228	12	Total	0.09	< 1		888	0.014	≤0.001	0.867	6	5.2
KA 229	15	Total	0.11	< 1		900	0.017	≤0.001	0.879	6	4.4
KA 230	18	Total	0.09	< 1		892	0.007	≤0.001	0.862	6	4.0
KA 231	20	Total	0.09	< 1		883	0.007	≤0.001	0.853	5	2.8
KA 232	21	Total	0.09	< 1		912	0.005	<0.001	0.862	5	2.6
KA 233	24	Total	0.09	< 1		922	0.004	<0.001	0.883	5	2.0
KA 234	25	Total	0.09	< 1		939	0.006	<0.001	0.865	5	2.2
KA 235	27	Total	0.08	< 1		887	0.007	<0.001	0.841	5	1.3
KA 240	29	Total	0.08	< 1		894	0.004	<0.001	0.850	5	0.3
KA 236	30	Total	0.08	< 1		899	0.004	<0.001	0.836	5	1.3
KA 239	31	Total	0.08	< 1		907	0.007	<0.001	0.843	5	1.0
KA 237	35	Total	0.08	< 1		934	0.004	<0.001	0.878	5	1.3
KA 238	36	Total	0.09	< 1		929	0.003	<0.001	0.870	5	1.2

טבלה 2. ריכוז מתכות קורט (מיקרוגרם לליטר) פרופיל כנרת בתחנה A - יולי 2015

Sample#	Depth	Species	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Cd	Co
TA 27	1	Diss.	< 0.02	1.5	1	101	49	< 0.05	< 0.01	< 0.01
TA 28	5	Diss.	< 0.02	1.1	1	102	51	< 0.05	< 0.01	< 0.01
TA 29	10	Diss.	< 0.02	1.0	1	99	54	< 0.05	< 0.01	< 0.01
TA 30	14	Diss.	< 0.02	2.0	2	101	50	< 0.05	< 0.01	< 0.01
TA 31	15	Diss.	< 0.02	0.6	2	104	53	< 0.05	< 0.01	< 0.01
TA 32	16	Diss.	< 0.02	0.4	2	103	53	< 0.05	< 0.01	≤ 0.01
TA 33	16.5	Diss.	< 0.02	0.7	2	99	62	< 0.05	< 0.01	0.15
TA 34	18	Diss.	< 0.02	0.6	1	97	64	< 0.05	< 0.01	0.13
TA 35	20	Diss.	< 0.02	0.8	2	97	70	< 0.05	< 0.01	0.04
TA 36	25	Diss.	< 0.02	0.4	2	95	70	< 0.05	< 0.01	0.02
TA 37	30	Diss.	< 0.02	0.7	2	97	69	< 0.05	< 0.01	< 0.01
TA 38	35	Diss.	< 0.02	0.4	2	96	71	< 0.05	< 0.01	0.02
TA 27	1	Total	< 0.02	25.0	1	116	52	< 0.05	0.015	0.05
TA 28	5	Total	< 0.02	19.2	1	117	51	< 0.05	0.014	0.03
TA 29	10	Total	< 0.02	21.7	1	114	54	< 0.05	0.019	0.04
TA 30	14	Total	< 0.02	21.1	1	121	50	< 0.05	0.015	0.05
TA 31	15	Total	< 0.02	13.7	1	115	59	< 0.05	0.010	0.07
TA 32	16	Total	< 0.02	8.4	1	116	130	< 0.05	0.016	0.15
TA 33	16.5	Total	< 0.02	12.9	1	118	75	< 0.05	0.019	0.21
TA 34	18	Total	< 0.02	9.9	1	118	70	< 0.05	0.016	0.20
TA 35	20	Total	< 0.02	6.9	1	115	74	< 0.05	0.012	0.07
TA 36	25	Total	< 0.02	7.2	1	113	74	< 0.05	0.014	0.03
TA 37	30	Total	< 0.02	9.8	1	117	75	< 0.05	0.014	0.04
TA 38	35	Total	< 0.02	5.7	1	117	73	< 0.05	0.012	0.04



טבלה 2. ריכוז מתכות קורט (מיקרוגרם לליטר) פרופיל כנרת בתחנה A - יולי 2015 (המשך)

Sample#	Depth	Species	Cr	Cu	Fe	Li	Mn	Mo	Ni	Pb
TA 27	1	Diss.	1.7	< 0.1	< 5	11	0.9	1.1	< 1	0.02
TA 28	5	Diss.	2.1	< 0.1	< 5	11	0.3	1.2	< 1	< 0.01
TA 29	10	Diss.	2.4	< 0.1	< 5	11	0.2	1.2	< 1	≤ 0.01
TA 30	14	Diss.	2.8	< 0.1	< 5	11	0.4	1.2	< 1	0.05
TA 31	15	Diss.	2.7	< 0.1	< 5	11	0.4	1.2	< 1	< 0.01
TA 32	16	Diss.	2.6	< 0.1	< 5	10	13.5	1.1	< 1	< 0.01
TA 33	16.5	Diss.	2.5	< 0.1	< 5	10	141	1.1	< 1	0.02
TA 34	18	Diss.	2.3	< 0.1	34	11	121	1.0	< 1	0.02
TA 35	20	Diss.	2.3	< 0.1	36	10	61	1.0	< 1	0.02
TA 36	25	Diss.	2.1	< 0.1	22	11	55	1.0	< 1	≤ 0.01
TA 37	30	Diss.	2.1	< 0.1	20	11	72	1.0	< 1	≤ 0.01
TA 38	35	Diss.	2.0	< 0.1	21	11	86	0.9	< 1	0.02
TA 27	1	Total	0.8	2.1	20	15	5.7	1.5	< 1	0.05
TA 28	5	Total	2.4	< 0.1	17	15	4.5	1.5	< 1	0.04
TA 29	10	Total	2.3	< 0.1	16	15	5.7	1.5	< 1	0.05
TA 30	14	Total	2.3	< 0.1	19	15	4.5	1.5	< 1	0.05
TA 31	15	Total	2.2	< 0.1	12	14	28.4	1.4	< 1	0.04
TA 32	16	Total	2.3	< 0.1	17	15	86.3	1.4	< 1	0.04
TA 33	16.5	Total	2.5	< 0.1	42	15	143.1	1.4	< 1	0.07
TA 34	18	Total	2.4	< 0.1	39	15	128.4	1.4	< 1	0.09
TA 35	20	Total	2.1	< 0.1	44	15	62.5	1.3	< 1	0.04
TA 36	25	Total	2.0	< 0.1	20	15	89.7	1.4	< 1	0.04
TA 37	30	Total	2.2	< 0.1	27	15	77.2	1.3	< 1	0.03
TA 38	35	Total	2.1	< 0.1	21	15	88.6	1.1	< 1	0.03

טבלה 2. ריכוז מתכות קורט (מיקרוגרם לליטר) פרופיל כנרת בתחנה A - יולי 2015 (המשך)

Sample#	Depth	Species	Sb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	Zn
TA 27	1	Diss.	0.11	< 2	< 0.5	789	<0.002	<0.001	0.77	5.1	0.9
TA 28	5	Diss.	0.11	< 2	< 0.5	777	<0.002	<0.001	0.75	5.4	0.2
TA 29	10	Diss.	0.10	< 2	< 0.5	779	<0.002	<0.001	0.74	5.4	0.2
TA 30	14	Diss.	0.11	< 2	< 0.5	807	<0.002	<0.001	0.74	5.7	1.9
TA 31	15	Diss.	0.10	< 2	< 0.5	815	<0.002	<0.001	0.73	5.3	0.3
TA 32	16	Diss.	0.10	< 2	< 0.5	810	<0.002	<0.001	0.71	4.9	0.3
TA 33	16.5	Diss.	0.10	< 2	< 0.5	795	<0.002	<0.001	0.69	4.5	0.5
TA 34	18	Diss.	0.08	< 2	< 0.5	818	<0.002	<0.001	0.71	4.6	2.0
TA 35	20	Diss.	0.06	< 2	< 0.5	822	<0.002	<0.001	0.69	4.3	3.6
TA 36	25	Diss.	0.06	< 2	< 0.5	831	<0.002	<0.001	0.70	4.5	0.3
TA 37	30	Diss.	0.06	< 2	< 0.5	829	<0.002	<0.001	0.68	4.6	4.2
TA 38	35	Diss.	0.06	< 2	< 0.5	856	<0.002	<0.001	0.65	4.6	0.6
TA 27	1	Total	0.13	< 2	< 0.5	920	0.039	<0.001	0.85	6.9	4.4
TA 28	5	Total	0.12	< 2	< 0.5	954	0.015	<0.001	0.86	6.9	2.2
TA 29	10	Total	0.11	< 2	< 0.5	955	0.010	<0.001	0.87	6.8	1.5
TA 30	14	Total	0.11	< 2	< 0.5	951	0.009	<0.001	0.87	6.8	9.4
TA 31	15	Total	0.11	< 2	< 0.5	974	0.006	<0.001	0.84	6.0	1.7
TA 32	16	Total	0.12	< 2	< 0.5	981	0.003	<0.001	0.87	5.8	1.8
TA 33	16.5	Total	0.11	< 2	< 0.5	1024	0.006	<0.001	0.84	5.6	1.6
TA 34	18	Total	0.11	< 2	< 0.5	1025	0.005	<0.001	0.85	5.5	1.6
TA 35	20	Total	0.11	< 2	< 0.5	1023	<0.002	<0.001	0.83	5.2	1.6
TA 36	25	Total	0.11	< 2	< 0.5	1033	<0.002	<0.001	0.83	5.1	1.4
TA 37	30	Total	0.11	< 2	< 0.5	1048	<0.002	<0.001	0.83	5.4	1.4
TA 38	35	Total	0.10	< 2	< 0.5	1071	<0.002	<0.001	0.79	5.1	1.0

טבלה 3. ריכוז מתכות קורט (מיקרוגרם לליטר) פרופיל כנרת בתחנה A - נובמבר 2015

Sample#	Depth	Species	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Cd	Co
LU 440	1	Diss.	< 0.05	< 1	0.8	115	50		< 0.05	< 0.02
LU 441	5	Diss.	< 0.05	< 1	1.0	114	55		< 0.05	< 0.02
LU 442	10	Diss.	< 0.05	< 1	1.0	115	55		< 0.05	< 0.02
LU 443	15	Diss.	< 0.05	< 1	1.0	115	55		< 0.05	< 0.02
LU 444	20	Diss.	< 0.05	< 1	1.1	116	57		< 0.05	< 0.02
LU 445	21	Diss.	< 0.05	< 1	1.0	114	56		< 0.05	< 0.02
LU 446	22	Diss.	< 0.05	< 1	1.0	115	66		< 0.05	< 0.02
LU 447	22	Diss.	< 0.05	< 1	1.0	113	57		< 0.05	< 0.02
LU 448	25	Diss.	< 0.05	< 1	1.1	113	84		< 0.05	< 0.02
LU 449	30	Diss.	< 0.05	< 1	1.0	115	90		< 0.05	< 0.02
LU 440	1	Total	< 0.05	8.2	1.2	137	80		< 0.05	< 0.02
LU 441	5	Total	< 0.05	9.7	1.1	131	67		< 0.05	< 0.02
LU 442	10	Total	< 0.05	9.4	1.0	128	66		< 0.05	< 0.02
LU 443	15	Total	< 0.05	9.4	1.1	129	67		< 0.05	< 0.02
LU 444	20	Total	< 0.05	8.9	1.0	129	70		< 0.05	< 0.02
LU 445	21	Total	< 0.05	8.1	1.1	125	88		< 0.05	< 0.02
LU 446	22	Total	< 0.05	7.0	1.0	125	349		< 0.05	< 0.02
LU 447	22	Total	< 0.05	7.0	1.0	121	73		< 0.05	< 0.02
LU 448	25	Total	< 0.05	3.8	0.9	119	90		< 0.05	< 0.02
LU 449	30	Total	< 0.05	3.6	1.0	118	92		< 0.05	< 0.02
LU 450	35	Total	< 0.05	4.6	1.0	120	102		< 0.05	< 0.02

טבלה 3. ריכוז מתכות קורט (מיקרוגרם לליטר) פרופיל כנרת בתחנה A - נובמבר 2015 (המשך)

Sample#	Depth	Species	Cr	Cu	Fe	Li	Mn	Mo	Ni	Pb
LU 440	1	Diss.	< 10	< 1	< 20	12	0.4	0.99	< 1	< 0.01
LU 441	5	Diss.	< 10	< 1	< 20	11	0.8	1.04	< 1	< 0.01
LU 442	10	Diss.	< 10	< 1	< 20	11	0.4	1.04	< 1	< 0.01
LU 443	15	Diss.	< 10	< 1	< 20	11	0.5	1.18	< 1	< 0.01
LU 444	20	Diss.	< 10	< 1	< 20	11	1.2	1.03	< 1	< 0.01
LU 445	21	Diss.	< 10	< 1	< 20	11	19	1.06	< 1	< 0.01
LU 446	22	Diss.	< 10	< 1	< 20	11	117	0.26	< 1	< 0.01
LU 447	22	Diss.	< 10	< 1	< 20	10	239	0.82	< 1	< 0.01
LU 448	25	Diss.	< 10	< 1	< 20	10	95	0.50	< 1	< 0.01
LU 449	30	Diss.	< 10	< 1	< 20	10	90	0.51	< 1	< 0.01
LU 440	1	Total	< 10	< 1	< 20	12	2.1	1.32	< 1	< 0.01
LU 441	5	Total	< 10	< 1	< 20	13	17.4	1.14	< 1	≤ 0.01
LU 442	10	Total	< 10	< 1	< 20	13	16.5	1.20	< 1	< 0.01
LU 443	15	Total	< 10	< 1	< 20	13	19	1.17	< 1	< 0.01
LU 444	20	Total	< 10	< 1	< 20	13	24	1.08	< 1	< 0.01
LU 445	21	Total	< 10	< 1	< 20	13	64	1.12	< 1	< 0.01
LU 446	22	Total	< 10	< 1	< 20	13	147	0.89	< 1	< 0.01
LU 447	22	Total	< 10	< 1	< 20	13	239	0.95	< 1	< 0.01
LU 448	25	Total	< 10	< 1	< 20	12	91	0.58	< 1	< 0.01
LU 449	30	Total	< 10	< 1	< 20	13	83	0.64	< 1	< 0.01
LU 450	35	Total	< 10	< 1	< 20	13	97	0.50	< 1	< 0.01

**טבלה 3. ריכוז מתכות קורט (מיקרוגרם לליטר) פרופיל כנרת בתחנה A - נובמבר 2015 (המשך)**

Sample#	Depth	Species	Sb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	Zn
LU 440	1	Diss.	0.35	< 1	2.0	785	0.541	< 0.01	0.657	3.2	6.07
LU 441	5	Diss.	< 0.2	< 1	0.5	794	< 0.05	< 0.01	0.718	2.5	3.71
LU 442	10	Diss.	< 0.2	< 1	0.4	782	< 0.05	< 0.01	0.720	2.4	1.94
LU 443	15	Diss.	< 0.2	< 1	0.4	791	< 0.05	< 0.01	0.713	2.4	3.52
LU 444	20	Diss.	< 0.2	< 1	0.3	790	< 0.05	< 0.01	0.716	2.6	< 1
LU 445	21	Diss.	< 0.2	< 1	0.3	796	< 0.05	< 0.01	0.712	2.3	< 1
LU 446	22	Diss.	< 0.2	< 1	0.2	795	< 0.05	< 0.01	0.679	2.2	< 1
LU 447	22	Diss.	< 0.2	< 1	2.7	802	< 0.05	< 0.01	0.656	2.0	< 1
LU 448	25	Diss.	< 0.2	< 1	12.3	802	< 0.05	< 0.01	0.594	1.1	< 1
LU 449	30	Diss.	< 0.2	< 1	10.9	814	< 0.05	< 0.01	0.557	1.2	< 1
LU 440	1	Total	< 0.2	< 1	0.2	910	0.126	< 0.01	0.934	3.3	≤ 1
LU 441	5	Total	≤ 0.2	< 1	0.8	923	0.427	< 0.01	0.754	2.9	2.90
LU 442	10	Total	< 0.2	< 1	0.8	899	0.173	< 0.01	0.753	3.0	2.08
LU 443	15	Total	< 0.2	< 1	0.6	883	0.083	< 0.01	0.763	2.3	≤ 1
LU 444	20	Total	< 0.2	< 1	0.8	891	0.068	< 0.01	0.759	2.4	2.16
LU 445	21	Total	< 0.2	< 1	0.7	917	< 0.05	< 0.01	0.765	2.3	2.11
LU 446	22	Total	< 0.2	< 1	0.8	896	< 0.05	< 0.01	0.697	2.0	≤ 1
LU 447	22	Total	< 0.2	< 1	1.7	922	< 0.05	< 0.01	0.691	1.9	< 1
LU 448	25	Total	< 0.2	< 1	5.8	915	< 0.05	< 0.01	0.612	0.8	< 1
LU 449	30	Total	< 0.2	< 1	5.0	922	< 0.05	< 0.01	0.582	1.0	< 1
LU 450	35	Total	< 0.2	< 1	3.8	930	< 0.05	< 0.01	0.547	0.9	< 1

**טבלה 4- ריכוז מתכות קורט (מיקרוגרם לליטר) נחלים ומעיינות אגן ההיקוות**

Month	Location	Species	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Cd
May	Arik	Diss.	<0.002	79	< 1	18	17		< 0.01
May	Pkak	Diss.	0.005	10	< 1	21	33		< 0.01
May	Arik	Total	0.008	307	< 1	25	17		< 0.01
May	Pkak	Total	0.025	934	< 1	24	28		< 0.01
May	Ein Tina	Total	0.008	1.3	< 1	14	55		< 0.01
May	Ein Zahav	Total	≤0.002	0.9	< 1	18	45		< 0.01
May	Ein Teo	Total	0.007	0.3	< 1	25	45		< 0.01
May	Tel Dan Rosh Ha'maayanot	Total	≤0.002	2.6	< 1	7	4		< 0.01
May	Tel Dan Gan Eden	Total	0.012	2.8	< 1	6	4		< 0.01
May	Yardenon	Total	0.010	1.8	< 1	14	13		< 0.01
May	Snir	Total	0.010	3.6	< 1	17	22		< 0.01
May	Banias	Total	0.006	1.7	< 1	10	6		< 0.01
May	Banias OFF	Total	≤0.002	0.8	< 1	11	7		< 0.01
May	Ein Tina	Total	0.005	1.2	< 1	14	50		< 0.01

טבלה 4- ריכוז מתכות קורט (מיקרוגרם לליטר) נחלים ומעיינות אגן ההיקוות (המשך)

Month	Location	Species	Co	Cr	Cu	Fe	Li	Mn
May	Arik	Diss.		1.5	4.50	141	1	7.4
May	Pkak	Diss.		1.0	2.03		1	13
May	Arik	Total		2.4	0.68	369	1	18
May	Pkak	Total		4.6	2.84	1091	1	45
May	Ein Tina	Total		3.1	0.30	< 10	0	< 0.05
May	Ein Zahav	Total		1.6	≤ 0.1	< 10	1	< 0.05
May	Ein Teo	Total		0.8	≤ 0.1	< 10	1	0.3
May	Tel Dan Rosh Ha'maayanot	Total		0.3	< 0.1	< 10	0	< 0.05
May	Tel Dan Gan Eden	Total		0.3	< 0.1	< 10	0	0.4
May	Yardenon	Total		2.6	0.30	< 10	0	< 0.05
May	Snir	Total		0.4	0.23	< 10	1	1.4
May	Banias	Total		0.4	0.42	< 10	1	< 0.05
May	Banias OFF	Total		0.4	< 0.1	< 10	1	< 0.05
May	Ein Tina	Total		3.2	0.27	< 10	0	< 0.05

טבלה 4- ריכוז מתכות קורט (מיקרוגרם לליטר) נחלים ומעיינות אגן ההיקוות (המשך)

Month	Location	Species	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr
May	Arik	Diss.	0.6	2	5.848	0.112	< 1		163
May	Pkak	Diss.	0.6	< 1	1.935	0.070	< 1		182
May	Arik	Total	0.7	≤ 1	0.193	0.034	< 1		200
May	Pkak	Total	0.8	5	2.425	0.079	< 1		222
May	Ein Tina	Total	1.7	< 1	< 0.005	0.040	< 1		195
May	Ein Zahav	Total	0.3	< 1	0.006	0.056	< 1		140
May	Ein Teo	Total	0.6	< 1	0.005	0.053	< 1		239
May	Tel Dan Rosh Ha'maayanot	Total	0.2	< 1	< 0.005	0.062	< 1		70
May	Tel Dan Gan Eden	Total	0.2	< 1	< 0.005	0.044	< 1		49
May	Yardenon	Total	1.3	< 1	< 0.005	0.031	< 1		190
May	Snir	Total	0.5	< 1	0.007	0.064	< 1		164
May	Banias	Total	0.2	< 1	0.014	0.023	< 1		161
May	Banias OFF	Total	0.3	< 1	< 0.005	0.052	< 1		193
May	Ein Tina	Total	1.7	< 1	< 0.005	0.042	< 1		194

טבלה 4- ריכוז מתכות קורט (מיקרוגרם לליטר) נחלים ומעיינות אגן ההיקוות (המשך)

Month	Location	Species	Th	Tl	U	V	Zn
May	Arik	Diss.	0.0093	0.003	0.555	3	31.5
May	Pkak	Diss.	0.0025	0.003	0.465	4	36.7
May	Arik	Total	0.0538	0.005	0.611	4	1.3
May	Pkak	Total	0.1827	0.009	0.614	7	13.0
May	Ein Tina	Total	0.0056	0.003	0.267	10	0.4
May	Ein Zahav	Total	0.0065	0.004	0.488	3	0.9
May	Ein Teo	Total	0.0098	0.009	0.868	3	1.6
May	Tel Dan Rosh Ha'maayanot	Total	0.0025	0.004	0.189	0	0.4
May	Tel Dan Gan Eden	Total	< 0.002	0.003	0.179	0	0.2
May	Yardenon	Total	0.0038	0.009	0.267	9	0.4
May	Snir	Total	0.0064	0.003	0.528	2	0.5
May	Banias	Total	0.0033	0.003	0.196	1	1.1
May	Banias OFF	Total	0.0029	0.005	0.240	1	0.9
May	Ein Tina	Total	< 0.002	0.003	0.273	10	0.4

טבלה 5- יחסי איזוטופים -מעיינות אגן ההיקוות

Month	Location	d18O	dD	D-excess
May	Banias	-7.31	-42.0	16.5
May	Zofrila-yardinon	-6.63	-35.2	17.8
May	Tel Dan Gan Eden	-7.75	-44.5	17.5
May	Ein Zahav	-6.00	-28.6	19.4
May	Ein Tinna	-6.68	-35.8	17.6
May	Banias off	-7.45	-41.5	18.1
May	E. Tinna (Tao)	-5.84	-29.7	17.0
May	M. Baruch	-6.42	-35.7	15.7
May	Tel Dan-Roch Maayanot	-7.73	-42.8	19.1