

# זיהום ב-TBT (תרכובת רעילה של בדיל) בנמלים ובמעגנות בישראל





חקר ימים ואגמים לישראל בע"מ Israel Oceanographic & Limnological Research Ltd.  
תל-שקמונה, ת"ד 8030, חיפה 31080, P.O.B. 8030, Haifa  
פקס : 972-4-8511911 Fax: 972-4-8515202 : טלפון  
<http://www.ocean.org.il>

## **זיהום ב-TBT (תרכובת רעילה של בדיל) בנמלים ובמעגנות בישראל**

**יובל כהן וברק חרות**

### **תקציר**

ריכוזים גדולים של תרכובת הבדיל הרעילה TBT, שמקורה בצבעים של כלי שיט, נמצאו במשקעי קרקעית ובמי הים בנמלים ובמעגנות לאורך חופי ישראל בים התיכון ובמפרץ אילת בשנים 2001/2. הממצאים מצביעים על זיהום מתמשך ומתחדש. צמצום של היקף הזיהום ב-TBT ושיקום של סביבות שנפגעו הושגו בעולם ע"י הגבלה ובקרה של השימוש בצבעים המכילים TBT, ובמיוחד ע"י איסור השימוש בהם בכלי שיט קטנים. בישראל ננקטו לאחרונה כמה פעולות להגבלת השימוש בצבעים המכילים TBT, אולם הן עדיין לא הוסדרו בחקיקה. בדו"ח מפורטות המלצות על קידום והרחבה של הפעולות למניעה ובקרה של זיהום הסביבה הימית של ישראל ב-TBT.

בעבודה השתתפו: ירון גרטנר, עדנה שפר

**דו"ח חיא"ל H28/2003**

**יולי 2003**

# זיהום ב-TBT (תרכובת רעילה של בדיל) בנמלים ובמעגנות בישראל

## 1. הבעיה של זיהום היס ב-TBT

TBT (Tributyltin) היא תרכובת רעילה של בדיל, אשר מזה כארבעה עשורים משמשת כתוסף לצבעי תחתית לכלי שיט לצורך מניעת צמדת-ים (antifouling). ה-TBT משתחרר באיטיות (עד 5 שנים) מהצבע אל המים, ועקב רעילותו למגוון רחב של יצורים ימיים מונע התיישבות של בעלי חיים ואצות על דפנות כלי השיט. היעילות המוכחת של TBT הביאה לשימוש נרחב בו הן באניות גדולות והן בכלי שיט קטנים. בסוף שנות ה-1970 החל להתברר שבצד התועלת לספנות, השימוש ב-TBT גורם לנזקים סביבתיים חמורים ושהבעיה כלל-עולמית.

ל-TBT המשתחרר אל מי היס יש נטייה חזקה להיצמד לחלקיקים וליצורים חיים המרחפים בגוף המים ולחלקיקים על פני הקרקעית, וכתוצאה מכך הוא מצטבר במשקעי הקרקעית (סדימנטים). יצורים חיים יכולים לקלוט TBT הן בבליעה של מזון וחלקיקים והן בספיגה ישירה מהמים. כתוצאה מתהליכים אלה החומר יכול להצטבר ברקמות של בעלי חיים<sup>1</sup>, לעבור הלאה בשרשרת המזון ולהגיע גם אל הטורפים העיליים - דגים, ציפורים ויונקים ימיים.

TBT בגוף המים ובקרקעית יכול להתפרק בתהליכים כימיים וביולוגיים לתרכובות פחות רעילות ובלתי יציבות, תחילה DBT (Dibutyltin) ובהמשך MBT (Monobutyltin), כאשר קצב הפירוק תלוי בתנאים הסביבתיים כגון אור, טמפרטורה, חמצן והרכב האוכלוסיות הבקטריאליות. קצב הפירוק מהיר יחסית בגוף המים (שעות עד שבועות), אולם בסדימנטים הוא בדרך כלל איטי ויכול להימשך שנים, במיוחד בסדימנטים נמליים חסרי חמצן. לכן TBT שהצטבר בסדימנטים יכול להשתמר ולהמשיך ולגרום להשפעות סביבתיות מזיקות במשך שנים רבות ע"י השתחררות איטית בחזרה אל גוף המים.

עקב הרעילות הרבה והכמעט אוניברסאלית של TBT (כבר בריכוזים של כמה ננוגרמים לליטר מים – קרוב לגבול המדידה), ההשפעות הביולוגיות והאקולוגיות של החומר בסביבה הימית מגוונות ביותר – מפגיעות ביוכימיות, פיסיולוגיות ומורפולוגיות ותמותה ביצורים בודדים ועד להכחדת אוכלוסיות של יצורים מסוימים. השפעות אלה תועדו הן בניסויי מעבדה והן בסקרי שדה ברחבי העולם, כולל בים התיכון. בין היתר תועדו השפעות מזיקות על אלמוגים ובע"ח השייכים לחברות החי של שוניות אלמוגים (הידרתיים, קווצי עור, רכיכות ועוד). במיוחד תועדו

<sup>1</sup> תועדה הצטברות TBT ביצורים ימיים בריכוזים גדולים אלפי ועשרות אלפי מונים מהריכוזים במי היס.

היטב פגיעות ברכיכות. כך נמצא שזיהום ב-TBT פוגע בתהליך יצירת הקשוות ובקצב הגידול בצדפות (איור 1) ואף גורם לתמותה של שלבי הגידול הצעירים. בראשית שנות ה-1980 תופעות אלה גרמו לנזקים של כמה מיליארדי דולר לתעשיית גידול הצדפות בצרפת.



**איור 1:** קשוות מעוותות של צדפות שנאספו במרינה בקנדה שהיו בה ריכוזים גדולים של TBT (צילום תחתון) לעומת קשוות נורמאליות בצדפות מאזור נקי (צילום עליון)<sup>2</sup>.

נוק נוסף של זיהום ב-TBT, אשר תועד בהרחבה במדינות רבות, הוא תופעת האימפוסקס (imposex) בחלזונות ימיים - הפרעה הורמונאלית אשר גורמת להופעת מאפיינים זכריים, כולל אבר מין זכרי, בנקבות. תופעה זו, אשר גורמת לכשלים ברבייה, נמצאה בלפחות 150 מינים של חלזונות בתפוצה כלל-עולמית. בכמה מקומות בעולם התופעה גרמה להכחדה מוחלטת של אוכלוסיות מקומיות של חלזונות. בישראל תופעת האימפוסקס תועדה לראשונה ע"י חוקרים מאוניברסיטת תל-אביב בחלזונות שנאספו בסמוך למעגנות ובאתרים אחרים בחוף הים התיכון<sup>3</sup>. התופעה נמצאה בחלזונות מכל האתרים שנבדקו, אולם הייתה נפוצה במיוחד בסמוך למרינות של ת"א והרצליה. במחקר לא נבדקו הריכוזים של TBT בסביבה, אולם הם נבדקו בגופם של החלזונות. נמצא מתאם טוב בין חומרת הסימפטומים של אימפוסקס לבין הריכוזים של TBT, DBT ו-MBT בחלזונות. לאור תוצאות אלה עורכי המחקר המליצו על הגבלת השימוש ב-TBT בישראל בדומה לנעשה במדינות אחרות.

ברחבי העולם תועדו פגיעות של TBT בדגים (במערכות החיסון, במערכות הורמונאליות ובאיברים שונים) והצטברות של TBT בדגי מאכל. בספרות המקצועית מופיעות הערכות שונות לגבי הסכנות הפוטנציאליות לבריאות הציבור כתוצאה מנוכחות TBT בדגי מאכל. המסקנה

<sup>2</sup> מקור: Canadian Dept. of Fisheries and Oceans (1996)

<sup>3</sup> Rilov, Gasith, Evans & Benayahu (2000), Marine Ecology Progress Series, 192: 229 - 238

הרווחת היא, שיש לבחון את העניין באופן ספציפי בכל מדינה בהתחשב ברמות הזיהום ובהרגלי צריכת הדגים<sup>4</sup>. עניין זה נבחן כיום בין היתר ע"י הקהילה האירופית.

ההשפעות החמורות ביותר של זיהום הים ב-TBT הן בד"כ מקומיות בסמוך לנמלים ומעגנות. יחד עם זאת, ממצאים רבים מעידים על כך שהבעיה חורגת מהתחום של אזורים חופיים. במקומות שונים בעולם (הים הצפוני, דרום-מזרח אסיה ועוד) תופעת האימפוסקס וריכוזים משמעותיים של TBT בסדימנטים נמצאו גם הרחק מהחוף (כמה עשרות ק"מ) בסמוך לנתיבי שיט ראשיים. ריכוזים משמעותיים של TBT נמצאו גם בבע"ח של הים העמוק כגון לווייתנים. ממצאים אלה יכולים להעיד הן על קליטה מקומית של TBT והן על מעבר של החומר מאזורים חופיים דרך שרשרת המזון.

## 2. הגבלת השימוש ב-TBT ברחבי העולם

עם הצטברות העדויות לנזקים סביבתיים כתוצאה מהשימוש ב-TBT החלה בעולם מגמה של הגבלת השימוש. צרפת הייתה המדינה הראשונה שאסרה בחקיקה (1982) על השימוש בחומר בכלי שיט שאורכם פחות מ-25 מטר, בעקבות הפגיעה בגידולי הצדפות אשר שויכה לזיהום ב-TBT מיאכטות ומרינות בסמוך לאזורי הגידול. ההנחה בבסיס האיסור הייתה שיאכטות וכלי שיט קטנים אחרים הם מקור הזיהום העיקרי במים חופיים. בעקבות צרפת אותו איסור הוטל במרבית המדינות המפותחות ובכללן (שנת החקיקה בסוגריים): אנגליה (1987), ארה"ב (1988), אוסטרליה, קנדה, ניו-זילנד, נורווגיה, שבדיה (1989), יפן, הולנד, גרמניה (1990), האיחוד האירופי, פינלנד, אירלנד, דרום-אפריקה (1991) ועוד. בכמה מדינות שבהן הוטל האיסור הותרה חריגה לכלי שיט בעלי תחתית מאלומיניום. בחלק מהמדינות הוטלו גם מגבלות נוספות כגון: הגבלת קצב השחרור של TBT מצבעי הגנה על כלי שיט גדולים מ-25 מטר, איסור מכירה קמעונאית של צבעים המכילים TBT, מכירת צבעי TBT רק במיכלים גדולים, חובת טיפול בשאריות חומרים, מהכנה ושימוש בצבעי TBT כמו בפסולת מסוכנת וחובת רישום ואישור של כל הסוגים של צבעי התחתית לכלי שיט. יפן החמירה עוד יותר מכל המדינות האחרות ואסרה את השימוש בצבעים המכילים TBT בכל כלי השיט (1992) ואת הייצור בתחומה של צבעים כאלה (1997). ב-1990 ארגון הספנות העולמי (IMO) אימץ החלטה אשר ממליצה למדינות החברות<sup>5</sup>: (1) להפסיק את השימוש בצבעי תחתית המכילים TBT בכלי שיט קטנים מ-25 מטר, למעט בעלי תחתית מאלומיניום; (2) להפסיק שימוש בצבעי תחתית אשר משחררים TBT בקצב מהיר.

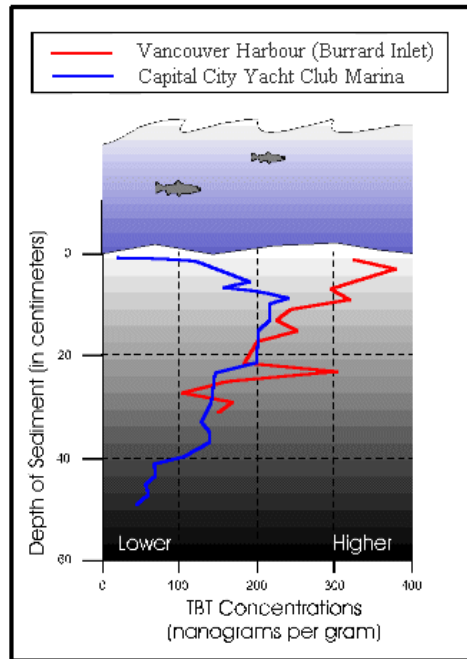
<sup>4</sup> Belfroid (2000), Marine Pollution Bulletin 40 (3): 226-232  
<sup>5</sup> בארגון חברות 156 מדינות ובכללן ישראל.

מאז הטלת המגבלות על שימוש בצבעי TBT בכלי שיט קטנים הצטברו עדויות רבות ברחבי העולם על יעילותן בהפחתת הזיהום הסביבתי והנוקים הביולוגיים כתוצאה ממנו ועל שיקומן של מערכות אקולוגיות פגועות. להלן כמה דוגמאות<sup>6</sup>:

מדינה	תחום	שיפור
צרפת	מים	פחתו ריכוזי TBT בחוף האטלנטי
	סדימנטים	שיפור בגלעיני סדימנטים ממקומות שונים
	בע"ח	פחתו ריכוזי בדיל אורגני ועיוותים בקשוות של צדפות
אנגליה	מים	ריכוזי TBT פחתו
	סדימנטים	פחתו ריכוזי TBT באתרים רבים
	בע"ח	פחתו ריכוזי TBT בצדפות. פחתה תופעת אימפוסקס בסקוטלנד
ארה"ב	מים	פחתו ריכוזי TBT במפרץ סאן-דייגו
	סדימנטים	פחתו ריכוזי TBT בנמל בוסטון
	בע"ח	פחתו ריכוזי בדיל אורגני ברכיכות בחוף המערבי
קנדה	בע"ח	קטנה שכחות אימפוסקס
אוסטרליה	בע"ח	פחתו ריכוזי TBT בצדפות. השתפרו קצב הגידול של צדפות ומצבן
ניו-זילנד	סדימנטים	גלעיני סדימנטים הצביעו על הפחתת הזיהום ב-TBT

דוגמא מוחשית לשיפור המצב בעקבות האיסור על השימוש ב-TBT בכלי שיט קטנים מוצגת באיור 2. ריכוזי TBT ב-10 הס"מ העליונים של הסדימנט במרינה ליאכטות פחתו מאז האיסור על שימוש בצבעי TBT בכלי שיט קטנים. הסדימנטים המזוהמים נקברו תחת סדימנט נקי יחסית ששקע מאז האיסור; באזור הסמוך למרינה פחתו ההיקף והשכיחות של תופעת האימפוסקס. באותה תקופה לא חל שינוי בריכוזי TBT במקטע העליון של הסדימנט בנמל ונקובר שבו מבקרות אניות גדולות אשר שעדיין משתמשות בצבעים המכילים TBT.

<sup>6</sup> מקור: הוועדה להגנת הסביבה הימית של IMO.



**איור 2:** ריכוזי TBT בעומק הסדימנטים בנמל ונקובר (אדום) ובמרינה ליאכטות באותו אזור (כחול). העומק הוא ביטוי לגיל הסדימנט.<sup>7</sup>

לאחר שהסתבר שבעיית הזיהום ב-TBT איננה מוגבלת רק לאזורים חופיים, התעורר הצורך באיסור גלובאלי על השימוש בצבעים המכילים TBT. מאז 1988 הבקרה וההגבלה של שימוש בצבעים המכילים TBT באניות גדולות נדונו במסגרת IMO. באוקטובר 2001 הארגון אימץ אמנה חדשה, "אמנה בינלאומית על הבקרה של מערכות מזיקות למניעת צמדת-ים באניות", אשר אוסרת את השימוש בתרכובות אורגניות של בדיל<sup>8</sup>. האמנה קובעת שהחל מ-1.1.2003 לא ייעשה שימוש בתרכובות אורגניות של בדיל למניעת צמדה בכל האניות. החל מ-1.1.2008 תרכובות אורגניות של בדיל לא יהיו נוכחות על תחתיות וחלקים חיצוניים של אניות, או לחילופין יהיה על חלקים אלה ציפוי שיהווה מחסום בפני שחרור של תרכובות בדיל מצבעים שנעשה בהם שימוש בעבר. האמנה תיכנס לתוקף 12 חודשים לאחר אשרורה ע"י 12 מדינות המייצגות 25% מנפח התעבורה הימית המסחרית הכלל-עולמית.

במקביל להטלת המגבלות על השימוש בצבעים המכילים TBT, פותחו צבעים חליפיים להגנה על כלי שיט כנגד צמדת-ים, שכלל הידוע אין להם השפעות סביבתיות מזיקות. צבעים כאלה מיוצרים גם בישראל.

<sup>7</sup> מקור: Canadian Dept. of Fisheries and Oceans (1996)

<sup>8</sup> International Convention on the Control of Harmful Anti-fouling Systems on Ships

### 3. זיהום ב-TBT בנמלים ובמעגנות בישראל

ניטור של רמות הזיהום ב-TBT בנמלים ומעגנות בחופי ישראל החל להתבצע ע"י חקר ימים ואגמים לישראל (חיא"ל) בשנת 2001 עבור חיל הים/משרד הביטחון, במסגרת פעילות צה"ל ליישום ההמלצות של ועדת החקירה בעניין זיהום נחל הקישון וסביבתו ("ועדת שמגרי"). באוגוסט/ספטמבר 2001 נבדקו סדימנטים מנמלים ומעגנות בחוף הים התיכון ובמפרץ אילת.<sup>9</sup> באוגוסט/ספטמבר 2002 בוצעו באותם אתרים בדיקות חוזרות של סדימנטים, ובנוסף נבדקו גם דוגמאות מים. ביולי 2002 נבדקו גם כמה דוגמאות נוספות של סדימנטים מחופי אילת במסגרת תכנית מחקר וניטור של מפרץ אילת.<sup>10</sup>

דגימות הסדימנטים התבצעו מספינות של חיא"ל (בים התיכון) ושל חיל הים (באילת) באמצעות מחפר ממתכת אל-חלד. הדוגמאות מייצגות 1 - 2 ס"מ העליונים של הקרקעית. דגימות המים מעומקים שונים נשאבו מהספינות באמצעות משאבה פריסטלטי. דגימות הסדימנטים נשמרו בהקפאה, בהמשך יובשו בוואקום, והדוגמאות היבשות נשלחו לבדיקה בארה"ב. דגימות המים נשמרו בקירור עד למשלוח לבדיקה בארה"ב באריזה מיוחדת ובשרות מהיר. בדיקות ריכוזי TBT ותוצרי הפירוק שלו DBT ו-MBT<sup>11</sup> בוצעו במעבדה אנליטית של שירותי הבריאות של מדינת קליפורניה בשיטה כרומטוגרפית (GC/FDP). גבולות הגילוי של שיטת הבדיקה לממצאים שבדו"ח זה היו ריכוזי TBT של 20 ננוגרם/ליטר (נ"ג/ל) במים ו-0.3 מיקרוגרם/ק"ג (מ"ק/ק"ג) משקל יבש בסדימנטים.

תוצאות הבדיקות מוצגות בטבלה 1. תחום ריכוזי ה-TBT שנמצאו במי הים בנמלים ובמעגנות הוא מפחות מגבול הגילוי של שיטת הבדיקה ועד 280 נ"ג/ל. דירוג כל הנמלים והמעגנות לפי רמת הזיהום במים מוצג באיור 3. בכל האתרים שבאיור 3 רמות הזיהום היו גבוהות בהרבה מהתקן לאיכות מי ים שנקבע ע"י המשרד לאיכות הסביבה (2 נ"ג/ל)<sup>12</sup>. רמות זיהום גבוהות במיוחד נמצאו בנמלי חיפה, אשדוד ואילת ובמעגנות עכו, מכמורת, הרצליה, ת"א, אשדוד ואשקלון.

התוצאות של בדיקות המים משקפות את המצב בנקודת הדיגום במועד הדיגום, אשר מושפע מהזמינות המשתנה של מקורות הזיהום, מהדינמיקה (תחלופה) של גוף המים ומתהליכי הפירוק המהירים יחסית של TBT במים. תוצאות הבדיקות של הסדימנטים שבהם יש הצטברות של TBT מהוות לכן מדד טוב יותר להערכה של רמת הזיהום.

תחום ריכוזי ה-TBT שנמצא בסדימנטים בנמלים ובמעגנות הוא מ-1 ועד 12000 מ"ק/ק"ג. כללית, תחום ריכוזים זה דומה לממצאים מנמלים וממעגנות מזוהמים בעולם (איור 4<sup>13</sup>). דירוג של הנמלים והמעגנות לפי רמת הזיהום בסדימנטים מוצג באיור 5.

<sup>9</sup> דיווח ראשוני על התוצאות של בדיקות אלה פורסם בשנת 2002 בדו"ח חיא"ל: "איכות מימי החופין של ישראל ביס התיכון בשנת 2001".

<sup>10</sup> במימון של משרדי איכות הסביבה, החקלאות והתשתיות הלאומיות.

<sup>11</sup> בדיקות DBT, MBT התבצעו רק ב-2002.

<sup>12</sup> "תקני סביבה לאיכות מי הים התיכון בישראל", המשרד לאיכות הסביבה, יוני 2002. התקן ל-TBT שנקבע בישראל דומה לתקנים המקובלים כיום בעולם, ובכלל זה התקן המעודכן של הסוכנות להגנת הסביבה של ארה"ב (1 נ"ג/ל).

<sup>13</sup> מקור: Brack (2000), Raport Geologi Geovetarcentrum, Goteburg Universitet

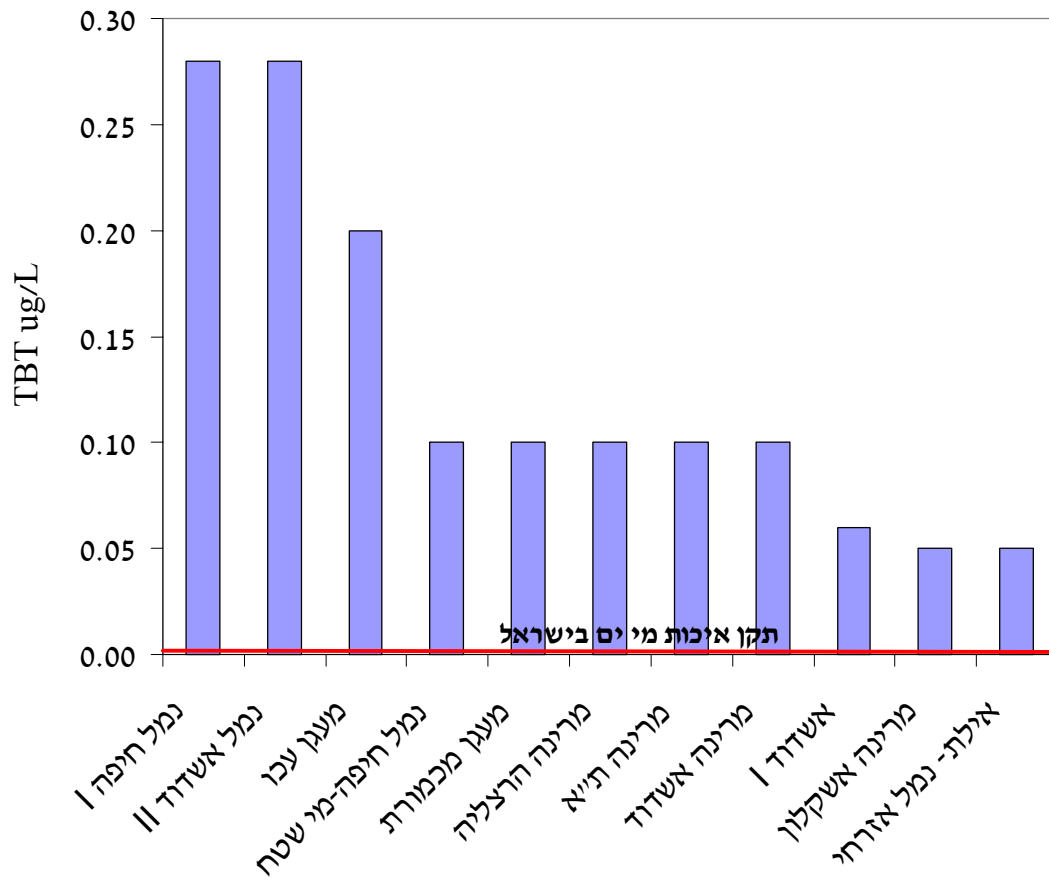


בישראל ובעולם בכלל עדיין לא נקבעו תקנים סביבתיים מחייבים לריכוז הסף של TBT בסדימנט, שמעליו גדלה מאוד הסבירות להשפעות מזיקות. הממצאים של מחקרים שונים מצביעים על כך שערך זה הוא בסביבת 100 מק"ג/ק"ג. ריכוזים גדולים יותר של TBT נמצאו בנמלי חיפה, קישון, אשדוד ואילת (אזרחי וצבאי), ובמעגנות עכו, מרינה אילת, מכמורת, מרינה תל-אביב, מרינה אשקלון ותור-ים באילת (איור 6א, ב).

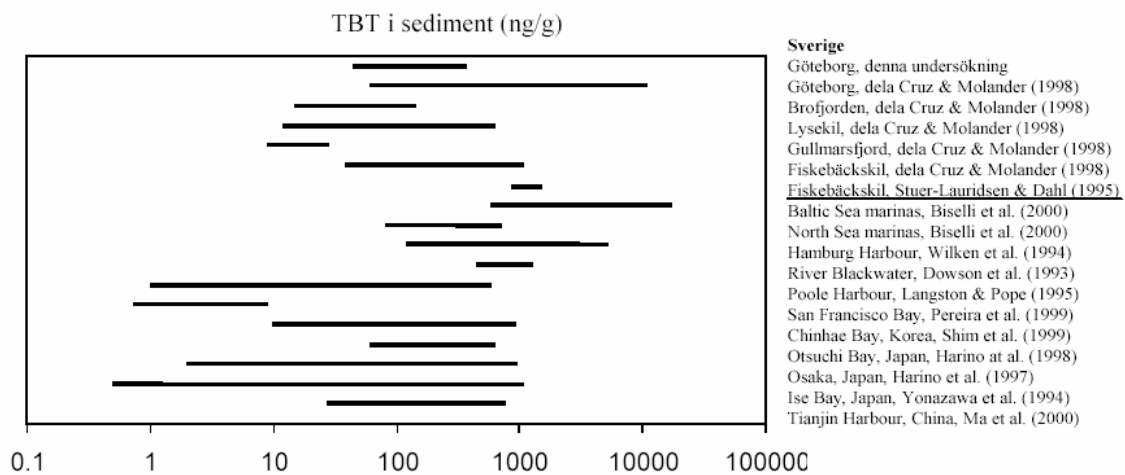
היחס בין תוצרי הפירוק של TBT ל-TBT בסדימנט ( $DBT+MBT / TBT$ ) יכול לשמש כמדד למידת הטריות או קצב אספקת ה-TBT לסדימנט (בהנחה שקצב תהליכי הפירוק בפני הסדימנט דומה באתרים השונים). בכל דוגמאות הסדימנטים שנבדקו, ריכוז ה-MBT היה קטן מגבול הגילוי, ולכן נבחן המדד של  $DBT / TBT$  בסדימנטים. ערכי מדד זה בנמלים ובמעגנות בישראל (פחות מ-0.5, איור 7) נמצאו קטנים יחסית לאתרים אחרים בעולם, והדבר מצביע על המשך אספקה שוטפת של TBT לסביבה.

אתר	משקעי קרקעית 2001-2002	מים 2002
	מק"ג/ק"ג ( $ug/kg$ )	ני"ג/ל ( $ng/L$ )
מעגן עכו	4-1200	200
נמל קישון	3500-12000	<20
נמל חיפה	1400-3700	<20-280
חוף שמן, חיפה	94	לא נבדק
עתלית	3-77	<20
מעגן חדרה	2-13	<20
מעגן מכמורת	16-250	100
מרינה הרצליה	22-30	100
מרינה ת"א	160-320	100
מעגן אשכול	1-6	<20
נמל אשדוד	99-370	60-280
מרינה אשדוד	5-6	100
מרינה אשקלון	16-140	50
מעגן קצא"א	45-72	<20
אילת - נמל צבאי	36-5900	<20
אילת - נמל אזרחי	800	50
אילת - כלובי דגים	2	לא נבדק
אילת - חוף צפוני	2	לא נבדק
אילת - חוף צפוני	26	לא נבדק
אילת - מול נמל אזרחי	11	לא נבדק
מרינה אילת	350	לא נבדק
אילת - מצפה תת-ימי	3	לא נבדק
אילת - תור ים	110	לא נבדק

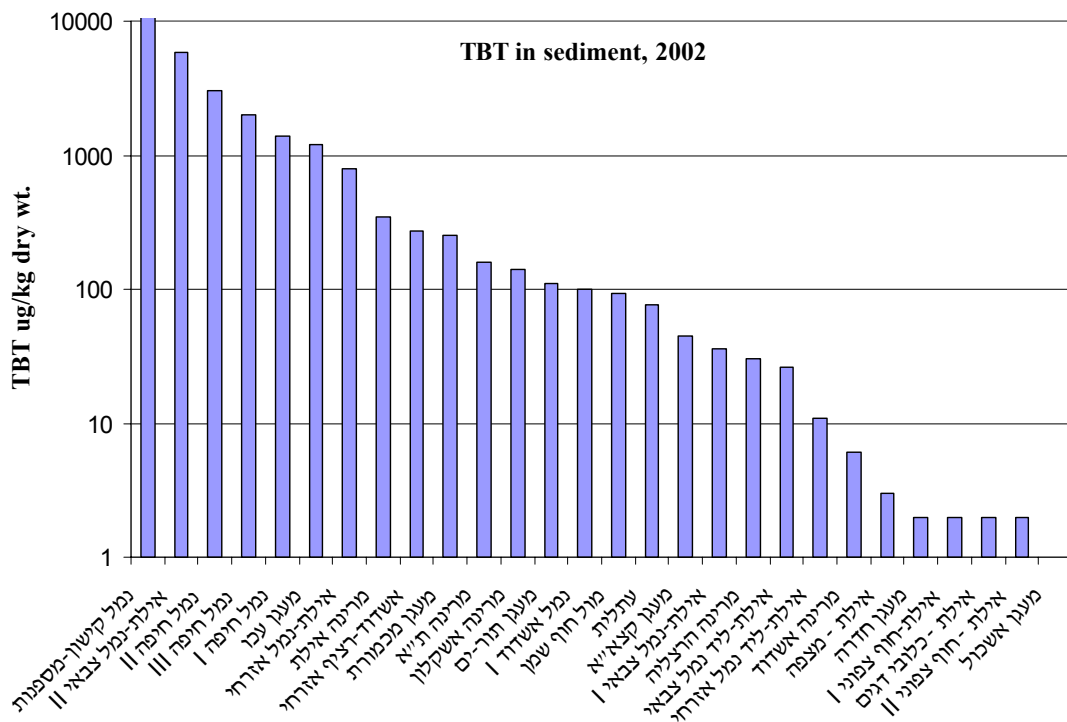
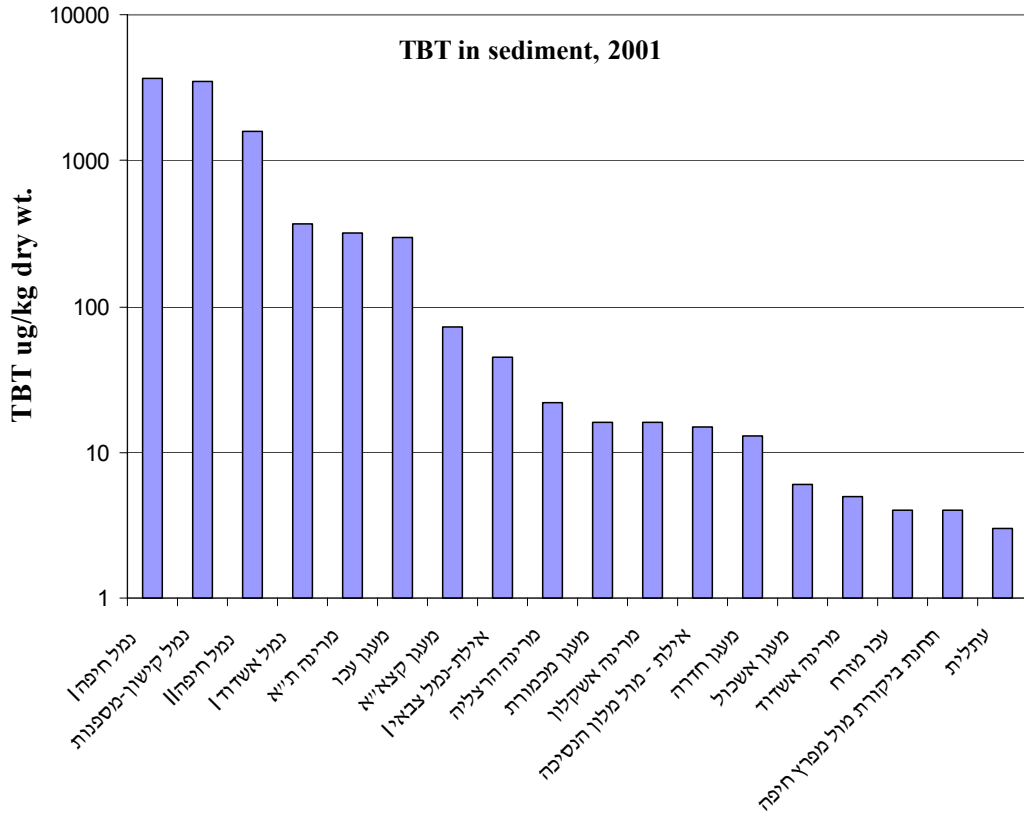
טבלה 1: ריכוזי TBT במשקעי קרקעית (מיקרוגרם/גרם) (ננוגרם/ליטר) בנמלים ובמעגנות בישראל. בנמלי חיפה ואשדוד נערכו בדיקות בכמה תחנות דיגום; התוצאות בטבלה הן מכל התחנות.



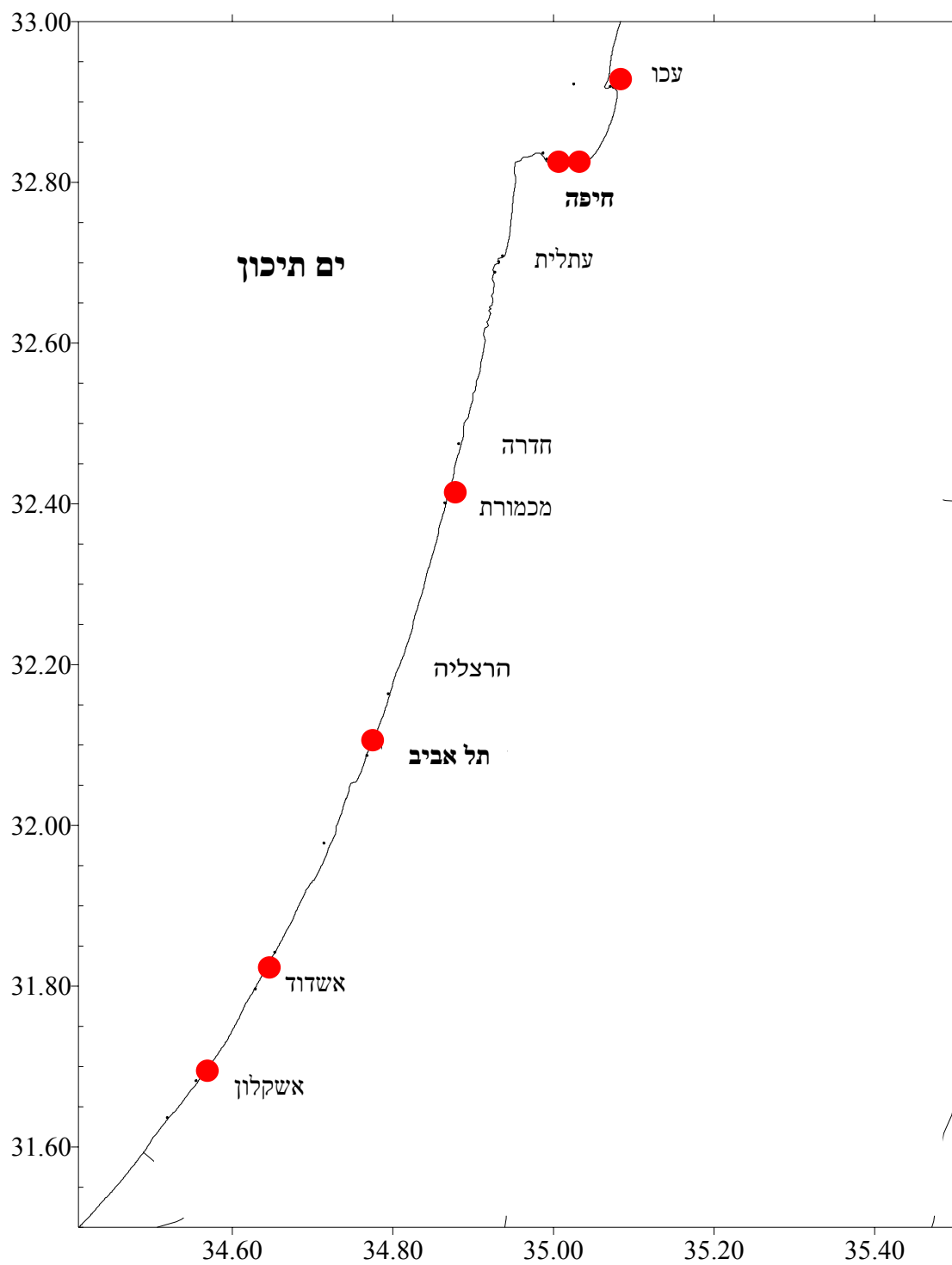
איור 3: ריכוזי TBT (מיקרוגרם/ליטר) במי הים בנמלים ובמעגנות בישראל.



איור 4: תחום ריכוזי TBT (ננוגרם/גרם) במשקעי קרקעית בנמלים בעולם; השטח המוצלל מייצג את תחום הריכוזים שנמצא בנמלים ובמעגנות בישראל.



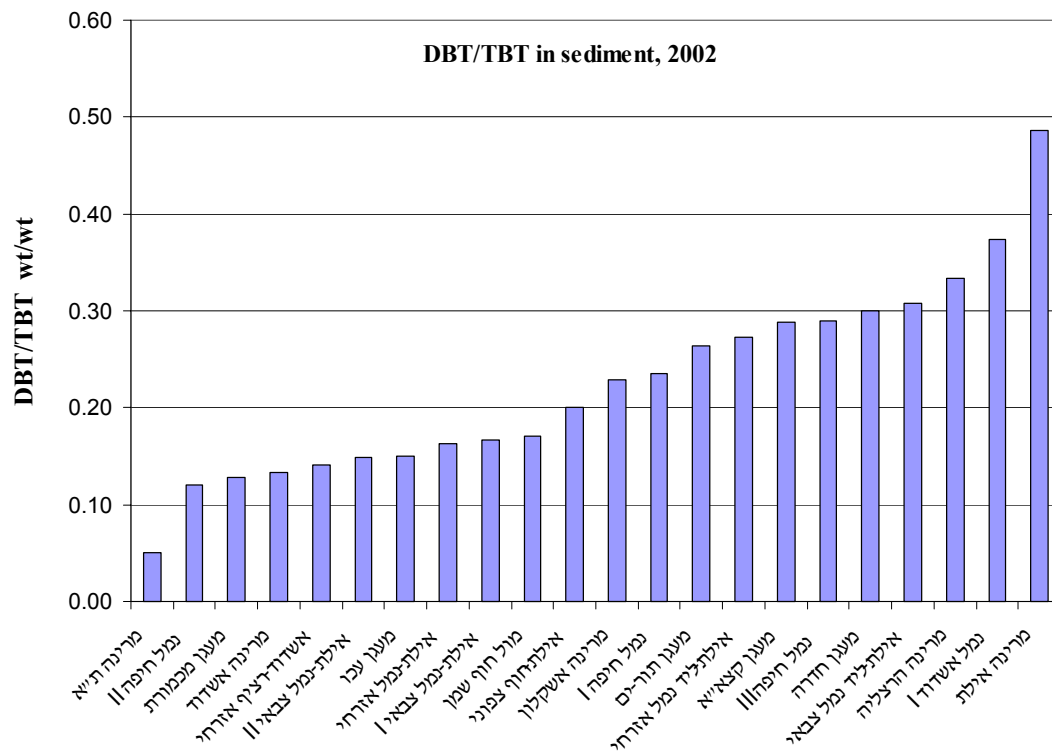
איור 5: ריכוזי TBT (מיקרוגרם/ק"ג) בסדימנטים בנמלים ובמעגנות בישראל בשנים 2001 ו-2002. יש לשים לב להצגת הנתונים בסקאלה לוגריתמית.



**איור 6א:** נמלים ומעגנות בחוף הים התיכון שבהם נמצאו בסדימנטים ריכוזי TBT גדולים מ-100 מק"ג/ק"ג.

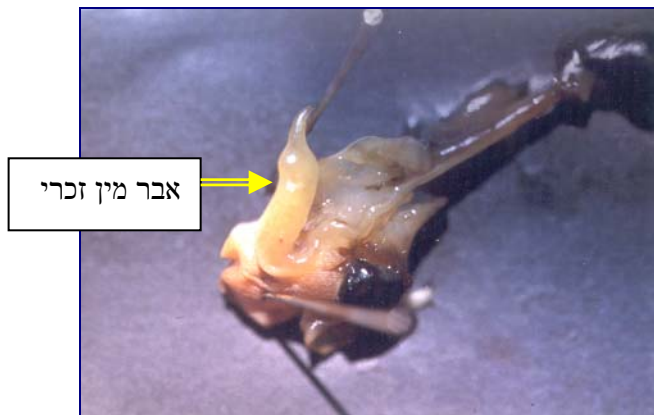


איור 66: נמלים ומעגנות בחופי אילת שבהם נמצאו בסדימנטים ריכוזי TBT גדולים מ-100 מק"ג/ק"ג.



איור 7: היחס DBT / TBT בסדימנטים בנמלים ובמעגנות בישראל.

במסגרת מחקר הביולוגיה והאקולוגיה של בע"ח מים סוף אשר פלשו לחוף הים תיכוני של ישראל, נבדקה בשנת 2003 אוכלוסיית החלזון *Murex forskoehli* במפרץ חיפה. בכל הנקבות הבוגרות אשר נאספו בקרבת נמל חיפה (כ-800 פרטים) נמצא אימפוסקס (איור 7)<sup>14</sup>. ממצא זה עולה בקנה אחד עם הרמות הגבוהות של TBT שנמצאו בסדימנטים ובמי הים בנמל.



איור 8: תופעת אימפוסקס בחלזונות ממין *M. forskoehli* מאזור הכניסה לנמל חיפה. צילום עליון: חילזון חי. צילום תחתון: האברים הפנימיים של נקבה עם אבר מין זכרי<sup>15</sup>.

### 3. פעולות לבקרת והגבלת השימוש ב-TBT בישראל

בניגוד למצב במרבית המדינות המפותחות, בישראל עדיין אין מגבלות חוקיות על השימוש בצבעים לכלי שיט אשר מכילים TBT. לאחרונה ננקטו ע"י המשרד לאיכות הסביבה ומשרד התחבורה כמה פעולות לבקרה והגבלה של השימוש בצבעים אלה<sup>16</sup>:

- המשרד לאיכות הסביבה החל בהליכים עם שלטונות המכס להוצאת צו איסור יבוא של צבעים המכילים TBT;

<sup>14</sup> מקור: בלה גליל, חיאל – טרם פורסם.

<sup>15</sup> צילום: בלה גליל.

<sup>16</sup> מקור: מנהל אגף ים וחופים, המשרד לאיכות הסביבה.

- בכוונת המשרד לאיכות הסביבה לאסור מכירה של צבעים המכילים TBT ושימוש בהם באמצעות חוק החומרים המסוכנים ;
- המשרד לאיכות הסביבה נערך לפקח על תנאי רישוי עסקים למעגנות שיאסרו שימוש בצבעים המכילים TBT ;
- מינהל הספנות והנמלים במשרד התחבורה פרסם ב-22.7.03 הודעה לימאים/משיטים (מתוקף סמכותו ע"פ תקנות הנמלים (בטיחות השיט)) בעניין "מניעת שימוש בצבעים המכילים TBT". בהודעה זו בעלי כלי שיט קטנים העוגנים בנמלים, מעגנות ומרינות בתחומי מדינת ישראל מתבקשים להפסיק את השימוש בצבעים במכילים TBT החל מ-1.9.2003. ההודעה מציינת כי "בקרוב יוסדר הנושא הנדון בתקנות".

## 5. המלצות

בנמלים ובמעגנות בחופי ישראל נמצא זיהום משמעותי ב-TBT ונגזרותיו כתוצאה מהשימוש בצבעים למניעת צמדת-ים אשר מכילים חומר זה. בחלק מהאתרים הזיהום חמור. במחקרים קודמים שנערכו בארץ ובדו"ח זה תועדו השפעות אקולוגיות של הזיהום. לאור ממצאים חמורים אלה, הניסיון בעולם במניעה ובקרה של בעיית זיהום הסביבה הימית ב-TBT וקיומם של תחליפים נאותים לצבעים המכילים TBT, אנו ממליצים למשרדי הממשלה הנוגעים :

1. להאיץ את ההסדרה בחקיקה של האיסור על שימוש בצבעים המכילים TBT בכלי שיט, ובעדיפות ראשונה בכלי שיט קטנים (עד 25 מטר) כנהוג במרבית המדינות המפותחות. עד להשלמת החקיקה, רצוי לבצע פעולות הסברה ומעקב במעגנות, בהקשר לבקשה של משרד התחבורה מבעלי כלי השיט הקטנים להפסקת השימוש בצבעים המכילים TBT. במיוחד חשוב להסדיר, באמצעים מנהליים או בהסדר וולונטרי מחייב, הפסקה לאלתר של השימוש בצבעים המכילים TBT במפרץ אילת, עקב החשיבות והרגישות היתרה של המערכת האקולוגית.
2. להיערך ליישום כל הוראות האמנה החדשה של IMO בעניין מערכות למניעת צמדת-ים ולהצטרף לאמנה מוקדם ככל האפשר.
3. להסדיר הפסקה של השימוש בצבעים המכילים TBT גם בכלי שיט של חיל הים.
4. להבטיח המשך ניטור סדיר של רמות הזיהום ב-TBT בנמלים ובמעגנות כ"מבחן התוצאה" ליעילות של הפעולות למניעת הזיהום.
5. לבחון את המידע הקיים בעולם על סכנות פוטנציאליות לבריאות הציבור כתוצאה מהצטברות TBT בדגי מאכל ועל תקנים לריכוזים המותרים של TBT בדגים, ולקבל החלטות על הפעולות הנדרשות בתחומים אלה בישראל.
6. להתייחס לזיהום ב-TBT בתהליך קבלת החלטות על הסילוק של סדימנטים שנחפרים בנמלים ובמעגנות.