



דולפינון מצוי – המין הנפוץ באזורנו | צילום: אביעד שיינין

רמות מזהמים ברקמות דולפינים בישראל – תמונת מצב של כמעט 20 שנה

[בקצרה](#)

[גיליון אביב 2014 / כרך 5 \(1\) / הים התיכון](#)

4 במאי, 2014

ציטוט מומלץ

שהם-פרידר א, יופה א, כרם ד ואחרים. 2014. רמות מזהמים ברקמות דולפינים בישראל – תמונת מצב של כמעט 20 שנה. *אקולוגיה וסביבה* 5(1): 34–36.

דולפינים הם טורפי-על הממוקמים בראש מארג המזון הימי, וקולטים מזהמים אורגניים ומתכות כבדות (ממקור טבעי או אנושי) בעיקר דרך מזונם. לדולפינים יכולת מוגבלת בלבד לפרק את החומרים הללו ולהפריש אותם. כתוצאה מכך, החומרים מצטברים ברקמות הדולפינים ברמות גבוהות במהלך חייהם, וכך הדולפינים עלולים להיחשף להשפעותיהם הפתולוגיות. ריכוזי המתכות ברקמות החיה הם פונקציה של גיל, מצב פיזיולוגי, מקורות המזון, הדינמיקה הטוקסיקולוגית של המתכת ועוד. למתכות שונות בריכוזים מוגברים יש מגוון רחב של השפעות רעילות, החל בפגיעות נוירולוגיות (כספית), דרך עיכוב אנזימים ואנמיה (עופרת), ועד פגיעה כלל-מערכתית (קדמיום). החל ב-1994 מתעדת עמותת מחמל"י (מרכז חקר מידע וסיוע ליונקים ימיים) מינים שונים של לווייתנאים (Cetacea, משפחה הכוללת דולפינים ולווייתנים), שמוחפים או שנלכדים כתוצאה מתאונות לאורך חופי ישראל, ומטפלת בהם. באותה שנה החל גם שיתוף פעולה עם חיא"ל (חקר ימים ואגמים לישראל) בנושא בדיקת מזהמים ברקמות הלווייתנאים [4].

הדולפינון המצוי (*Tursiops truncatus*; common bottlenose dolphin) הוא המין הנפוץ בחופי הים התיכון של ישראל. מתכות כבדות נבדקו ברקמות שונות (כבד, כליה, שריר ושומן) שנלקחו מפרטים שונים ממין זה בשתי תקופות זמן: 1994–2001 (n=17) ו-2004–2006 (n=6). לא נמצאו הבדלים בריכוזי המתכות כספית, קדמיום, נחושת, אבץ, ברזל, מנגן וניקל ברקמות השונות בין שתי תקופות הזמן היו ריכוזי המתכות החיוניות – אבץ, נחושת, ברזל ומנגן – בתחום הריכוזים הטבעיים האופייניים לדולפינים [2]. המתכות הרעילות כספית וקדמיום, המצטברות בכבד ובכליות, בהתאמה, לא חרגו ברוב המקרים מריכוזי סף הרעילות המקובלים, (100–400 מ"ג לק"ג בכבד לכספית, ו-20 מ"ג לק"ג בכליה לקדמיום).

אצל פרטים של המין דולפינון מצוי מהשנים 2004–2006 נבדקו בראשונה גם מזהמים אורגנו-כלוריים: די-די-טי (DDT, חומר הדברה נגד מזיקים המייצג זיהום ממקור חקלאי) ופי-סי-בי (PCB, ביפנילים עתירי כלור, להלן – ביפנילים, הנמצאים בשימושים תעשייתיים רבים, כמו תעשיות הפלסטיק ונוזלי קירור, ומייצגים זיהום ממקור תעשייתי). חומרים אלה הם סינתטיים הידרופוביים, "חדשים" יחסית בסביבה, מצטברים ברקמות השומן, ואינם פריקים ביולוגית. ריכוזי הביפנילים (טבלה 1) היו נמוכים בסדר גודל אצל פרטים ממזרח הים התיכון לעומת הריכוזים שנמצאו אצל פרטים ממערב הים התיכון, כנראה עקב חשיפה פחותה לשפכים תעשייתיים המגיעים

לסביבה הימית, שהם המקור העיקרי למזהמים אלה. בניגוד למדינות כמו צרפת ואיטליה, שם ריכוזי הביפנילים גבוהים מריכוזי הדי-די-טי ברקמות דולפינים [1], במקרה הנכחי היו ריכוזי הדי-די-טי הכללי גבוהים בהרבה מריכוזי הביפנילים (טבלה 1). למרות האיסור על השימוש בדי-די-טי שהחל ב-1972 בארה"ב, ומשם התרחב לשאר מדינות המערב, חומר ההדברה ותוצרי פירווקו (די-די-אי – DDE) עדיין מתגלים ברקמות של דולפינים ובעלי חיים ימיים אחרים, גם מפאת זמן מחצית החיים הארוך שלהם, וגם מפני שדי-די-טי עדיין נמצא בשימוש במדינות מתפתחות. היחס בין תוצר הפירווקו הסופי (די-די-אי) לבין סך תרכובות הדי-די-טי הכוללות גם את תוצרי הפירווקו, שנמצאו ברקמות השומן של הדולפינים, משקף את שיעור הפירווקו הטבעי של החומר בסביבה. יחס זה נמצא גבוה (0.8–1) אצל הפרטים שנבדקו, והתאים למגמת העלייה ביחס זה, הנצפית אצל דולפינים מהים התיכון המערבי ב-20 השנים האחרונות. יחס המתקרב לערכים של 1, משמעו שרוב הדי-די-טי הכללי הנמדד הוא בצורת די-די-אי, וזו אינדיקציה לכך שפירווקו הדי-די-טי הקיים בסביבה הימית הולך ונשלם לחלוטין, וכי אין כניסה של די-די-טי "חדש" למערכת [5].



סטנלה פסוקה - המין השני הנפוץ באזורנו | צילום: עוד נופמן



דולפינון מצוי - המין הנפוץ באזורנו | צילום: אביעד שינין

טבלה 1. ריכוזי מזהמים ברקמות דולפינים שהוחפו או שנלכדו לאורך חוף הים הישראלי בין השנים 1994 ל-2011. ריכוזי הממחוח מוצגים על בסיס משקל רטוב, כממוצע וכסטיית תקן, ובסוגריים - הטווח.

סטנלה פסוקה (<i>Stenella coeruleoalba</i>)	דולפינון מצוי (<i>Tursiops truncatus</i>)	החומרים שנבדקו	
הוחפו 8 פרטים, מתוכם נבדקו 6 במצב טרי. נבדקו מתכות כבדות	הוחפו 61 פרטים, מתוכם נבדקו 17 במצב טרי. 11 מתוכם מתו כתוצאה מהסתבכות ברשתות, ו-6 נמצאו מתים על החוף. נבדקו מתכות כבדות	כספית (Hg) בכבד קדמיום (Cd) בכליה	2001–1994
181 ± 200 (1.4–550) mg kg ⁻¹ wet wt.	97 ± 149 (0.97–491) mg kg ⁻¹ wet wt.		
11 ± 12 (0.2–30) mg kg ⁻¹ wet wt.	0.88 ± 1.7 (0.06–0.89) mg kg ⁻¹ wet wt.		
הוחפו 7 פרטים שלא נבדקו	6 פרטים שנבדקו נמצאו מתים בדגרות שונות אורגנוקלוריים. נבדקו מתכות כבדות ומזהמים אורגנוקלוריים	כספית (Hg) בכבד קדמיום (Cd) בכליה Σ DDT, Σ PCB's בשומן	2006–2004
	36 ± 51 (0.6–123) mg kg ⁻¹ wet wt.		
	0.57 ± 0.47 (0.5–1.11) mg kg ⁻¹ wet wt.		
	6.3 ± 2.3, 34.2 ± 59.3 mg kg ⁻¹ wet wt.		
נבדקו 7 פרטים. מתוכם 3 נמצאו מתים 4 חיים. נבדקו מתכות כבדות וסלניום	הוחפו 60 פרטים שלא נבדקו	כספית (Hg) בכבד קדמיום (Cd) בכליה	2011–2006
134 ± 89 (33–296) mg kg ⁻¹ wet wt.			
12.6 ± 8.2 (0.61–24.9) mg kg ⁻¹ wet wt.			

טבלה 1

ריכוזי מזהמים ברקמות דולפינים שהוחפו או שנלכדו לאורך חוף הים הישראלי בין השנים 1994 ל-2011

ריכוזי המתכות מוצגים על בסיס משקל רטוב, כממוצע וכסטיית תקן, ובסוגריים - הטווח.

גם אצל פרטים של המין השני הנפוץ ביותר, סטנלה פסוקה (*Stenella coeruleoalba*; Striped dolphin), נבדקו ריכוזי מתכות ברקמות שונות של פרטים שנמצאו מתים בשנים 2006–2011 (n=7) ובשנים 1994–2001 (n=6). נמצא שהריכוזים של רוב המתכות היו דומים. ריכוזי הקדמיום בכליה בשתי הקבוצות של הסטנלה הפסוקה שנבדקו היו גבוהים בסדר גודל מאשר אצל הדולפינון המצוי (טבלה 1), ואצל שני הפרטים אף נמצאו חריגות מסף הרעילות. ממצא זה, שנמצא גם במקומות אחרים, מדגים את השפעת התזונה על ריכוזי המתכות בגוף החיה. שני המינים שייכים לאותה רמה טרופית, אך חלק יחסי גדול יותר מתזונת הסטנלה מורכב מדיונונים ומראש-רגליים אחרים, בעוד שבתזונת הדולפינון, חלקם היחסי של הדגים גבוה יותר [3]. ידוע שבאופן טבעי ראש-רגליים צוברים קדמיום, ומכילים ריכוזי קדמיום הגבוהים בסדרי גודל מאלה שנמדדים אצל דגים.

בדגימות הכבד של הסטנלות מהשנים 2006–2011 נבדק גם ריכוז הסלניום. ריכוזי סלניום וכספית נמצאו במתאם חיובי ($R^2=0.99$, $p<0.0001$), וכן נמצא יחס מולרי של ~1 ביניהם. ממצאים אלה הם אינדיקציה למנגנון נטרול הרעילות של כספית על-ידי סלניום, שהתפתח במהלך האבולוציה כתוצאה מנוכחות טבעית של כספית בסביבה הימית. במנגנון זה נוצרת כספית-סלניד (Tienamnite, HgSe) – תרכובת מינרלית אינרטי, שאינה פריקה ביולוגית, ועמידה להתקפות אנזימטיות, המונעת את ההשפעות הרעילות של הכספית. מנגנון זה מאפשר נוכחות של ריכוזי כספית גבוהים (החורגים מסף הרעילות) ברקמות הדולפינים ללא השפעות רעילות.

לסיכום, מעקב רב-שנתי של קרוב לשני עשורים מראה שאצל מיני הדולפינים הנפוצים באזורנו שנבדקו, אין

שינויים בריכוזי רוב המתכות, והן היו בתחום הריכוזים הצפויים ובטווח הריכוזים התת-רעיל. כמו כן, הודגמו תהליכים טבעיים ואנתרופוגניים המשפיעים על ריכוזי מזהמים אצל דולפינים ועל נטרול רעילותם. המשך מעקב רציף אחר דולפינים שמתים לאורך חופי הארץ, הרחבת מגוון המזהמים הנבדקים ברקמותיהם, כמו גם ניתוח פתולוגי מקביל, יאפשרו מציאת קשרים אפשריים בין ריכוזי מזהמים ופתולוגיות ספציפיות וכן זיהוי של מגמות בזמן ובמרחב ומעקב אחריהן.

מקורות

1. Borrell A and Aguilar A. 2005. Differences in DDT and PCB residues between common and striped dolphins from the southwestern Mediterranean. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* **48**: 501–508
2. Law RJ. 1996. Metals in marine mammals. In: Beyer N, Heinz G, and Redmon-Norwood AW (Eds). *Environmental contaminants in wildlife: Interpreting tissue concentrations*. Chelsea (Michigan): Lewis publishers, Inc
3. Pauly D, Trites AW, Capuli E, and Christensen V. 1998 Diet composition and trophic levels of marine mammals. *ICES Journal of Marine Science* **55**: 467–481
4. Roditi-Elasar M, Kerem D, Hornung H, et al. 2003. Heavy metal levels in bottlenose and striped dolphins off the Mediterranean coast of Israel. *Marine Pollution Bulletin* **46**: 491–521
5. Shoham-Frider E, Kress N, Wynne D, et al. 2009. Persistent organochlorine pollutants and heavy metals in tissues of common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) from the Levantine Basin of the Eastern Mediterranean. *Chemosphere* **77**: 621–627