



השפעת הפסולת הימית על צבי הים בישראל

שיר ששון^{1,2}, ד"ר יניב לוי^{1,2}, ד"ר יעל סגל³

1. המרכז הארצי להצלת צבי ים, רשות הטבע והגנים, גן לאומי נחל אלכסנדר וחוף בית ינאי.
2. החוג לביולוגיה ימית, ביה"ס למדעי הים ע"ש ליאון צ'רני, אוניברסיטת חיפה.
3. חקר ימים ואגמים לישראל בע"מ, חיפה.



שותפים נוספים לאיסוף הנתונים והצבים ולניתוחם: גיא איבגי, עפרת רוה, רותם שדה, עמר צור, ד"ר דני מוריק, ד"ר יאיר סוארי, תום נוי מורב.

תודה גדולה לעובדי ומתנדבות המרכז הארצי להצלת צבי ים, ולפקחים הימיים של רשות הטבע והגנים על הדיווח, האיסוף, החילוץ, הטיפול, העזרה בנתיחות, ועוד עבודות ועזרות רבות ומגוונות שאפשרו לנו את איסוף הנתונים לעבודה זו. תודה לעובדות המעבדה לכימיה במכון לחקר ימים ואגמים על הסיוע בעבודות המעבדה השונות וההכלה של הפרויקט.

יולי 2022

הדוח נכתב עבור המשרד להגנת הסביבה

לציטוט:

Sassoon S., Levy Y., Segal Y., 2022 The Effects of Marine Litter on Sea Turtles in Israel



ממצאים (תקציר)

פסולת ימית נפוצה בכל חלקי הסביבה הימית, משפיעה רבות עליה ועל החיים בה, ומהווה מקור לדאגה עולמית. צבי ים, הנפוצים בכל העולם, משתמשים בבתי גידול מרובים במהלך מחזור חייהם, חשופים למגוון רחב של מפגעים וכמות גבוהה של פסולת. אוכלוסיית צבי הים בים התיכון נמצאת תחת איום, בפרט באגן הלבנט שבו אחוזי התמותה הגבוהים ביותר בים התיכון. המפגש בין צבי הים לסוגי הפלסטיק השונים מתרחש בכל אזורי המחיה שלהם ולכן נבחרו כביו אינדיקטורים עבור ניטור השפעת הפסולת הימית על בע"ח.

הפגיעה מפלסטיק מגוונת, ומתחלקת לשני סוגים עיקריים: הסתבכות ועיכול. הפסולת שגורמת להסתבכות מתחלקת לשתי קטגוריות עיקריות: ציוד דיג (אקטיבי ופסיבי) ופסולת ממקור יבשתי. הפגיעה מציוד דיג יכולה לנבוע מדיג אקטיבי ברשתות דיג ומכמות, קרסים ומערכי חכות בעודן פעילות במרחב המחיה של הצבים. שחרור הצב שהסתבך ללא טיפול מתאים עלול להוביל בהדרגה גם להסתבכות פסיבית שגורמת לזיהומים, נמקים, לתזונה לקויה, לאבדן גפיים ולמוות.

דו"ח זה מציג לראשונה מידע על השפעת פסולת הפלסטיק על צבי ים בישראל ממידע שנאסף במשך 22 שנים במרכז להצלת צבי הים וכן בפילוט של שנה בניטור פסולת בקיבות צבי הים, שנעשה בשיתוף פעולה של המרכז עם החברה לחקר ימים ואגמים לישראל. ניתוח המידע מצביע על לא פחות ממצב חירום סביבתי. המרכז הארצי להצלת צבי ים אוסף נתונים בנוגע לפגיעות צבים החל משנת 1999. בעבודה זו מוצגות הרשומות ממסד הנתונים בנוגע ל 1,473 צבים שנאספו בשנים 1999-2021. הרשומות מחולקות על פי מין הצב, פיזיולוגיה (אורך, משקל, זווית) וסוג הפגיעה. כשליש מהצבים (566 רשומות, חיים או מתים) תועדו כנפגעים ממפגעים הקשורים בפלסטיק. הפגיעות מפסולת פלסטיק מחולקות לשלושה סוגים: פגיעות פלסטיק שונות (n=115) המהוות 21% מסך הפגיעות, פגיעות דיג (n=255) מהוות 47% והפגיעות משקי פוליפרופילן (n=176) המהוות 32%. כחמישית מהצבים המטופלים (n=123, 22%) לא שרדו. בשנים 2017-2021 נצפתה עליה חדה במספר הצבים הצעירים שנפצעו או מתו בחופי ישראל בגלל הסתבכות (צוואר וגפיים) בשקים ארוגים מפוליפרופילן. דבר זה עלול להשפיע באופן חמור על הגיוס לאוכלוסייה. לכן המרכז להצלת צבים זיהה את השקים כסכנת חיים מרכזית עבור צבי הים הצעירים, בשלב החיים הפלאגי. שקים אלו משמשים במגוון תעשיות, אך הכתובות עליהם מציינות שייעודם במקור הוא לאריזת מזון של בעלי חיים בחקלאות ונמצאו מספר ספינות שיכולות להיות קשורות למקור השקים בים. ההסתבכויות בשקי פוליפרופילן שכיחות יותר (88% מצבי הים חומים, 48% מצבי הים הירוקים) במהלך חודשי הקיץ (יוני-ספטמבר) לאורך כל קו החוף של ישראל.

נתיחות לאחר המוות לבדיקת נוכחות פסולת במערכות עיכול בוצעו ב-2021 במרכז ההצלה ובחקר ימים ואגמים בשני מיני צבי ים: 6 צבי ים ירוקים ו-15 צבי ים חומים (שנבחרו כמין המייצג באיחוד האירופי). בכל הפרטים נמצאה פסולת במערכת העיכול. בצבי הים הירוקים נמצאה כמות גבוהה בהרבה של פסולת בהשוואה לצבי הים החומים, אך ריכוז הפסולת במערכות העיכול היה גבוה יותר בצב הים החום. ריכוז הפסולת היה גבוה משמעותית בצבים הצעירים בהשוואה לבוגרים, זאת ככל הנראה כתוצאה מאזורי המחיה השונים. חוטי דיג הופיעו ב 8% מקיבות הצבים שנותחו, ייצוג גבוה משמעותית ביחס לתפוצתם בפסולת הצפה או השקופה שנוטרה באזורינו. ניטור הפסולת במערכות עיכול של צבים החל בשנת 2021 ולכן לא נאספו מספיק נתונים על מנת להבין לעומק את הקשר בין סיבת המוות לתכולת הפלסטיק במערכת העיכול.

הנתונים המובאים בעבודה זו מייצגים את הנתונים שנאספו במרכז להצלת צבים בלבד וקשה להעריך את אחוז הצבים הפגועים המטופלים במרכז ההצלה מכלל האוכלוסייה. לכן ככל הנראה נתוני הדוח מספקים הערכה בחוסר של כמות הצבים הפגועים והמתים כתוצאה מפסולת ימית. ההשפעה החמורה של הפסולת הימית על צבי הים באזורינו, ובפרט הסתבכות הצבים בפסולת ימית, מחייבת המשך מעקב והבנת התנהגות הצבים והפסולת באזורנו על מנת למזער את הפגיעה העתידית.



המלצות

1. יש להגביר פיקוח ואכיפה ימית של MARPOL Annex V מול ספינות משלוחים חיים בים התיכון, וליצור שיתופי פעולה עם שיטור ימי בינ"ל בטריטוריות בהן לישראל אין סמכות אכיפה, או אזורים עם מדינות נמלי יעד שכנות, על מנת למנוע השלכה של שקי פוליפרופילן למרחב הפלאגי ומניעת הסתבכות.
2. יש לאפיין את אזורי הפעילות של צבי הים לחופי ישראל ובהתאמה יש להגדיר אזורים עונתיים מוגבלי דיג על מנת לצמצם את הפגיעה בצבי הים מדיג.
3. מומלץ לקיים ניטור שנתי, בהתאם למחויב ע"י האו"ם, לבדיקת נוכחות פסולת ימית (מיקרו ומאקרו פסולת) במערכות העיכול של צבי ים חומים וירוקים.
4. יש לקדם יוזמות לייבוא או פיתוח של רשתות דיג מחומרים חדישים ומתכלים, פולימרים טבעיים במקום סינתטיים, ועידוד מעבר של תעשיית הדיג לשימוש במוצרים מחומרים אלו, למניעת המפגע של רשתות רפאים.
5. מומלץ להתחיל בניטור פתאלאטים ומתכות כבדות ברקמות צבי-ים מתים מחופי ישראל כביו-אינדיקטור לזיהום כימי של צבים בסביבה הימית.
6. יש להגביר את מאמצי המחקר אודות צבי הים בשלב החיים הפלאגי בים התיכון ולהגביר את מאמצי השימור בהתאם.
7. יש לקדם יוזמות להפחתת ייצור פסולת פלסטיק במקור: איסור על מוצרים חד פעמיים, הוספת מחיר הפלסטיק למוצרי צריכה, ושיתוף הציבור בבחירת השיטות לניהול הפסולת ברמה מקומית ואזורית.
8. מומלץ להמשיך בשיתוף פעולה עם דייגים המבוסס על מודעות וקשר אישי.
9. יש לקדם ייבוא והתקנה של Turtle Exclusive Device (TED) בספינות המכמורת הפועלות בישראל לצמצום פגיעה בצבי ים מדיג מכמורת.
10. יש להגביר את המאמצים להגברת המודעות הציבורית לגבי צמצום פסולת, שמירה על הסביבה ועל מגוון המינים, ולהתנהלות מיטבית מול צבי ים במצוקה. מעורבות ומודעות קריטיים להבנת הציבור את הסכנות הבריאותיות והאקולוגיות שיש לפלסטיק על מגוון צורותיו, ולקידום שינוי התנהגותי כלפי צריכת והשלכת מוצרים המכילים או ארוזים בו.



תוכן עניינים

5	1. מבוא
5	1.1 פסולת ימית
6	1.2 גורמי פגיעה
6	פתאלאטים
7	1.3 תכנית הניטור
8	2. הסתבכות בפסולת
13	2.1 פגיעות משקי פוליפרופילן
16	3. עיכול פסולת ימית
22	4. צבי ים גלדי (<i>Dermochelys coriacea</i>)
24	5. דיון
27	מקורות
32	נספחים
32	נספח 1- פרוטוקול טיפול בדגימות צבי ים
34	נספח 2- טבלת הצבים שנותחו לבדיקת פסולת במערכות העיכול



1. מבוא

1.1 פסולת ימית

פסולת ימית מוגדרת כ"כל חומר מוצק עמיד, מיוצר או מעובד שנזרק, הושלך, או שננטש בסביבה הימית או החופית". פסולת ימית אנתרופוגנית (ממקור אנושי) מורכבת מפריטים שיוצרו עבור שימוש אנושי ונזרקו בכוונה או ללא כוונה לים ועל החופים, כולל חומרים המועברים אל הסביבה הימית מהיבשה דרך נהרות, ניקוז, מערכות ביוב, או רוחות (החלטת הנציבות 2010/477/האיחוד האירופי). הגדרה זו כוללת כל חומר עמיד מיוצר או מעובד ולא כוללת שרידים מוצקים למחצה, כמו מינרלים ושמינים צמחיים, פרפין וכימיקלים.

פסולת ימית נפוצה בכל חלקי הסביבה הימית (Santos et al., 2015) ומהווה מקור דאגה עולמית (Derraik, 2002). כמויות אדירות של פריטים נכנסים לימים ולאוקיינוסים באופן תדיר (Jambeck et al., 2015). בסביבה זו 60-80% מהפסולת הוא פלסטיק. הים התיכון הוא מקור לדאגה מיוחדת בשל תצורתו הכמעט סגורה (François Galgani et al., 2015), ומוערך כי יותר מ-62 מיליון פרטי פסולת צפה כבר נכנסו אליו (Suaria & Aliani, 2014).

בנוסף לבעיות האסתטיות והפיננסיות שעולות מכך (Hardesty et al., 2015), לזיהום פסולת יש השפעה גדולה על הסביבה הימית ובעלי החיים הימיים. עם ההשקעה במחקרים שעוסקים בתחום, עולה מספר המינים הידועים המושפעים מכך, בעיקר בשל איבוד פסולת או הסתבכות בה (Gall & Thompson, 2015): מ-247 מינים המצוינים בסקירה של Laist מ-1997, ועד ל-690 ב-2015 (Gall & Thompson, 2015; Laist, 1997). המינים הנפגעים כוללים את כל מיני צבי הים, כמחצית ממיני היונקים וחמישית מהעופות הימיים, אך גם דגים וחסרי חוליות נצפו עם השפעות הקשורות לפסולת ימית (Cole et al., 2013; Schuyler et al., 2014; Senko et al., 2020). כמה מהמינים בהם מדובר מסווגים כרגישים (VU) או בסכנת הכחדה (END) ברשימה האדומה של ה-IUCN.

קיימות מספר סיבות המסבירות את ההסתבכות או העיכול של הפסולת ע"י בע"ח. הם עלולים לבלבל פסולת עם טרף טבעי (לדוגמה Schuyler et al., 2014) או לעכל עצמים אלו בטעות, מכיוון שהפסולת מעורבת במזון (Anastasopoulou et al., 2013). עמידותו של הפלסטיק בפני התכלות ושבירה גורמת לעלייה בכמות המיקרופלסטיק (המוגדר מתחת ל-5 מ"מ) (Barnes et al., 2009; Cole et al., 2011), שבירה זו גורמת באופן בלתי נמנע לעיכול ע"י רוב מארג המזון (Botterell et al., 2019; Rochman et al., 2015). השפעות של עיכול פלסטיק על בריאות אורגניזמים עדיין לא ידועות לחלוטין. מוות ישיר, הנגרם כתוצאה מחירור (Perforation) או חסימה של מערכת העיכול אינם נבדקים במידה נאותה ולכן תיעודם בספרות יחסית נדיר. השפעות שלא הורגות באופן ישיר נראות סבירות יותר, כמו מחלות או שינויים התנהגותיים הקשורים בתזונה או בתנועה. בצריכה של פרטי פלסטיק, החומרים הכימיים המרכיבים אותם, והכימיקלים והמתכות אותם הם סופגים מהסביבה, עלולים להתפזר לגוף היצורים הימיים (Tanaka et al., 2013). השפעות מכניות (לדוגמה: חוסר בנוטריינטים) וטוקסיקולוגיות (רעלנים) הקשורות בעיכול הפלסטיק עלולות להוביל להתדרדרות המצב הגופני ולהשפיע על הסיכוי של הפרט לשרוד ולהתרבות. ייתכנו השלכות ברמת האוכלוסייה ומארג המזון, אך קשה להוכיח אותן באופן כמותי.

המאפיינים וכמות הפסולת המעוכלת ע"י בע"ח מייצגים, יכולים לשקף את מגמות הפסולת בזמן ובמרחב ואת האופן בו הן מגיעות לבעלי החיים. צבי ים, הנפוצים בכל העולם, משתמשים בבתי גידול מרובים במהלך מחזור חייהם (Santos et al., 2015), ובעלי נטייה לעכל פסולת (Schuyler et al., 2014), בפרט בצפון מזרח האוקיינוס האטלנטי, ובים התיכון (OSPAR) (Camedda et al., 2014; Matiddi et al., 2017).

מאפיינים אלו הופכים אותם לביו אינדיקטורים רלוונטיים עבור ה-RSC (F. Galgani, 2013) והם עשויים להיות רלוונטיים גם עבור ניטור השפעות הקשורות בהסתבכות (Duncan et al., 2017).

צבי ים, החשופים לכמות גבוהה של פסולת (Darmon et al., 2017), יכולים להוות עדות לשוני בתפוצת הפסולת במרחב. לכן, הם הוצעו על מנת להעריך את השפעת הפסולת בהתאם לקריטריון השני 3C10D של



סעיף 10 ב-MSFD: "פסולת ימית".

צב הים החום (*Caretta caretta*) הוא המין הנפוץ ביותר מבין צבי הים התיכון, נראה לעיתים קרובות במימי האוקיינוס האטלנטי הסמוכים אליו, והוא מין המטרה. יחד עם זאת, בעבודה זו נאספו גם נתונים מצבי ים ירוקים.

צב הים הגלדי הוא מין שהומלץ כאינדיקטור בעיקר לאזורים מסוימים באוקיינוס האטלנטי באמנת OSPAR (Darmon et al., 2017), הניזון מיצורים פלאגים.

מבוסס מתוך: (Darmon & Miaud, 2019) INDICIT final report 2019

1.2 גורמי פגיעה

שבעת מיני צבי הים מצויים בסכנת הכחדה (www.redlist.org) בכל רחבי העולם. לאורך מחזור חייהם הם משתמשים באזורים ימיים מגוונים: חופים להטלה, מים פתוחים בנדידה ומדף היבשת להזנה ורבייה. כל אחד מהאזורים חשוף להשפעות האדם, שיוצרות טווח רחב של מפגעים: הרס בתי גידול- חרישת הקרקעית במכמורתן (Vasapollo et al., 2019), תשתיות חופיות, פיתוח ובניה בחופי הטלה (Levy et al., 2017); דיג מכוון- למזון ולשימוש בשריון לחפצי נוי; דיג בלתי מכוון והפציעות הנלוות לו- פציעה מקרסים, עיכול חוטי דיג, טביעה ברשת מכמורתן נגררת, הסתבכות ברשתות, חבלים וחוטי דיג (Levy et al., 2015); הסתבכות בפסולת- ברשתות רפאים, פסולת דיג כמו רשתות, חוטים וחבלים שנזנחו או נזרקו, פסולת ממקור יבשתי (Duncan et al., 2017); זיהומים- חום, אור (Rich & Longcore, 2006), נפט, שפכים; פגיעות הדף מפיצוצים תת ימיים (Aizenberg et al., 2013); פגיעות מכלי שיט ממונעים; ושינויי אקלים (Casale et al., 2010) - עלייה בטמפ' המים והחול, החמצה של האוקיינוסים (Ocean acidification), עלייה בתכיפות ובעוצמת אירועי קיצון ועוד.

בים התיכון, צבי ים היוו מטרה היסטורית לדיג, עם ממוצע של 2000 צבים שנידוגו מידי שנה בין 1930-1940, רק בדרום האגן המזרחי (Hornell, 1935). כתוצאה מכך האוכלוסיות המקומיות של שני המינים הידלדלו באופן חמור. היום דיג של צבי ים נחשב לא חוקי, אבל הם עדיין נלכדים ע"י תעשיית הדיג באופן בלתי מכוון בתדירות גבוהה, דבר המוביל גם לאחוזי תמותה גבוהים. אוכלוסיית צבי הים התיכון נמצאת תחת איום, הים התיכון נחשב למדגה (fishery) עם האחוזים הגבוהים ביותר בעולם של דיג בלתי מכוון של צבי ים, ואגן הלבנט בעל אחוזי התמותה הגבוהים ביותר בים התיכון (יותר מצב מת אחד לק"מ) (Levy et al., 2015).

הפגיעה מפלסטיק מגוונת, ומתחלקת לשני סוגים עיקריים: הסתבכות ועיכול. המפגש בין צבי הים לסוגי הפלסטיק השונים מתרחש בכל אזורי המחיה שלהם, אם כתוצאה מציפה של הפלסטיק בבתי גידול אפי-פלאגים של צבי הים הצעירים, שקיעה של פסולת באזורי הזנה, נוכחות מיקרופלסטיק ופתלאטים במי הים ובשיטות הדיג השונות (Santos et al., 2015). הקישור בין פגיעות דיג לפגיעות פלסטיק נעשה מכיוון שהציוד המשמש לדיג עמיד וחזק, ורובו מיוצר כיום מחומרים שאינם מתכלים: חוטי דיג, חבלים ורשתות מפוליאתילן, פוליפרופילן, פוליסטיל (Polysteel), פוליאסטר וניילון, וקרסים מפלדת אל חלד. חומרים אלו נשארים בסביבה הימית מסיבות שונות ויכולים להפוך פגיעות אקוטיות לכרוניות.

פתאלטים

פתאלטים או פתאלטים אסטריים, הם קבוצת כימיקלים מעשי ידי אדם שפותחו במאה השנים האחרונות לשימוש בתעשיית ייצור הפלסטיק, הממסים ומוצרי הטיפוח. הם משמשים לריכוך והעלאת גמישות בסוגי פלסטיק כמו וויניל כלוריד ופולי וויניל כלוריד (PVC). הפתאלטים הנפוצים ביותר הם bis (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP), Diisodecyl Phthalate (DIDP), ו-Diisononyl phthalate (DINP). ה-DEHP הוא הדומיננטי בשימוש בתעשיית הפלסטיק מסוג PVC בשל עלותו הנמוכה. הפתאלט Benzyl butyl phthalate (BBP) משמש בייצור של PVC מוקצף המשמש בעיקר כחומר ריצוף (משרד הבריאות, 2014). הקשר שלהם לפלסטיק לא קוולנטי ולכן יכול להשתחרר לסביבה. (Gutiérrez-García et al., 2019) פתאלטים נספגים במהירות בגוף ומתפרקים מהר למטבוליטים אשר מופרשים בשתן ובצואה תוך מספר שעות. הם יכולים לעבור דרך השליה, להגיע אל העובר ולהשפיע עליו.



בחיות מעבדה, נמצא כי חשיפה לפתאלאטים משפיעה על מערכת הרבייה. פתאלאטים רבים ידועים כחומרים משבשי פעילות הורמונאלית (חומרים הדומים במבנה להורמונים ומשפיעים על מנגנוני הוויסות בגוף, גם בריכוזים נמוכים) (משרד הבריאות, 2014).

בבני אדם נבדקה השפעה של חשיפה לפתאלאטים על ביטוי גנים והפרשת ציטוקינים דלקתיים. נצפתה ירידה בחלוקת תאים עבור הפתאלאטים DBP, BBP, DEHP, Dibutyl phthalate (DBP) ו-DEHP, ונצפתה רעילות תאי עבור DBP ו-BBP. בחשיפה ל-DBP בריכוזים לא רעילים, נצפתה עלייה משמעותית בביטוי גנים והפרשת תאי ציטוקינים שונים. (Krüger et al., 2012). בשל גודלם הזעיר (משקל מולקולרי הקטן מאלף דלתון, המאפשר חדירה לקרום התא) ניתן להיעזר בפתאלאטים על מנת לאתר עקבות של מיקרופלסטיק גם בסביבה וברקמות של בע"ח ימיים (Fossi et al., 2012). נוכחות והשפעת פתאלאטים בכלל, ובצבי ים בפרט, הוא תחום מחקר חדש יחסית עם פערי ידע משמעותיים.

המחקר הראשון לבדיקת נוכחות פתאלאטים ברקמות של צבי ים התפרסם ב-2018 ובדק צבים חומים וגלדיים מהים התיכון, שנסחפו ממים לחופי סיציליה (Savoca et al., 2018). ארבעה פתאלאטים - Diethyl phthalate (DEP), DBP, BBP, DEHP נמצאו בריכוזים שונים בכבד ובגונדות, רק DBP נמצא ברקמות שריר. ברקמות שומן נמצאו הפתאלאטים הליפופיליים ביותר DEHP ו-Diethyl terephthalate (DOTP). לסיכום, הריכוזים של כל הפתאלאטים שנבדקו הראו ערכים גבוהים בכל הרקמות והמסקנה היא שניתן להשתמש בצבי ים כביו-אינדיקטורים לנוכחות מיקרופלסטיק בסביבה ע"י בדיקה של פתאלאטים ברקמות. מחקר נוסף של קבוצת המחקר (Savoca et al., 2021) בדק נוכחות פתאלאטים בחלקי הביצה השונים מביצים שלא בקעו בארבעה קנים של צבי ים חום באי לינוסה (איטליה). הפתאלאטים DEP, DBP, DEHP, DOTP נמצאו בכל חלקי הביצה, בכמויות משתנות בחלקים השונים. ההשערה היא שהם מגיעים לעובר בשלב הויטלוגנזה בו מתפתח החלמון מחלבונים בתא הביצית של האם. זוהי עוד הוכחה להשפעת הפלסטיק על שלבי החיים השונים של צבי הים והיא מעלה שאלות נוספות על השלכותיה על ההתפתחות העוברית בצבי ים. אבחון פתאלאטים בצבים חיים בעייתי מכיוון שנדרשת כמות דגימה של רקמה (שומן, גונדות, שריר, כבד) שיכולה להיאסף באופן פולשני בלבד.

1.3 תכנית הניטור

תוכניות בינלאומיות של האו"ם (United Nations Environment Program – UNEP) ושל האיחוד האירופי (Marine Strategy Framework Directive – MSFD) עוסקות ביעדים אקולוגיים (Ecological Objectives-EO) והנחיות עבודה לבחינת מצב הסביבה הימית בכלל, ובהקשר לפסולת ימית בפרט (UNEP EO10: Marine and coastal litter do not adversely affect coastal and marine environment). היעד האקולוגי שנקבע ע"י UNEP לפסולת ימית הוא: "ליעד האקולוגי נקבעו מאפיינים (indicators) אותם מומלץ לבחון במערכת הימית. דוח זה מטפל במאפיין 24: מגמות בכמות הפסולת שמעוכלת ע"י או שמסתבכים בה בע"ח ימיים בדגש על יונקים נבחרים וצבי ים.

מטרת ניטור הפסולת בסביבה הימית הן זיהוי מגמות במרחב ובזמן של פסולת בסביבה הימית והחופית, לצורך איתור מגמות והתנהגויות חריגות, מקורות זיהום והסכנות הכרוכות באלה, על מנת לצמצמן ולחסלן בעתיד. פעולות אלה יסייעו לנו בהערכת פוטנציאל ההשפעה על הסביבה, וכן ההשפעה על בריאות בני האדם. בנוסף, ניטור זה ישמש כערך ייחוס (רמת בסיס) להערכת סיכונים סביבתיים הכרוכים בפיתוח עתידי.



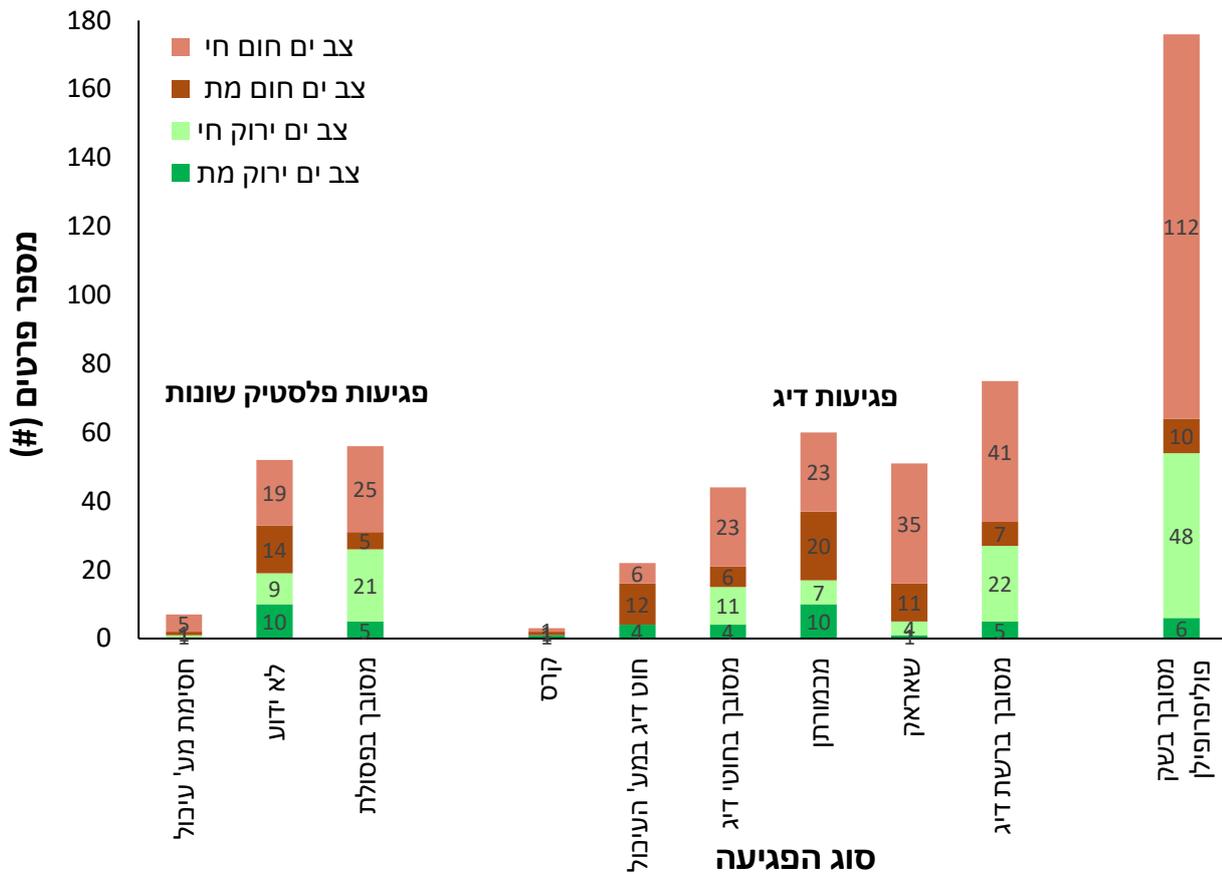
2. הסתבכות בפסולת

פסולת פלסטיק מזוהה כסיכון מרכזי עבור מינים ימיים רבים (Vegter et al., 2014). להסתבכות יש פוטנציאל לגרום לטווח רחב של השפעות, מפגיעות קלות ועד פטאליות כמו פציעות רציניות הגורמות לנכויות, קטיעות של גפיים או חלקים מהן, עלייה בגרר, תנועה מוגבלת או חנק (Barreiros & Raykov, 2011; Lawson et al., 2015; Votier et al., 2011). הפסולת שגורמת להסתבכות מתחלקת לשתי קטגוריות עיקריות: ציוד דיג ופסולת ממקור יבשתי.

ציוד דיג "פסיבי" מאות טונות של ציוד דיג מושלכות מידי שנה, ויוצרות "רשתות רפאים" שנסחפות פסיבית למרחקים גדולים, שלעיתים "דגות" איתם יצורים ימיים ללא הבחנה (Macfadyen et al. 2009, Wilcox et al. 2013). ציוד זה לרוב מיוצר מחומרים סינתטיים לא מתכלים שנשארים בסביבה הימית, ומתנהגים כמוקד משיכה לדגים (FAD), אליהם מגיעים רועים וטורפים, כמו צבי ים (Filmlalter et al. 2013, Wilcox et al. 2013).

חשוב לעשות את ההפרדה בין הסתבכות בציוד רפאים לבין דיג בלתי מכוון (Bycatch). אפשר להגדיר דיג בלתי מכוון כתפיסה לא מכוונת של מינים שונים במהלך הדיג, כאלו שאינם למאכל או שאינם מנוהלים, באמצעות רשתות בשימוש אקטיבי (רשתות "חיות"). רשתות רפאים ניתן להגדיר כציוד שאבדה עליו שליטת הדיג (Barbosa-Filho et al., 2020). לכן יש הבדלה בין בע"ח שנלכדו ברשתות חיות בדיג בלתי מכוון לבין כאלו שנלכדו ברשתות רפאים ולכן מוגדרים כמסובכים בפסולת (Duncan et al., 2017). ההפרדה בין ציוד דיג פסיבי לאקטיבי עלולה להיות לא מדויקת במקרים בהם צבים נתפסים ללא כוונה תחילה בשיטות הדיג השונות, אך שחרור הציוד נעשה ע"י השלכתו עם הצב בתוכו. הפגיעה נעשית באמצעות דיג אקטיבי ברשתות ומכמורת, קרסים ומערכי חכות בעודן פעילות במרחב המחיייה של הצבים, ושחרור הצב ללא טיפול הופכת אותה בהדרגה גם להסתבכות פסיבית שגורמת לזיהומים, תזונה לקויה, אבדן גפיים ומוות. לדוגמה: במקרים בהם הקרס נשארת בלוע הצב הפגיעה שנחשבת קלה לטיפול ואחוזי ההחלמה והשחרור ממנה גבוהים (77% משוחררים), יכולה להפוך לחמורה ובעלת השפעות ארוכות טווח או לפטאלית ע"י הסתבכות בחוט הדיג המחובר אליו (46 מקרים), או לעיכול הקרס והחוט (22 מקרים).

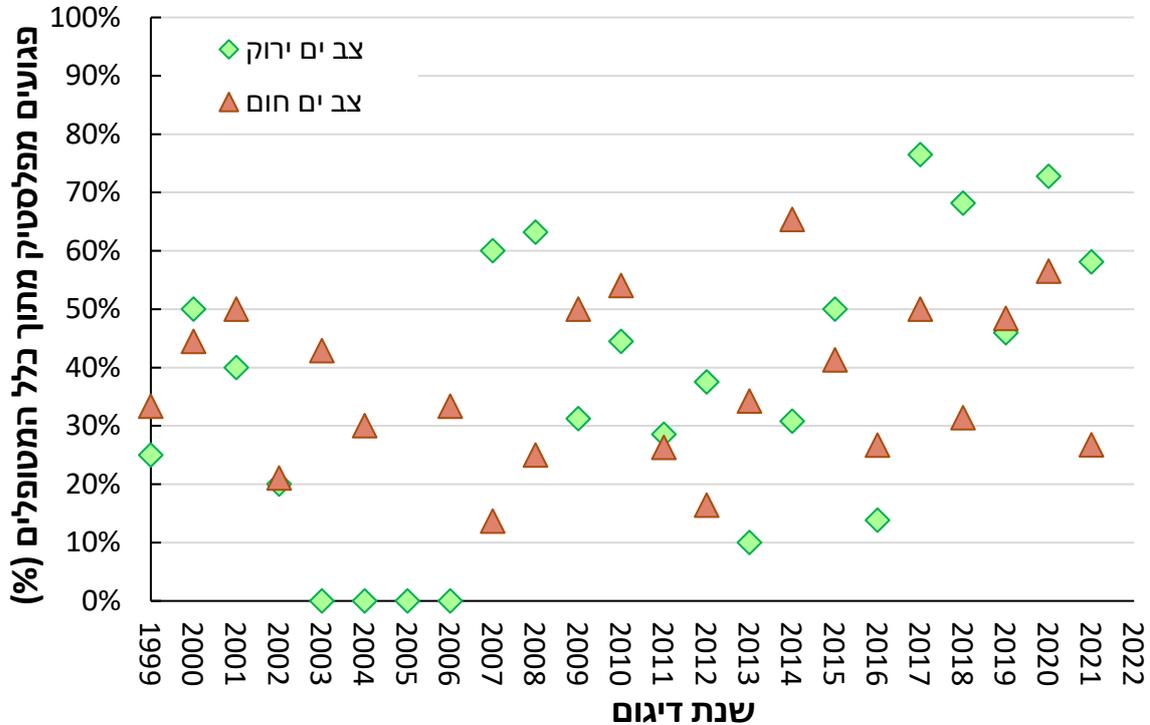
המרכז להצלת צבי ים אחראי בין היתר על איסוף הנתונים הקשורים לצבי ים חיים, פצועים ומתים. הדיווחים מתקבלים באמצעות מוקד רשות הטבע והגנים (רט"ג) מאזרחים, עובדי ים ופקחים ומאוחסנים במסד נתונים ייעודי של רט"ג (©נתונים אגף מידע מדעי, רשות הטבע והגנים) ובמסד נתונים נוסף של מרכז ההצלה. בעבודה זו נבחנו כל הרשומות (1473) לפי מינים, פרטי הצבים, סוגי הפגיעה והתאריך. המדידות נעשות בטכניקות סטנדרטיות (Wyncken, 2001), עם הגעת הצב לטיפול ובאופן שבועי במהלך השיקום. צבים שנאספו מתים נמדדו ביום הנתיחה שלאחר המוות.



איור 2.1. מספר הפרטים שנפגעו מסוגי הפגיעה השונים, לפי מין הצב ושמידותו. הגוון הכהה מייצג את מספר הפרטים שמתו כתוצאה מהפגיעה והבהיר את אלו ששרדו אותה.

בין השנים 1999-2021 תועדו בנתוני מרכז ההצלה 1,473 צבים חיים ומתים, שנפגעו מכל סוגי המפגעים, מתוכם כשליש, 566 פרטים, תועדו כנפגעים ממפגעים הקשורים בפלסטיק (איור 2.1 עבור צב חום וירוק, איורים 4.1 ו 4.2 עבור צב גילדי). באיור 2.1 המפגע "לא ידוע" (n=52) מתאר צבים שהגיעו לטיפול כאשר ניכרת עליהם פגיעה שאינה טבעית (קטיעת גפיים- איור 2.4, עיוותים, חתכים ישרים), שככל הנראה נגרמה כתוצאה ממפגש לא פטאלי עם חומרים סינטטיים (ושאינן פגיעות ממדחף או כלי שיט). הפגיעות מחולקות לשלושה סוגים: פגיעות פלסטיק שונות (לא ידוע, הסתבכות בפסולת, חסימת מערכת העיכול), פגיעות דיג (מכמורתן, הסתבכות בחוט דיג- איור 2.3, הסתבכות ברשת דיג- איור 2.6, שאראק, חוט דיג במערכת העיכול- איור 2.5 וקרס), ושקי פוליפרופילן. פגיעות פלסטיק שונות (n=115) מהוות 21% מסך הפגיעות, פגיעות דיג (n=255) מהוות 47% והפגיעות משקי פוליפרופילן (n=176) מהוות 32%. 22% מכלל הצבים שהגיעו לטיפול כתוצאה מפגיעות הקשורות לפסולת לא שרדו (n=123). הפגיעה משקי פוליפרופילן היא הפגיעה הנפוצה ביותר הן עבור הצב החום והן עבור הצב הירוק. קרסים וחסימה במערכת העיכול היו גורמי הפגיעה הנדירים ביותר. עבור כל גורמי הפגיעה, חלק מהפגיעות בצבים הסתיימו במוות עבור שני המינים.

עבור הצב החום והצב הירוק לא ניתן לראות מגמה רב שנתית באחוז הנפגעים מפסולת ימית במהלך השנים ביחס לכלל הפגיעות (איור 2.2 מגמה רב שנתית, Pearson's-r- צב ים חום: $r(20)=0.15$, $p=0.5$; צב ים ירוק: $r(17)=0.32$, $p=0.18$).



איור 2.2 אחוז הפגיעות הקשורות בפלסטיק מתוך סך הפגיעות השנתית.

עשרות צבים נפגעים מדי שנה מהמפגשים בשיטות הדיג השונות. רבים מהם מגיעים לטיפול במרכז ההצלה לאחר דיווח של הדייגים עצמם או של אזרחים, פקחי רט"ג ועובדי חוף, אך רבים אחרים מוצאים את מותם בים ונסחפים לחוף מתים. כמעט בלתי אפשרי לכמת את הצבים שמתים או נפגעים בלב ים ולא מגיעים לחוף, וברוב המקרים גם קשה להעריך את סיבת המוות של צבים שנפלטים לחוף מתים, על אחר כמה וכמה מתמונה בלבד. ללא הנתונים האלו קיים קושי בהערכת אחוז הצבים הפגועים שמהווים המטופלים במרכז ההצלה מתוך כלל האוכלוסייה, והנתונים המובאים בעבודה זו הם כנראה הערכה בחוסר של כמות הפגועים והמתים.



איור 2.3: "טוב", צב ים ירוק צעיר שהגיע לטיפול במרכז ההצלה ב-18/1/2021 כשהוא מסובך בגפיו הימניות בחוטי דיג אינטיאס (סריוול אטלנטי). החוטים גרמו נמק חמור לגפה הימנית הקדמית ולכריתה של רובה וגם בלטו מהפה והקלואקה, דבר המצביע על עיכול ומעבר דרך כל מערכת העיכול. הצב מת במרכז ההצלה לאחר שבוע. צילום: ד"ר יניב לוי



איור 2.4: "אביב", צב ים חום מתבגר שהגיע לטיפול במרכז ההצלה ב-6/2/2022 כשחבלים כרוכים סביב גפיו וצווארו. גפה ימנית קדמית נכרתה בים טרם הגעתו לטיפול. החבלים עברו דרך מערכת העיכול והוסרו בהצלחה בניתוח (9/2/2022). הצב התחיל לאכול ולהשתקם אך מת במרכז ההצלה כחודש לאחר הגעתו (11/3/2022). צילום: ד"ר יניב לוי

איור 2.5: צב ים חום בוגר שבלע מערכת קרסים קטנות המחוברות לחוט דייג, שעבר לאורך כל מערכת העיכול. הגיע לטיפול במרכז ההצלה ועבר ניתוח להוצאתם. בתמונה נראית יציאת החוט מהקלואקה ונפיחות וקריסה של הקלואקה. צילום: ד"ר יניב לוי





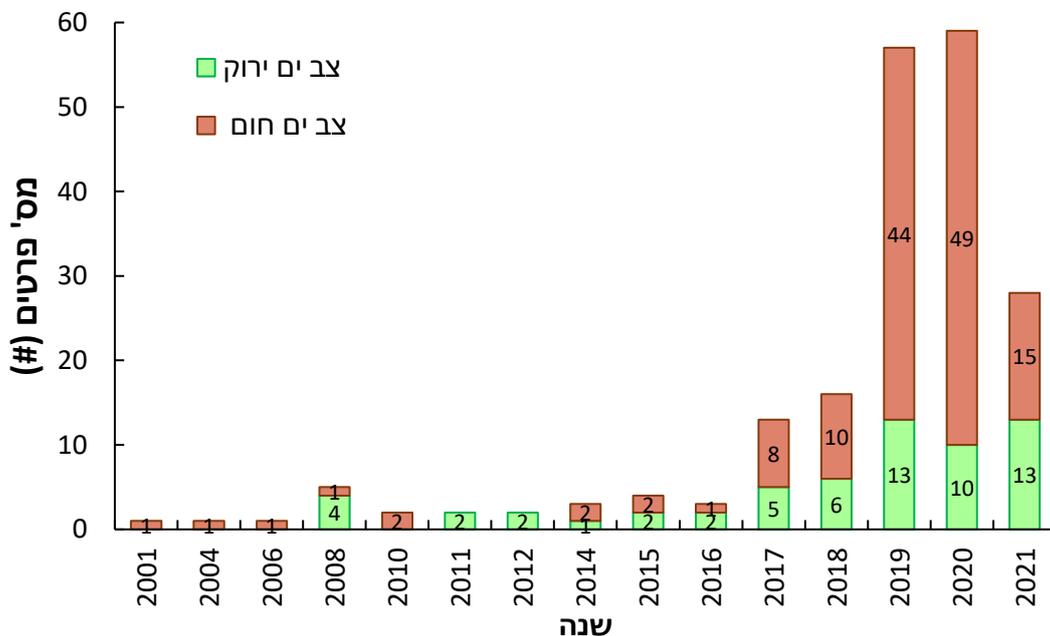
איור 2.6: צב ים חום מת במצב ריקבון מתקדם, נסחף לחוף הסטודנטים בחיפה בתוך רשת דיג, שהטביעה בה היא ככל הנראה סיבת המוות שלו. צילום: אדי דימה

צבי ים צעירים

שלבי ההתפתחות הראשוניים של כל מיני צבי הים לאחר הבקיעה עוברים בים הפתוח. בצבי ים חומים וירוקים תקופה זו של חיים פלאגים עורכת בין 7-10 שנים של מסעות פלנקטוניים בים הפתוח בבתי גידול צפים (באוקיינוס האטלנטי תוארו אלו כמרבדי אצות סרגסום) שנעים ע"י הזרמים, וגם מרכזים אליהם איומים המסכנים את האוכלוסייה הצעירה. עומק הצלילה ומהירות השחייה שלהם מוגבלים ובכך מגבילים את הניידות שלהם בין בתי גידול שונים (Witherington et al., 2012). הזרמים והסחיפה מקבצים אליהם גם פסולת פלסטיק עמידה, שהשפעתה על סביבה ימית זו מורידה את סיכויי ההישרדות של צבי הים שתלויים בקווי סחיפה לאספקת המזון שלהם ולמקלט.

2.1 פגיעות משקי פוליפרופילן

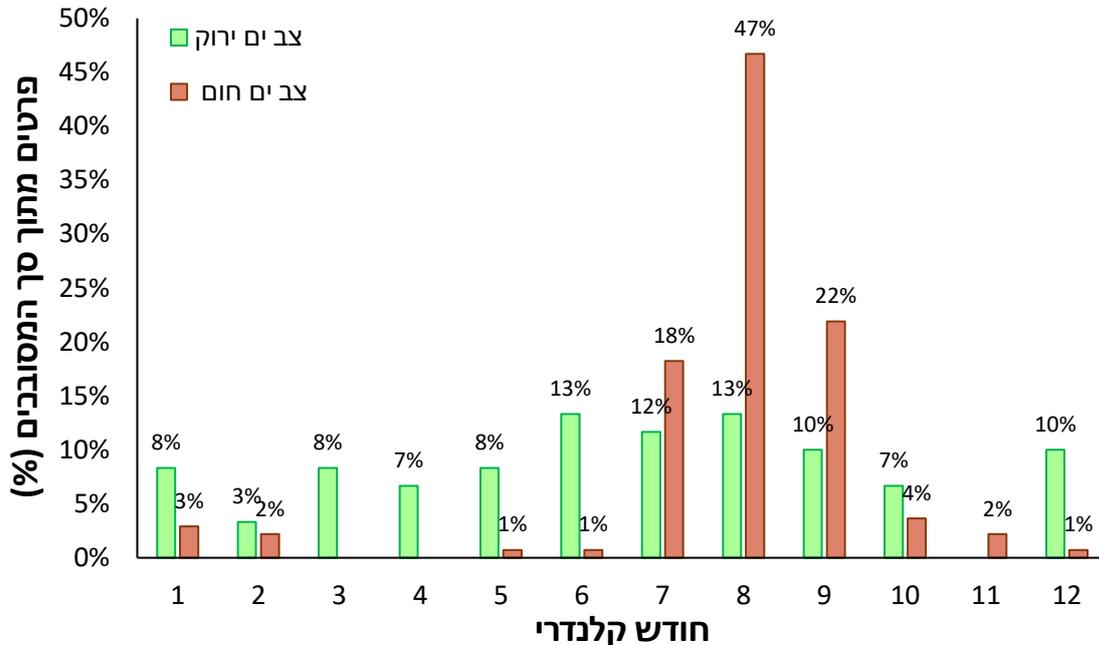
בשנים 2017-2021 גדל מספר הצבים הצעירים, חומים וירוקים שנפצעו או מתו לחופי ישראל בגלל הסתבכות צוואר וגפיים בשקים ארוגים מפוליפרופילן (איור 2.1.1). השקים השזורים מחוטי פוליפרופילן חזקים ועמידים, ולכן משמשים במגוון תעשיות כמו חקלאות, אריזת תערובת מזון לבע"ח, בתעשיות ולבנייה. במהלך שנת 2019, אנשי הצוות במרכז ההצלה הבחינו כי ההסתבכות בשקי פוליפרופילן הפכה להיות גורם עיקרי לפגיעות צבים במהלך הקיץ, דבר שהוביל לנוכחות משמעותית של צבים צעירים המרכז ההצלה והמחקר בנושא זה נעשה ספציפי יותר. כתוצאה מכך, סיבת הפגיעה הוגדרה מחדש ברישומים כ"הסתבכות בשק פלסטיק" בניגוד להסתבכות כללית בפסולת אנתרופוגנית כמו רשתות רפאים וחוטי דיג שהיו שכיחות יותר לפני כן. השקים נשמרים למטרות מחקר וחינוך. מקרים של צבים שהגיעו לפני שינוי המינוח נבדקו על ידי תמונות והערות בכתב כדי למיין את סיבת ההסתבכות. כ-30 מקרים של צבים שסומנו כמסובכים בפסולת אנתרופוגנית משנים עברו לא תועדו בדיוק מספק כדי שנוכל להבין את סוג הפסולת הספציפית בה הסתבכו. מקרים אלו הושארו מחוץ לניתוח הסטטיסטי של התופעה הספציפית עקב חוסר וודאות.



איור 2.1.1: כמות הצבים השנתית שטופלו במרכז ההצלה עקב הסתבכות בשקי פוליפרופילן.

כמות הנפגעים מפגיעה זו גדלה באופן משמעותי לאורך השנים בהשוואה לפגיעות משאר האיומים שתועדו. כמות מקרים אלו הייתה נמוכה בעבר, לרוב פחות מ-10% בשנה, עד חמישה צבים בשנה לכל היותר. עלייה משמעותית בשיעור ההסתבכות ובמספרם ($\text{spearman-r: } n = 15, p < 0.01$ לשניהם) החלה בשנת 2017 וגדלה עד 59 מקרים בשנת 2020, כמחצית (48%) מהצבים שטופלו במרכז ההצלה בשנה זו.

צבים באים במגע עם פסולת צפה במי פני השטח בים הפתוח (Carr, 1987), וככל הנראה משתמשים בשקים צפים הנסחפים במי האגן המזרחי של הים התיכון כפי שהם משתמשים במרבדי סרגסום באוקיינוס האטלנטי לצורך נדידה פסיבית. לאחר ההסתבכות, מאמצי הצב להיחלץ, לשחות ולצלול יוצרים חיכוך בחוטי הפוליפרופילן כנגד צווארו וגפיו, וכתוצאה מכך נוצרים חתכים, נמקים, שברים וקטיעות. ההסתבכות מביאה את הצבים למצב של תשישות ורעב, ולעיתים הם ניזונים מחוטי השק או מחלקיקים סינתטיים אחרים שצפים בסביבתו.



איור 2.1.2: אחוז המסובכים בשקי פוליפרופילן לכל חודש מתוך סך המסתבכים בשקי פוליפרופילן.

ההסתבכויות בשקי פוליפרופילן שכיחות יותר (88% מצבי הים חומים, 48% מצבי הים הירוקים) במהלך חודשי הקיץ (יוני-ספטמבר) לאורך כל קו החוף של ישראל (איור 2.1.2). צבים ירוקים נמצאו מסובכים חודש מוקדם מהצבים החומים. מכיוון שצבים צעירים מגיעים גם בחודשי החורף, אך לא ממפגע זה, ניתן לשלול את תנאי הסביבה כגורם לעליה במספר ההסתבכויות בקיץ ולהציע שהגורם האנתרופוגני הינו עונתי. בכך, עולה ההשערה כי מקור השקים כתוצאה ממשעות ימיים או מטענים עונתיים. המקור המדויק לשקים המגיעים בסביבה הימית טרם זוהה. לרוב זרמי פני השטח בים התיכון יש רכיב מזרחי הזורם לאגן הלבנט, מה שהופך אותו לאזור איסוף של פסולת צפה (Pasternak et al., 2018). לפיכך, השקים יכולים להיות בעלי מקור ימי או יבשתי, מערבי או מקומי (Robinson et al., 2001), מושלכים מכלי שיט או קרוב לבתי גידול פלאגים.

כשהשקים נמצאים עם הצבים המסובכים, יש להם חוטים פרומים המצביעים על חיתוך במכוון. המחסור בכיסוי חי וצומח מעיד על עמידות הפוליפרופילן לשומנים, לרוב הממסים האורגניים ולפירוק ביולוגי (Karian, 2003), ואינו יכול להצביע על משך הציפה עד למועד מציאת הצב.

שיעור התמותה בצבים מסובכים (מדווחים ומטופלים) הוא 11% (n = 22). בנוסף, רבים מהשורדים (24%) מאבדים גפיים כתוצאה מהסתבכויות בחוטי השק שנפרמו. לאחר השיקום הם מצליחים לשחות, לצוף, לצלול ולאכול. לכן, הם משוחררים בחזרה לטבע לאחר זמן ממוצע של 71.55 ימים. עם זאת, ככל הנראה, קטיעות מקטינות את שיעורי ההישרדות בטבע וכנראה ישפיעו על יכולתם להתרבות אם יגיעו לבגרות מינית. זכרים יתקשו להתגבר על מתחרים על מנת לאחוז בנקבה ולהזדווג, נקבות יעמדו בפני אתגר לשחות ולעלות לפני השטח בזמן שהן נושאות זכר(ים) בהזדווגות, או לעלות לחוף ולחפור את הקינים עצמם. על מנת להבין את התופעה ומקורה, ולשמש לצורכי חינוך והסברה, נאספו שקים לאורך השנים (n=29)

שהובאו יחד עם הצבים המסובכים, ונשמרו במרכז ההצלה. סמלים וכתובות תורגמו במקרים בהם ניתן (n=21, 72.4%) משפות שונות (רוסית, רומנית, יוונית) המציינות שייעודם במקור הוא לארזית מזון של בעלי חיים בחקלאות. נעשים מאמצים במטרה למצוא את הגורם לזיהום הימי המשמעותי, לאכוף תקנות ולעצור את התופעה. מהכיתוב על השקים שתורגמו אותרו כתובות ספציפיות של מפעלים בים השחור, ונעשה שימוש ב-AIS (Automatic Identification System) (marinetraffic.com) לאיתור ספינות הנושאות בע"ח בתעשיית המזון, שעושות את המסלול מנמלים הקרובים למפעלי הייצור של המזון הארוז בשקים, מובילות בע"ח מתעשיית המזון (בעיקר פרות וכבשים) לאורך חופי ישראל באופן קבוע. נמצאו מספר ספינות שיכולות להיות קשורות למקור השקים בים.



איור 2.1.3: סתיו, צב ים ירוק צעיר שנמצא מסובך בשק פוליפרופילן. צילום: אולגה ריבק

סתיו נמצא בחוף מעגן מיכאל כשהחוטם מסובכים בשתי גפיו הקדמיות ב-, 31/5/2020. באיור 2.1.3 ניתן לראות את החתך העמוק שנוצר כתוצאה מהמתח בגפה שמאל. הגיע לשיקום במרכז ההצלה ושוחרר לטבע לאחר 58 ימים.



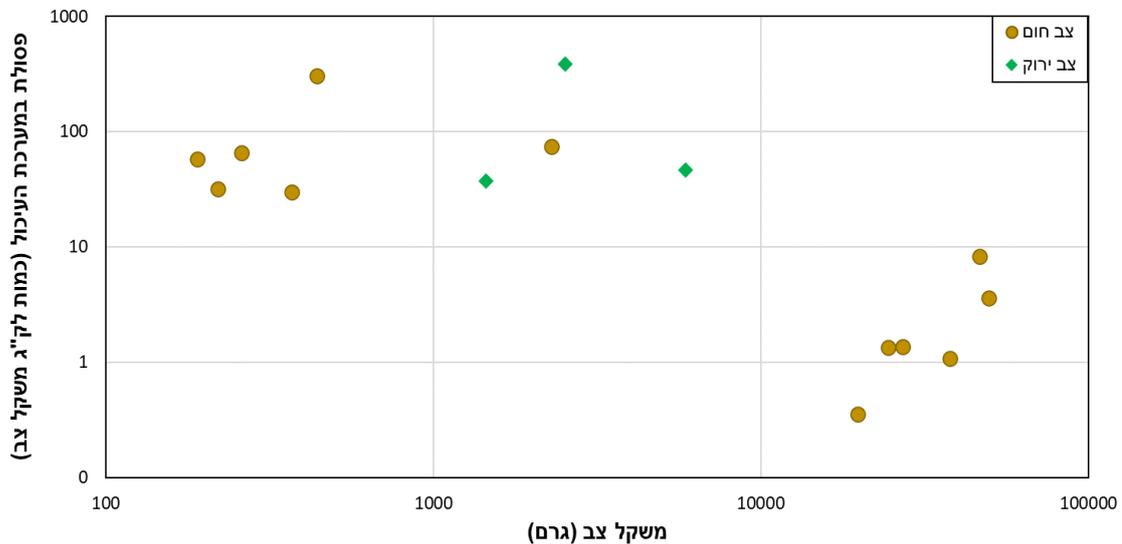
איור 2.1.4: עלמה, צב ים חום צעיר שנמצא מסובך בשק פוליפרופילן. צילום: שי פלדמן

עלמה נמצא ע"י קיאק בים מול שדות ים ב-27/08/2020 (איור 2.1.4). הגיע לטיפול כשחוטם השק היו מסובכים בגפו הקדמית השמאלית ובצווארו, מת במרכז ההצלה לאחר 26 ימים.

ידוע כי שיעור ההישרדות בצבי ים צעירים הוא נמוך באופן טבעי, אך קיימת עליה בתמותה כתוצאה מאיומים מעשי ידי אדם. זיהינו את שקי הפוליפרופילן כסכנת חיים מרכזית עבור צבי הים הצעירים, ירוקים וחומים, בשלב החיים הפלאגי. דבר זה עלול להשפיע באופן חמור על הגיוס לאוכלוסייה, ובכך מאיים על הישרדותם של מינים אלה בים התיכון.

3. עיכול פסולת ימית

על מנת לבדוק נוכחות פסולת במערכות העיכול של צבי ים ביצענו נתיחות לאחר המוות בצבים שנמצאו מתים או מתו לאחר זמן מועט מהגעתם לטיפול במרכז ההצלה (נספח 2). הנתיחה ואיסוף הפסולת ממערכות העיכול של הצבים בוצעה בהתאם לפרוטוקול האירופאי מ-INDICIT (Darmon & Miaud, 2019) ומפורטת בנספח 1. הנתיחות התבצעו במרכז ההצלה לצבי ים או במכון לחקר ימים ואגמים לישראל (חיא"ל). מערכות העיכול שנאספו חולקו לשלושה חלקים: ושט, קיבה ומעיין, למעט עבור צבים קטנים עבורם מערכת העיכול נאספה בשלמותה. כל אחד משלושת החלקים נפתח והופרד לשלוש לפרקציות: 1-5 מ"מ, 5-25 מ"מ וגדול מ-2.5 ס"מ (השתיים הראשונות מוגדרות כמיקרו פסולת והאחרונה כמאקרו פסולת). היות וחלק מהצבים לא נשקלו ונמדדו, ניתוח התוצאות בוצע עבור כמות פרטי פסולת בצב. חישוב הריכוז למשקל הצב בוצע עבור 13 צבים חומים ו-3 צבים ירוקים שנשקלו.



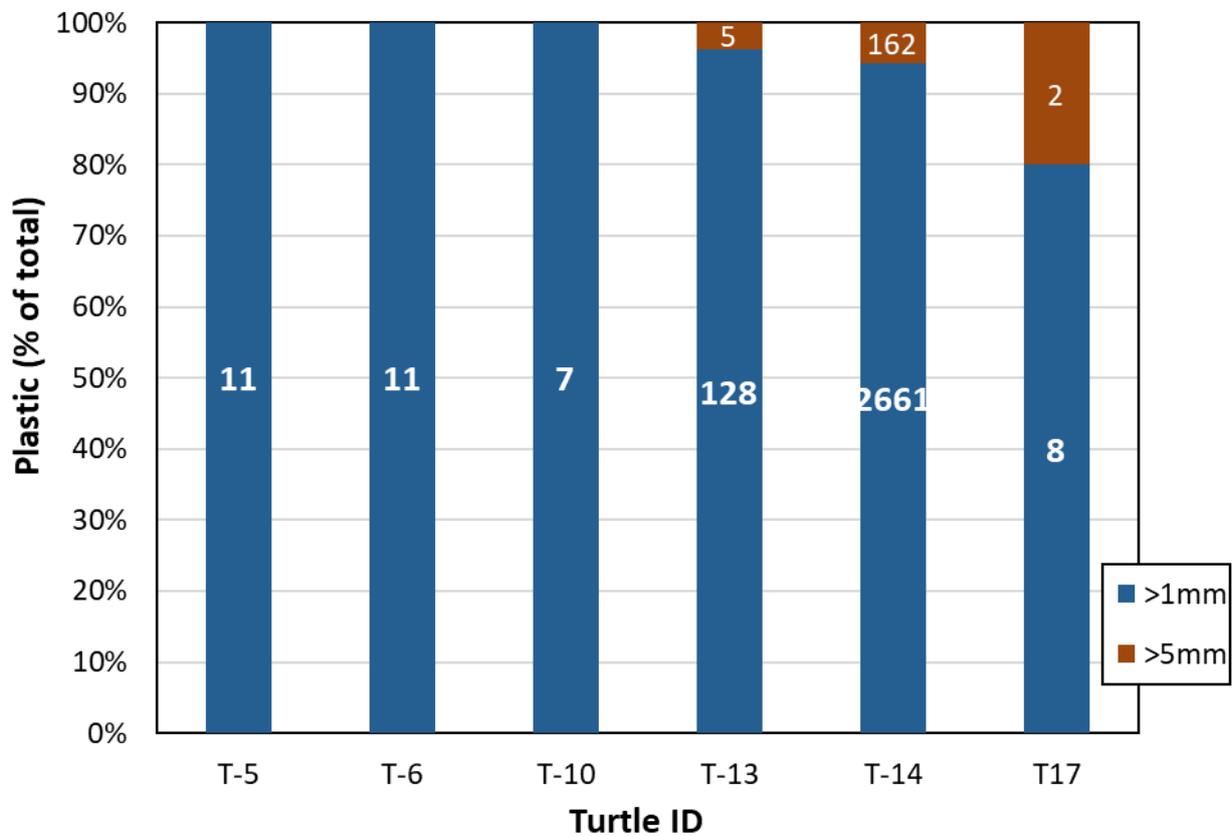
איור 3.1 ריכוז הפסולת במערכת העיכול של הצבים ביחס למשקל הצב. שני הצירים בסקלה לוגריתמית.

בשנת 2021 נמצאו 18,380 פרטי פסולת בקיבות של 21 צבי ים, מתוכם 12,515 פרטי פסולת הגיעו מצב ים ירוק בודד. שני מיני צבי ים נותחו: 6 צבי ים ירוקים ו-15 צבי ים חומים, שנבחרו כמין המייצג באיחוד האירופי. **בכל הצבים (100%) נמצאה פסולת במערכת העיכול.** בצבי הים הירוקים נמצאה כמות גבוהה בהרבה של פסולת בהשוואה לצבי הים החומים (2,884±4,819 ו 75±109 פרטים בצב בהתאמה). השונות נמצאה מובהקת סטטיסטית (p-value 0.031 t-test). משקלי הצבים נעו בין 1.4-5.9 ק"ג עבור הצבים הירוקים ו 0.2-50 ק"ג בצבים החומים. ריכוז הפסולת במערכות העיכול ליחידת משקל צב הייתה גבוהה יותר בצב הים החום בהשוואה לירוק (115±201 ו-62±79 פרטי פסולת לק"ג עבור 13 ו-3 צבים בהתאמה). ריכוז הפסולת במערכת העיכול הייתה גבוהה משמעותית בצבים הצעירים (>10 ק"ג) בהשוואה לבוגרים (איור 3.1).

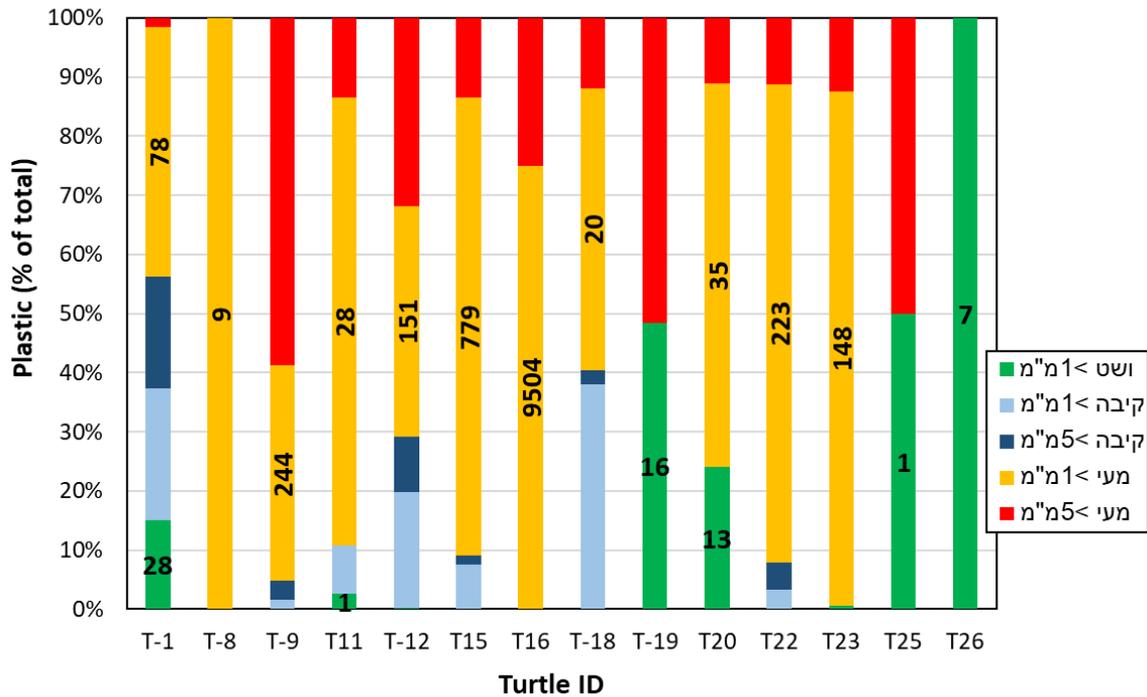
היות ומרחב המחיה של הצבים הצעירים בשלב החיים הפלאגי בפני המים בו הם חשופים לחלקיקי הפלסטיק הצפים וניזונים מהם (Carr, 1987). מרבית חלקיקי הפלסטיק שנמצאו במערכות העיכול היו מגודל 1-5 מ"מ והופיעו בעיקר במעי (איורים 3.2 לצבים קטנים ו-3.3 לצבים גדולים). מתוך 21 הצבים שנותחו נראה כי 2 צבים מצאו את מותם בעקבות סתימת מערכת העיכול ע"י הפלסטיק. באחד (T12)

נמצאה סתימה בפתח הקיבה בעקבות קשר של חבל שצבר בתוכו שקית ונייר אלומיניום (איור 3.6). לשני (T22) נוצרה חסימה בפתח הקלואקה ע"י חלקיקי פלסטיק שהביאו להגדלה חריגה מאוד של המעי (איור 3.7).

מרבית פרטי הפסולת שנמצאו היו חסרי צבע (Colorless) (less, איור 3.4) והיוו $66 \pm 22\%$ מכלל הפריטים שנמצאו. בחלק מהצבים פרטים חסרי צבע ולבנים היוו 100% מכלל הפרטים שנמצאו. שחור היה הצבע השני הנפוץ ביותר ($13 \pm 17\%$). פילוח הצבעים דומה לצבעי הפסולת הצפה באזורינו שמכילה בעיקר פרטים חסרי צבע ולבנים (Segal 2022). לצבע ולשקיפות פרטי הפסולת חשיבות בהקשר לבלבול אפשרי בינם לבין המזון. עם זאת ניתן לראות כי עבור צבי הים אין העדפת צבע והם מעכלים את כל הפסולת הצפה ללא הבחנה. בקרקעית הפסולת מינורית ובעיקר סיבים קטנים.



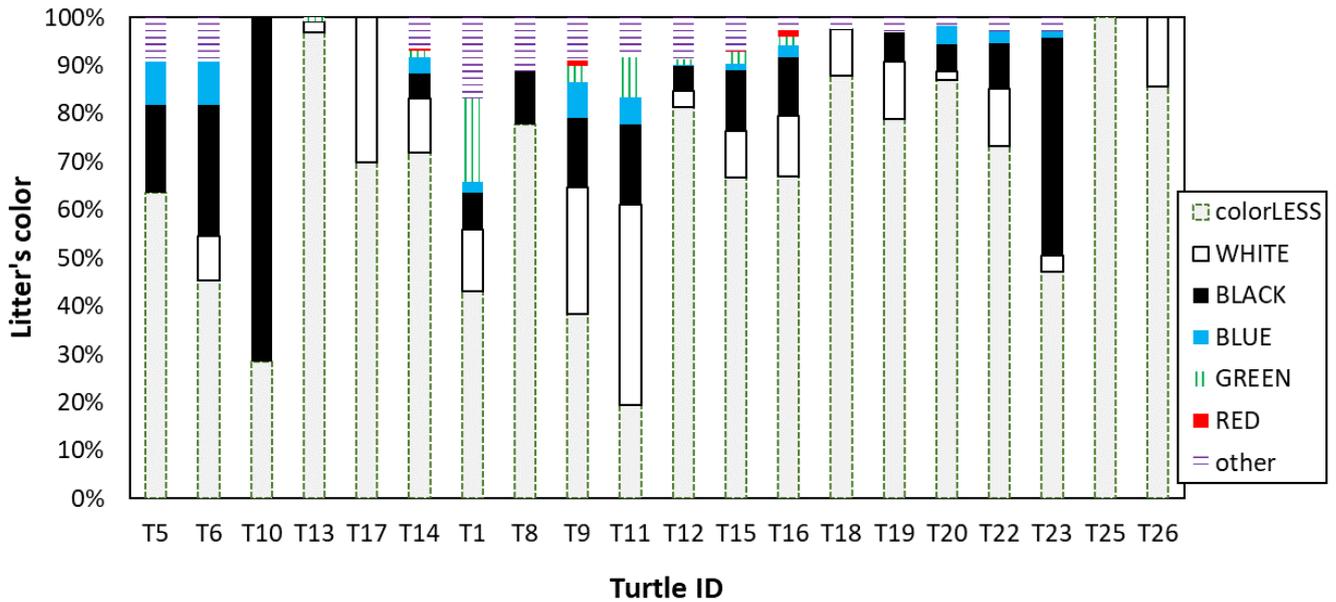
איור 3.2 פילוח גדלי הפסולת במערכת העיכול של צבים צעירים, עבורם נאספה כל מערכת העיכול. המספרים מייצגים את כמות הפריטים שנמצאו.



איור 3.3 פילוח הפסולת במערכת העיכול של הצבים בחלוקה לאיברים במערכת העיכול (ושט, קיבה ומעי) ולגודל הפריטים ($1\text{ מ}^2\text{ מ}^2$ ו- $5\text{ מ}^2\text{ מ}^2$). המספרים מייצגים את כמות הפריטים שנמצאו.

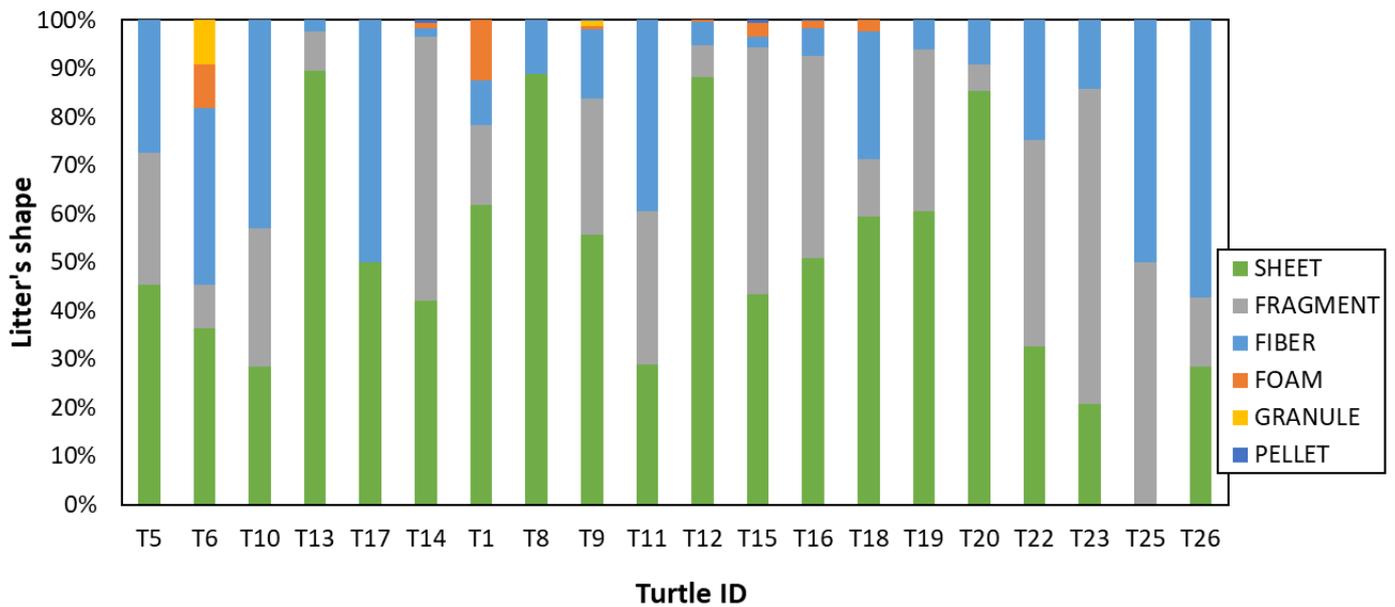
פרטי הפסולת הנפוצים ביותר במערכת העיכול של הצבים היו פרטי שקיות ואריזות (sheet, באיור 3.5). השקיות היוו $50 \pm 25\%$ מכלל הפריטים שנמצאו. חתיכות הפלסטיק (fragment) והסיבים (fiber) היוו את המקטעים הנפוצים ביותר לאחר מכן ($26 \pm 19\%$ ו $22 \pm 18\%$ בהתאמה). חוטי דיג, שמוגדרים כסיבים, הופיעו במערכות העיכול של 60% מהצבים (12 מתוך 20 צבים). כדורי פלסטיק (מתעשיית הפלסטיק, הקוסמטיקה וחומרי הניקוי) הופיעו אצל 15% מהצבים בדומה לזפת שהופיעה אצל 20% מהצבים. ייצוג הסיבים במערכות העיכול של הצבים גבוה באופן משמעותי בהשוואה לפסולת הצפה באזורינו ובפרט חוטי הדיג שנפוצים יותר בקיבות הצבים מאשר בפסולת הצפה ו/או בפסולת שנמצאה בקרקעית. ייתכן שהתוצאות מרמזות על חפיפה גדולה בין אזורי המחיה של הצבים לאזורי הדיג (Levy, 2017).

צבעי הפלסטיק במערכת העיכול של הצבים

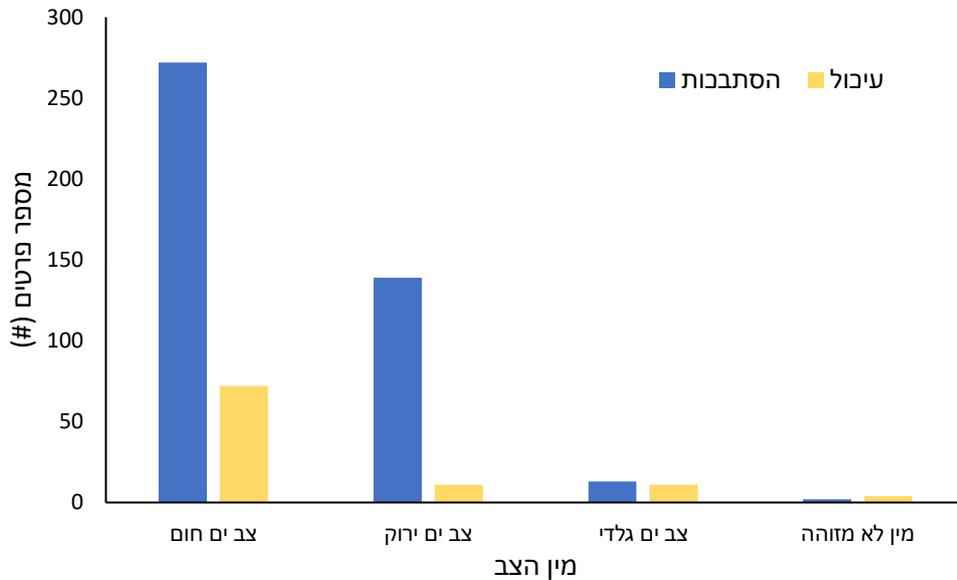


איור 3.4 פילוח צבעי הפסולת במערכת העיכול של צבים.

צורות הפלסטיק במערכת העיכול של הצבים



איור 3.5 פילוח צורות הפסולת במערכת העיכול של צבים.



איור 3.8: השוואה בין כמות הצבים מכל מין שנפגעו מפסולת פלסטיק בחלוקת קטגוריות הפגיעה להסתבכות ולעיכול.

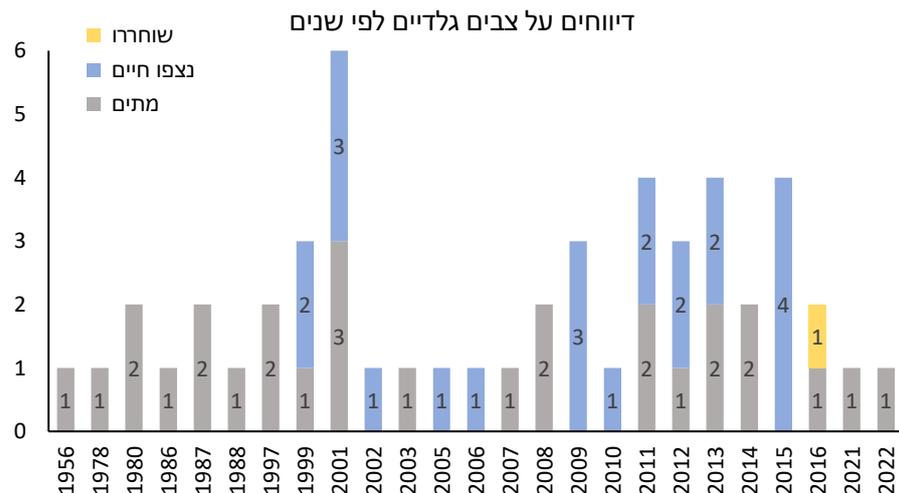
המודעות לפגיעות כתוצאה מפסולת עלתה בשנים האחרונות, וכמה סוגים של מוצרי פלסטיק סומנו כבעייתיים ביותר- שקיות פלסטיק, בלונים, כלים חד-פעמיים וקשיות, תוך הדגשה של צבי הים כבעלי חיים שנפגעי מהם מאוד. הקישור של צבי ים לפרטי פלסטיק אלו מבוסס לעיתים קרובות על סרטונים פופולריים ברשתות החברתיות, ובעיקר על מקרים מחו"ל. אמנם הבעיה של זיהום מפסולת יבשתית ושקיות פלסטיק אכן מבוססת גם מדעית כמשפיעה על צבי הים (Vélez-Rubio et al., 2018), אך הוכחות לכך מישראל טרם פורסמו.

4. צבים גלדי (*Dermochelys coriacea*)

מין זה הוא הזוחל בעל התפוצה הרחבה ביותר בעולם- באזורים טרופיים, ממוזגים וסובארקטיים, והמין הגדול ביותר מבין צבי הים. הוא בעל אורח חיים פלגי, שווה רוב חייו במים פתוחים, משקלו מגיע עד 640 ק"ג והוא ניזון כמעט לחלוטין ממדוזות ויצורים ג'לטיניים פלנקטוניים אחרים.

כמו בע"ח ימיים אחרים, צבים אלו מאופיינים בתמותה גבוה בצעירים ומתבגרים ותמותה נמוכה בבוגרים, והם מתמודדים עם סכנות רבות שהן חלק מנדידות רחבות טווח שעוברות בין מדינות ותחומי שיפוט. צבים גלדיים רגישים לפציעות ומוות מדיג בלתי מכוון. הם נלכדים במגוון גדול של ציוד דיג אקטיבי ופסיבי. נקבות מטילות נצפות לעיתים מסובכות בחוטי דיג או תקועות בקרסים. שיטות הדיג שבהם נלכדים הכי הרבה צבים גלדיים הן מערך חכות (longlines) ורשתות זימים/עמידה (Gill nets). (L.Eckert et al., 2008).

צבים גלדיים לא מתרבים בים התיכון, ומגיעים לעיתים מהאוקיינוס האטלנטי להזנה. תצפיות אחדות נראות לחופי ישראל מידי שנה, חלק מהן מערבות השפעות פלסטיק- בהסתבכות ובעיכול. פלסטיק פלנקטוני בעל נטייה לציפה וסחיפה, כמו שקיות פלסטיק, יכול להטעות בקלות את הצבים בנראות והתנועתיות המזכירות מדוזות, מזונם העיקרי. אם בגלל הדמיון הוויזואלי או אסטרטגיית הזנה חסרת הבחנה, חיי הצב עלולים להסתיים כתוצאה מחסימת מערכת העיכול ע"י הפלסטיק. תמותה מגורמים אנתרופוגנים של צבים גלדיים היא למעשה הסרה מלאכותית של טורף על ממארגי מזון עליהם יש מעט מאוד מידע, והנזקים למערכת האקולוגית בה הם יחסרו לא ידועים. ברמה הבינ"ל הצב הגלדי מוגן תחת הסכמים בינ"ל. (Mrosovsky et al., 2009)



איור 4.1: צבים גלדיים בנתוני מרכז ההצלה לאורך השנים. שנים שלא מופיעות בגרף הן שנים ללא דיווחים.

בישראל דיווחו על צבים גלדיים שנפלטו לחופים כבר משנות ה-50 (דיווח ראשון במערכת משנת 1956, איור 4.1), טרם החל הממשק לשמירה על צבי הים. סה"כ דווחו 51 תצפיות בין 1956-2022, 28 מתים ו-26 חיים. 6 ממקרי המוות (21%) נגרמו ככל הנראה באופן ישיר ע"י פלסטיק, 3 מהסתבכויות בציוד דיג (איור 4.3) ו-3 מעיכול חתיכות פלסטיק גדולות (פירוט הפגיעות באיור 4.2).

שלושה צבים מתוך התצפיות הגיעו למרכז ההצלה לטיפול- אחד שוחרר ושניים מתו, באותו יום ולאחר 5 ימים מהגעתם. נתיחות שלאחר המוות בוצעו בשלושה צבים גלדיים שנפלטו מתים (1999, 2011, 2016) במערכות העיכול של כולם נראו חתיכות פלסטיק גדולות. באחד מהם תועד שהפסולת הצטברה מהוושט ועד הקיבה ויצרה חסימה בפתח הקיבה ומערכת העיכול הייתה ריקה ממזון, ויתכן שהצב סבל מתת תזונה והתייבשות, ומת כתוצאה מכך. נתיחה לאחר המוות בוצעה בצב שהגיע לטיפול ב-2022, אך מערכת העיכול טרם נפתחה והתוצאות לגבי תכולתה אינן כלולות בדו"ח זה.

מס' פרטים	סוג פגיעה	
2	הסתבכות בפסולת פלסטיק	
13	סה"כ	פעילות דיג
2	שאראק	
2	הסתבכות בחוט דיג	
5	הסתבכות ברשת דיג	
4	מכמורתן	
9	ללא	
27	לא ידוע	
51	סה"כ	

איור 4.2: טבלת חלוקת הצבים הגלדיים שדווחו בישראל לפי סוגי פגיעה.



איור 4.3: צבי ים גלדי שנסחף לחוף עכו ביוני 2007 במצב ריקבון מתקדם, מסובך במערך קרסים (שאראק). הקרסים, החוטים, החבלים והמצוף של המערך מחוברים כולם לצב ונראים בתמונה. צילום: ד"ר יניב לוי

צבי ים גלדיים אינם נפוצים באגן המזרחי של הים התיכון, אמנם רבות מהתצפיות שכן מתרחשות הן פטאליות וכוללות מפגעים הקשורים בפלסטיק, אם בהסתבכות בציד דיג או פסולת ממקור יבשתי, או אם בעיכול פסולת.



5. דיון

סיכום

דו"ח זה מציג לראשונה מידע על השפעת פסולת הפלסטיק על צבי ים בישראל, מנתונים שנאספו במשך 22 שנים (1999-2021) במרכז הארצי להצלת צבי ים, וכן בפילוט של שנה בניטור פסולת בקיבות צבי ים מתים, שנעשה בשיתוף פעולה של המרכז עם המכון לחקר ימים ואגמים לישראל. ניתוח המידע מצביע על לא פחות ממצב חירום סביבתי:

- בשנים 1999-2021 תועדו במסד הנתונים של מרכז ההצלה 524 צבים שנפגעו מפסולת ימית. כ-80% מהם (426 פרטים) נפגעו מהסתבכות והשאר (98 פרטים) סבלו מפגיעות במערכת העיכול נמצאה מגמת עליה רב שנתית ברורה במספר המקרים של הסתבכויות של צבי ים צעירים בשקי פוליפרופילן המשמשים לאחסון מזון לבע"ח בתעשיית הבשר, המגיעה עד כמחצית מהמטופלים במרכז ההצלה.
- שיעור התמותה בצבים מסובכים בשקים הוא 11%. בנוסף, כרבע מהשורדים (24%) מאבדים גפיים כתוצאה מהסתבכויות בחוטי השק שנפרמו. הם משוחררים בחזרה לטבע לאחר השיקום, אך קטיעות מקטינות את שיעורי ההישרדות בטבע והגיוס לאוכלוסייה, וכנראה ישפיעו על יכולתם להתרבות אם יגיעו לבגרות מינית.
- 47% מפגיעות הפסולת היו ע"י פסולת דיג. רשתות רפאים, חוטי דיג וקרסים נמצאו הן כגורם הסתבכות והן בקיבות הצבים.
- היקף הפגיעות הקשורות בעיכול פסולת ככל הנראה גבוה מזה הידוע לנו. סיבות המוות של צבים שנפלטים מתים מגוונות, ולרוב לא ניתן להגדירן ללא נתיחה. נתיחות לאחר המוות בנפלטים החלו לפני כשנה בלבד.
- פסולת פלסטיק נמצאה בקיבות של 100% מצבי הים שנבדקו ללא קשר למין (צב ים חום או ירוק), זוויג (זכר או נקבה) או גודל הצב.
- נצפו מספר מקרים של סתימת מערכת העיכול ע"י פסולת פלסטיק, מה שמרמז על עיכול פסולת כגורם ישיר לתמותת צבים.
- 18,380 פרטי פסולת בודדו מקיבות של 21 צבי ים, כ-12,000 מתוכם בפרט צב ים ירוק בודד.
- מרבית הפלסטיק שנמצא בקיבות היה חסר צבע או לבן, צבעים שמקנים לחלקיקי הפלסטיק מראה דומה למזון הטבעי שצף בעמודת המים.
- ב-15% מהצבים נמצאו, בנוסף לחלקיקי שקיות וציוד דיג, גם כדוריות פלסטיק המשמשות בתעשיית הקוסמטיקה וחומרי הניקוי.
- מתוך התצפיות המועטות של צבי ים גלדיים לחופי ישראל, 6 ממקרי המוות (21%) נגרמו ככל הנראה באופן ישיר ע"י פלסטיק, מחציתן מפסולת דיג ומחצית מעיכול פסולת.

המלצות

• דיג

הסתבכות בציוד דיג אקטיבי שעשוי חומרים סינתטיים: רשתות, חבלים או חוטים, עלולה להפוך, ללא התערבות וחילוץ הצב, להסתבכות פטאלית, טביעה, חסימה או ללכידה בציוד רפאים. לשם כך יש לנקוט באמצעים למניעה, להקלת הפגיעה ולטיפול בבעיה הקיימת. בשיטות הדיג הנהוגות היום, במידה ועולה או נלכד צב ברשתות, יש צורך קריטי בשיתוף פעולה עם הדייגים, לדיווח ושמירה על הצב עד לחילוץ מטעם רט"ג. פעולות אלה, שיכולות לקבוע חיים או מוות, מוסיפות עבודה שאיננה נחוצה לדייגים והאינטרס לביצוען מבוסס על מודעות וקשר אישי, שכן כמעט בלתי אפשרי לפקח על כך.

עבור דיג מכמורת קיים מתקן המתחבר לרשת – TED (Turtle Exclusive Device), שנועד לאפשר לצבי-ים לצאת מרשת מכמורת נגררת, במקום לטבוע בה, והוכח כיעיל גם בים התיכון (Vasapollo et al., 2019). מתקנים כאלו היו אמורים להגיע לישראל מארה"ב עם הדרכה מקצועית לפני פרוץ הקורונה, ובשל סגירת השמיים נדחתה הגעתם למועד בלתי ידוע. יש לקדם ייבוא והתקנה שלהם בספינות המכמורת הפועלות בישראל.



למניעת המפגע של רשתות רפאים, מומלץ לקדם יוזמות לייבוא או פיתוח של רשתות דיג מחומרים חדישים ומתכלים, פולימרים טבעיים במקום סינתטיים, ועידוד מעבר של תעשיית הדיג לשימוש במוצרים מחומרים אלו. כך במצב של שחרור או השלכה של ציוד דיג, הוא יתכלה בפרק זמן קצר באופן משמעותי מהציוד הקיים, ויגביל את הפוטנציאל שלו להפוך לציוד רפאים (Kim et al., 2016). זאת בשילוב העלאת המודעות לדיווח על רשתות רפאים בסביבה הימית והגברת הפעילות המקצועית להוצאתן (החצי הכחול & החברה להגנת הטבע, 2021).

יש לנהל את המדגה הישראלי באופן מתקדם ואחראי. ניתן לאפיין אזורי פעילות של צבי ים לפי עונות (Levy et al., 2017) כפי שנעשה בישראל בעבר, להגדיל את שהחלה פקודת הדיג (פקודת הדיג, 1937) לעשות, ולהימנע לחלוטין מדיג באזורים אלו לפי מודלים בזמן ובמרחב.

• הגברת מאמצי מחקר ושימור לשלבי החיים הצעירים של צבי הים

צבי ים בוגרים נמצאים במרכז מאמצי השימור מסביב לעולם מכיוון שהם בעלי יכולת שרידות גבוהה יותר בסביבה הטבעית ולאחר שיקום מפגיעות, כמעט וחסרי טורפים טבעיים, והם אלו שמתרבים בפועל ותורמים באופן הניכר ביותר לשימור המין שלהם. צבי ים צעירים הם באופן טבעי בעלי סיכוי נמוך יותר לשרוד בשל גודלם ורגישותם לפגיעות טבעיות כמו טריפה, תנאי ים קשים ומזג אוויר (Heppell, 1998).

לחץ הפגיעות על צבים שנמצאים בשלב הפלאגי לחייהם הולך וגובר עם הגברת מאמץ הדיג ועם המפגש בפסולת לא מתכלה כתוצאה מהשימוש ההולך וגובר במוצרי פלסטיק בשגרת החיים של בני האדם בכל העולם. יש להגביר את מאמצי המחקר אודות שלב החיים הנ"ל, שכן לא תועדו אזורי המחיה הפלאגיים הטבעיים שלהם בים התיכון, ובשל כך קשה למקד את מאמצי השימור לאזורים ספציפיים והצרכים שלהם (Casale & Mariani, 2014), ובמקביל קיימת עליה בכמות הצבים הנפגעים בגילאים אלו.

הבנת הרגישות לזיהום פלסטיק ברמת המין וברמה האקולוגית תסייע בניהול סדרי עדיפויות מקומיים והאזוריים ותסייע בהחלת צעדים מקלים עבור טווח של לחצים על המגוון האקולוגי ועל הסביבה (Vegter et al., 2014).

• איתור ואכיפה מול ספינות המשליכות פסולת

כפי שצוין לעיל, נעשו ניסיונות לאתר ספינות המובילות בע"ח בתעשיית הבשר, היוצאות מהים השחור בקרבת מפעלים שכתובתם הודפסה על השקים, ומפליגות במסלולים בים הפתוח שלמול חופי ישראל, בתקופת הקיץ. כל אלו מאפיינים שעולים בקנה אחד עם ההשערה שהן אלו המשליכות שקי פוליפרופילן בים הפתוח.

לפי החוק הימי הבינ"ל חל איסור על השלכת פסולת פלסטיק מספינות לים (MARPOL Annex V), ועל כל ספינה לנהל "ספר פסולת" (Garbage Record Book) המתאר בפירוט מידע אודות כל פסולת שהושלכה או נשרפה. הוועדה להגנה על הסביבה הימית (MEPC) המליצה על הקמת מתקנים ייעודיים לקבלת פסולת (IMO, 2013) בנמלי המדינות החתומים על אמנת MARPOL, כך שיהיה ניתן ליישם חוק זה. לכן, יש אפשרות לברר האם ספינות שחשודות בהשלכת פסולת במהלך הפלגה אכן עשו זאת. הפיקוח נעשה בנמל היעד בעבור כל ספינה ללא תלות בדגל אותו היא נושאת (ע"פ תקנה 9 ב-MARPOL Annex V) ולכן ספינות שאינן עוגנות בישראל לא יכולות להיות מפוקחות ע"י המשרד להגנת הסביבה הישראלי (EMSA, 2012).

עם זאת, נדרשת אכיפה למניעת השלכת השקים ככל הנראה בלב ים. לשם כך יש צורך בשיתוף פעולה עם שיטור ימי בינ"ל בטרטוריות בהן לישראל אין סמכות אכיפה, או אזורי עם מדינות נמלי היעד. ניתן לנקוט באמצעים של פיצוי סביבתי ("המזהם משלם"), ככלי מדיניות למניעת האבדן של המגוון הביולוגי (Enetjärn et al., 2015).

• המשך ניטור נוכחות מיקרו, מזו ומאקרו פלסטיק במערכות עיכול של צבי ים

בעבודה זו נראתה נוכחות גורפת של חלקי פלסטיק שונים במערכות עיכול של צבי ים מתים, ירוקים וחומים, מכל הגדלים, אמנם מחקר זה אינו מקיף דיו והמדגם בו לוקה בחסר. על מנת להעריך את התופעה באופן שבו ניתן יהיה ללמוד עליה ועל השפעותיה על הסביבה והאדם, יש להמשיך בניטור נוכחות מיקרו, מזו



ומאקרו פלסטיק במערכות עיכול של צבי ים, שמתים לחופי ישראל, לאפיין את הפלסטיק שנמצא בדגימות ואת הצבים שנפגעים ביותר, ובעתיד לפעול למניעת המפגע.

• מחקר מקומי לנוכחות פתאלטים

נמצא כי נוכחות של פתאלטים ברקמות, גם של צבי ים, יכולה לשמש כדרך יעילה לאיתור עקבות מיקרופלסטיק בסביבה הימית. מחקר זה מצריך שיטות ייחודיות וסטריליות במיוחד להשגה ועיבוד הדגימות. מעבדות ספורות בישראל יודעות לעבוד בשיטות אלו. קיימת אפשרות לשלוח דגימות למעבדות בחו"ל. לשם עבודה זו לא הצלחנו להגיע לשיטותי פעולה מתאימים כדי לקבל תוצאות מקומיות, אך נשמרו דגימות של הרקמות המתאימות (כבד, שומן ושריר), שיתכן וניתן יהיה להפיק מהן תוצאות מהותיות. אנו ממליצים על דרך זו עבור בדיקה עתידית. השפעת חומרים אלו על בריאות האדם (Wang & Qian, 2021) מראה צורך אמיתי בניטורם ובמניעה של הגעתם אל הסביבה הימית, אם בשפכים או בפסולת פלסטיק, למען שמירה על בריאות הציבור.

דגימות הרקמות שנאספו יכולות לשמש גם לבחינת מתכות כבדות בצבי ים כביו-אינדיקטור לסביבה הימית בישראל. בבדיקת מעבדה ראשונית במעבדה לכימיה בחיא"ל הצליחו להפיק תוצאות ראשוניות, אנו ממליצים להמשיך בניטור זה עם הדגימות הקיימות ודגימות שיאספו בעתיד.

• הפחתה במקור של שימוש בפלסטיק

לעיתים הדרך הכלכלית, היעילה והטובה ביותר להימנע מהקשיים שבניהול פסולת היא להימנע מייצורה מלכתחילה. 60% מכל הפלסטיק שיוצר אי פעם נמצא במטמנות או בסביבה הטבעית. הכלכלה הכוללת פלסטיק צריכה לשאוף להיות מעגלית, בה מוצרי פלסטיק מיוצרים, מוחזרים ומוערכים לפי ערכי כלכלה ירוקה. כלכלה זו יכולה להתייבץ ולהפוך ליותר אחראית מבחינה חברתית וסביבתית (Borrelle et al., 2017). יש לשאוף לצמצם את השימוש בפלסטיק בכל תחומי החיים תוך קידום יוזמות להפחתה במקור ("אפס פסולת"), מחזור וקומפוסט. ניתן לאסור על מוצרים חד פעמיים, להוסיף את מחיר הפלסטיק למוצרי צריכה, ולשתף את הציבור בבחירת השיטות לניהול הפסולת ברמה מקומית ואזורית (Giusti, 2009).

• מודעות ציבורית

אחד הכלים המשמעותיים לצמצום פסולת, שמירה על הסביבה ועל מגוון המינים, ולהתנהלות מיטבית מול צבי ים במצוקה, הוא העלאת המודעות הציבורית. אנו מיחסים חשיבות רבה למעורבות הציבור בדיווח וחילוץ צבי ים פצועים ועושים מאמצים לערב קהל בשחרור צבים לאחר שיקום, שיתוף תקשורתי והעלאת תכנים משמעותיים לרשתות החברתיות. מעורבות ומודעות קריטיים להבנת הציבור את הסכנות הבריאותיות והאקולוגיות שיש לפלסטיק על מגוון צורותיו, ולקידום שינוי התנהגותי כלפי צריכת והשלכת מוצרים המכילים או ארוזים בו.



מקורות

- Aizenberg, I., King, R., Grundland, Y., & Levy, Y. (2013). *Blast Injury and Sea Turtles. Proc Int Conf Dis Zoo Wild Anim 2013*.
- Anastasopoulou, A., Mytilineou, C., Smith, C. J., & Papadopoulou, K. N. (2013). Plastic debris ingested by deep-water fish of the Ionian Sea (Eastern Mediterranean). *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 74, 11–13.
<https://doi.org/10.1016/j.dsr.2012.12.008>
- Barbosa-Filho, M. L. V., Seminara, C. I., Tavares, D. C., Siciliano, S., Hauser-Davis, R. A., & da Silva Mourão, J. (2020). Artisanal fisher perceptions on ghost nets in a tropical South Atlantic marine biodiversity hotspot: Challenges to traditional fishing culture and implications for conservation strategies: Ghost net impacts: Artisanal fisher perceptions and challenges to . *Ocean and Coastal Management*, 192(April).
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105189>
- Barnes, D. K. A., Galgani, F., Thompson, R. C., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1985–1998.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0205>
- Barreiros, J. P., & Raykov, V. S. (2014). Lethal lesions and amputation caused by plastic debris and fishing gear on the loggerhead turtle *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758). Three case reports from Terceira Island, Azores (NE Atlantic). *Marine Pollution Bulletin*, 86(1–2), 518–522. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.07.020>
- Borrelle, S. B., Rochman, C. M., Liboiron, M., Bond, A. L., Lusher, A., Bradshaw, H., & Provencher, J. F. (2017). Why we need an international agreement on marine plastic pollution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(38), 9994–9997. <https://doi.org/10.1073/pnas.1714450114>
- Botterell, Z. L. R., Beaumont, N., Dorrington, T., Steinke, M., Thompson, R. C., & Lindeque, P. K. (2019). Bioavailability and effects of microplastics on marine zooplankton: A review. *Environmental Pollution*, 245(2019), 98–110.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.065>
- Camedda, A., Marra, S., Matiddi, M., Massaro, G., Coppa, S., Perilli, A., Ruiu, A., Briguglio, P., & de Lucia, G. A. (2014). Interaction between loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) and marine litter in Sardinia (Western Mediterranean Sea). *Marine Environmental Research*, 100, 25–32. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2013.12.004>
- Carr, A. (1987). Impact of nondegradable marine debris on the ecology and survival outlook of sea turtles. *Marine Pollution Bulletin*, 18(6 SUPPL. B), 352–356.
[https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(87\)80025-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(87)80025-5)
- Casale, P., & Mariani, P. (2014). The first “lost year” of Mediterranean sea turtles: Dispersal patterns indicate subregional management units for conservation. *Marine Ecology Progress Series*, 498, 263–274. <https://doi.org/10.3354/meps10640>
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2588–2597.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>
- Cole, M., Pennie, L., Fileman, E., Halsband, C., Goodhead, R., Moger, J., & Galloway, T. S. (2013). Microplastic Ingestion by Zooplankton. *Environmental Science & Technology*, 47.12 (201).
https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es400663F?casa_token=6aZazzWYJ_YAAAAA:Go5PffLzutigSDKJk5ClwsLBz6PK0qe4YV1u60Tn13T2L8mSatiM2wwqVZfNL2xO2uEmrxnhd110
- Darmon, G., & Miaud, C. (2019). *Implementation of Indicators of Marine Litter Impacts on Sea Turtles and Biota*.



- Darmon, G., Miaud, C., Claro, F., Doremus, G., & Galgani, F. (2017). Risk assessment reveals high exposure of sea turtles to marine debris in French Mediterranean and metropolitan Atlantic waters. *Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, *141*, 319–328. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2016.07.005>
- Derraik, J. G. B. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: A review. *Marine Pollution Bulletin*, *44*(9), 842–852. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5)
- Duncan, E. M., Botterell, Z. L. R., Broderick, A. C., Galloway, T. S., Lindeque, P. K., Nuno, A., & Godley, B. J. (2017). A global review of marine turtle entanglement in anthropogenic debris: A baseline for further action. *Endangered Species Research*, *34*, 431–448. <https://doi.org/10.3354/esr00865>
- EMSA. (2012). *Addressing Illegal Discharges in the Marine Environment*.
- Enetjärn, A., Cole, S., Kniivilä, M., Hårklau, S. E., Hasselström, L., Sigurdson, T., & Lindberg, J. (2015). *Environmental Compensation*. <http://www.badiarp.gov.jo/>
- Fossi, M. C., Panti, C., Guerranti, C., Coppola, D., Giannetti, M., Marsili, L., & Minutoli, R. (2012). Are baleen whales exposed to the threat of microplastics? A case study of the Mediterranean fin whale (*Balaenoptera physalus*). *Marine Pollution Bulletin*, *64*(11), 2374–2379. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.08.013>
- Galgani, F. (2013). Framework Directive. *ICES Journal of Marine Science*, *70*(2013), 115–126.
- Galgani, François, Georg, H., & Thomas, M. (2015). Global Distribution, Composition and Abundance of Marine Litter. *Marine Anthropogenic Litter*, 1–447. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3>
- Gall, S. C., & Thompson, R. C. (2015). The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin*, *92*(1–2), 170–179. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.041>
- Giusti, L. (2009). A review of waste management practices and their impact on human health. *Waste Management*, *29*(8), 2227–2239. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.03.028>
- Gutiérrez-García, A. K., Flores-Kelly, J. M., Ortiz-Rodríguez, T., Kalixto-Sánchez, M. A., & De León-Rodríguez, A. (2019). Phthalates affect the in vitro expansion of human hematopoietic stem cell. *Cytotechnology*, *71*(2), 553–561. <https://doi.org/10.1007/s10616-019-00300-x>
- Hardesty, B. D., Good, T. P., & Wilcox, C. (2015). Novel methods, new results and science-based solutions to tackle marine debris impacts on wildlife. *Ocean and Coastal Management*, *115*, 4–9. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.04.004>
- Hepell, S. S. (1998). Application of Life-History Theory and Population Model Analysis to Turtle Conservation. *American Society of Ichthyologists and Herpetologists (ASIH)*, *2*, 367–375. <https://www.jstor.org/stable/1447430>
- Hornell, J. (1935). *Hornell 1935 Report on the fisheries of Palestine.pdf*. The Government of Palestine by the Crown Agents for the Colonies.
- IMO. (2013). *Guide to good practice for port reception facility providers and users* (Vol. 44, Issue MEPC.1/Circ.671/Rev.1).
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Ciencia*, *347*(6223), 768–771. <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.1260879> <https://www.sciencemag.org/lookup/doi/10.1126/science.1260352>
- Karian, Harutun, ed. *Handbook of polypropylene and polypropylene composites, revised and expanded*. CRC press, 2003.
- Kim, S., Kim, P., Lim, J., An, H., & Suuronen, P. (2016). Use of biodegradable driftnets to prevent ghost fishing: physical properties and fishing performance for yellow croaker. *Animal Conservation*, *19*(4), 309–319. <https://doi.org/10.1111/acv.12256>



- Krüger, T., Cao, Y., Kjærgaard, S. K., Knudsen, L. E., & Bonefeld-Jørgensen, E. C. (2012). Effects of phthalates on the human corneal endothelial cell line B4g12. *International Journal of Toxicology*, 31(4), 364–371. <https://doi.org/10.1177/1091581812449660>
- L.Eckert, K., P.Wallace, B., G. Frazier, J., A.Eckert, S., & C.H. Pritchard, P. (2008). Synopsis of the Biological Data on the Leatherback Sea Turtle (*Dermochelys coriacea*). *U.S. Fish & Wildlife Service, ISSN 2160-9498 Electronic ISSN 2160-9497*, 1–27. <http://library.fws.gov/BiologicalTechnicalPublications.html>
- Laist, D. W. (1997). *Impacts of Marine Debris: Entanglement of Marine Life in Marine Debris Including a Comprehensive List of Species with Entanglement and Ingestion Records* (Issue May). https://doi.org/10.1007/978-1-4613-8486-1_10
- Lawson, T. J., Wilcox, C., Johns, K., Dann, P., & Hardesty, B. D. (2015). Characteristics of marine debris that entangle Australian fur seals (*Arctocephalus pusillus doriferus*) in southern Australia. *Marine Pollution Bulletin*, 98(1–2), 354–357. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.05.053>
- Levy, Y. (2017). Eastern Mediterranean Sea turtle ecology and conservation: spatiotemporal patterns, fishing impacts, health diagnostics and husbandry. In *University of Haifa*. University of Haifa.
- Levy, Y., Frid, O., Weinberger, A., Sade, R., Adam, Y., Kandanyan, U., Berkun, V., Perry, N., Edelist, D., Goren, M., Bat-Sheva Rothman, S., Stern, N., Tchernov, D., & Gil, R. (2015). A small fishery with a high impact on sea turtle populations in the eastern Mediterranean. *Zoology in the Middle East*, 61(4), 300–317. <https://doi.org/10.1080/09397140.2015.1101906>
- Levy, Y., Keren, T., Leader, N., Weil, G., Tchernov, D., & Rilov, G. (2017). Spatiotemporal hotspots of habitat use by loggerhead (*Caretta caretta*) and green (*Chelonia mydas*) sea turtles in the Levant basin as tools for conservation. *Marine Ecology Progress Series*, 575, 165–179. <https://doi.org/10.3354/meps12146>
- Matiddi, M., Hochscheid, S., Camedda, A., Baini, M., Cocumelli, C., Serena, F., Tomassetti, P., Travaglini, A., Marra, S., Campani, T., Scholl, F., Mancusi, C., Amato, E., Briguglio, P., Maffucci, F., Fossi, M. C., Bentivegna, F., & de Lucia, G. A. (2017). Loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*): A target species for monitoring litter ingested by marine organisms in the Mediterranean Sea. *Environmental Pollution*, 230, 199–209. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.06.054>
- Mrosovsky, N., Ryan, G. D., & James, M. C. (2009). Leatherback turtles: The menace of plastic. *Marine Pollution Bulletin*, 58(2), 287–289. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.10.018>
- Pasternak, G., Zviely, D., Ariel, A., Spanier, E., & Ribic, C. A. (2018). Message in a bottle – The story of floating plastic in the eastern Mediterranean sea. *Waste Management*, 77(2018), 67–77. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.04.034>
- Rich, C., & Longcore, T. (2006). Ecological Consequences of Artificial Night Lighting. In *Island Press*.
- Robinson, A. R., Leslie, W. G., Theocharis, A., & Lascaratos, A. (2001). Mediterranean Sea Circulation. *Encyclopedia of Ocean Sciences*, 1689–1705. <https://doi.org/10.1006/rwos.2001.0376>
- Rochman, C. M., Tahir, A., Williams, S. L., Baxa, D. V., Lam, R., Miller, J. T., Teh, F. C., Werorilangi, S., & Teh, S. J. (2015). Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Scientific Reports*, 5(April), 1–10. <https://doi.org/10.1038/srep14340>
- Santos, R. G., Andrades, R., Boldrini, M. A., & Martins, A. S. (2015). Debris ingestion by juvenile marine turtles: An underestimated problem. *Marine Pollution Bulletin*, 93(1–2), 37–43. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.02.022>
- Savoca, D., Arculeo, M., Barreca, S., Buscemi, S., Caracappa, S., Gentile, A., Persichetti, M. F.,



- & Pace, A. (2018). Chasing phthalates in tissues of marine turtles from the Mediterranean sea. *Marine Pollution Bulletin*, 127(July 2017), 165–169. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.11.069>
- Savoca, D., Arculeo, M., Vecchioni, L., Cambera, I., Visconti, G., Melfi, R., Arizza, V., Palumbo, A., Buscemi, S., & Pace, A. (2021). Can phthalates move into the eggs of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta*? The case of the nests on the Linosa Island in the Mediterranean Sea ☆. *Marine Pollution Bulletin*, 168(April), 112395. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112395>
- Schuyler, Q., Hardesty, B. D., Wilcox, C., & Townsend, K. (2014). Global Analysis of Anthropogenic Debris Ingestion by Sea Turtles. *Conservation Biology*, 28(1), 129–139. <https://doi.org/10.1111/cobi.12126>
- Senko, J. F., Nelms, S. E., Reavis, J. L., Witherington, B., Godley, B. J., & Wallace, B. P. (2020). Understanding individual and population-level effects of plastic pollution on marine megafauna. *Endangered Species Research*, 43, 234–252. <https://doi.org/10.3354/esr01064>
- Suaria, G., & Aliani, S. (2014). Floating debris in the Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 86(1–2), 494–504. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.06.025>
- Tanaka, K., Takada, H., Yamashita, R., Mizukawa, K., Fukuwaka, M. aki, & Watanuki, Y. (2013). Accumulation of plastic-derived chemicals in tissues of seabirds ingesting marine plastics. *Marine Pollution Bulletin*, 69(1–2), 219–222. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.12.010>
- UNEP/MAP Athens, Greece, 2016. Integrated Monitoring and Assessment Programme of the Mediterranean Sea and Coast and related assessment criteria.
- Vasapollo, C., Virgili, M., Petetta, A., Bargione, G., Sala, A., & Lucchetti, A. (2019). Bottom trawl catch comparison in the Mediterranean Sea: Flexible Turtle Excluder Device (TED) vs traditional gear. *PLoS ONE*, 14(12), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216023>
- Vegter, A. C., Barletta, M., Beck, C., Borrero, J., Burton, H., Campbell, M. L., Costa, M. F., Eriksen, M., Eriksson, C., Estrades, A., Gilardi, K. V. K., Hardesty, B. D., Ivar do Sul, J. A., Lavers, J. L., Lazar, B., Lebreton, L., Nichols, W. J., Ribic, C. A., Ryan, P. G., ... Hamann, M. (2014). Global research priorities to mitigate plastic pollution impacts on marine wildlife. *Endangered Species Research*, 25(3), 225–247. <https://doi.org/10.3354/esr00623>
- Veiga, J.M., Fleet, D., Kinsey, S., Nilsson, P., Vlachogianni, T., Werner, S., Galgani, F., Thompson, R.C., Dagevos, J., Gago, J., Sobral, P. and Cronin, R.; 2016; Identifying Sources of Marine Litter. MSFD GES TG Marine Litter Thematic Report; JRC Technical Report; EUR 28309; doi:10.2788/018068
- Vélez-Rubio, G. M., Teryda, N., Asaroff, P. E., Estrades, A., Rodriguez, D., & Tomás, J. (2018). Differential impact of marine debris ingestion during ontogenetic dietary shift of green turtles in Uruguayan waters. *Marine Pollution Bulletin*, 127(December 2017), 603–611. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.12.053>
- Votier, S. C., Archibald, K., Morgan, G., & Morgan, L. (2011). The use of plastic debris as nesting material by a colonial seabird and associated entanglement mortality. *Marine Pollution Bulletin*, 62(1), 168–172. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.11.009>
- Wang, Y., & Qian, H. (2021). Phthalates and their impacts on human health. *Healthcare (Switzerland)*, 9(5), 1–9. <https://doi.org/10.3390/healthcare9050603>
- Witherington, B., Hirma, S., & Hardy, R. (2012). Young sea turtles of the pelagic Sargassum-dominated drift community: Habitat use, population density, and threats. *Marine Ecology Progress Series*, 463, 1–22. <https://doi.org/10.3354/meps09970>
- Wyneken, J. (2001). The Anatomy of Sea Turtles. *NOAA Technical Memorandum, NMFS-SEFSC*(January 2001).



חקר ימים ואגמים לישראל
ISRAEL OCEANOGRAPHIC &
LIMNOLOGICAL RESEARCH



המשרד להגנת הסביבה



רשת רפאים (2021). ה. ל. הטבע, & החצי הכחול, <https://mafish.org.il/reports-application/net/>

מידע-לדייג-עיקרי-תקנות-הדיג (1937). <https://www.parks.org.il/article/> פקודת הדיג, 1937
פתאלאטים (2014). www.health.gov.il



נספחים

נספח 1- פרוטוקול טיפול בדגימות צבי ים

לספירת מיקרו (>5מ"מ), מזו (25-2מ"מ) ומאקרו (>2.5ס"מ) פסולת ימית

שיר ששון, ד"ר יעל סגל

הערות כלליות בנוגע לכלל התהליך

*** תהליך הטיפול בצבים מוביל לריח חזק ולא נעים במעבדה ולכן יש להשתדל ככל הניתן לעבוד במנדף – בייחוד במהלך תהליך העיכול והייבוש.

** כל צב יקבל מס' חד ערכי (ID), כל איבר גוף וכל פרקציה יקבלו בנוסף מס' כלי (טופס לדוגמא לפתיחה). יש להכין כלים עם מכסים מזכוכית (כלים עמוקים ורחבים, כך שלא תאבד דוגמא בתהליך העיכול). יש לרשום את פרטי הדוגמא על הכלי בצידו ועל המכסה (שם הדוגמא, פרקציה, מס' כלי)

** כל העבודה תתרחש בכלים שאינם פלסטיק (זכוכית, אלומיניום, נירוסטה), למעט המשטפים ואלא אם אין ברירה.

הטיפול בצבים

פתיחה והפרדה לפרקציות לפי פרוטוקול האום 300,1000,5000 מיקרון. (0.5ס"מ, 0.1ס"מ, 0.3מ"מ) יש לנסות לפזר את הדוגמא ברחבי הכלי למניעת היווצרות של גושים.

אם יש הרבה צדפות, אבנים... - הרחפה במי מלח 1.2

- ממלאים את הכלי במי מלח (לפחות פי 3 מנפח הדוגמא) ומערבבים היטב
- שוטפים את שולי הכלי ומכסים
- משהים עד שהמים צלולים וכל הפרטים שקעו.
- מסננים את מי הים דרך נפה על פי הפרקציה.
- שוטפים היטב במים מתוקים מסוננים
- מעבירים את הדוגמא לכלי.

מייבשים את הדוגמאות (כשהכלים פתוחים) בתנור ב 40 צלסיוס.

אם יש ריבוי חומר אורגני או שלא ניתן להפריד את חלקיקי הMP מהחומר האורגני - עיכול עם מי חמצן.

@ תהליך העיכול מתרחש כולו בכלים סגורים

@ במהלך כל תהליך העיכול והטיפול בדוגמאות יש לשים לב לשימוש באמצעי המיגון הנחוצים.

- הוספת מי חמצן (לפחות שיכסה את הדוגמא כפול 2 בעומק + מעליה)
- ערבוב עדין של הדוגמא כך שמי החמצן יגעו בכל הפרטים שבכלי, כיסוי הכלי והשהייה במנדף עד למחרת.
- למחרת ערבוב נוסף של הדוגמא והכנסה לתנור ב-40 מעלות צלסיוס בכלים סגורים לפחות 8 שעות.
- סינון לפי פרקציית הגודל של הדוגמא ** יש לאסוף את מי החמצן בכלי ייעודי של waste
- שטיפת הדוגמא והנפה במים מסוננים היטב והעברת הדוגמא לצלחת פטרי עם מכסה (יש לרשום את פרטי הדוגמא על הכלי בצידו ועל המכסה: שם הדוגמא, פרקציה, מס' כלי)

ספירת דוגמאות מזו ומאקרו בעין.



ספירת דוגמאות מיקרו בבינוקולר.

הכנת מי מלח

בכוס של 3 ליטר, ממלאים 2750 מ"ל מים מוסיפים 960 גר' מלח גס – הוספה איטית (כשעה) תוך כדי ערבוב יש לערבב לפחות 8 שעות (לילה) - בסיום הערבוב אמורים להשאר גרגירי מלח שלא התמוססו. מדידת מליחות (1.2 ± 0.2 מיקרו"ג לסמ"ק כלורידים). סינון 0.7 מיקרון דרך מערכת ואקום.

ציוד

- נפות מתכת 500, 1000 מיקרון, סרגל עדיפות להלחמה של הפינות
- סקלפל (22+) ידית
- כף, כפית מתכת
- דפי דיגום- עט- לוח כתיבה
- מגשי נירוסטה
- תנור לייבוש הבדיקות
- מנדף
- פילטרים (0.7 מיקרון GFF)
- פינצטות שפיציות+ לפילטרים
- 202H
- מלח גס
- משקפי מגן
- כפפות לטקס
- חלוק כותנה
- טוש לא מחיק לסימון כלים
- כלי סגור (צנצנת) לפסולת חומצה
- כלים- כוס 3 ליטר, 1 ליטר, כוס 90 מ"ל, כוס 125 מ"ל, צלחות פטרי עם מכסים,
- נייר כסף
- מד מליחות
- מקל זכוכית לערבוב
- מגנט+ חכה, לוח מערבב



נספח 2- טבלת הצבים שנותרו לבדיקת פסולת במערכות העיכול

צב #	דגימה #	מין	זווג	נמצא חי/מת	תאריך מציאה	מיקום	סיבת הפגיעה	קבוצת גיל	סביבת מציאה	משקל (ק"ג)	CCL-a (מ"מ)	תאריך המוות	זמן טיפול	תאריך נתיחה
T1	MPB 91	חום		חי	14/05/2021	ליד נמל חיפה	חוס דג במעי העיכול	Adult	צף ביים	49.58	74.5	20/05/2021	6	27/07/2021
T3	MPB 89	חום	נקבה	חי	07/06/2021	קריית חיים	פגיעת ראש	Adult	צף ביים	37.84	76	16/06/2021	9	27/07/2021
T4	MPB 90	חום		חי	14/04/2021	חיפה	הסתככות בחוטי דג	Subadult	ביים	36.9	68	29/04/2021	15	27/07/2021
T5	MPB 100	חום	N/A	חי	08/10/2020	הרצליה	N/A	Hatchling	נפלט לחוף	0.19	5	12/10/2020	4	
T6	MPB 98	חום	N/A	חי	04/10/2020	אשדוד	נשיכה מסוּף	Post-Hatchling	נפלט לחוף	0.37	N/A	06/10/2020	2	
T8	MPB 101	חום	N/A	חי	12/07/2020		N/A	Post-Hatchling	נפלט לחוף	N/A	N/A	-	0	
T9	MPB 92	ירוק	נקבה	מת	22/07/2021	החותרים	N/A	Juvenile	נפלט לחוף	N/A	N/A	-	0	
T10	MPB 97	חום	N/A	חי	08/10/2020	בת ים	נשיכה מסוּף	Post-Hatchling	נפלט לחוף	0.22	5.3	14/10/2020	6	
T11	MPB 93	חום	זכר	מת	21/08/2021	קיסריה	N/A	Adult	נפלט לחוף	27.14	63	-		22/09/2021
T12	MPB 94	חום	נקבה	מת	29/08/2021	תל אביב	N/A	Adult	נפלט לחוף	46.48	71	-		22/09/2021
T13	MPB 95	חום	N/A	חי	20/08/2021		N/A	Juvenile	נפלט לחוף	4.4	16	13/08/2021	0	22/09/2021
T14	MPB 99	ירוק	N/A	מת	18/08/2021	אשדוד	N/A	Juvenile	נפלט לחוף	N/A	18	-		
T15	MPB 105	ירוק	N/A	מת	03/09/2021	אבזיב	N/A	Juvenile	נפלט לחוף	2.525	30	-		28/12/2021
T16	MPB 106	ירוק	N/A	מת	30/08/2021	אבזיב	N/A	Juvenile	נפלט לחוף			-		28/12/2021
T17	MPB 96	חום	N/A	חי	08/09/2021	חוף גלים	N/A	Juvenile	נפלט לחוף	0.26	14	08/09/2021	0	22/09/2021
T18	MPB 102	חום	זכר	מת	11/09/2021	נווה ים	N/A	Adult	נפלט לחוף	37.74		-		22/09/2021
T19	MPB 103	חום	נקבה	מת	10/09/2021	שושנת העמקים	N/A	Adult	נפלט לחוף	24.42	60.5	-		22/09/2021
T20	MPB 107	ירוק	N/A	חי			N/A	Juvenile	נפלט לחוף	1445	22	-		28/12/2021
T22	MPB 104	ירוק	N/A	מת	24/11/2021	הבוניים	N/A	Juvenile	נפלט לחוף	5.9		-		28/12/2021
T23	MPB 108	חום		חי			N/A	Juvenile	ביים	23	26	-		28/12/2021
T25	MPB 109	חום	נקבה	חי	08/12/2021	אשדוד	טביעה במכמורת	Adult	ביים	29.83	65	09/12/2021	1	28/12/2021
T26	MPB 110	חום	נקבה	חי	09/12/2021	אבזיב	טביעה וקום	Adult	נפלט לחוף	19.775	56	09/12/2021	0	28/12/2021