

**אוניברסיטת תל-אביב  
הפקולטה למדעי החיים ע"ש ג'ורג' ס. וייז  
המדרשה לתארים מתקדמים**

**אקולוגיה משווה של דגי דקר  
(Epinephelinae, Serranidae) בבית  
הגידול הסלעי הרדוד בחוף הים התיכוני  
בישראל.**

**חיבור זה הוגש לקראת תואר "מוסמך אוניברסיטה"  
במסלול לזואולוגיה באוניברסיטת תל-אביב**

**על ידי**

**אנדרי אהרונוב**

**העבודה הוכנה במחלקה לזואולוגיה של אוניברסיטת תל-אביב**

**בהנחיית**

**דוקטור מנחם גורן**

**24/11/2002**

## תודות

למנחם גורן, שהנחה את עבודתי, תודה לך על התמיכה האיתנה לאורך כל תקופת העבודה, על החופש שנתת לי בנושא המחקר, על עצותיך המועילות והרוח הטובה שנשבה מהן.

ללב פישלזון, שליווה את עבודתי כיועץ, תודה לך על הידע שבו העשרת אותי, על הזמן הרב שהקדשת לנושא, על הסבלנות הרבה שגילית, ועל התלהבותך הממריצה שחיזקה את כוחי, וכמובן תודה גדולה על הציוד שעזר לי כל כך.

לגל אריאלי- הפקח בשמורת ראש הנקרה- תודה לך על העזרה הרבה, הסבלנות, ההתלהבות, וכמובן שגם על ציוד הצילום התת-מימי שאפשר את התיעוד המצולם הראשון של התקבצותם הרבייתית המופלאות של הדקרים בים התיכון, בשמורת הטבע שלשלומה אתה ערב.

אני מודה לאורן סונין מאגף-הדייג על העזרה, העצות, והעידוד בתחילת הדרך וכמובן שגם על השימוש בציוד המעבדה, שעזר לי כל-כך.

בראשות שמורת הטבע והגנים, ברצוני להודות לראובן אורטל, שעזר לנו לצאת מהבוץ... ולדודו זכאי שהשאיל את הציוד לצילום התת-מימי.

תודה גדולה לדימה שולץ, ונורית לוי על הזמן והכוחות שהשקיעו בעריכת הווידיאו. תודה לבלה גליל, דב רוזן, לדניאלה, ולעדנה מחקר ימים ואגמים על עזרתם המגוונת בקידום המחקר. תודה לפרוייקטנטים אלן דניאל ושירלי שרון על עבודתם המסורה והסבלנית. לרוויטל מהמוזאון, תודה על השכתובים, העצות והאסרטיביות. למרים וולברג, לאורי אורון, לאפרת פיין וללידיה-תודה רבה על העזרה בהיסטולוגיה.

תודה לכול צוות המוזיאון, ולצוות התלמידים של מנחם גורן שעזרו לכול אורך הדרך. תודה לוורדה וכסלר על העזרה עם הווידיאו. ולאילנה גלרנט תודה על העזרה עם הסטטיסטיקה.

אך יותר מכל.. אני מודה לבת-זוגי ליאת ולבני כרמל, על שהיו אתי לאורך כל הדרך.

# תוכן העניינים

8.....	<b>תקציר</b>
10.....	<b>מבוא</b>
10.....	רקע כללי
10.....	רביית הדקרים
12.....	השפעת הדייג על אוכלוסיות הדקרים
13.....	דקרים בים התיכון
15.....	דקר סלעים
15.....	גדילה
15.....	רבייה
16.....	תזונה
16.....	השפעת הדייג
17.....	דקר אלכסנדרוני
17.....	גדילה
17.....	רבייה
18.....	נדידה
18.....	השפעת הדייג
18.....	דקרנית אדומה
19.....	<b>שיטות</b>
19.....	אתרי המחקר
19.....	שמורת הטבע הימית באכזיב-ראש-הנקרה
19.....	אתרים מעכו ועד תל אביב
20.....	תצפיות ואיסוף דגים
21.....	תאריכים
21.....	ניתוח הדגים ושימור (גונאדות, תכני קיבה ואוטוליטים)
21.....	קביעת זווית ודרגת הבשלות
22.....	האינדקס הגונדיאלי (GSI) לשחלות ואשכים
22.....	פוטנציאל הטלה
23.....	עונות, אתרי הרבייה, וצפיפויות הדקרים באתרי רבייה
23.....	גיל וגדילה
24.....	תזונה ע"פ תכולות קיבה
24.....	השוואת שלל דייג בין שמורת הטבע לבין אתרים מותרים לדייג
24.....	דווחי דייגים
26.....	<b>תוצאות</b>
26.....	כללי
26.....	דקרנית אדומה

29	דקר סלעים
32	דקר אלכסנדרוני
33	התקבצויות רבייה שמשותפות לכמה מיני דקרים
34	השוואת שלל דייג ברובה תת-מימי, בין שמורת הטבע לבין אתרים מותרים לדייג
34	גדילה
35	הקשר בין הגיל לאורך בשלושת מיני הדקרים
36	הקשר בין המשקל לגיל
37	הקשר שבין האורך למשקל בשלושת מיני הדקרים
39	היבטי רבייה
40	הקשר בין זוויג לאורך
41	הקשר בין זוויג לגיל
43	דרגת בשלות
45	בגרות מינית
45	עונת רבייה
47	GSI אשכים בהשוואה לשחלות
48	פוריות
49	תזונה
51	דווחי דייגים, הדגים בצלילה באמצעות רובה תת-מימי
53	<b>דיון</b>
53	השוואה בין ממצאי המחקר לגבי אוכלוסיות שלוש המינים בישראל לנתוני הספרות
53	הדקרנית האדומה
57	דקר סלעים
63	דקר אלכסנדרוני
66	השוואת קצבי הגידול בין האוכלוסיות שבתוך האגן המזרחי
66	השוואת תזונה בין שלוש המינים
67	השוואת עונות והתקבצויות הרבייה בשלושת המינים
67	תחרות הזרע למול הבדלים אנטומיים והתנהגותיים בין מיני דקרים
72	בחינת השפעתו של הדייג על הדקרים שבחופינו
72	פחיתת הדקרים בהשפעת הדייג
73	הבדלים במידת הפחיתה בין שלוש המינים
73	פגיעת הדייג בהתקבצויות הרבייה
73	ירידה באורכים וגילאים מרביים של הדקרים
	ירידה בממדי חילוף הזוויג ובפוטנציאל הרבייה בדקר סלעים ובדקר אלכסנדרוני בעקבות
74	דייג
74	ירידה בפוטנציאל הרבייה של נקבות דקר סלעים ודקר אלכסנדרוני
75	סלקטיביות הדייג לזכרים
75	פגיעת הדייג בפוטנציאל הגיוס של הדקרים בחופינו
75	אינדקס רגישויות להכחדה מקומית בשלושת המינים

79	סיכום .....
81	רשימת ספרות .....

## רשימת איורים

	איור 1. דקרניות אדומות בהתקבצות רבייה
28	איור 2. דקרניות אדומות בהתקבצות רבייה .....
	איור 3. דקרי סלעים בהתקבצות רבייה
31	איור 4. דקר סלעים בהתקבצות רבייה .....
	איור 5. דקר סלעים בהתקבצות רבייה
31	איור 6. דקר סלעים בהתקבצות רבייה .....
35	איור 7. חתך רוחב באוטוליט של דקר סלעים שגילו +3 שנים .....
35	איור 8. חתך רוחב באוטוליט של דקר סלעים שגילו +11 שנים .....
36	איור 9. הקשר שבין אורך לגיל בדקרנית אדומה .....
36	איור 10. הקשר שבין אורך לגיל בדקר סלעים .....
36	איור 11. הקשר שבין אורך גיל בדקר אלכסנדרוני .....
37	איור 12. הקשר בין המשקל לגיל בשלושת מיני הדקרים .....
38	איור 13. יחס אורך-משקל של דקרנית אדומה .....
38	איור 14. יחס אורך-משקל של דקר סלעים .....
38	איור 15. יחס אורך-משקל של דקר אלכסנדרוני .....
	איור 16. חתך היסטולוגי בשחלה לא בשלה.
39	איור 17. חתך היסטולוגי בשחלה בשלה .....
	איור 18. חתך היסטולוגי בגונאדה מחליפת זויג.
39	איור 19. חתך היסטולוגי באשך .....
40	איור 20. הקשר בין זויג לאורך בדקרנית אדומה .....
40	איור 21. הקשר בין זויג לאורך בדקר סלעים .....
41	איור 22. הקשר שבין זויג לאורך בדקר אלכסנדרוני .....
41	איור 23. הקשר שבין זויג וגיל בדקרנית האדומה .....
42	איור 24. הקשר שבין זויג לגיל בדקר סלעים .....
42	איור 25. הקשר שבין זויג וגיל בדקר האלכסנדרוני .....
44	איור 26. חתך היסטולוגי בשחלה שאינה בשלה .....

איור 27 . חתך היסטולוגי בשחלה בתחילת ההבשלה.	44
איור 28 . חתך מקרוסקופי בשחלה בשלבי בשלות מתקדמים.	44
איור 29 . חתך היסטולוגי בשחלה בעיצומה של רבייה.	44
איור 30 . הקשר בין GSI השחלות לדרגת הבשלות ולתאריך, בדקרנית האדומה.	46
איור 31 . הקשר בין GSI השחלות לדרגת הבשלות ולתאריך, בדקר סלעים.	46
איור 32 . הקשר בין GSI השחלות לדרגת הבשלות ולתאריך, בדקר אלכסנדרוני.	46
איור 33 . השינויים בערך ה GSI של שני הזוויגים לאורך עונות השנה בדקרנית האדומה.	47
איור 34 . שינויים בערך ה GSI של שני הזוויגים לאורך עונות השנה בדקר סלעים.	47
איור 35 . השינויים בערך ה GSI של שני הזוויגים לאורך עונות השנה בדקר האלכסנדרוני.	47
איור 36 . הקשר בין מספר הביצים למשקל הגוף בדקרנית האדומה.	48
איור 37 . הקשר בין מספר הביצים למשקל הגוף בדקר סלעים.	48
איור 38 . הקשר בין מספר הביצים למשקל הגוף בדקר האלכסנדרוני.	49
איור 39 . אחוז משקלי של הטקסונים השונים בתכולות הקיבה של דקרנית אדומה.	50
איור 40 . אחוז משקלי של הטקסונים השונים בתכולות הקיבה של דקר סלעים.	50
איור 41 . האחוז המשקלי של הטקסונים השונים בתכולות הקיבה של דקר אלכסנדרוני.	50
איור 42 . חישוב אורכו של דקר סלעים שנלכד בחופי עזה בתחילת 1990.	52
איור 43 . השוואת קצבי גידול של דקרנית אדומה בין ישראל לדרום מזרח טוניס.	55
איור 44 . השוואת קצבי גידול של דקרי סלעים בים התיכון.	58
איור 45 . השוואת מימדי חילוף הזוויג בין אוכלוסיית דקרי הסלעים בישראל ל LAMPEDUSA.	60
איור 46 . השוואת קצבי הגידול של דקר אלכסנדרוני בין ישראל מצריים ודרום מזרח טוניס.	64
איור 47 . הקשר שבין "עוצמת תחרות הזרע" לטווח החפיפה שבין אורכי הזוויגים בדקרים.	70

## רשימת טבלאות

טבלה 1 . הצגת תאריכי הקיצון, ומספר הדגים בהתקבציות הרבייתיות שבראש-הנקרה.	28
טבלה 2 . הצגת תאריכי הקיצון, ומספר הדגים בהתקבציות הרבייתיות שבגבעת אולגה.	28
טבלה 3 . השוואה בין שלל שלושת המינים ליום דייג בין השמורה לאתרים בהם הדייג מותר.	34
טבלה 4 . נתוני ממוצעי האורך והגיל לזכרים ולנקבות בשלושת מיני הדקרים.	43
טבלה 5 . תחילת הבגרות המינית בשלושת מיני הדקרים.	45
טבלה 6 . פירוט חלקם המשקלי והמספרי של הטקסונים השונים בשלושת מיני הדקרים.	49
טבלה 7 . השוואה בין התקבצויות רבייה של דקר סלעים בים התיכון.	62
טבלה 8 . המדד היחסי ל"עוצמת תחרות הזרע" בחמישה מיני דקרים.	68
טבלה 9 . המדד היחסי לטווח החפיפה היחסי שבין אורכי הזוויגים בחמישה מיני דקרים.	69

טבלה 10 . סיכום המאפיינים המשתנים, ככל שמשתנה עוצמת תחרות הזרע בשישה מיני דקרים. 71  
טבלה 11 . אינדקס רגישויות להכחדה מקומית. 78.....

## **רשימת נספחים**

נספח 1. פירוט ימי הדייג והתצפיות ע"פ אתרים ותאריכים. 88.....  
נספח 2. פירוט מספר הפרטים שנלכדו מכל אחד מהמינים בכל אחד מהאתרים. 89.....  
נספח 3. פירוט המשקל הכולל ב ק"ג מכל אחד מהמינים בכל אחד מהאתרים. 89.....

## תקציר

עבודה זאת עוסקת בשלושה מינים של דקרים שנמצאים בבית הגידול הסלעי הרדוד שבחופינו. בני תת-המשפחה Epinephelinae שבמשפחת Serranidae מונים 15 סוגים הכללים כ 160 מינים. מרבית המינים נפוצים באזורים הטרופיים והסוב-טרופיים. הדקרים הם טורפי על בנטוניים מאריכי חיים שקשורים לרוב לקרקעית ממצע קשה. מרבית מיני הדקרים הם מחליפי זווית קדם נקביים, כך שברובם ממוצעי הגילאים והאורכים של הזכרים גדול משל הנקבות, ומספרם של הזכרים נמוך פי כמה ממספרן של הנקבות. במינים רבים של דקרים נצפו התקבצויות רבייה שבמהלכן התקבצו מאות דגים באתרים ותאריכים קבועים לצורך רבייה. דקרים ידועים ברגישותם לדייג כנראה בגלל מאפייניהם הביולוגיים היחודיים, 18 מיני דקרים הוכרזו כמינים בסכנת הכחדה ואוכלוסיות דקרים רבות עברו פחיתה קשה ופגיעה בפוריות האוכלוסייה תוך עשור עד שניים. שיטת דייג חדשה יחסית- דייג ברובה תת-מימי- נמצאה יעילה והרסנית במיוחד. במסגרת המחקר, במהלך השנים 1999-2001 נידוגו סה"כ 424 פרטים משלושת המינים (דקרנית האדומה, דקר סלעים, ודקר אלכסנדרוני) מתוכם 395 בעזרת רובה תת-מימי בבית הגידול הסלעי הרדוד שבחופינו (>18 מ') ב 7 אתרים שבין חוף ת"א לשמורת הטבע הימית "אכזיב ראש-הנקרה". בדגים שנלכדו נבדקו הפרמטרים הבאים: אורך, משקל, גיל, זווית, דרגת בשלות, ותזונה. במהלך אביב 2002 נערכו צילומי ווידאו באתר התקבצות רבייתית בראש-הנקרה שבה נכחו שלושת המינים.

מתוך השוואת קצבי הגידול של שלושת המינים בין ישראל ודרום טוניס עולה כי באוכלוסיות של שלושתם הדגים בישראל ארוכים יותר במרבית קבוצות הגיל. מצאנו כי אורכם של דקרי הסלעים והדקרים האלכסנדרונים דומים בכל קבוצות הגיל בין ישראל למצריים, ואילו בדקר סלעים מצאנו כי הדגים בישראל קצרים ברוב קבוצות הגיל מהדגים שבאגן המערבי של הים התיכון.

הממצא המעניין ביותר מבחינת התזונה נוגע לדקרנית האדומה. נימצא כי הסיכוי המשווים שהוא מהגר ים סופי שמרכיב כ 70% מתזונתה (בניגוד לדקר סלעים ולדקר האלכסנדרוני שחלקו בתזונתם הוא 20%). מכיוון שהסיכוי המשווים נפוץ מאוד ואוכלוסייתו מרכיבה כשליש מהביומסה בבית הגידול הסלעי הרדוד הסקנו כי הזנתה של הדקרנית נעדרת תחרות יחסית לשני מיני הדקרים האחרים.



מצאנו כי עונות הרבייה בשלושת המינים שונות אך קיימת חפיפה בין הרבייה של שלושתם במהלך מאי ויוני. באותה תקופת מתרחשות התקבצויות הרבייה של שלושתם, אם כי הדקרנית מתחילה להתקבץ לצורך רבייה כבר מאמצע החורף.

מתוך השוואת נתוני המחקר עם פרמטרים של *Epinephelus guttatus* ב La-Parguera ושל *Epinephelus streatus* ב איי- Cayman הראנו קשר מובהק בין גודלם היחסי של האשכים לבין תחום החפיפה שבין הזוויגים, כלומר ככל שמין הדקר מאופיין באשכים שמשקלם היחסי גדול יותר (תחרות זרע חזקה) אורכי הזכרים יהיו קרובים יותר לאלו של הנקבות לעומת זאת כשתחרות הזרע מעטה (האשכים הבשלים קטנים יחסית) הזכרים יהיו ארוכים מהנקבות. התוצאה הנ"ל תומכת בדגם שהציעו, Sadovy et al. (1994b). בהמשך מצאנו דגם ללא חריגות של מאפיינים התנהגותיים ברבייה שמשתנים ככל שמשתנה עוצמת תחרות הזרע בדקרים האגרגטיביים הללו, בדיוק לפי הדגם שהציע, Sadovy et al. (1994b).

השווינו את מידת הרגישות של שלושת המינים לסכנת הכחדה בחופינו בדומה לדגם בו הציגו Morris et al. (2000) אינדקס של רגישויות לדייג ל תת- המשפחה Epinephelinae. אנו השתמשנו בהבחנות שמבוססות על ההבדלים במאפיינים ביולוגיים ואנטרופוגניים שמאפיינים ומשפיעים על האוכלוסיות של שלושתם בחופינו. מתוך השוואה זאת התקבלה תחזית שצופה כי בתנאי דייג לא מבוקר, המין הראשון שצפוי לעבור הכחדה מקומית הוא דקר אלכסנדרוני, לאחר מכן דקר סלעים ואחרונה שצפויה להיפגע היא דקרנית אדומה.

מתוצאות המחקר מסתבר כי אכן מתרחשת פחיתה שגובלת בהכחדה מקומית באוכלוסיית דקר אלכסנדרוני, יש פגיעה קשה באוכלוסיית דקרי הסלעים, לעומת זאת הפגיעה ב אוכלוסיית דקרנית אדומה היא קטנה יחסית אך בכל זאת ניכרת היטב באזורים שבהם מתקיים דייג נמרץ ברובה תת-מימי.

# מבוא

## רקע כללי

דגים בני בת-המשפחה Epinephelinae (במשפחת Serranidae) מונים 15 סוגים הכוללים כ- 160 מינים. הגדולים שבהם מגיעים לאורך של למעלה משני מ' ומשקלם כמה מאות ק"ג ואילו הקטנים שבהם אורכם כמה עשרות ס"מ ומשקלם כמה מאות גרם. אלו הם דגים קשורי קרקעית הנפוצים באזורים הטרופיים והסובטרופיים בכל הימים. מרבית המינים מצויים בסביבות שוניות אלמוגים, חלקם על קרקע סלעית, שפכי נחלים וקרקעות רכות. רוב מיני הדקרים מצויים במים רדודים מ-100 מ' ורק מינים בודדים ניתן למצוא גם בעומקים עד ל 500 מ'. הדקרים הם מבין טורפי-העל בבתי הגידול בהם הם נמצאים. טרפם מורכב בעיקר מדגים, סרטניים ודיונוניים, אך הדקר *Epinephelus undulosus* ניזון בעיקר מפלאנקטון. מרבית הדקרים הם דגים סוליטריים וישיבים, למרות זאת נצפו התקבצויות עונתיות ונדידות ארוכות טווח במינים רבים. גדילתם והתבגרותם איטיים, כך לדוגמא נקבות של דקר סלעים (*Epinephelus marginatus*) מגיעות לבגרות מינית בגיל 6-8 שנים ובאורכים שבין 44-53 ס"מ TL, ואילו הזכרים הראשונים מופיעים בגיל 16 שנים ובאורך של 85 ס"מ (Heemstra & Randal, 1993).

## רביית הדקרים

מרבית מיני הדקרים שנבדקו התגלו כ הרמפרודיטים פרוטוגיניים (Gilmore & Jones 1992; Heemstra & Randal, 1993; Shapiro et al., 1993b; Shapiro et al., 1994; מתחילים את חייהם כנקבות שבהמשך חייהם הופכות לזכרים, אולם במינים *Epinephelus striatus* ו *Epinephelus itajara* התגלו לצד ההרמפרודיטיות גם זכרים גונוכוריסטים (Sadovy et al., 1994b; Sadovy & Colin, 1995). במרבית המינים ממוצעי הגילאים והאורכים של הזכרים גדול משל הנקבות, ומספרם של הזכרים נמוך פי כמה ממספרן של הנקבות הבוגרות (Heemstra & Randal, 1993). נמצא כי בעונות

הרבייה דקרים ממינים שאורכם עולה על 30-40 ס"מ מתקבצים לצורך רבייה (Coleman et al., 1996).

רוב ההתקבצויות שנבדקו מתרחשות בתאריכים קבועים (לרוב תלויי ירח) למשך ימים עד שבועות, לעיתים בכמה מחזורים בשנה- התופעה מוכרת בשם "התקבצות (אגרגציה) רבייה"

(Bullock & Murphy, 1994; Colin, 1992; Colin et al., 1987; Gilmore & Jones, 1992; Hermelin et al., 1995; Sadovy et al., 1994b; Shapiro et al., 1993b; Shapiro et al., 1993a; Tucker et al., 1993). הצפיפויות שנמדדו בהתקבצויות הרבייה עולות עשרות ומאות מונים על הצפיפויות הרגילות באתרים (Gilmore & Jones, 1992; Shapiro et al., 1993a; Zabala et al., 1997). ההתקבצות באתר רבייה יכולה לכלול יותר ממין אחד של דקרים בו זמנית (Bullock & Murphy, 1994; Colin, 1992; Sadovy et al., 1994b). חלק מהמינים נודדים מרחקים ניכרים לאתרי הרבייה (Aguilar & Aguilar, 1996; Coleman et al., 1996; Waschkevitz & Wirtz, 1990). Colin (1992) גילה פרטים של *E. striatus* שנדדו עד 250 ק"מ לאתר רבייה. במינים רבים במהלך החיזור והרבייה התגלה משחק צבעים בשני הזוויגים (Colin, 1992; Gilmore & Jones, 1992; Zabala et al., 1997b).

ע"פ Sadovy et al. (1994a) גונדות בשלות נראות בדקרים תקופה ארוכה יותר מאשר תקופת הרבייה הנצפית בהתקבצויות, אך לא ברור אם רבייה מתקיימת מחוץ להתקבצויות. ההפריה מתרחשת ברוב המינים בזוגות-זכר אחד מפרה קבוצה של נקבות בזו אחר זו אחת בכל פעם (פוליגמיות). יוצא דופן הוא *E. striatus* המקיים הפריה קבוצתית בה קבוצה של זכרים ונקבות פולטים תאי מין בבת אחת (3-25 פרטים), (Sadovy et al., 1994b). ע"פ Bouain & Siau (1983) ו Marino et al. (2001) יש ראיות לרבייה בגלים ע"פ הבשלה סינכרונית של קבוצות תאי ביצה בגונאדות בשלות. לאחר ההטלה וההפריה הביצים צפות במי הים, ומהן בוקעות לרוות בעלות כושר שחייה השווה בגוף המים 25-60 יום (Heemstra & Randall, 1993). מחזור חיים הכלל שלבים של ביצים ולרוות פלגיות בעלות כושר שחייה טוב מאפשר תפוצה למרחקים של מאות ק"מ (Huntsman & Schaaf, 1994). בסיום השלב הפלגי מתיישבים הדקרים הצעירים בבתי הגידול המתאימים לעיתים באתרים ייחודיים ובצפיפות (Battiato, 1983; Bennett, 1986; Colin et al. 1997; Eggleston, 1995; Smale, 1986).

מעבודתו של Colin et al., (1997) עולה כי לאריות של *E. striatus* התיישבו לאחר 37-45 ימים מבקיעתן ושקצב גידולן משך 5 החודשים הראשונים לחייהן עומד על כ- 0.3 מ"מ SL ליום.

## השפעת הדייג על אוכלוסיות הדקרים

מאמצע שנות השמונים החלו להופיע דיווחים על פחיתה של אוכלוסיות הדקרים ברחבי העולם. ע"פ הערכות של רוב החוקרים הפגיעה בדקרים נגרמת בעיקר כתוצאה מדייג יתר וואו דייג בהתקבצויות רבייה. (Bennett, 1986; Brusle & Brusle, 1976; Bullock & Murphy, 1994; Coleman et al., 1996; Francour, 1994; Gracia & Zabala, 1990; Heemstra & Randall, 1993; Hermelin & Robert, 1992; Hermelin et al., 1995; Kara & Derbal, 1995; Sadovy et al., 1994b; Sadovy et al., 1994a; Relini et al., 1989; Zabala et al., 1997b).

בעקבות זאת הוכרזו ע"י ה-IUCN שמונה עשרה מיני דקרים בסכנת הכחדה ומינים נוספים מוגדרים כמועמדים לתואר זה. Coleman et al., (1996) טוענים כי באתרים שבהם מתקיים דייג ברובי צלילה מתרחשת ירידה של דקרים לעומקים שמחוץ להישג ידם של הצוללנים הדייגים. על-פי Shapiro et al., (1993a) ו Sadovy et al., (1994b) דייג דקרים ברובה תת מימי יעיל לפחות כמו הדייג במערכי חכות ויעילותו גבוהה ביחוד באגרגציות רבייה. ע"פ Heemstra & Randall (1993) רגישותם היחסית של הדקרים לדייג נובעת מהגורמים הבאים: גדילה איטית, התנהגות טריטוריאלית, היותם מחליפי זווית, ונטייתם ליצור התלהקויות צפופות בעונות הרבייה. נוסף לאפקט הכללי של דייג יתר על הפחיתה באוכלוסיות הדקרים, מניחים חוקרים שונים כי הדייג גורם לירידה בפוטנציאל הגיוס בגלל שהוא סלקטיבי לפרטים הגדולים (הזכרים) ולהתקבצויות הרבייה (Bullock & Murphy, 1994; Coleman & Koenig, 1996; Huntsman & Schaaf, 1994). הסתבר שפוטנציאל הגיוס בקרב דקרים עשוי לרדת ל 5% מערכו הטבעי בעקבות דייג לא מבוקר (Huntsman & Schaaf, 1994). לאורך חלק מחופי איטליה וצרפת שסבלו מתופעת הקטנת אוכלוסיית הדקרים יש ניסיונות לשקם את האוכלוסייה

המקומית של דקר סלעים על ידי פעולות יזומות (Hermelin & Robert, 1992; Spedicato et al., 1995).

Beets & Friedlander (1999) מדווחים כי לאחר איסור הדייג באתר אגרגציה של *E. guttatus* עלתה פרופורציית נקבות: זכרים מ 1:15 ב 1988 ל 1:4 בשנת 1997 וכי באותו זמן אורך דג ממוצע עלה בהתאם מ 29 ס"מ SL ל 39.5 ס"מ SL. ע"פ Harris & Collins (2000) שמורות הן הדרך הטובה ביותר ליצוב האוכלוסיות של דקרים. בשמורת Ustica שבסיציליה נמצא כי אפקט השמורה על מיני יעד לרובה תת-מימי (ובראשם הדקרים) גבוהה במיוחד La Mesa & Vacchi, (1999).

## דקרים בים התיכון

הים התיכון ידוע בדלותו היחסית בנוטריינטים, מחולק לשני אגנים (אגן מערבי שנמצא מערבית לקו שבין דרום סיציליה וצפון טוניס, ואגן מזרחי שנמצא מזרחית לאותו קו). באגן המערבי טמפ' המים נע בין  $10^{\circ}\text{C}$  ל  $25^{\circ}\text{C}$ , ומוצאם של רוב בעלי החיים שבו הוא אטלנטי (Golani, 1998; Por, 1989). לעומת זאת באגן המזרחי טמפ' המים עולה ככל שמתקדמים מזרחה, כאשר בחופי הלבאנט הוא מגיעה לשיא:  $16^{\circ}\text{C}$  ל  $31^{\circ}\text{C}$  (טווחי הטמפ' בחופינו לקוחים מתוך נתונים לא מפורסמים של דב רוזן חקר ימים ואגמים חיפה). מלבד טמפרטורת המים הגבוהה שבו מאופיין אזור זה של האגן בנוכחות מאסיבית של מהגרים ים-סופיים. מהגרים אלה היוו בשנת 1985 36% משלל הדייג (Por, 1989), וכיום הם מהווים כ 50% מביומאסת דגי הליטוראל בחופי ישראל (Goren & Galil, 2001). ככל שמתרחקים מערבה וצפונה לחופינו קטן חלקם של המהגרים הים סופיים (Golani, 1998; Por, 1989). קיימת תיאוריה לגבי האגן המזרחי-Levantine nannism (שמבוססת על תצפיות במינים מטקסונים שונים) - על-פיה צפויים מימדי הגוף, וקצב הגידול-של אותם המינים- להיות קטנים יותר יחסית לאגן המערבי (Por, 1989).

לפי Heemstra & Randall (1993) מוכרים בים התיכון תשעה מינים של דקרים.

### ואלה הם:

דקר כלבי *E. caninus*: אורכו המרבי 157 ס"מ TL, מצוי על קרקע חולית ובוצית בעומקים שבין 30 ל 400 מ'. נעדר מצפון מערב הים התיכון.

*E. coioieds* : מגיעה לאורך מרבי של 95 ס"מ TL. אין מידע על אופי בית גידולו. מהגר ים סופי שנמצא עד כה רק בחופי הלבנט וגם בהם הוא נדיר.

*E. costae* : אורכו המרבי 80 ס"מ TL. מצוי על קרקע סלעית, בוצית וחולית, בעומקים של עד 80 מ'. המין נעדר מהים האגאי.

*E. aeneus* : אורכו המרבי 120 ס"מ TL. מצוי על קרקע בוצית, חולית וסלעית, בעומקים של עד 200 מ'. המין נעדר בצפון מערב הים התיכון, ע"פ Glamuzina et al (2000), נמצא לאחרונה גם בים האדריאטי.

*E. marginatus* : אורכו המרבי בים התיכון 120 ס"מ TL. בחופי ברזיל מדווח על פרטים שאורכם 150 ס"מ TL. מצוי בנופים סלעיים, לרוב בעומקים רדודים מ' 70. המין נפוץ בכל הים התיכון.

*E. hifenses* : אורכו המרבי 110 ס"מ TL. מצוי על קרקע חולית, בוצית וסלעית בעומקים שבין 90-220 מ', מצוי רק בחופים הדרומיים ובחופי הלבאנט.

*Mycteroperca rubra* : אורכה המרבי לפחות 80 ס"מ TL. מצויה בנופים סלעיים. המין נעדר מהים האגאי ומצפון מערב הים התיכון.

*Polyprion americanus* : אורכו המרבי 200 ס"מ TL. מצוי על גבי קרקע בוצית וסלעית, בעומקים 50 - 600 מ'.

מבין תשעת מיני הדקרים המצויים בחופינו המינים דקר סלעים, דקר אלכסנדרוני ודקרנית אדומה, המופיעים בעיקר בבית גידול סלעי ורדוד (2-50 מ'). מינים אלו מהווים מוקד משיכה לצוללים ספורטיביים, ולדייגים, חובבים ומקצוענים. הם נידוגים ברובה תת-מימיים, מערכי חכות ורשתות (גולני ו דרום, 1997). דוח של אגף הדייג בישראל (Snovsky & Shapiro, 1999) לשנת 1997 מעריך שלל שנתי של 365 טון דקרים, אך חלקו היחסי של כל מין בשלל אינו ידוע.

## דקר סלעים

### גדילה

Bouchereau et al., (1999) מצאו בכל האתרים שנבדקו כי קצב גידול דקרי הסלעים היה גבוה יותר באגן המערבי מאשר באגן המזרחי, אך לגבי קצבי הגידול בתוך האגן המזרחי הם מצאו שגדילת המין במצריים מהירה יותר מאשר בטוניס.

### רבייה

מעבודתם של Bouain & Siau (1983) בדרום טוניס עולה שהרבייה בדקר סלעים מתרחשת ביוני ויולי. תחילתה של הוויטלוגינזה כבר ב-אפריל, אם כי בפרטים הקטנים היא מתרחשת מאוחר יותר. ע"פ Brusle & Brusle (1976) רביית דקר סלעים מתרחשת בטוניס ביולי אוגוסט. ואילו Marino et al., (2001) מצאו שמזרחית לחופי טוניס ב-Lampedusa, השחלות מבשילות בתחילת מאי והרבייה מתרחשת בין יוני לתחילת ספטמבר כאשר שיאה של הרבייה בסוף יולי ותחילת אוגוסט. Zabala et al., (1997a) מצאו כי בשמורה שב איי-Medes שבספרד הרבייה התרחשה לקראת מולד הירח, באוגוסט, לקראת השקיעה, כאשר טמפ' המים הגיעה ל  $23^{\circ}\text{C}$  -  $25^{\circ}\text{C}$ . ע"פ Relini et al., (1999) הרבייה מתרחשת בטמפרטורה של  $18^{\circ}\text{C}$  -  $23^{\circ}\text{C}$ .

Bouain & Siau (1983) מצאו שבצפון מזרח טוניס תאי הביצה בשחלה שייכים לשתי קבוצות גיל, (בני שנה ושנתיים), כמו כן קיימים שלבי בשלות שונים בתאי ביצה בני אותה קבוצת גיל, מה שכנראה משרה רבייה בגלים, בהפרש ימים ספורים. בצפון מזרח טוניס נמצאו אשכים ושחלות שבקצה האחורי שלהן היו גושים שחורים של ביצים מנוונות שלעיתים הגיעו ל- 90% ממשקל הגונאדה, הגושים נמצאו בעיקר בזכרים (Bouain & Siau; 1983). ב-Lampedusa תחילת בגרות מינית ב  $36.7$  ס"מ SL. ממוצע לתחילת בגרות לנקבות:  $43.8$  ס"מ SL ולזכרים:  $81.3$  ס"מ SL, ויחס הזוויגים (ז' \ נ') הוא  $1/3.5$  בהתאמה (Marino et al., 2001). לעומת זאת ע"פ תצפיות של Zabala et al., (1997b) יחס הזוויגים בספרד עומד על  $1/7$ . ב-Lampedusa חילוף הזוויג מתרחש באורכים:  $69$  -  $93$  ס"מ SL. הזכר הקטן ביותר שנבדק אורכו  $68.5$  ס"מ SL והנקבה הגדולה ביותר אורכה:  $97$  ס"מ SL. מחליפי זוויג הופיעו בין מאי לנובמבר והיוו כ- 9% מהפרטים (Marino et al. 2001). ע"פ Heemstra & Randal (1993) הזכר הקטן ביותר שנמצא בטוניס אורכו  $85$  ס"מ TL, וגילו הוערך ב 16 שנים. Zabala et al., (1997b) מצא כי באיי-Medes

שבספרד תחומי החפיפה בין זכרים לנקבות עומד על 75-90 ס"מ TL אך מציין כי באוכלוסייה אחרת שנמצאת בשמורת טבע במרחק של כמה עשרות ק"מ מימדי חילוף הזוויג קטנים יותר, כנראה בגלל שהמימדים המרביים של דקרי הסלעים שם קטנים יותר. (Marino et al., 2001) מדווחים כי האינדקס הגונדוסומטי (GSI) בזכרים הבשלים ביותר הוא 0.6, לטענתם הערך הנמוך הזה מרמז על היעדר תחרות זרע. הם טוענים לדמיון דגם ההתקבצות של דקר סלעים לזה של *Epinephelus guttatus* ו *Epinephelus morio* ומצביעים על כך שגם אשכיהם הבשלים של המינים הללו קטנים. החוקרים מדווחים על התקבצות עונתית לצורך רבייה באתרים קבועים ב-Lampedusa. (Zabala et al., 1997b) מדווחים על התקבצות דקרי סלעים שהחלה באביב, במהלך ההתקבצות עלתה הצפיפות פי 8 החל מסוף יולי עד סוף אוגוסט, ובמהלך חודשים אלו הזכרים ביססו טריטוריה.

אורכן של הפגיות מרבייה מלאכותית הגיע ל 2.6 מ"מ ארבע ימים לאחר בקיעתן (Glamuzina et al., 2000). ע"פ (Relini et al., 1999) פגיות של דקר סלעים גודלו בתנאים מלאכותיים עד ליום ה- 42 מיום בקיעתן. צעירים שגודלם 3-10 ס"מ נמצאו בעבר (1900-1950) בין אצות כגון- *Cemodocea posidonia* & *Zoostera* (Relini et al., 1999). בדרום אפריקה פרטים צעירים נמצאו בבריכות של אזור הגאות (Bennett, 1987).

## **תזונה**

דקרים ניזונים בעיקר על דגים, דיונוניים וסרטנים. עם העלייה באורך הדקרים עולה חלקם של הדגים והדיונוניים ופוחת חלקם של הסרטנים (Relini et al., 1999; Smale, 1986).

## **השפעת הדייג**

ע"פ FAO (2001) מתרחשת בשנים האחרונות פחיתה חדה בשלל דקר סלעים בכל מדינות הים התיכון שמדווחות על השלל של המין. (Spanier et al., 2000) מדווחים על ירדה של 45% בנפוצות של דקר סלעים - המיוחסת להשפעת הדייג - בריף מלאכותי בחופי ישראל במהלך 10 שנים שבין 1986-1995. (Derbal & Kara, 1995) חישבו את התמותה טבעית לאוכלוסיית אלג'יר ואת התמותה שבעקבות דייג והעריכו כי האוכלוסייה באלג'יר נמצאת בחוסר יציבות בגלל הדייג. בשמורת *Ustica* שבסיציליה נרשם קשר חיובי בין דרגת איסור הדייג לבין תדירות ההופעה של דקר סלעים ונצפתה חזרה של דקר סלעים לאזורים רדודים בהם הופסק הדייג



(La Mesa & Vacchi, 1999). באיטליה מתנהל פרויקט גידול דקרי סלעים לאכלוס מחדש באתרים מוגנים מדייג וגם לחקלאות ימית (Spedicato et al., 1995).

### מחקרים מולקולריים

מהשוואת ציטוכרום B- בין אוכלוסיות טוענים Gilles et al., (2000) שנמצאו שתי אוכלוסיות שונות של דקרי סלעים באלג'יר, ואילו בצרפת ובטוניס נמצאה רק אחת מהן. האוכלוסיות הללו נמצאו מרוחקת גנטית במידה שמתאימה לסוגים שונים, למרות שמורפולוגית לא נמצא בינהן הבדל. מהשוואה שערכו De Innocentiis et al., (2001) בין אוכלוסיות בים התיכון, על פי מיקרוסטליטים ואלוזים לוס, נמצא שהאוכלוסיות שנבדקו שונות זאת מזאת, אך לא נמצא קשר בין מידת השונות למרחק הגיאוגרפי. הועלתה ההשערה כי השונות קשורה להשפעת זרמי ים. על סמך זאת קבעו אותם חוקרים כי באוכלוסיות דקרי הסלעים שבים התיכון הגיוס הוא עצמי, ולכן ממשק שימור צריך להתנהל על בסיס מקומי.

## **דקר אלכסנדרוני**

### גדילה

בחופי טוניס נמצא כי אורכם של הדקרים בני השנה הוא 14 ס"מ SL ואילו בגיל 5 אורכם 30 ס"מ SL (Bouain, 1986). במצריים בגיל שנה אורכם של דקרים אלכסנדרוניים הוא 13.5 ס"מ SL אך בגיל 5 אורכם 37.5 ס"מ SL (Wadie et al., 1981).

### רבייה

בתוניס מצא Bouain (1980) כי דקר אלכסנדרוני מתרבה במהלך החודשים אוגוסט וספטמבר, ואילו במצריים נמצא כי הדג מתרבה בין מאי לאוגוסט (Vadiva, 1984). Bouain & Siau (1983) מצאו שכמו בדקר סלעים, תאי הביצה בשחלת דקר אלכסנדרוני הם בני שתי קבוצות גיל (בני שנה ושנתיים), ושהרבייה מתרחשת במחזורים, בהפרש ימים ספורים בין הטלה להטלה מכיוון שמצא שלבי בשלות שונים בתאי ביצה בני אותה קבוצת גיל. בנוסף הם קבעו כי הוויטלוגיזה מתחילה באמצע יוני, וכי דגים גדולים יותר מתחילים את הוויטלוגיזה מוקדם יותר. Bouain & Siau (1983) מצאו עליה ב-Fecundity (פוטנציאל ההטלה) עם העלייה במשקל. ע"פ Heemstra & Randal (1993) המין הוא הרמפרודיט פרוטוגני אך אין בספרות

עדות ישירה לשלבי הגיל והאורך בהם הופכות הנקבות לזכרים, אם כי בעבודתו של (1980) Bouain מצוין כי לא נמצאו זכרים באורכים שקצרים מ-55 ס"מ SL (מתאים ל 66 ס"מ TL). ע"פ (1980) Bouain תחילת הבגרות באוכלוסיית טוניס מתרחשת באורך 27 ס"מ SL.

## **נדידה**

מעבודתם של Spanier et al., (1990) עולה כי בריף מלאכותי בישראל נעדר דקר אלכסנדרוני בחודשים מרס ומאי אך מכיוון שדקרנית אדומה נעדרת מהתצפיות שלו כליל, יש חשש כי חלק מהדגים שהוא הגדיר כדקרים אלכסנדרונים הם בעצם דקרניות אדומות שהן נפוצות מאוד בחופינו ושבמים דוגמת הפסים שעל גופם נראית דומה לזאת של דקר אלכסנדרוני. בדיקת אותו ריף כעבור עשר שנים לא העלתה הבדל משמעותי בצפיפויות של הדג שהוגדר כקר אלכסנדרוני (Spanier et al., 2000). ב Cape-Garajau שבפורטוגל פרט שזוהה- ואורכו הוערך ב-80 ס"מ TL -נצפה כל שנה, משך שמונה שנים, בין סוף ספטמבר עד אמצע אפריל, ואז נראה נודד מזרחה (Waschkevitz & Wirtz, 1990).

## **השפעת הדייג**

בשמורת Ustica שבסיציליה נרשם קשר חיובי בין דרגת איסור הדייג לבין תדירות ההופעה של דקר אלכסנדרוני (La Mesa & Vacchi, 1999).

## **דקרנית אדומה**

המידע היחיד בספרות על הביולוגיה של המין מצוי בעבודתם של Siau & Bouain (1994) המבוססת על נתוני 8 פרטים בלבד שנלכדו בדרום מזרח טוניס. הם טוענים לבגרות מינית באורכים שבין 27 ל 32 ס"מ SL (מתאים ל 32-38 ס"מ TL). הם טוענים כי הרבייה של הדקרנית בטוניס מתרחשת בסוף האביב. לדבריהם חילוף הזוויג מתרחש לקראת גיל 9 (הם מבססים את קביעתם על כך שהזכר היחיד שלכדו, הכיל שאריות של תאי ביצה מנוונים וגילו היה 11 שנים). דקרניות אדומות נצפו במהלך תהליך אכלוס של ריף מלאכותי באיטליה, הם נצפו בצלילה אך לא נלכדו ברשתות או מערכי חכות (Relini et al., 1989). (Morris et al., 2000) מציג אינדקס של רגישויות לדייג ל תת- המשפחה Epinephelinae, לדבריו כל מיני הדקרניות רגישות לדייג, כמו כן

מעבודתו עולה כי דקרנית אדומה רגישה יותר מדקר סלעים. לפי (Heemstra & Randal 1993) קיימים הבדלים קיצוניים במידת נפוצות דקרנית אדומה בתוך הגבולות הגיאוגרפיים של אזור תפוצתה. לדבריהם בים התיכון הדקרנית נפוצה פחות ממיני ה E, אך בחופי סנגל דקרנית אדומה נפוצה מאוד.

## שיטות

### אתרי המחקר

לאורך החוף הים תיכוני של ישראל נבחרו 7 אתרים בין ראש-הנקרה לחוף הילטון בת"א. בכל האתרים שנבחרו הקרקע סלעית-והטופוגרפיה מורכבת מסלעים גדולים, משטחי סלע, ומערות עמוקות שמחוברות זו לזו (זהו בית הגידול המועדף על דגי המטרה). עומק האתרים לא עלה על 18 מ' שכן זהו גבול יכולת העבודה ללא ציוד נשימה מלאכותי. אזור ראש-הנקרה נבחר כאזור בו לחץ הדייג נמוך (שמורת טבע), ואילו שאר האתרים הוגדרו כאזורים בהם לחץ הדייג גבוה.

### שמורת הטבע הימית באכזיב-ראש-הנקרה.

שמורת הטבע מייצגת בית גידול בו לחץ הדייג נמוך יחסית לשאר האתרים. באתר זה נבדקו שני אזורים.

ראש-הנקרה.1: אתר המצוי 0.4 ק"מ דרומית לגבול לבנון ועד לאי תכלת. שטח העבודה כיסה את הרצועה שבין 0.5 - 1.3 ק"מ מהחוף, בעומקים שבין 6 - 16 מ'. ראש-הנקרה.2: מאי תכלת ועד ל 0.4 ק"מ דרומית לאי הדרומי של ראש-הנקרה שטח העבודה כיסה את הרצועה שבין 0.7 - 1 ק"מ מהחוף בעומקים שבין 2 - 13 מ'.

### אתרים מעכו ועד תל אביב

אתרים אלו מייצגים בתי גידול שנתונים ללחץ אינטנסיבי של דייג.

**פרוטרום:** 1.5 ק"מ דרומית לפתח נמל עכו 1.3 ק"מ מהחוף, בעומקים שבין 8-14 מ'.

**חיפה:** חיפה.1: 1 עד 1.5 ק"מ צפונית לרכבל שבחיפה ברצועה שרוחבה 100 מ'. בעומקים שבין 8 - 12 מ'. חיפה.2: 2.2 עד 2.8 ק"מ צפון מערבית למכון לחקר ימים ואגמים בשקמונה חיפה, לאורך רצועה ברוחב של 50 מ' מהצד המערבי של רכס הכורכר בעומקים שבין 9 ל 15 מ'. חיפה.3: מאנדרטת חיל-השריון שעל כביש החוף מול טירת כרמל ועד 1 ק"מ צפונית לאנדרטה במרחקים שבין 2.8 עד 2.6 ק"מ מערבית לקו החוף, בעומקים שבין 10 ל 16 מ'.

**מעגן מיכאל:** מעגן מיכאל.1: 2 ק"מ צפון צפון מערב לאי היונים (מעגן מיכאל) במרחק של 1.2 ק"מ מהחוף ובעומק של 11-15 מ'. מעגן מיכאל.2: 1 ק"מ צפונית לאי היונים 0.4 ק"מ מהחוף, בעומק של 5 - 7 מ'. מעגן מיכאל.3: 0.3 ק"מ צפון מערבית לאי היונים במרחק של 0.6 ק"מ מהחוף ובעומק של 6 - 11 מ'. מעגן מיכאל.4: 1.5 ק"מ מערב מערב צפון לשפך נחל תנינים 1.2 ק"מ מהחוף בעומקים שבין 9 ל 14 מ'.

**גבעת אולגה:** גבעת אולגה.1: 1 ק"מ מערב מערב דרום למועדון השייט של חדרה, במרחק של 0.7 - 0.9 ק"מ מהחוף בעומק של 8 - 15 מ'. גבעת אולגה.2: 1 - 2 ק"מ דרומית לחוף הרחצה המוכרז של חדרה במרחק של 0.8 עד 0.7 ק"מ מהחוף בעומקים שבין 6 ל 11 מ'.

**חוף נעורים:** 1.3 ק"מ דרום מערבית לחוף המוכרז ב"נעורים" שצפונית לנתניה, במרחק של 0.8 ק"מ מהחוף, בעומקים שבין 6 ל 12 מ'.

**חוף הילטון-ת"א:** ברצועה שבין 0.2 ל 0.6 ק"מ מערבית לקצה שובר הגלים שמצפון למרינה בעומקים שבין 10-5 מ'.

## תצפיות ואיסוף דגים

לאתרים הגעתי על-גבי קיאק פלסטי יצוק, שאורכו 4.5 מ'. הקיאק נעגן באמצעות חבל עוגן שאורכו 18 מ' ובקצהו שרשרת פלדה דקה באורך של 2 מ' שחוברה למשקולת במשקל של 1 ק"ג. הקיאק נעגן כאשר שהיתי בנקודה מעל 5 דקות, והמעבר ממקום למקום התבצע ע"י גרירה של הקיאק בשחייה או ע"י חתירה על-גבי הקיאק, בהתאם למרחק שהיה עלי לעבור. התצפיות התבצעו משך כ 40-5 דקות לפני הדייג ובמהלך הדייג. בתצפיות ניסיתי להעריך באופן גס את מספר הדקרים מכל מין ומידותיהם. התייחסות למורכבות הטופוגרפיה של האתרים השונים מבוססת על ההערכה שלי כך שהיא יחסית. הדייג התבצע בצלילה ללא ציוד לנשימה תת-מימית. ציוד הדייג היה רובה חיצים תת-מימי שאורכו 110 ס"מ תוצרת Mares, מדגם Serrano-110. הטווח המרבי של הרובה מגיע ל 2.5 מ' מהקנה.

הדגים נלכדו בשלוש צורות עיקריות :

1. במים פתוחים 1- 4 מ' מעל הסלעים.

2. בפתח הכוכים והמערות.

3. בתוך כוכים ומערות, תוך שימוש בפנס תת-מימי, לזיהוי הדגים.

לאחר שדג נלכד הוא נקשר דרך הלסת התחתונה לטבעת מתכת, והמשיך לשהות במים עד 5 שעות מרגע לכידתו. לאחר מכן הדגים הועלו לקייק, ומיד עם צאתי מהים הם נשמרו בצידנית על קרח.

## תאריכים

עבודת איסוף הדגים החלה ב-31/5/1999 והסתיימה ב-2/7/2001. סה"כ היו 72 ימי דייג שבמהלכם נלכדו 395 פרטים משלושת המינים: 205 דקרניות אדומות, 153 דקרי סלעים, ו 37 דקרים אלכסנדרונים. 28 דקרים אלכסנדרונים נוספים נבדקו משלל דייג מקצועי במערכי חכות בעומק של כ 30-40 מ' מול חופי נתניה. דיגום בודד לכיול אורכי הדגים (TL-SL) נערך בסוף יוני 2002. צילומי ווידאו נערכו באתר ההתקבצות העיקרי שבראש-הנקרה בתאריכים הבאים: 2 ימי צילומים בווידיאו באביב 2001, ושבעה ימי צילומים במהלך אביב 2002.

## ניתוח הדגים ושימור (גונאדות, תכני קיבה ואוטוליטים).

לאחר הוצאתם מהמים הדגים נשמרו על קרח עד 6 שעות, אח"כ הם מוספרו, הוגדרו, נשקלו עד לדיוק של 2 גר' ואורכם המרבי (TL) נמדד עד לדיוק של חצי ס"מ. נרשמו תאריך ואתר הלכידה. מיד לאחר מכן הדגים נותחו, האוטוליטים הוצאו מוספרו וכל אחד נארו במעטפות פרגמנט. הגונאדות נארו בשקיות פלסטיק אטומות, מוספרו, נשמרו על קרח משך עד 24 שעות, ואח"כ נשקלו עד לדיוק של 0.1 גר'. מכל גונאדה נלקחה דגימה (0.1 עד 20 גר') שנשקלה בדיוק של 0.001 גר', ומיד לאחר מכן שומרה בפורמלין 4% בצנצנות זכוכית שמוספרו. תכולות הקיבה נארו בשקיות פלסטיק אטומות מוספרו ונשמרו על קרח עד 24 שעות, ואז הועברו לשימור בפורמלין 4%.

## קביעת זווית ודרגת הבשלות.

זיהוי זווית ודרגת בשלות הדג חיוניים לאפיון ההיבטים הרבייתיים באוכלוסיות של המין.

קביעת זווית ודרגת בשלות מדויקת של דקרים, ובעיקר פרטים שלא ברבייה, אפשרית רק בעזרת בדיקה היסטולוגית (Marino et al., 2001).

הכנת החתכים ההיסטולוגיים:

הגונאדות עברו דהידרציה במכשיר סיטדל וקובעו בפארפין. מכל גונאדה נחתכו פיסות בעובי של 8 מיקרון, הודבקו לזכוכית נושאת, עברו טיפול צביעה סטנדרטי בהמטוקסילין ואיאוזין, כוסו והודבקו לזכוכית מכסה ונשמרו לבדיקה היסטולוגית בהמשך.

הגדרת זווית:

המיתקנים נבדקו במיקרוסקופ-אור בהגדלה של פי 60. דגים הוגדרו, ע"פ התמונה בחתך, כנקבות כאשר נמצאו רק תאי ביצה, כזכרים כאשר נמצא רקמת אשך, ומחליפי מין, כאשר נמצאה רקמת אשך לצד תאי ביצה.

הגדרת דרגת הבשלות:

דרגת בשלות לתאי ביצה נקבעו ע"פ עבודתם של Marino et al. (2001) כאשר תאי ביצה בדרגה 1-(CN) ודרגה 2-(PN) אינם בשלים, תאי ביצה בדרגה 3-(LV) מתחילים להבשיל אך עדיין נטולים וויטלין, ואילו תאי ביצה מדרגה 4-(Y1), 5-(Y2), 6-(Y3) הם ויטלוגניים וגודלם היחסי בהתאם לדרגתם המספרית, ואילו תאי ביצה בדרגה 7-(H) הם אלו שעברו הידרציה ומוכנים להטלה.

הגדרת תחילת הבגרות:

רק הדגים הבשלים מינית נושאים תאי ביצה ויטלוגניים, ולכן אורכם וגילם של הדגים הקטנים ביותר שנמצאו נושאים תאי ביצה בדרגה 4 ומעלה הוגדרו כדגים הקטנים ביותר שנמצאו בוגרי מינית. הדגים הגדולים ביותר שלא נשאו תאי ביצה ויטלוגניים בשיאה של עונת הרבייה הוגדרו כדגים הגדולים ביותר שאינם בוגרים מינית.

## האינדקס הגונדיאלי (GSI) לשחלות ואשכים

GSI מייצג באחוזים את משקלה היחסי של הגונאדה ממשקל הדג:  $GSI = (W / W) * 100$  (גונאדה)

## פוטנציאל הטלה

פוטנציאל ההטלה הוא מדד שבדק את מספר הביצים שיוטלו משך עונת רבייה אחת.

בפרט מייצג אחד של המין *E. marginatus* שערך GSI שלו היה גבוה במיוחד (13%) נעשתה בדיקה מקדימה לקביעת ההומוגניות של משקל הביצים הממוצע ב 10 אתרים שונים בשחלה. מתוך 5 אתרים שונים בכל אחת משתי אונות השחלה נלקחו פיסות שנשקלו עד לדיוק של 0.0001 גרם. בהמשך נספרו הביצים תחת בינקולר בהגדלה של 6.7. ע"פ מספר הביצים ומשקל הדגימה חושב המשקל הממוצע של ביצה ונערכה השוואה בין כל עשרת הדגימות מאותה הגוונאדה. לאחר מכן נבחרו 10 דגים מכל מין בהפרשים אחידים של משקל וע"פ ערכי GSI שגבוהים מ-4%. מכל שחלה נלקחו 3 דגימות שנשקלו בדיוק של 0.0001 גר' ונספרו הביצים. חושב משקל ממוצע של ביצה בכל דגימה ומשקל ממוצע של ביצה בכל דג (We). על-מנת להעריך את פוטנציאל ההטלה (Fecundity) בכל אחד מהדגים חושב מספר הביצים ע"י חלוקת של משקל השחלה (Wo) במשקל הביצה הממוצע כפי שחושב לאותה שחלה:  $F=Wo/We$ . מדד זה מייצג את מספר הביצים שגדולות מקוטר 0.27 מ"מ שנמצאות בשחלה ברגע נתון. ע"פ Bouain & Siau (1983) זהו הגודל המינימאלי לתאי ביצה שעומדים להיות מוטלים באותה שנה בדקר סלעים ובדקר האלכסנדרוני, וכך הנחנו גם לגבי דקרנית אדומה.

## עונות, אתרי הרבייה, וצפיפויות הדקרים באתרי רבייה

ע"פ נוכחות של תאי ביצה מדרגה 4 ומעלה הגדרנו את עונת הרבייה, אך על-מנת לאפיין את שיאה של עונת הרבייה נעזרנו בשיאי ה-GSI שמייצגים את שיא הרבייה. אתרי הרבייה הם המקומות בהם מתרחשת רביית דקרים. מכיוון שרבייה לא נצפתה בפועל, אתרי הרבייה הוגדרו ע"פ צירוף של שני משתנים: נוכחות תאי ביצה בדרגות 4- (Y3) עד 7- (H) וכאשר התצפיות הצביעו על צפיפות גבוהה באתר כלשהו. רק כאשר שני התנאים הללו מתקיימים באותו תאריך, הוגדר אותו אתר כאתר רבייה.

## גיל וגדילה

על-מנת להגדיר את קצב הגידול של הדגים יש לקבוע את גילם. את גיל הדגים הגדרנו מתוך האוטוליטים. טבעות הגידול באוטוליטים של הדקרים שלנו בולטות וברורות ולכן נוחות לקריאה.

האוטוליט קובע בשעווה ולאחר מכן נחתכה "פרוסה" בעובי של 0.7 מ"מ לרוחב האוטוליט דרך מרכזו. ספירת הטבעות התבצעה בעזרת בינקולר בהגדלות שבין 6.7 ל 20. הטבעת הכהה הראשונה שבמרכז לא נלקחה במניין גיל הדג, רק הטבעת השנייה נחשבה למייצגת את שנתו הראשונה, טבעת כהה שלישית-שנה שניה וכו' (Moe, 1969). קריאה נוספת לכל אוטוליט נעשתה בעזרת קריאת הגיל משתי חתיכות האוטוליט שנותרו מהחיתוך משתי צידי "הפרוסה", וקביעת הגיל הסופית הייתה ע"פ הקריאה שבה הגיל היה הגבוהה ביותר. לכל הדגים שגילם נקבע הוצבו ערכי הגיל והאורך על גרף אחד בכדי לקבוע את קצב הגידול.

יחס אורך-משקל נקבע ע"פ הנוסחה:  $W=aL^b$ .

הגדלים המרביים של כל אחד מהמינים נקבעו ע"פ האורך הגיל והמשקל המקסימאלי של כל אחד מהמינים, נתוני המחקר הוצלבו עם דווחי דייגים על-מנת לקבל מושג אם נרשמו פרטים גדולים יותר של אחד המינים בשנים האחרונות.

## תזונה ע"פ תכולות קיבה

טרף הדגים שהתגלו בקיבות הנבדקות נמדדו עד לדיוק של מ"מ, נשקלו עד לדיוק של 0.1 גר', והוגדרו עד לרמת המין. במקרים בהם הדגים היו בשלבי עיכול מתקדמים הם רק נשקלו מבלי שנקבע מין הדג. חסרי החוליות רק נשקלו, והוגדרו רק ברמה כללית יחסית: (דיונוניים וסרטנים).

## השוואת שלל דייג בין שמורת הטבע לבין אתרים מותרים לדייג.

ונערכה השוואה בין השלל בשמורת הטבע לבין אתרים מותרים לדייג. חושב ממוצע הביומאסה של כל אחד מהמינים השונים ומספרי הפרטים ליום ים בשמורה ובשאר האזורים כאזור אחד.

## דווחי דייגים

עם תחילת המחקר ובמהלכו נערך סקר בקרב כ 10 דייגים ותיקים שדגים בעזרת רובה ת-מימי מהם שמונה מקצועיים ושניים חובבים.

במהלך הסקר נשאלו הדייגים לגבי:

1. השינויים העונתיים באוכלוסיות שלושת הדקרים.



2. השינויים ארוכי הטווח בהם הבחינו משך שנות הדייג שלהם, קריא: שינויים בשלל הדייג והרכבו ושינויים ע"פ התרשמות בתצפיות.
3. שיטות דייג (באילו שיטות דייג נידוגים שלושת המינים).
4. מימדים מרביים משלושת מיני הדקרים שנלכדו ע"י הדייג.

# תוצאות

## כללי

### דקרנית אדומה



זהו הדקר הנפוץ ביותר בבית הגידול הסלעי בחופינו. מצוי בעיקר באזורים שעמוקים מ 5 מ' אך לעיתים ניתן להבחין בפרטים בעומקים רדודים יותר. הוא מצוי בעיקר באזורי מצוקים תלולים, בסביבת מערות, ומקומות בהם יש כוכים, סדקים ומקומות מסתור בסלע. דקרניות אדומות צעירות שאורכן עד 30 ס"מ נפוצות מאוד בעומקים רדודים וניתן להבחין בהן כמעט בכל בתי הגידול הסלעיים החל מעומק 2 מ'. צעירים של דקרנית אדומה ( $10 < \text{ס"מ}$ ) נראים בחופינו מרבית ימי השנה.

ברוב האתרים בהם נצפתה נוכחות רבה של דגים ניתן היה להבחין בדקרנית האדומה. הדג משייט לרוב כמטר עד שניים מעל הסלעים, לעיתים שוכב מוסווה על פני הסלע או מסתתר בתוך סדקים, כוכים ומערות. לעיתים הבחנתי בקבוצות בנות 2-10 פרטים ששחו מעל אזור מוגדר. פעילות הדגים נראית מוגברת החל משעתיים לפני השקיעה וכן שעתיים אחרי הזריחה, לעתים בצהרי היום לא ניתן היה להבחין כלל בדקרניות ואילו לקראת דמדומים הופיעו פרטים רבים על פני אותו שטח. התרשמתי שבימים מעוננים, ובזמן התקבצות הרבייה, הדגים פעילים באותה מידה משך כל שעות היום.

תגובת הבריחה האופיינית היא שחייה מהירה והתרחקות, לעיתים הדג הסתתר בין הסלעים לכמה שניות, ואז ממשיך בשחייה תוך שהוא שומר על מרחק של כמה מטרים ממני או מתרחק מעבר לטווח הראייה. לעיתים נדירות יותר הדג נכנס לתוך מערות ונצמד לאחת הפינות או לסדק כך שניתן לאתרו בעזרת פנס, אך ברוב המקרים, ובעיקר כאשר המערות עמוקות ומפותלות, הוא נעלם מהעין. כאשר הדגים נתקלו בדייג תת-מימי תגובת הבריחה שלהם הייתה נמרצת ולאחר זמן

מה הדגים כמעט ולא נצפו, לעומת זאת בפעמים הבודדות בהן ערכתי תצפיות ממושכות או צילומים ללא דייג, הדגים אמנם ברחו בתחילה, אך לאחר כמה דקות התקרבו עד למרחק של מטר והתקבצו סביבי. מדי פעם דג או כמה דגים יצאו לקראתי, התקרבו למרחק של מטר או פחות ואז ביצעו פניה חדה ושחו הלאה ממני. דוגמת הקווים שעל גוף דקרנית אדומה דומה לזאת של דקר אלכסנדרוני שמוכר יותר בשווקים אך נדיר יותר בים, לכן יש צורך בניסיון כדי לזהותם בטבע.

### **התקבצות רבייה בדקרנית האדומה**

טבלה-1 מראה כי באתר הרבייה שבראש-הנקרה תקופת ההתקבצות בדקרנית מתחילה בינואר ומסתיימת לאחר כחמישה חודשים, בתחילת יוני. בשיא ההתקבצות הוערך מס הפרטים בכ-400 באתר ששטחו כשני דונם. במהלך חודשים אלו ההתקבצות לא היתה רצופה אלא נצפתה לסירוגין משך כמה ימים עד שבועות בכל חודש. התקבצות דומה התרחשה באתר שמול מעגן הדייג בגבעת אולגה. ההתקבצות נצפתה בין אמצע אפריל לאמצע מאי, כשבשיאה, הוערך מס הפרטים בכ-500 (טבלה-2). גם התקבצות זאת לא היתה רצופה אלא נצפתה לסירוגין משך כמה ימים בכל חודש. מתצפיותינו עולה כי בתקופה שבין אמצע ינואר לתחילת יוני מתקבצות הדקרניות האדומות באתרים קבועים, שמאופיינים בטופוגרפיה מורכבת וייחודית: מערות רבות שמחוברות בניהן מחד, ואזור שטוח בצמוד (חולי או סלעי). במהלך התצפיות הדגים נראו מקובצים גם באזור המערות וגם באזור השטוח. בד"כ כאשר התקרבותי אל להקה ששהתה באזור השטוח, הדגים פנו לאזור המערות, הם אפשרו להתקרב אליהם עד למרחק של פחות ממטר באזור השטוח רק לאחר כשנמנעתי מדיג, או עסקתי בצילום. הלהקה נראתה נעה על פני שטח של כמה עשרות מטרים, כאשר מדי פעם הדגים מצטופפים ומדי פעם מתפזרים אך כל הזמן מצויים בתחום אותו אזור מוגדר. במהלך פעילות דייג הם שינו מיקום בתדירות רבה יותר ועל פני שטח גדול יותר, ולרוב לאחר שעתיים של דייג נעלמו מהעין, ולא נראו אפילו במערות. בגבעת אולגה נצפו 4 להקות שהיו מרוחקות זו מזו כ-50 עד 100 מ', הקטנה מנתה 30 פרטים והגדולה 500. בראש-הנקרה נצפו 3 להקות שהיו מרוחקות בניהן 50 עד 100 מ'. הקטנה מנתה 20 פרטים והגדולה 400. חלק מהזמן הדגים שהו בחצי גובה מפני המים (עד 7 מ' מהקרקעית).

**טבלה 1. הצגת תאריכי הקיצון, ומספר הדגים בהתקבצות הרבייתיות שבראש-הנקרה בין השנים 1999-2002.**

תצפיות מינים	צפיפות שיא שלא ברבייה	צפיפות שיא ברבייה	התקבצות ראשונה לעונה	התקבצות אחרונה לעונה
דקרנית אדומה	50	400	17/1 (2001)	2/6 (2000)
דקר סלעים	5	60	15/5 (2000)	2/6 (2000)
דקר אלכסנדרוני	2	60	20/5 (2002)	26/5 (2002)

**טבלה 2. הצגת תאריכי הקיצון, ומספר הדגים בהתקבצות הרבייתיות שבגבעת אולגה, בין השנים 2000-2002.**

תצפיות מינים	צפיפות שיא שלא ברבייה	צפיפות שיא ברבייה	התקבצות ראשונה לעונה	התקבצות אחרונה לעונה
דקרנית אדומה	30	500	8/3 (2001)	14/5 (2000)
דקר סלעים	1	15	30/4 (2001)	7/6 (2002)

#### **תאור הצילומים מהתקבצות הרבייה (וידאו וסטילס) :**

באיורים 1,2 מוצגים צילומים של דקרנית אדומה בהתקבצות רבייה בראש-הנקרה באתר "המקלטים" מתאריך 25/6/02. ניתן להבחין בצפיפות הגבוהה של הדקרניות באתר ההתקבצות (איור-2) ובדגמי הצבע השונים : בהיר, מפוספס וכזה- שנראים היטב באיור-1. בצילומי הווידאו שערכתי באותו אתר בין התאריכים 20-26/05/2002 נראות הדקרניות מקובצות מרבית הזמן בצפיפות רבה כמטר עד 7 מטרים מעל הקרקעית. לא הבחנתי בפרטים דומיננטיים, או בגילויי אלימות בין הפרטים.

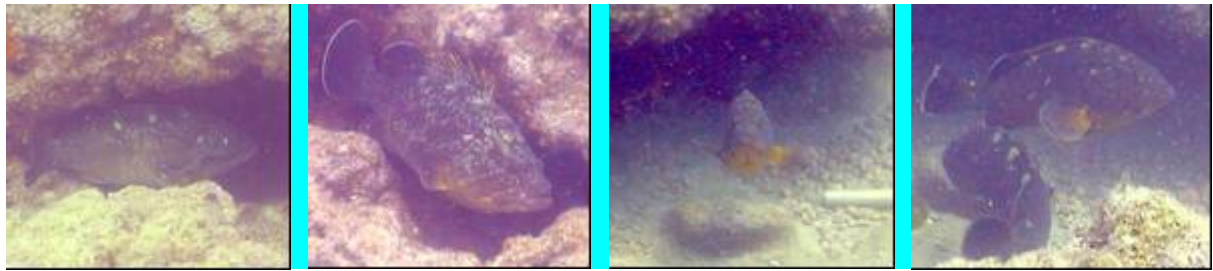


**איור 2. דקרניות אדומות בהתקבצות רבייה**



**איור 1. דקרניות אדומות בהתקבצות רבייה**

## דקר סלעים



הדג מצוי בבית הגידול הסלעי, ובעיקר באזורים בהם יש מקומות מסתור ומערות מורכבות. בשמורת הטבע הימית בראש-הנקרה ניתן למצוא פרטים גדולים כבר בעומק 1 מ' ובמרחק של מטרים בודדים מהחוף, אך לרוב דקרי הסלעים גדולים נדירים בחופינו במים שרדודים מ 8 מ'. פרטים צעירים, קצרים מ- 20 ס"מ, מצויים לרוב במים רדודים. בשנת 1990 נצפו עלי-ידי עשרות עד מאות פרטים צעירים באורכים שבין 10-20 ס"מ ברכס התת-מימי בעומק 8-12 מ' שמול פרוטרוס, אך בתקופת המחקר הם לא נראו כלל.

דקר סלעים נצפה לרוב בפתח מערה או כוך, שבתוכו הסתתר מספר שניות לאחר שהבחין בצוללן. לפעמים ראיתי יותר מפרט אחד במערה אך לרוב לא יותר מ 2-3. לעיתים רחוקות נצפה פרט בודד שוחה מרחק של כמה עשרות מטרים עד אשר הוא מגיע לפתח מערה, ואז לרוב הוא ניכנס ונעלם בתוכה. פעילות הדגים נראית מוגברת החל משעתיים לפני השקיעה או שעתיים אחרי הזריחה, לרוב לא הבחנתי כלל בדקר סלעים במהלך היום ואילו לקראת דמדומים הופיעו דקרים בפתחי המערות ואף נראו שוחים בצמוד לקרקעית ממערה אחת לשנייה. בימים מעוננים ובזמן התקבצות רבייה התרשמתי כי הדגים פעילים גם בשעות היום, אך גם בימים אלו פעילותם עלתה לקראת הדמדומים.

תגובת הבריחה האופיינית היא היעלמות מהירה לתוך מערה קרובה ולעיתים רחוקות ההתרחקות בשחיה נמרצת. כשהדג נכנס לתוך מערה או כוך, לעיתים הוא נצמד לאחת הפינות או לסדק כך שניתן לאתרו בעזרת פנס, אך ברוב המקרים ובעיקר כאשר המערות עמוקות ומפותלות הוא נעלם בעומק המערה. כאשר הדגים נתקלו בדייג תת-מימי תגובת הבריחה שלהם הייתה נמרצת ולאחר זמן מה הדגים כמעט ולא נצפו. בפעמים הבודדות בהן ערכתי תצפיות ממושכות ללא דייג, הדגים אפשרו להתקרב אליהם למרחק של פחות ממטר, וחלקם אף התקרבו אלי מיוזמתם.

## **התקבצויות רבייה בדקרי הסלעים**

טבלה-1 מראה כי באתר שבראש-הנקרה מתרחשת ההתקבצות של דקרי הסלעים לפחות בין אמצע מאי לתחילת יוני כשבשיא תקופת ההתקבצות נצפו כ-60 פרטים על פני שטח של כשני דונם, ואילו באתר שמול מעגן הדייג בגבעת אולגה נצפתה ההתקבצות החל מסוף אפריל עד לתחילת יוני כשבשיא הוערך מספר הפרטים בכ-30 (טבלה-2). מתוך התצפיות עולה כי במהלך החודשים אפריל ויוני מתקבצים דקרי הסלעים באתרים קבועים, שמאופיינים בטופוגרפיה מורכבת במיוחד, ומערות רבות שמחוברות בניהן. ברוב האתרים ההתקבצויות מונות עד 10 פרטים, אך בכמה אתרים מתקבצים עשרות פרטים שנה אחרי שנה. לרוב בתקופה זאת תגובת הבריחה שלהם לדייגים ולצלולים היא מינימאלית ואילו משך ימים בודדים בשיאה של ההתקבצות, תגובת הבריחה שואפת ל-0 כך שבעצם אפשר ללכוד אותם ביד. למרות זאת תמיד לאחר שעתיים של דייג דקרי הסלעים נעלמו מהעין, וכנראה הסתתרו בעומק המערות. לקראת עונת הרבייה בחוף מעגן מיכאל ובראש-הנקרה הבחנתי לעיתים רחוקות מאוד בדקרי סלעים שמשקלם הוערך ב-12-15 ק"ג. היו סה"כ 5 מפגשים כאלו כאשר אחד מהם תועד בצילומי הווידאו.

### **תיאור הצילומים מהתקבצות הרבייה (ווידאו וסטילס):**

באיוורים 3-6 מוצגים צילומים של דקרי סלעים בהתקבצות רבייה באתר שבראש-הנקרה מתאריך 25/6/02. הצפיפויות באיוורים הללו נמוכות לעומת דקרנית אדומה (אם כי בצילומי הווידאו נספרו עד 8 דקרי סלעים במערה). כמו בדקרנית גם בדקר סלעים ניתן להבחין בדגמי צבע שונים בין הפרטים. באיור-3 מבחינים בפרט בהיר ולידו פרט כהה. באיוורים-4,5 שני אנו רואים פרטים כהים אך דגמי הצבע על פני גופם שונים מאוד. בצילומי הווידאו שערכתי באותו אתר בין התאריכים 22-26 במאי-2002 נראו דקרי הסלעים מרבית הזמן מקובצים בקבוצות של עד 8 פרטים בפתחי המערות הרבות שנמצאות בשטח האתר. ברוב הקבוצות הללו היה פרט גדול שעמד קרוב יותר למצלמה משאר הפרטים ולרוב גם הציג את רוחב גופו בפני המצלמה למשך כחצי דקה. בשני מיקרים צולמו הפרטים הגדולים נושכים פרטים קטנים, הפרטים האלימים אופיינו בצבעים כהים דוגמת זה שבאיור 5. לעיתים נצפה פרט או שניים ששחו למשך כדקה באופן בולט מעלה מטה לגובה של 4 מ' מעל הקרקעית, פרטים אלו תמיד נבדלו בצבעיהם הבהירים דוגמת זה שמוצג באיור-6.



איור 4. דקר סלעים בהתקבצות רבייה



איור 3. דקרי סלעים בהתקבצות רבייה



איור 6. דקר סלעים בהתקבצות רבייה



איור 5. דקר סלעים בהתקבצות רבייה



## דקר אלכסנדרוני



הדג מצוי בבית הגידול הסלעי, בעיקר באזורים שטוחים יחסית, ובאזורי סלע הגובלים בחול ותמיד בקרבת כוך קטן או מערה. בשמורת ראש-הנקרה, ברצועה מצומצמת שרוחבה פחות מק"מ ניתן לפגוש בפרטים גדולים החל מעומק של 8 מ', ואילו בשאר חופי הארץ כמעט שלא נתקלתי בדקר האלכסנדרוני בעומקים שרדודים מ 18 מ' (עמוק יותר לא בדקתי). מאידך, עד לפני כ 10 שנים הייתי פוגש כמעט בכל צלילה עשרות דקרים אלכסנדרונים בעומק של 7-12 מ' ברכסי הכורכר של שקמונה. למרות נדירותו באזורים רדודים הדקר האלכסנדרוני מופיע בשלל דייגים שעובדים בעזרת מערכי חכות בעומקים שבין 30-40 מ' ויותר. פרטים צעירים באורכים של עד 25-30 ס"מ מצויים באתרים רבים שעומקים מ 5 מ'.

בד"כ ניתן להבחין בדקר האלכסנדרוני כשהוא שוכב או שוחה באיטיות בסביבת סלע שטוח או חול בקרבת סלע. לעיתים הוא שוכב מוסווה בין סלעים או מסתתר בתוך מערות קטנות. עקב מיעוט המפגשים עם הדג לא הצלחתי לאפיין שעות פעילות מועדפות כפי שמצאת בשני המינים האחרים.

כאשר מתקרבים אליו, תגובת הבריחה האופיינית שלו היתה שחייה מתונה, מספר ס"מ מעל המצע, ולעיתים הסתתרות בתוך כוך או סדק קטן. לרוב נמנע הדקר האלכסנדרוני ממערות גדולות, כך שהוא לא מסתתר בעומק המצע וכמעט תמיד ניתן לאתר אותו במקום מחבואו, לעיתים אפילו בלי עזרת פנס, כך שיחסית לשני המינים האחרים קל מאוד לדוג את הדקר האלכסנדרוני בעזרת רובה.

לא נצפתה תגובה סקרנית בדקר אלכסנדרוני, ומעולם לא התקרב אלי פרט מיוזמתו כפי שהתקרבו שני המינים האחרים בהיעדר דייג. נראה שהדג סקרן פחות, ופחדן פחות, משני המינים האחרים בכל הנוגע לנוכחות צולל בסביבתו.



## **התקבצויות רבייה של דקר אלכסנדרוני**

כפי שמוצג בטבלה-1 באתר שבראש-הנקרה נצפו הדקרים האלכסנדרוניים מתקבצים מאמצע מאי ולפחות עד לתחילת יוני, כשבשיא תקופת ההתקבצות הוערך מספרם בכ- 60 דקרים אלכסנדרוניים. לגבי אתרי ההתקבצות שהיו מוכרים לי משנים קודמות- לא נצפתה בהן ההתקבצות של מין זה במהלך תקופת המחקר, אך כאמור, עד לפני עשר שנים באתרים הללו שבראש-הנקרה ובחיפה, היו להערכתי כ 50-100 פרטים, שהתקבצו בשטח קטן במהלך החדשים מאי יוני ויולי. הם נראו מקובצים בחצי הגובה מעל הקרקעית וכרגיל ירדו לכוון המצע כאשר התקרבות אליהם. במקרה אחר נראו כמאה פרטים שוכבים על הקרקעית בצפיפות רבה. בתקופת המחקר, באזור שמצפון לאתר הרבייה שבראש-הנקרה, נראו דקרים אלכסנדרוניים רבים יחסית, אך הגישה לאזור זה מוגבלת (בגלל הצבא) ולכן תצפיותי בו מעטות. האתר היחיד שמדרום לחיפה בו נתקלתי בדקרים אלכסנדרוניים גדולים (אם כי בודדים) נמצא בעומק של 12-16 מ' בין מעגן מיכאל לחוף מעיין צבי.

תיאור הצילומים מהתקבצות הרבייה (וידאו, ותצפיות):

במרבית צילומי הווידאו שערכתי באתר "המקלטים" בין התאריכים 20-26/05/2002 נראו פרטים בודדים (לא מקובצים) של דקר אלכסנדרוני ששחו בסמוך לקרקעית. כמעט ולא נצפו אינטראקציות בין הפרטים באתר מלבד שני קטעים קצרים שבהם נראו שני פרטים בפתח אותה מערה.

## **התקבצויות רבייה המשותפות לכמה מיני דקרים.**

ראש-הנקרה הוא האתר היחיד בו נצפתה התקבצות משותפת של שלושת המינים. בראש-הנקרה נערכו תצפיות משך 4 עונות ובגבעת אולגה נערכו תצפיות משך שלוש עונות, בשאר האתרים בהם נצפו התקבצויות דקרים (מעגן מיכאל, שקמונה חיפה, והחופים שמול טירת כרמל) נערכו תצפיות בודדות בלבד, ובהם נצפו התקבצויות משותפות לדקרנית האדומה ולדקר סלעים ללא דקרים אלכסנדרוניים, ואילו בחוף נעורים נצפתה התקבצות אחת בלבד שהייתה בלעדית לדקרנית האדומה. ע"פ הטבלאות-1,2 צפיפויות הדקרים עולות ביותר מסדר גודל באירועי ההתקבצות בשלושת המינים. ההתקבצויות הצפופות ביותר ומשך תקופת ההתקבצות הארוכה ביותר שייכים לדקרנית האדומה. כמו כן ניתן לראות כי בראש-הנקרה מתקבצים שלושת המינים ואילו בגבעת אולגה מתקבצים רק דקר סלעים ודקרנית אדומה.

## השוואת שלל דייג ברובה תת-מימי, בין שמורת הטבע לבין אתרים מותרים לדייג.

מתוך טבלה 3 ניתן לראות כי משלושת המינים נאסף מספר רב יותר של פרטים וביומאסה בשמורה מאשר לא בשמורה : כפי שחישבנו מתוך טבלה 3 בדקרנית אדומה היחס עומד על פי 1.3 פרטים ו פי 1.36 ביומאסה בשמורה לעומת אזורים מותרים לדייג. בדקר סלעים היחס גבוה יותר והוא עומד על פי 2.0 פרטים ו פי 1.9 ביומאסה בשמורה לעומת אזורים מותרים לדייג. ואילו בדקר האלכסנדרוני הוא גבוהה במיוחד ועומד על פי 3.15 פרטים ו פי 5.94 ביומאסה בשמורה לעומת אזורים מותרים לדייג.

טבלה 3. השוואה בין שלל שלושת המינים ליום דייג בין השמורה לאתרים בהם הדייג מותר .

	משקלי (ק"ג)		פרטים	
	שמורת טבע	אזורי דייג	שמורת טבע	אזורי דייג
דקרנית אדומה	6.26	4.6	3.24	2.51
דקר סלעים	8.5	4.47	2.91	1.46
דקר אלכסנדרוני	1.01	0.17	0.82	0.26

## גדילה

לצורך הערכת נתוני הגדילה של הדקרים נבדקו שלושה פרמטרים : הקשר בין גיל לאורך, הקשר בין גיל ומשקל, והקשר שבין האורך למשקל.

הקשר בין גיל לאורך נקבע ע"י הצבת גילם של הדגים (כפי שחושב מתוך האוטוליטים) למול אורכיהם ובניית עקומה שמייצגת את קצב הגידול של כל אחת מהאוכלוסיות.

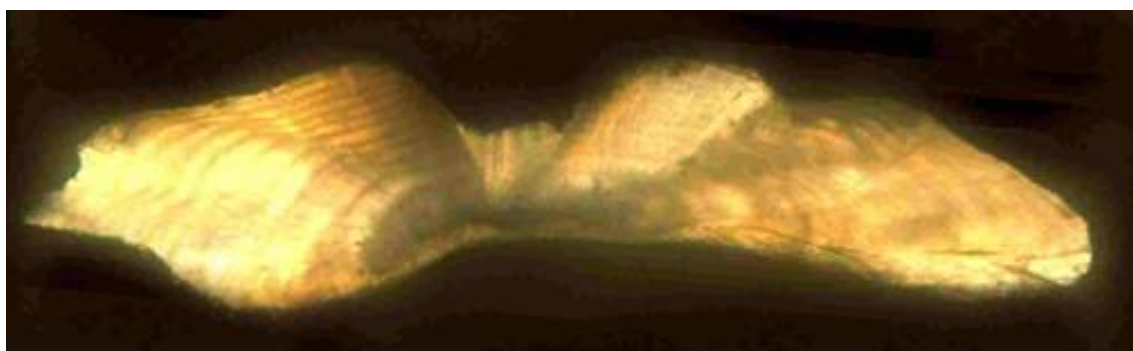
הקשר שבין גיל למשקל נקבע ע"י הצבת גילם של הדגים מול משקלם ובניית עקומות שמייצגות את קצב העלייה במשקל של כל אחת מהאוכלוסיות.

הקשר שבין אורך למשקל נקבע ע"פ הצבת אורכם של הדגים מול משקלם ובניית עקומה שמייצגת את השינוי במשקל, עם העלייה באורכם של הדגים.

גיל הדג נקבע ע"י ספירת טבעות שנתיות באוטוליטים. טבעות הגידול הכהות מייצגות תחילהסיום של שנה, ואילו הטבעת הבהירה אמצע שנה. באיורים 8,7 מוצגים האוטוליטים של דגים שגילם +3 ו +11 בהתאמה.



איור 7. חתך רוחב באוטוליט של דקר סלעים שגילו +3 שנים.



איור 8. חתך רוחב באוטוליט של דקר סלעים שגילו +11 שנים.

### הקשר בין הגיל לאורך בשלושת מיני הדקרים

עבור 148 דקרניות אדומות חושב קו הרגרסיה של גיל כנגד אורך, וערך המתאם הגבוה ביותר

$$R^2 = 0.7459 \text{ התקבל ברגרסיה לוגריתמית (איור 9)}$$

עבור 111 דקרי סלעים חושב קו הרגרסיה של גיל כנגד אורך, וערך המתאם הגבוהה ביותר

$$R^2 = 0.8896 \text{ התקבל ברגרסיה של חזקה (איור 10).}$$

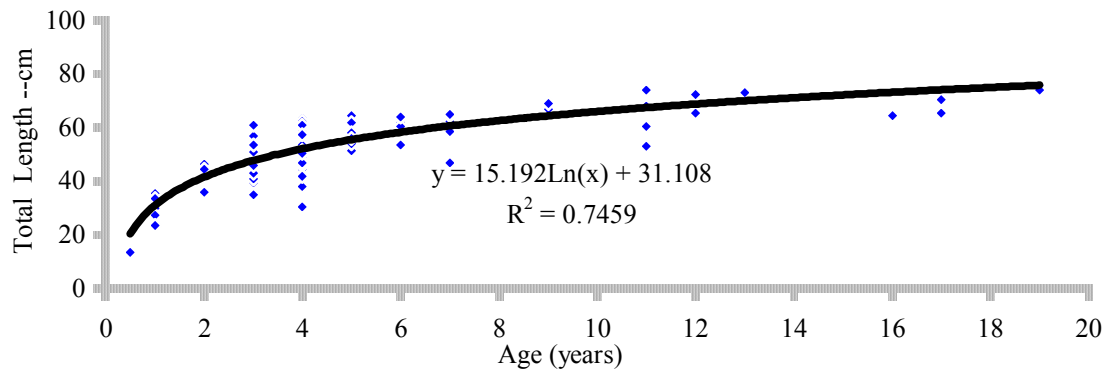
עבור 51 דקרים אלכסנדרונים חושב קו הרגרסיה של גיל כנגד אורך וערך המתאם הגבוהה ביותר

$$R^2 = 0.7276 \text{ התקבל ברגרסיה לוגריתמית (איור 11). התוצאות מראות שקצב הגידול של דקר}$$

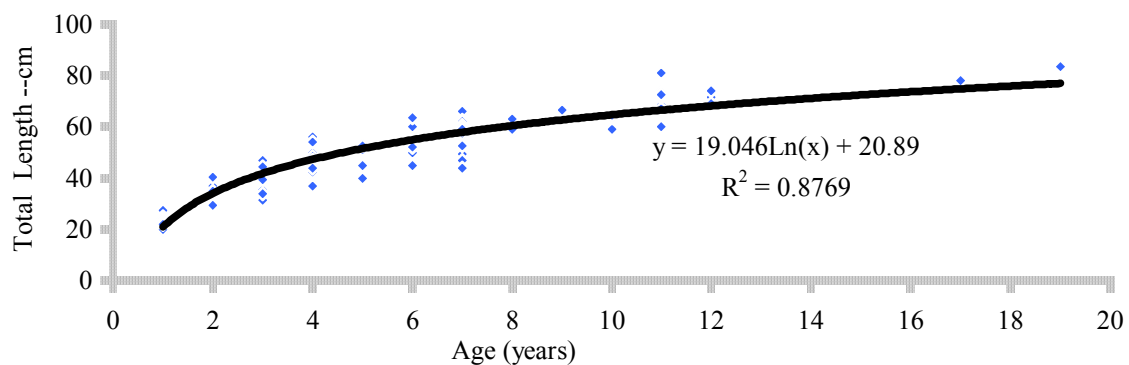
סלעים הוא המהיר ביותר, דקרנית אדומה גדלה לאט יותר ואילו דקר אלכסנדרוני גדל בקצב

האיטי מבין השלושה. דקרנית האדומה ודקר סלעים המבוגרים ביותר בדיגומינו גילם 19 שנים

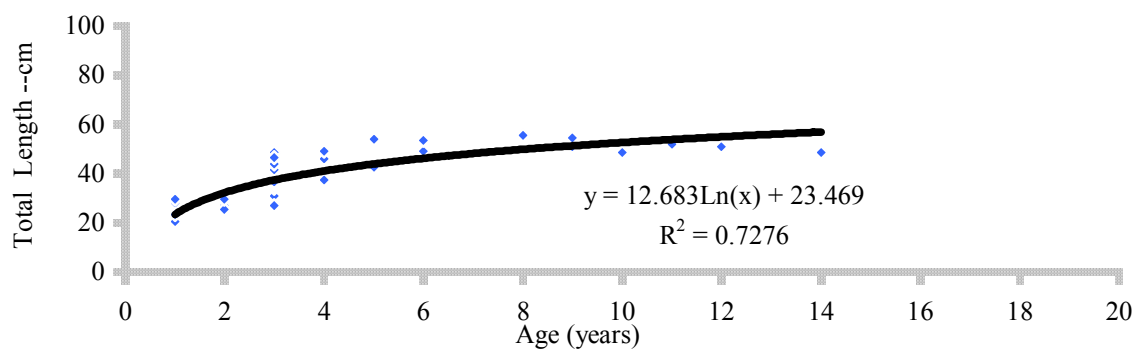
ואילו דקר אלכסנדרוני המבוגר ביותר גילו 14 שנים.



איור 9. הקשר שבין אורך לגיל בדקרנית אדומה. N=148



איור 10. הקשר שבין אורך לגיל בדקר סלעים. N=111

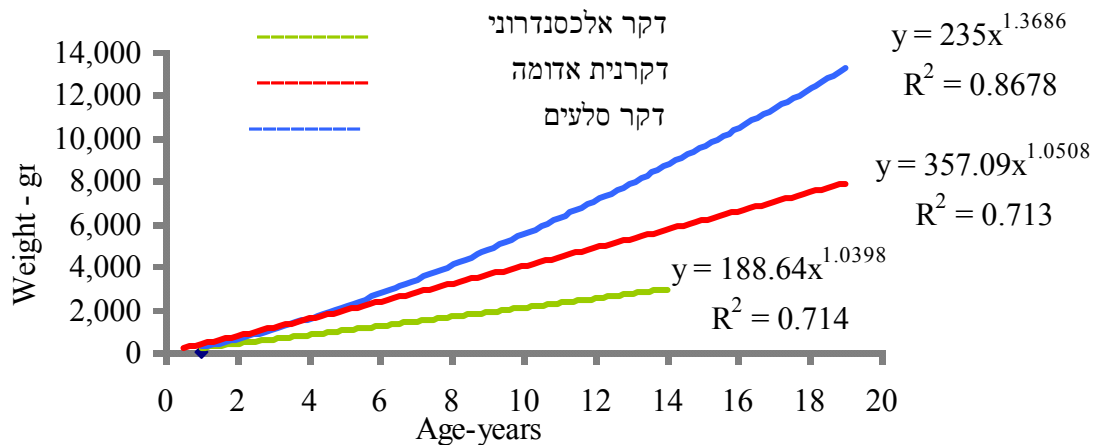


איור 11. הקשר שבין אורך גיל בדקר אלכסנדרוני. N=51

### הקשר בין המשקל לגיל

איור 12 מציג את הקשר בין המשקל לגיל בשלושת מיני הדקרים. עבור שלושת המינים חושב קו רגרסיה של חזקה כמייצג את קצב העליה במשקל. משקלה של דקרנית אדומה הוא הגבוה ביותר

מבין שלושתם עד לגיל של 3.8 שנים ומשקל של 1.4 ק"ג, מעבר לגיל 3.8 המשקל של דקר סלעים הוא הגבוה ביותר. המשקל הנמוך ביותר לאורך כל קבוצות הגיל נרשם אצל דקר אלכסנדרוני, משקלו של הדקר הזה הוא בין חצי עד רבע פחות משני המינים האחרים במרבית קבוצות הגיל.



איור 12. הקשר בין המשקל לגיל בשלושת מיני הדקרים. דקרנית אדומה N=148, דקר סלעים N=111, דקר אלכסנדרוני N=51.

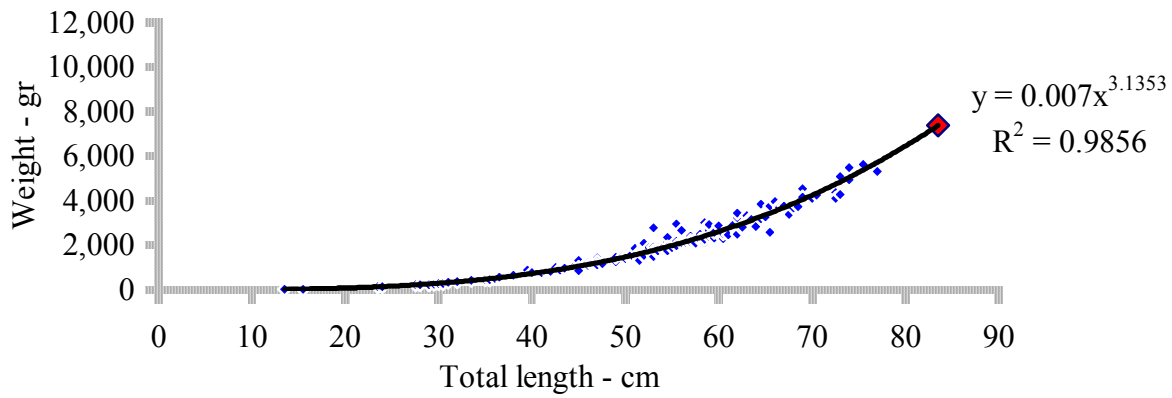
### הקשר שבין האורך למשקל בשלושת מיני הדקרים

עבור 198 דקרניות אדומות חושב קו הרגרסיה של אורך כנגד משקל וערך המתאם הגבוה ביותר  $R^2 = 0.9853$ . התקבל ברגרסיה של חזקה (איור 13).

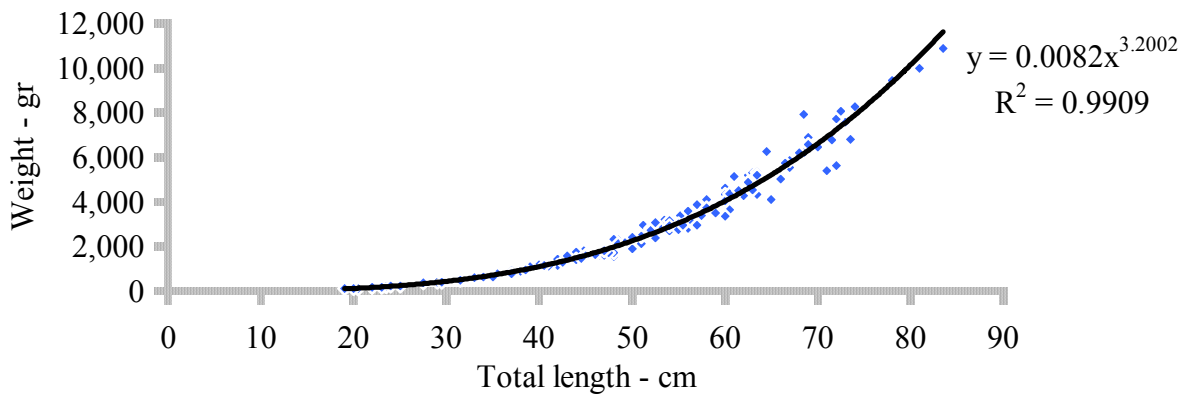
עבור 150 דקרי סלעים חושב קו הרגרסיה של אורך כנגד משקל כאשר ערך המתאם הגבוה ביותר  $R^2 = 0.9909$ . התקבל ברגרסיה של חזקה (איור 14).

עבור 64 דקרים אלכסנדרוניים חושב קו הרגרסיה של אורך כנגד משקל, ערך המתאם הגבוה ביותר  $R^2 = 0.989$ . התקבל ברגרסיה של חזקה (איור 15).

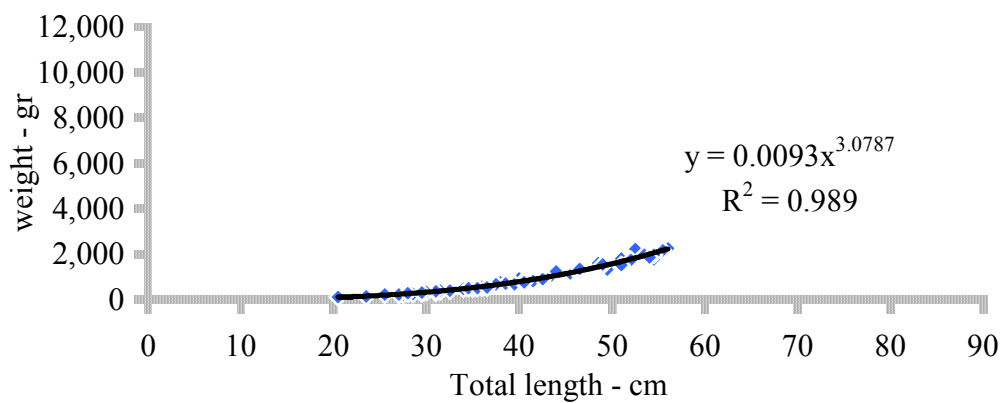
דקרנית אדומה הגדולה ביותר אורכה 77 ס"מ TL ומשקלה 5.3 ק"ג יחד עם זאת, משקלה של דקרנית שאורכה לא נמדד הגיעה ל-7.4 ק"ג שנמצא תואם לאורך של 83.3 ס"מ TL (מסומן בנקודה אדומה באיור 13). דקר סלעים הגדול ביותר היה באורך של 83.5 ס"מ TL ומשקלו 10.9 ק"ג. הדקר האלכסנדרוני הגדול ביותר אורכו הגיע ל-56 ס"מ TL ומשקלו ל-2.3 ק"ג.



**איור 13. יחס אורך-משקל של דקרנית אדומה. N=198**  
(הנקודה האדומה מייצגת אורך משוער של דג שנשקל אך אורכו לא נמדד)



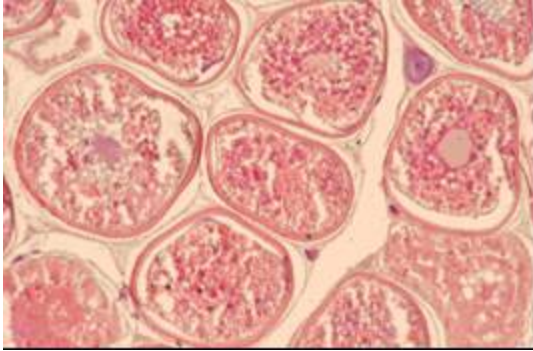
**איור 14. יחס אורך-משקל של דקר סלעים. N=150**



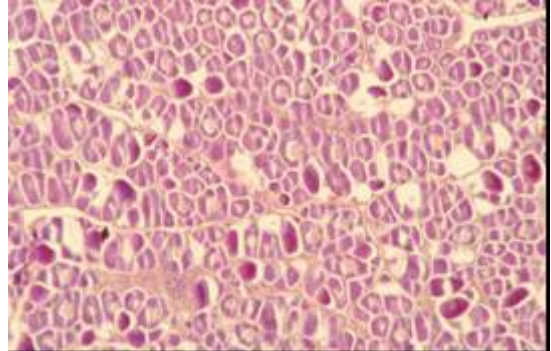
**איור 15. יחס אורך-משקל של דקר אלכסנדרוני. N=64**

## היבטי רבייה

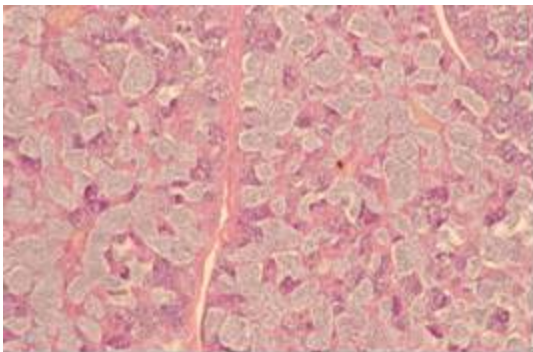
על-מנת לקבוע את הזויג השתמשנו בחתכים היסטולוגיים של הגונאדות.  
באיורים 16,17,18,19 מוצגים בהתאמה מימין לשמאל, חתכים היסטולוגיים, בשחלה שאינה בשלה, שחלה בשלה, גונאדה בעת חילוף זויג מנקבה לזכר, ואשך (כולם שייכים לדקר סלעים, אך מיצגים את שלושת המינים)



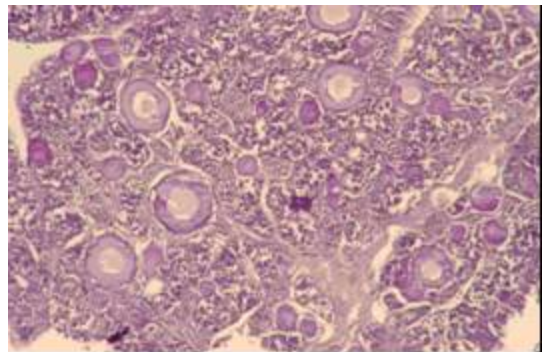
איור 17. חתך היסטולוגי בשחלה בשלה.



איור 16. חתך היסטולוגי בשחלה לא בשלה.



איור 19. חתך היסטולוגי באשך

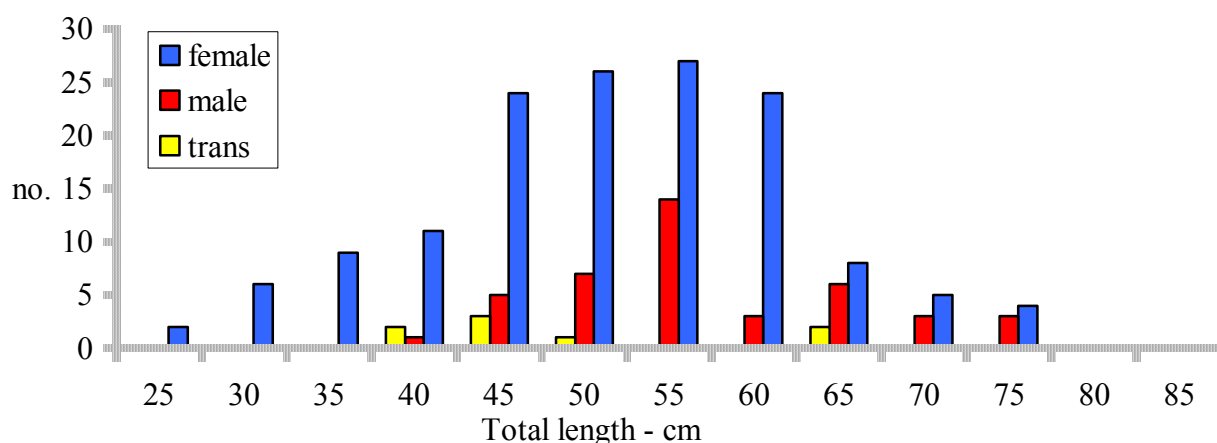


איור 18. חתך היסטולוגי בגונאדה מחליפת זויג.

## הקשר בין זוויג לאורך

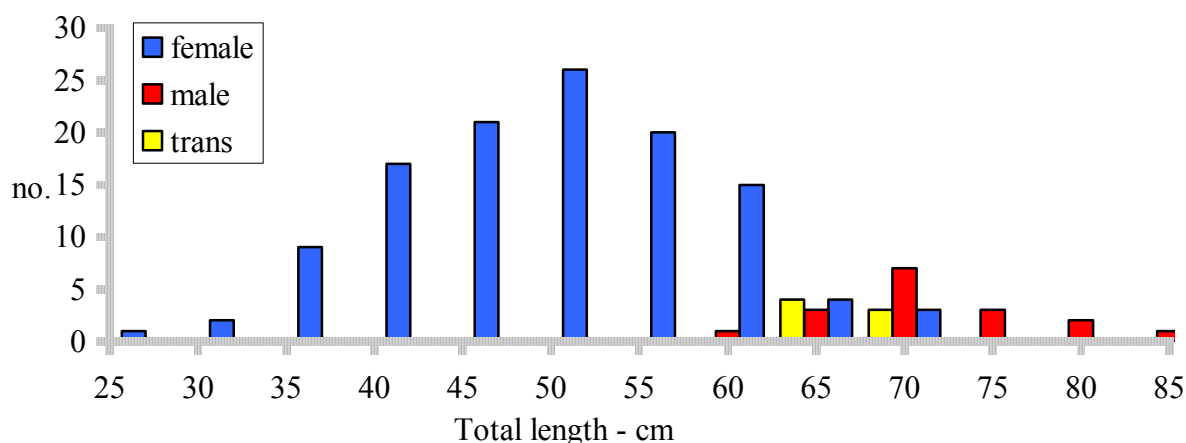
ברוב מיני הדקרים הזכרים גדולים מהנקבות, מכיוון שהם מחליפי זוויג קדם נקביים. קבוצות האורך שמאפיינות את הזוויגים ואת מחליפי הזוויג מיוצגות באיורים 22, 21, 20.

הזכר הקצר ביותר של דקרנית אדומה אורכו 42 ס"מ TL (איור 20). קיימת חפיפה בין זכרים לנקבות בקבוצות האורך שבין 40 ל 75 ס"מ TL.



איור 20. הקשר בין זוויג לאורך בדקרנית אדומה.  $N_{\text{female}}=154$ ,  $N_{\text{male}}=42$ ,  $N_{\text{trans}}=8$ .

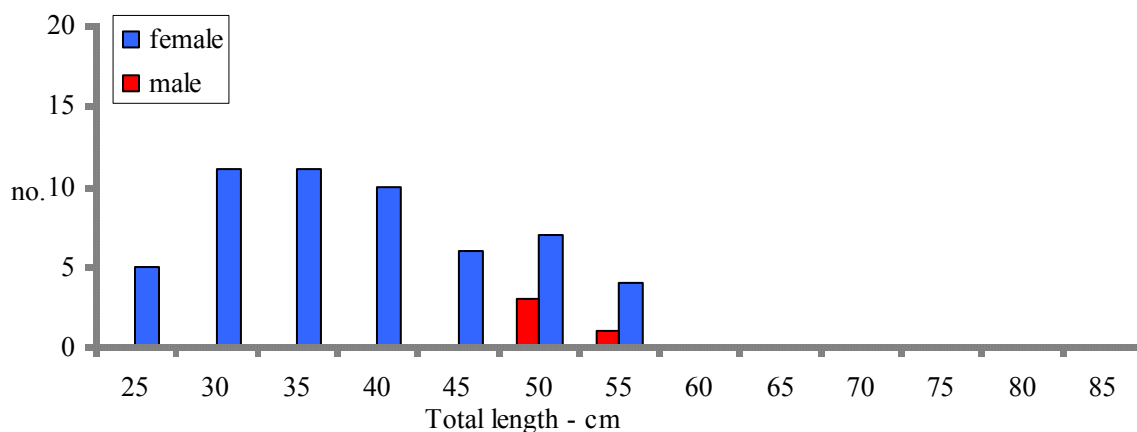
הזכר הקצר ביותר של דקר סלעים אורכו 61 ס"מ TL (איור 21). קיימת חפיפה בין זכרים לנקבות בקבוצות האורך שבין 60 ל 70 ס"מ TL.



איור 21. הקשר בין זוויג לאורך בדקר סלעים.  $N_{\text{female}}=129$ ,  $N_{\text{male}}=17$ ,  $N_{\text{trans}}=7$ .



הזכר הקצר ביותר של דקר אלכסנדרוני אורכו 51 ס"מ TL איור 22. קיימת וקיימת חפיפה בין זכרים לנקבות בקבוצות האורך שבין 50 ל 55 ס"מ TL.



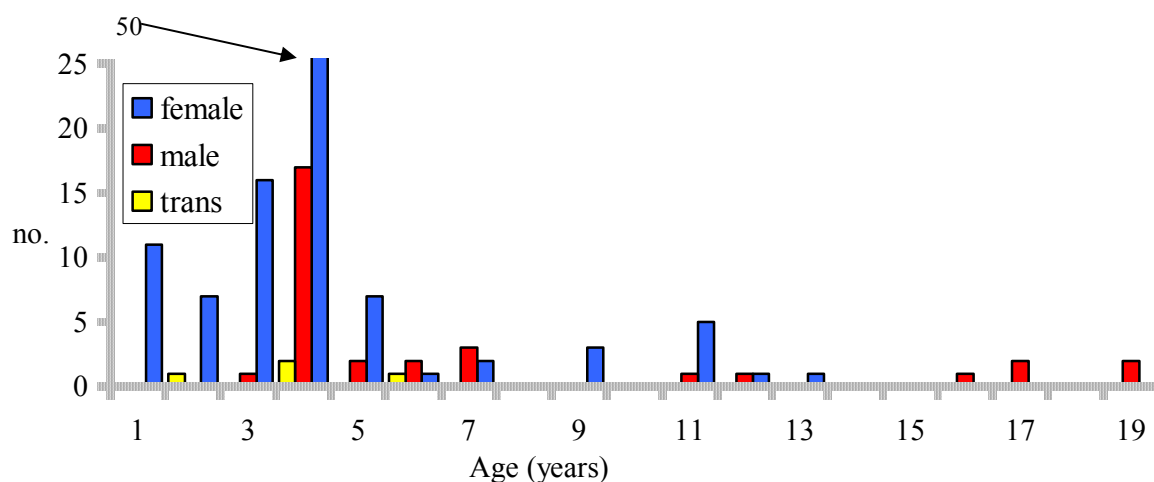
איור 22. הקשר שבין זווית לאורך בדקר אלכסנדרוני:  $N_{\text{female}}=61$ ,  $N_{\text{male}}=4$ .

## הקשר בין זווית לגיל

ברוב מיני הדקרים הזכרים מבוגרים מהנקבות, מכיוון שהם מחליפי זווית קדם נקביים. קבוצות הגיל שמאפיינות את הזוויגים ואת מחליפי הזווית מיוצגות באיורים 23, 24, 25.

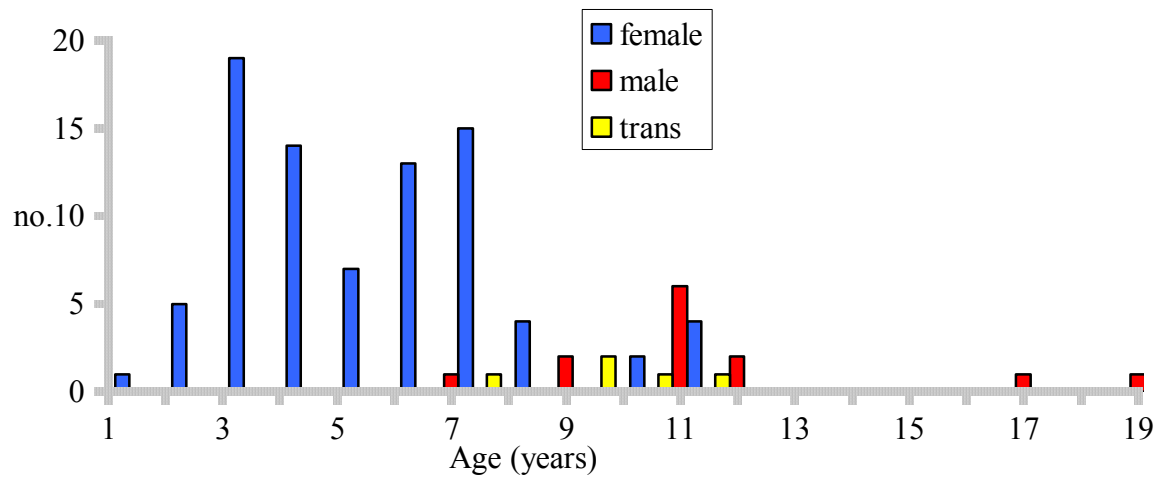
female

הזכר הצעיר ביותר של דקרנית אדומה גילו +3 איור 23. קיימת חפיפה בין זכרים לנקבות בקבוצות הגיל שבין +3 ל +13.



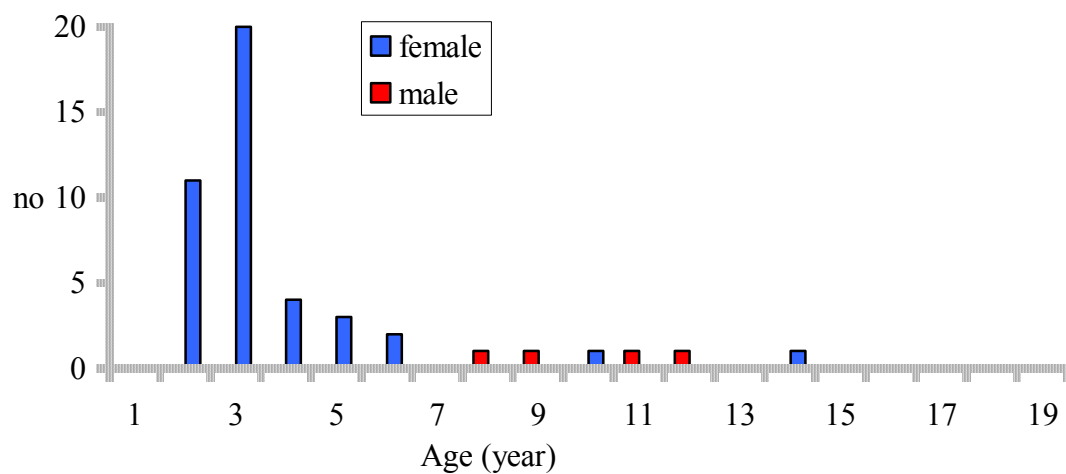
איור 23. הקשר שבין זווית וגיל בדקרנית האדומה:  $N_{\text{female}}=112$ ,  $N_{\text{male}}=32$ ,  $N_{\text{trans}}=4$ .

הזכר הצעיר ביותר של דקר סלעים גילו +7 איור 24. קיימת חפיפה בין זכרים לנקבות בקבוצות הגיל שבין +7 ל +11.



איור 24. הקשר שבין זווית לגיל בדקר סלעים.  $N_{\text{female}}=93$ ,  $N_{\text{male}}=13$ ,  $N_{\text{trans}}=5$ .

הזכר הקצר ביותר של דקר אלכסנדרוני גילו +8 איור 25. קיימת חפיפה בין זכרים לנקבות בקבוצות הגיל שבין +8 ל +14.



איור 25. הקשר שבין זווית וגיל בדקר האלכסנדרוני:  $N_{\text{female}}=47$ ,  $N_{\text{male}}=4$ .

טבלה 4 מסכמת ממוצעי האורכים והגילאים לשלושת המינים. מחליפי הזויג נכללו יחד עם הזכרים, ואילו הפרטים הקטנים שזויגם לא נבדק, אך מימדיהם הקטנים מצביעים על היותם נקבות-נכללו יחד עם הנקבות, ניתן לראות כי ההבדלים בין אורכי וגילאי הזכרים והנקבות בכל שלושת המינים נמצאו מובהקים ב Mann Whitney U test.

טבלה 4. נתוני ממוצעי האורך והגיל לזכרים ולנקבות בשלושת מיני הדקרים

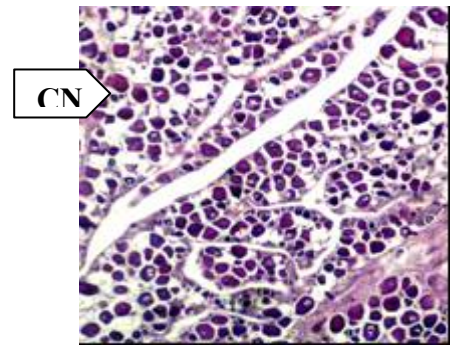
Mann Whitney U test (P)	סטית תקן	ממוצע	מספר הפרטים	זויג		
0.033741	11.8	50.2	154	♀	אורך ב'ס"מ TL	דקרנית אדומה
	9.3	55.6	50	♂		
0.000377	2.6	4.1	112	♀	גיל בשנים	
	5.0	6.8	36	♂		
4.E-11	11.5	47.0	129	♀	אורך ב'ס"מ TL	דקר סלעים
	5.6	69.9	24	♂		
1.E-09	2.6	4.8	93	♀	גיל בשנים	
	2.8	11.3	18	♂		
0.003152	8.8	38.3	61	♀	אורך ב'ס"מ TL	דקר אלכסנדרוני
	2.1	52.4	4	♂		
0.001357	2.4	3.5	47	♀	גיל בשנים	
	2.1	10.3	4	♂		

## דרגת בשלות

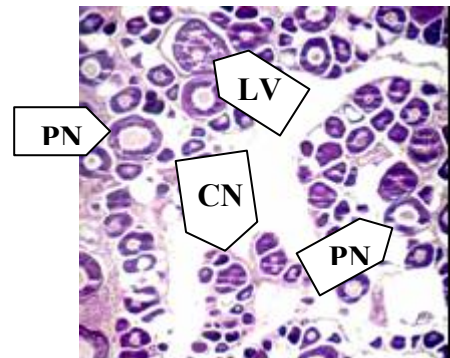
דרגת הבשלות של השחלה מיוצגת ע"י תאי הביצה בדרגת הבשלות הגבוהה ביותר בכל גונאדה כפי שנקבעו מיקרוסקופית ומתוארים באיורים 26,27,28,29 ע"פ חתכים מייצגים של דקרי הסלעים מהמחקר הנוכחי: להלן אינדקס סימוני דרגות הבשלות, בסדר עולה משמאל לימין, כפי נקבעו ע"פ עבודתם של Marino et al. (2001) עבור דקר הסלעי:

זהו האינדקס על פיו קבענו את דרגת הבשלות בשחלות שבאיורים הבאים:

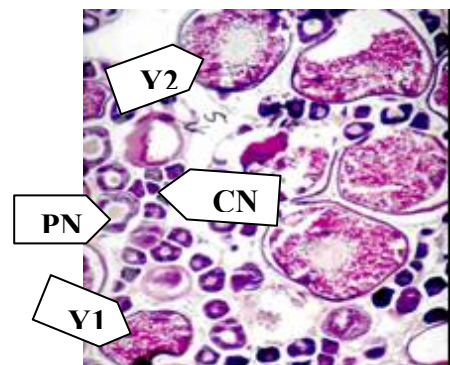
CN (chromatin-nucleolus), PN (peri-nucleolus), LV (lipid vesicle), Y-1/2/3 (yolk), H (hydrated)



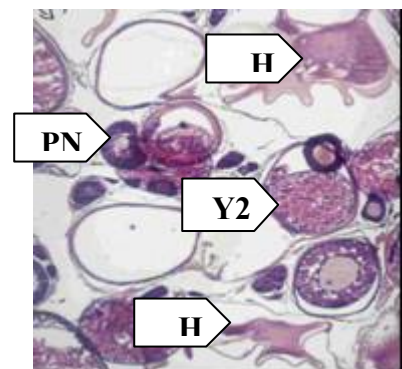
איור 26. חתך היסטולוגי בשחלה צעירה.



איור 27. חתך היסטולוגי בשחלה בתחילת ההבשלה.



איור 28. חתך מקרוסקופי בשחלה בשלבי בשלות מתקדמים.



איור 29. חתך היסטולוגי בשחלה בעיצומה של רבייה.

## **בגרות מינית**

הפרטים הקטנים ביותר שהוגדרו כבוגרים מינית היו הפרטים הצעירים והקצרים ביותר שנמצאו נושאים תאי ביצה בדרגה Y1 ומעלה. ואילו הדגים הארוכים והמבוגרים ביותר שלא נשאו תאי ביצה וויטלוגניים בשיאה של עונת הרבייה הוגדרו כפרטים הגדולים ביותר שאינם בוגרים מינית. גילאי הבגרות המינית בשלושת מיני הדקרים מוצגים בטבלה 5: דקרנית אדומה ודקר אלכסנדרוני מגיעים לבגרות מינית בגיל +2, לעומת זאת הדקרנית מגיעה לבגרות מינית במשקל של כ- 500 גר' כפול מדקר אלכסנדרוני. דקר סלעים מגיע לבגרות מינית בין הגילאים: +3 ל +8, ובטווחי משקל של: 948-3500 גר'.

### **טבלה 5. תחילת הבגרות המינית בשלושת מיני הדקרים.**

אורך	משקל	גיל בשנים	
TL 36-35 ס"מ	גר' 448-----גר' 512	+2	דקרנית אדומה
TL 32-25.5 ס"מ	גר' 228-----גר' 304	+2	דקר אלכסנדרוני
TL 59-38.5 ס"מ	גר' 948-----גר' 3500	+3-----+8	דקר סלעים

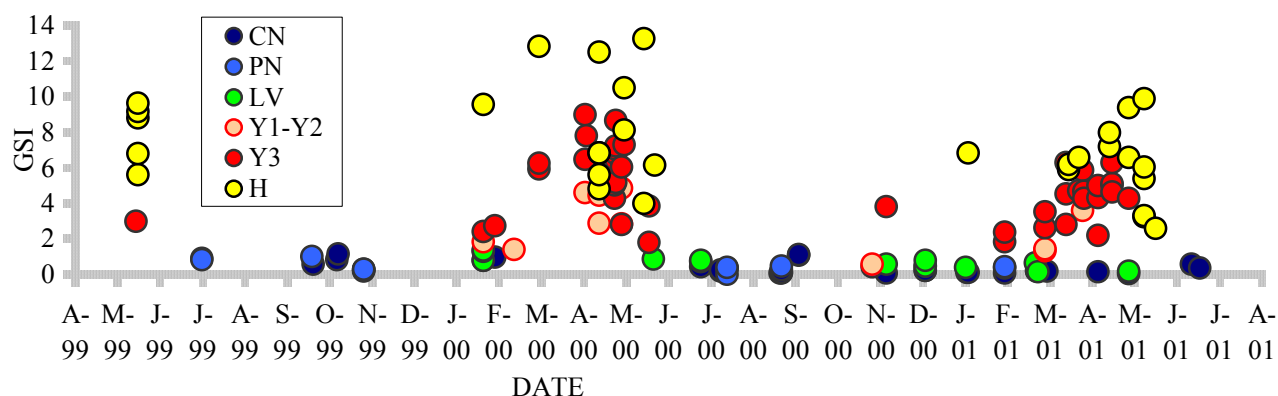
## **עונות רבייה**

על-מנת לקבוע את תאריכי הרבייה נעזרנו בשילוב של דרגת הבשלות וערכי ה GSI של השחלות בדגים שנלכדו במהלך 1999-2001, כפי שהם מוצגים באיורים 30,31,32. בשלושתם מתרחשת חפיפה בתאריכי הרבייה בחדשים מאי ויוני. זאת גם התקופה בה נצפים ערכי GSI מקסימאליים בשלושתם.

בדקרנית האדומה התאריך המוקדם ביותר בו נצפו שחלות בשלות הוא 19/11/2000 והתאריך המאוחר ביותר לעונה בו נצפו שחלות בשלות הוא 6/6/2000 (איור 30).

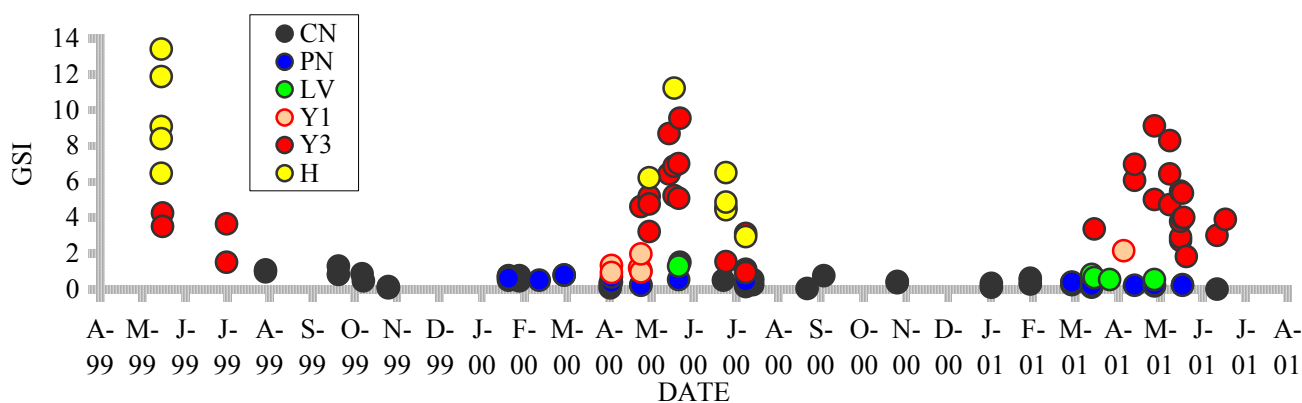
בדקר סלעים התאריך המוקדם ביותר בו נצפו שחלות בשלות הוא 30/3/2001 והתאריך המאוחר ביותר לעונה בו נצפו שחלות בשלות הוא 23/7/2000 (איור 31).

בדקר האלכסנדרוני התאריך המוקדם ביותר בו נצפית נצפו שחלות בשלות הוא 13/5/2001 והתאריך המאוחר ביותר לעונה בו נצפו שחלות בשלות הוא 5/10/99 (איור 32).



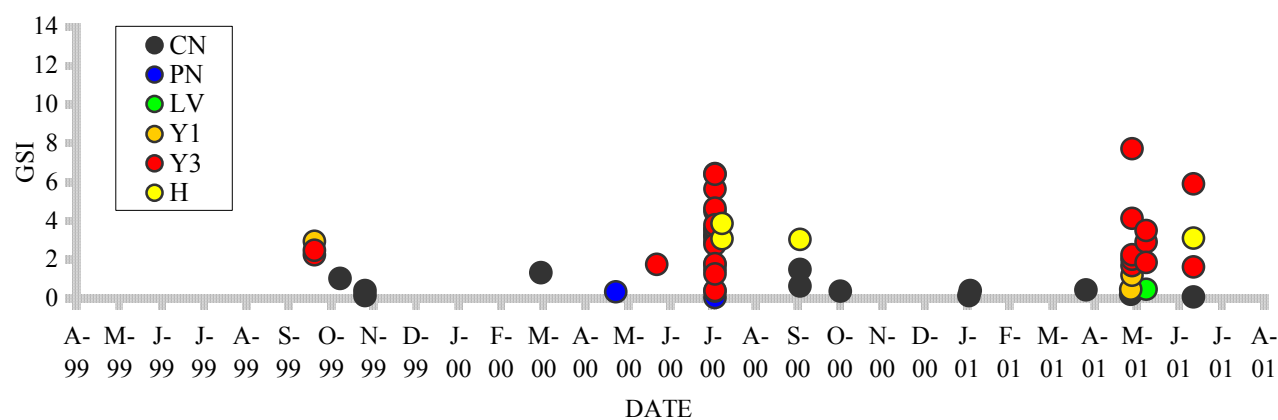
**איור 30. הקשר בין GSI השחלות לדרגת הבשלות ולתאריך, בדקרנית האדומה.**

(CN \ PN) - לא בשל, (LV) - שלב הבשלה ראשון, (Y-1/2/3) - בשלות מתקדמת, (H) - רבייה.



**איור 31. הקשר בין GSI השחלות לדרגת הבשלות ולתאריך, בדקר סלעים.**

(CN \ PN) - לא בשל, (LV) - שלב הבשלה ראשון, (Y-1/2/3) - בשלות מתקדמת, (H) - רבייה.

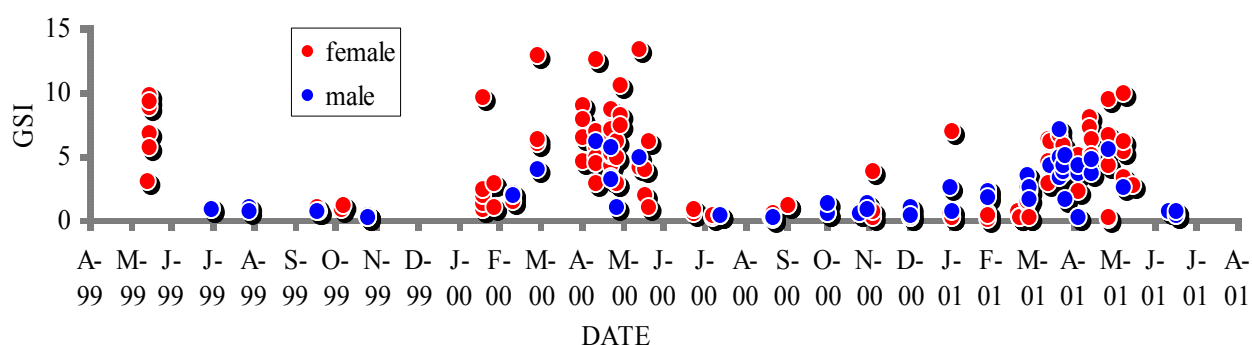


**איור 32. הקשר בין GSI השחלות לדרגת הבשלות ולתאריך, בדקר אלכסנדרוני.**

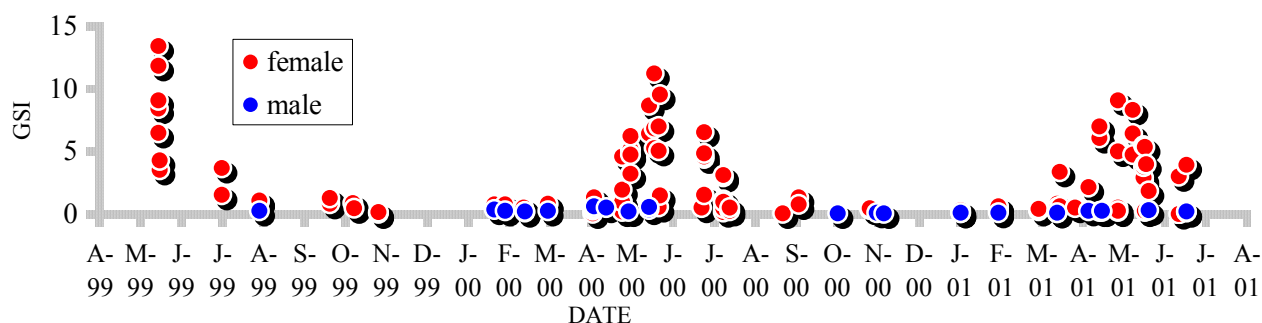
(CN \ PN) - לא בשל, (LV) - שלב הבשלה ראשון, (Y-1/2/3) - בשלות תקדמת, (H) - רבייה.

## GSI אשכים בהשוואה לשחלות.

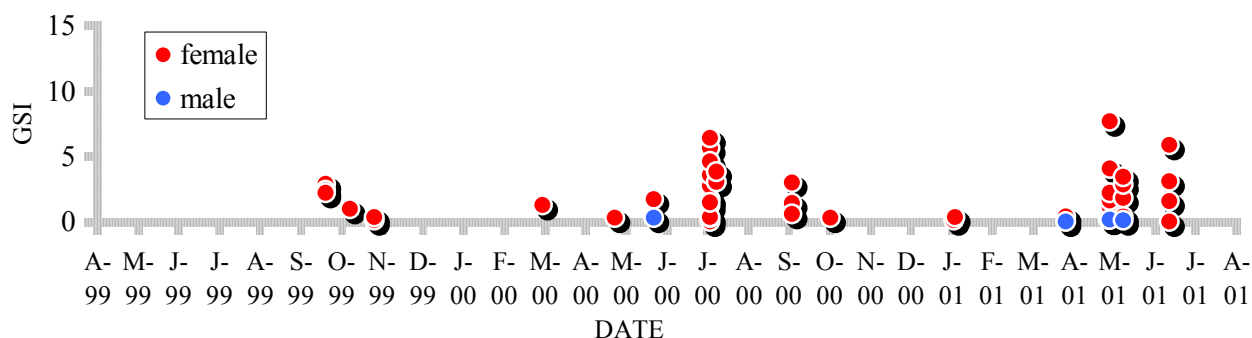
על-מנת לבחון את השינוי העונתי במימדי הגונאדות, בדקנו את ערך ה GSI של שני הזוויגים לאורך עונות השנה איורים 33,34,35. בדקרנית האדומה GSI האשכים נע בין 6.9% בעונת הרבייה, לפחות מ 1% מחוץ לעונת הרבייה. לעומת זאת בדקר הסלעים ובדקר האלכסנדרוני ערך GSI של האשכים לא עולה על 0.6% במהלך השנה. בשלושת המינים ערך GSI של השחלות בעונת הרבייה עולה על 8%, ומחוץ לעונת ברבייה יורד לפחות מ 1%.



איור 33. השינויים בערך ה GSI של שני הזוויגים לאורך עונות השנה בדקרנית האדומה.



איור 34. שינויים בערך ה GSI של שני הזוויגים לאורך עונות השנה בדקר סלעים.

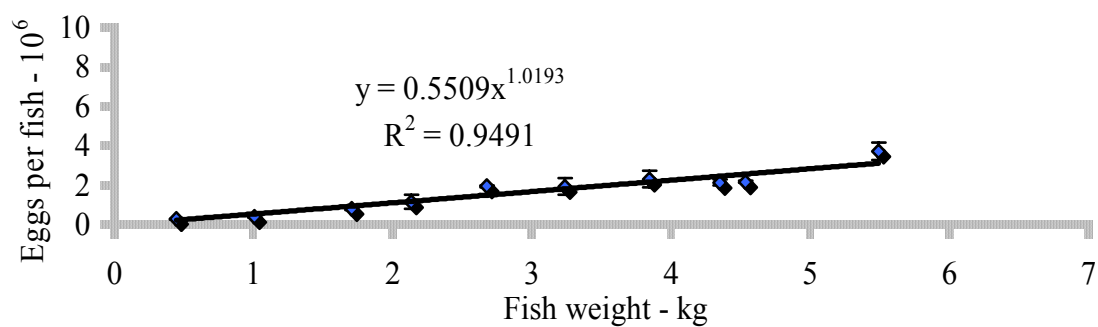


איור 35. השינויים בערך ה GSI של שני הזוויגים לאורך עונות השנה בדקר האלכסנדרוני.

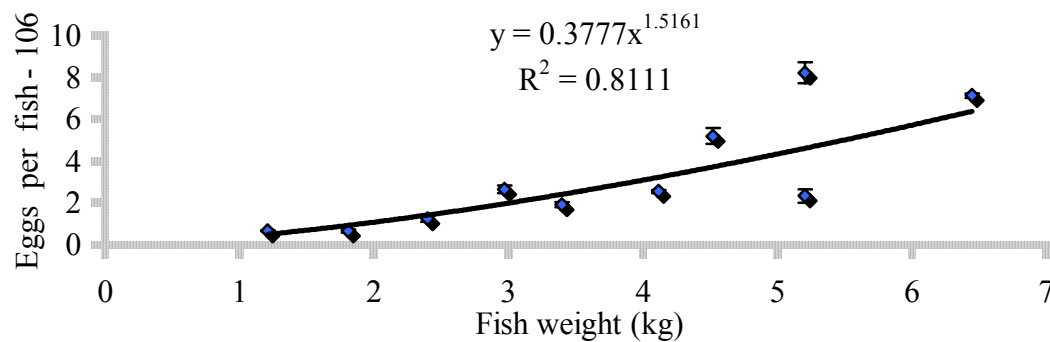
## פוריות

פוטנציאל הרבייה מייצג את מספר הביצים לדג בעונת הרבייה (איורים 36, 37, 38). ע"פ האיורים, ככל שמשקלה של הנקבה עולה, גדל במספר הביצים לשחלה.

עבור 10 דקרניות אדומות חושבה רגרסיה ל משקל גוף כנגד מספר ביצים וערך המתאם שהתקבל  $R^2=0.9491$ . עבור 10 דקרי סלעים חושבה הרגרסיה למשקל דג כנגד מספר הביצים וערך המתאם שהתקבל  $R^2=0.811$ . עבור 10 דקרים אלכסנדרונים חושבה הרגרסיה למשקל דג כנגד מספר הביצים וערך המתאם שהתקבל  $R^2 = 0.762$ .

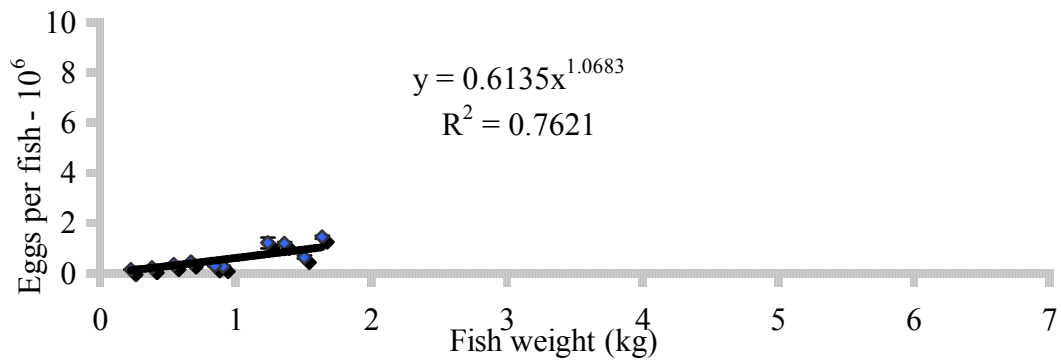


איור 36. הקשר בין מספר הביצים למשקל הגוף בדקרנית האדומה



איור 37. הקשר בין מספר הביצים למשקל הגוף בדקר סלעים





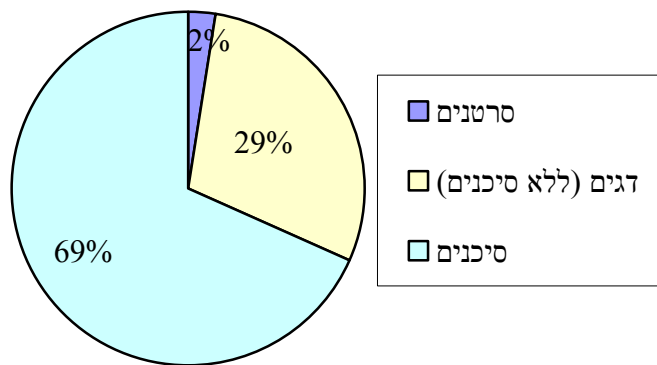
איור 38. הקשר בין מספר הביצים למשקל הגוף בדקר האלכסנדרוני.

## תזונה

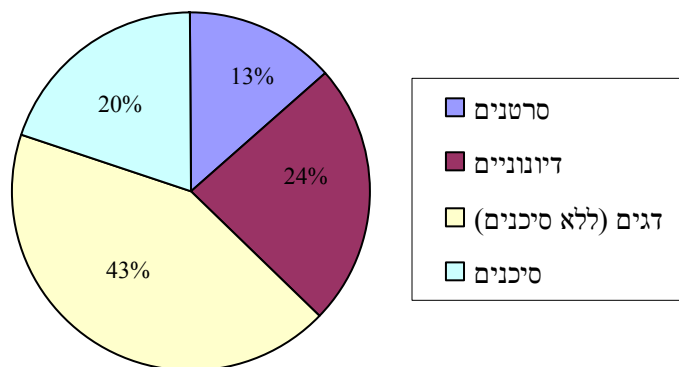
על-מנת לבחון את סוג המזון ואת הכמות היחסית של מרכיביו נבדקו הקיבות בכל הפרטים שנלכדו. בשלושת המינים אחוז הפרטים שנמצאה תכולה כלשהיא בקיבותיהם נע בין 20%-30% (טבלה 6). בדקרנית האדומה התזונה מורכבת בלעדית מדגים כאשר הסיכונים נמצאו כמרכיב העיקרי בקיבותיהם (איור 39). בדקר סלעים ובדקר האלכסנדרוני התזונה מגוונת יותר ומורכבת מטקסונים שונים אם כי מבוססת ברובה על דגים. הסיכונים מהווים 20% מתכולות הקיבה (איורים 40, 41).

טבלה 6. פירוט חלקם המשקלי והמספרי של הטקסונים השונים בשלושת מיני הדקרים.

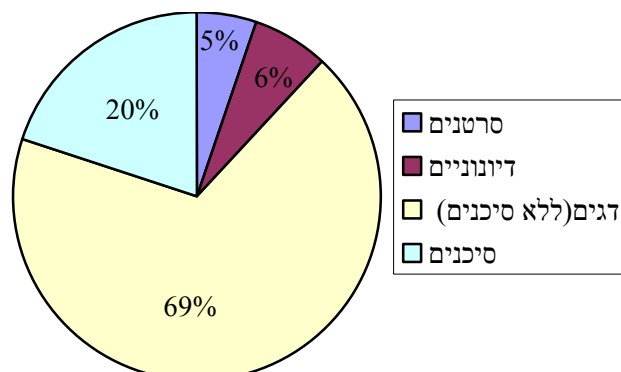
מין הדקר	פרטים\ תכולות	אחוז הקיבות עם תכולה		סרטנים	דיונוניים	דגים ללא סיכנים	סיכנים	סה"כ תוכן קיבה
דקרנית אדומה	60/205	30.29%	משקל (גרי')	40		482.1	1129.4	1651.5
			פרטים	1	0	26	38	65
דקר סלעים	36/153	23.50%	משקל (גרי')	315.4	556.8	998.9	468	2339.1
			פרטים	14	7	16	5	42
דקר אלכסנדרוני	13/65	20%	משקל (גרי')	11.1	13.2	139.8	41	205.1
			פרטים	2	2	7	3	14



איור 39. אחוז משקלי של הטקסונים השונים בתכולות הקיבה של דקרנית אדומה.



איור 40. אחוז משקלי של הטקסונים השונים בתכולות הקיבה של דקר סלעים.



איור 41. האחוז המשקלי של הטקסונים השונים בתכולות הקיבה של דקר אלכסנדרוני.

## **דווחי דייגים הדגים בצלילה באמצעות רובה תת-מימי.**

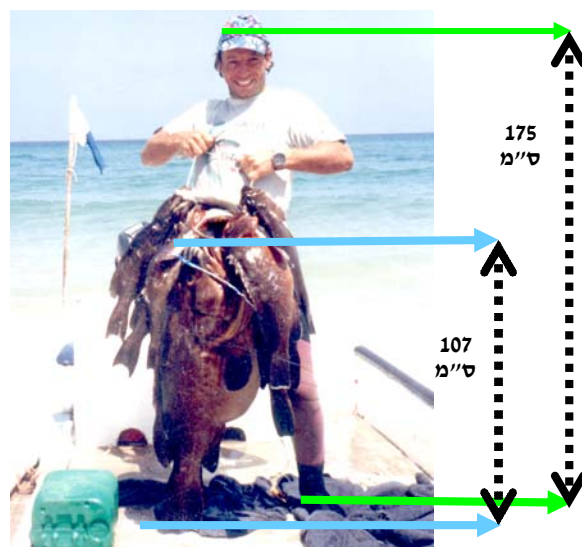
### **דווח על שינויים**

1. בעבר הדייג באזורים הרדודים הספיק לפרנסת הדייגים אולם, במהלך שני העשורים האחרונים רובם עברו לדייג באתרים שעמוקים מ- 30 מ', לטענתם המעבר התרחש בגלל פחיתת הדגים באזורים הרדודים.
2. ירידת בנפוצות של שלושת המינים באתרים רבים שבעבר היו עשירים במיוחד.
3. הדייגים מדווחים על פחיתה במשקל הכולל של השלל, ועל השקעה של זמן רב יותר בדייג על-מנת להשיג שלל מספיק (עלייה במאמץ לחידת שלל)
4. פחיתה חדה מאוד בעשור האחרון של דקר אלכסנדרוני, הן בשלל, והן בתצפיות, למול עלייה יחסית בשלל דקרנית אדומה.
5. העלמות התקבצויות של דקר אלכסנדרוני מכל האתרים הרדודים והעמוקים שבחיפה מלבד אתר בודד ב 38 מ' עומק.
6. צמצום היקף ו/או הפסקת ההתקבצויות של דקרי הסלעים ודקרנית אדומה באתרים רבים.
7. ירידה בגדלים המרביים של דקר סלעים ודקר אלכסנדרוני.
8. ירידה מתמשכת בניצפות כל שלושת המינים בכל אתרי הדייג.
9. שינוי בהתנהגות הדקרים בעקבות הדייג- לטענת הדייגים הדגים הפכו לפחדנים במיוחד.
10. האתרים שבהם אוכלוסית הדקרים מגלים יציבות יחסית הם אלו בהם מבנה הסלע מורכב במיוחד ועשיר במקומות מסתור, או בעומקים שאינם נגישים לצוללים (מעל 40 מ' עומק).

### **דווחים על מימדים מרביים**

בחופינו רוב הדייגים דווחו על מימדים מרביים של 5 ק"ג (75 ס"מ TL) לדקרנית האדומה. הדייג –מ.ר., דווח על דקרניות אדומות במשקל 10-11 ק"ג (מתאים לאורך של 94 ס"מ TL) שנלכדו בחופי שקמונה ברשת בשנים האחרונות. הדייג ר.צ. מדווח על דקרניות אדומות שמשקלן 12 ק"ג משלל דייג ברובה תת-מימי בעומק של 4-7 מ' בשנים 1988-1991 בחופי גוש קטיף שם לחץ הדייג

בצלילה באותן שנים היה נמוך במיוחד מסיבות ביטחוניות. בתצפיות אישיות נצפו דקרניות שמשקלן הוערך ב 10-15 ק"ג בעומק של 4-6 מ' בשנת 1986 בחופי גוש קטיף. רוב הדייגים בחופינו מדוחים על מימדים מרביים של 12 ק"ג (85 ס"מ TL) לדקרי הסלעים. הדייג ר.צ. מדווח על דקרי סלעים שמשקלם 24 ק"ג משלל דייג ברובה תת-מימי בעומק של 12-18 מ' בשנים 1988-1991 בחופי גוש קטיף(איור 42). מנחם קרויטר ממושב לימן מדווח על דקרי סלעים שהגיעו למשקל של 18-20 ק"ג משלל דייג ברובה תת-מימי לפני שני עשורים בשטח הביטחון בגבול לבנון (הצילום הוצג בפני). דייגים מדווחים שלפני כמה עשורים בחופינו נלכדו דקרי סלעים שאורכם עולה על מטר אחד (אריאל סדן ומושיק זורע- מעגן מיכאל).



איור 42. חישוב אורכו של דקר סלעים שנלכד בחופי עזה בתחילת 1990 ע"י הדייג ר.צ.

רוב הדייגים בחופינו מדוחים על מימדים מרביים של 3 ק"ג (60 ס"מ TL) לדקרים האלכסנדרונים. הדייג מ.ר., מדווח על דקרים אלכסנדרוניים במשקל 5-6 ק"ג (כ-75 ס"מ TL) שנלכדו ברובי צלילה בעומק של 50-60 מ' לפני 8 שנים בחופי שקמונה.

#### דווחים על התקבצויות רבייה:

הדייגים מתארים תופעה בשם "חתונה"- לדבריהם זוהי התקבצות צפופה של שלושת מיני הדקרים לצורך רבייה. הם מדווחים כי שלושת מיני הדקרים מתקבצים בעונת האביב באותם האתרים. עומקם של אתרי ההתקבצות הוא 10-20 מ'. הדייגים במפרץ חיפה מדווחים על כך שכול

ה"חתונות" הרדודות של הדקרים מתרחשות באותם האתרים שבהם מתקיימת רביית כרומיות. הם מספרים כי בזמן רבייתן הכרומיות שוהות בין הסלעים והדקרים ניזונים עליהן, לטענתם באירועים הללו שללם היומי גדול עד פי חמש מהמקובל. באתר ספארטה ריף שבחיפה מתרחשת התקבצות רבייה שמוכרת ל 6 דייגים שונים, לחלקם כבר מלפני 30-40 שנים. גם האתר שבגבעת אולגה מוכר לשני דייגים כבר מלפני 2-3 עשורים. הם טוענים כי בקיץ עולות הצפיפויות של שלושת מיני הדקרים בעומקים של 30-40 מ'. אולם בקיץ התקבצויות הרבייה בלעדיות לדקר האלכסנדרוני והן מתרחשות במים שעומקים מ 30 מ'.

## דיון

### השוואה בין ממצאי המחקר לגבי אוכלוסיות שלושת המינים בישראל לנתוני הספרות

#### הדקרנית האדומה

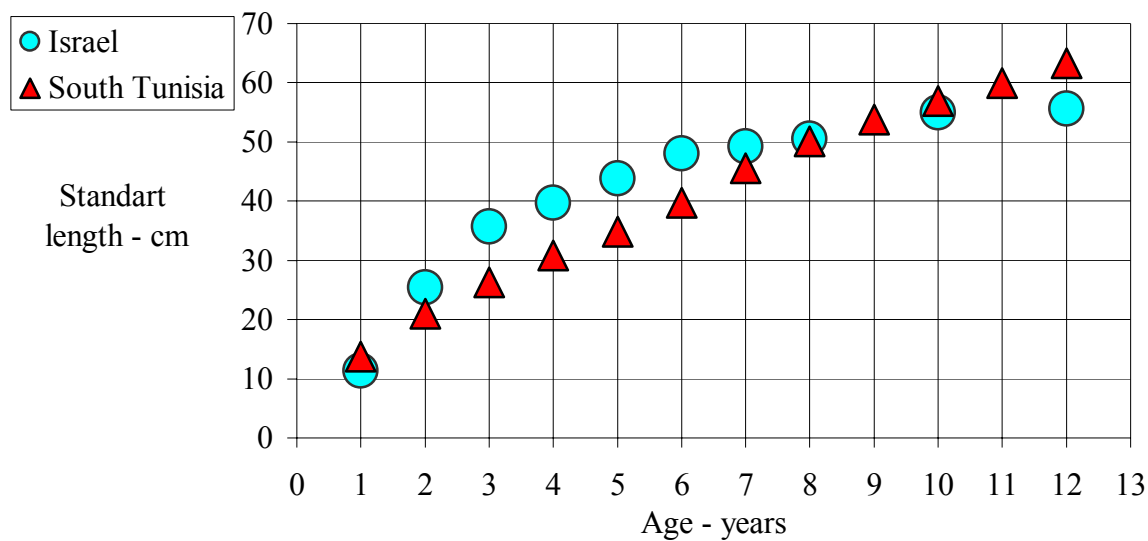
מימדים מרביים: מהשוואה בין האוכלוסייה של הדקרנית האדומה בישראל לנתוני ספרות לגבי מימדים מרביים, מסתבר שדקרנית אדומה הגדולה ביותר שנבדקה במסגרת המחקר הגיע לאורך של כ- TL 83.5 ס"מ, ומדווחי דייגים עולה כי האורך המרבי היגיע ל 95 ס"מ TL. לעומת זאת, הפרטים הארוכים ביותר שדווחו ע"י Heemstra & Randal (1993) ו Siau & Boauin (1994) מהים התיכון מגיעים ל 75 ס"מ TL. מכאן מסתבר כי המימדים המירביים של הדקרניות בחופינו הם גבוהים מנתוני הספרות. הגיל המירבי של הדקרנית האדומה כפי שנמצא במחקר זה עומד על 19 שנים לדג שאורכו 74 ס"מ TL, לעומת זאת הגיל המרבי שתועד בספרות לדקרנית אדומה עומד על 12 שנים לדג שאורכו 75 ס"מ TL ב Sfax שבדרום טוניס (Siau & Boauin, 1994). מסתבר כי הגיל המרבי של הדקרניות בחופינו הוא גבוה מנתוני הספרות.

לדעתי, ההבדל בין נתוני הספרות לישראל אינו מצביע על מימדים חריגים של הדקרנית האדומה בישראל אלא נובע מהעובדה שנתוני הספרות מבוססים על מדגם מצומצם בהרבה מהמדגם עליו מבוסס המחקר הנוכחי (אולי כתוצאה משכיחות נמוכה בהרבה של הדקרנית בארצות אחרות).

תזונה: אין בספרות נתונים על תזונתה של הדקרנית האדומה. מתוצאות המחקר הנוכחי עולה (איור 39) כי הדקרנית האדומה מבססת את רוב תזונתה על דגים (98% מביומסת תכני הקיבה) כאשר הדג עיקרי בתפריט הוא הסיכן המשויש (69% מביומסת תכני הקיבה). הסיכן המשויש הוא מהגר ים סופי שביסס אוכלוסיות ענק בחופי הלבנט ונמצא מרכיב כשליש מביומאסת הדגים בבית הגידול הסלעי הרדוד שבחופינו (Goren & Galil, 2001). כלומר, זהו משאב שנמצא בשפע, לכן סביר להניח כי הזנתה בחופינו היום היא נוחה מבעבר שכן הסיכן המשויש הופיע בחופינו רק במאה העשרים.

#### קצב גידול:

(בחינה סטטיסטית לא התאפשרה מכיוון שהאורכים שמצוינים בנתוני הספרות הם אורכים מחושבים ואילו אצלנו האורכים נמדדו ישירות מהדג)  
מהשוואת קצבי הגידול של הדקרנית האדומה בישראל מהמחקר הנוכחי ל Sfax שבדרום טוניס (Siau & Boauin, 1994) (איור 43). מסתבר כי הדגים בישראל ארוכים יותר בקבוצות הגיל שעד 7 שנים, ואילו בקבוצות הגיל שמעל 10 שנים, הדגים שבטוניס ארוכים יותר. ההבדלים שנמצאו באורכי הדגים שבין טוניס לישראל בקבוצות הגיל שעד 10 שנים הפוכים למגמה שצפויה ע"פ תיאוריית הננסות שטוענת לירידה בקצב הגידול ככל שמתקדמים מזרחה בים התיכון (Por, 1989). לעומת זאת בקבוצות הגיל 10,11,12 אורכם של הדגים תואם את תיאוריית הננסות, אך מספרם של הדגים המבוגרים הוא קטן ולכן ההבדלים פחות ברורים.



**איור 43. השוואת קצבי גידול של דקרנית אדומה בין ישראל לדרום מזרח טוניס .**  
קבוצות הגיל בישראל עוגלו כולן לשנה השלמה הקרובה.

תחילת הבגרות המינית: מנתוני המחקר הנוכחי עולה כי בישראל הנקבה הבוגרת הקצרה ביותר מגיע לאורך של 35 ס"מ TL וגילה +2 שנים, ואילו הנקבה הגדולה ביותר שאינה בוגרת אורכה 36 ס"מ וגילה +1. Siau & Boauin (1994) מדווחים כי באוכלוסיית טוניס נקבה אחת שאורכה 27 ס"מ SL (מתאים ל 32 ס"מ TL) וגילה 3 שנים נמצאה לא בוגרת מינית ואילו כל הנקבות שאורכן מעל 32 ס"מ SL (מתאים לאורך 38 ס"מ TL) וגילן 4 שנים ומעלה נמצאו בוגרות. מהשוואה זאת מסתבר כי תחילת הבגרות באוכלוסיית טוניס מתרחשת באורך דומה לזה שבישראל אך בגלל קצב הגידול האיטי יותר הבגרות מתרחשת שם בגיל 4 שנים.

חילוף זווית: באוכלוסיית ישראל אנו מוצאים כי תחום חפיפת האורכים בין זכרים לנקבות בדקרנית האדומה הוא בין 42 ל 74 ס"מ TL ובין הגילאים +3 ל +13. כמו כן חילוף הזווית בדקרנית האדומה מתרחש בשלב מוקדם בחיי הדגים שכן הנקבה הבשלה הקטנה ביותר אורכה 35 ס"מ TL וגילה +2, ואורכו הזכר הקצר ביותר הוא 42 ס"מ TL וגילו +3. מכאן שהפרש האורכים בין הזכר הצעיר ביותר לבין הנקבה הצעירה ביותר הוא 7 ס"מ, והפרש הגילאים בניהם הוא שנה אחת. משמעות ממצא זה הוא שכבר לאחר השנה הראשונה של בגרותן המינית נקבות, אחדות

מחליפות זוויג והופכת לזכרים. מבין מיני Epinephelinae שבדקנו בספרות רק אוכלוסיית *E. striatus* מפגינה תחום רחב כ"כ של חפיפה בין הזוויגים, ונוכחות של זכרים קטנים (Sadovy & Colin, 1995).

עונות הרבייה: בחופינו כבר באמצע נובמבר מתחילות להבשיל השחלות בחלק מהדקרניות האדומות, אולם שיא הרבייה מתרחש בין פברואר לסוף מאי, ומיד לאחר מכן היא מסתיימת (איור 30). Siau & Boauin (1994) מדווחים כי תחילת הרבייה בדקרניות ב Sfax שבדרום טוניס היא בסוף האביב. מהשוואת הנתונים שלעיל נראה כי רביית הדקרניות בישראל מתחילה מוקדם יותר בשנה (חורף) מאשר בטוניס (סוף האביב). להערכת הרבייה בדקרניות שבישראל מתחילה מוקדם יותר בגלל הטמפ' הגבוהות יותר בחוף המזרחי של הים התיכון.

מימדי האשכים ודגם רבייה: במחקר הנוכחי מוצג התיעוד הראשון של ערכי GSI באוכלוסיית דקרניות אדומות כלשהי. ע"פ מדידותינו עולה כי ערכי GSI, המרביים לשחלות הם 12%-13% ואילו לאשכים הערך GSI המירבי הוא 6%-7%. אשכים שערך GSI שלהם גבוה כ"כ מצביעים על תחרות זרע (Stockley et al., 1997). תחרות זרע מצביעה לרוב על רבייה המונית (Marino et al., 2001; Sadovy & Colin, 1995). התיעוד הבולט ביותר של אשכים שערך GSI שלהם הוא גבוה בקרב תת-המשפחה Epinephelinae נמצא באוכלוסיות של *E. striatus* (Sadovy & Colin, 1995). כמו כן, מתצפיות בצלילה עולה כי מין זה מקיים רבייה המונית בקבוצת של 25-3 פרטים (Colin, 1992). מתוך כך עולה כי באוכלוסיית דקרנית אדומה שבחופינו מתקיימת תחרות זרע, ולכן דגם הרבייה בדקרנית צפוי להיות דומה לזה של *E. striatus* קריא: רבייה המונית.

התקבצויות רבייה: בספרות אין שום תיעוד של התקבצות רבייה באוכלוסיית דקרניות אדומות. במחקר הנוכחי מצאנו כי הדקרניות האדומות מתקבצות בקבוצות שמונות עד 500 פרטים משך ימים עד שבועות בכל חודש באותם האתרים החל מינואר ועד תחילת יוני שנה אחרי שנה. אתרים אלו מאופיינים בטופוגרפיה מורכבת במיוחד, מערות רבות שמחוברות בניהן מחד ואזור שטוח בצמוד (חולי ואו סלעי) מאידך. ברוב האתרים הלהקה נראתה בתחום אותו אזור מוגדר שטוח



כשני דונם. חלק גדול מהזמן הדגים שהו בחצי גובה מפני המים (עד 7 מ' מהקרקעית) כלומר התקבצות היא תלת-ממדית. כפי שנקבע ע"י Coleman et al. (1996) דקרים ממינים שאורכם עולה על 40 ס"מ מקיימים התקבצויות רבייה. כך שהדקרנית בחופינו בהחלט מתנהגת לפי הכלל שהוא קבע. מכל דגמי ההתקבצות שמוכרים, דגם ההתקבצות של הדקרנית דומה מאוד לדגם ההתקבצות של *E. striatus* שתואר ע"י Colin (1992). בשני המינים הללו קבוצות גדולות של דקרים שמספרן מגיע ל 500 פרטים מתקבצים על פני שטח קטן, בשניהם מאופיינת ההתקבצות בשיאים, שנמשכים כמה ימים, עד שבועיים, בכל חודש מחודשי הרבייה, ובשניהם נצפית התקבצות תלת-ממדית (הפרטים מצויים בגוף המים), ולא נצפתה אגרסיביות תוך מינית. בשני המינים הללו מתקיימת תחרות זרע, ובשניהם חפית אורכי הזוויגים רבה.

## דקר סלעים

מימדים מרביים: Heemstra & Randal (1993) מדווחים כי בים התיכון אורכם המרבי של דקרי הסלעים מגיע ל 120 ס"מ TL, למשקל של למעלה מ 30 ק"ג ולגיל של 50 שנים. לעומת זאת המימדים המרביים של דקר סלעים בחופינו 83.5 ס"מ TL, +19 שנים, ו 11 ק"ג. מסתבר שהמימדים המרביים של דקר סלעים בחופינו כפי שנמצא במחקר זה הם הקטנים ביותר שמוכרים בים התיכון למין הזה.

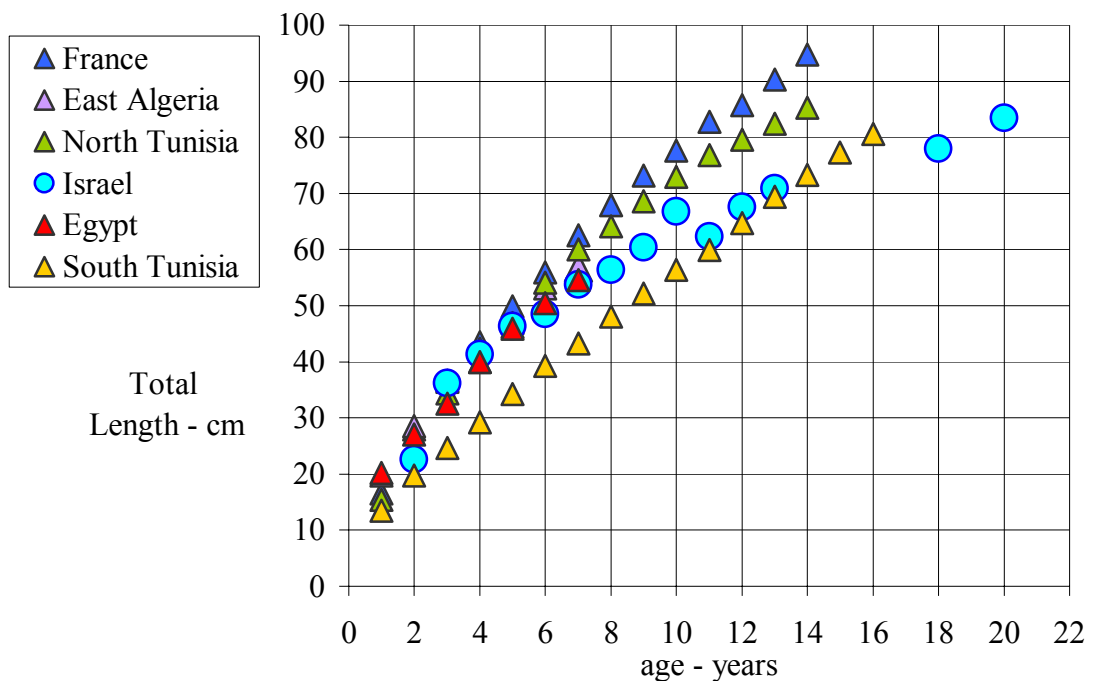
יחד עם זאת יש לציין כי דקרי סלעים שנלכדו בעשור האחרון בחופי גוש קטיף, (חופים שלחף הדייג בצלילה בהם היה נמוך במיוחד מסיבות ביטחוניות) שקלו עד 24 ק"ג. דקרי סלעים שנלכדו בשטח הביטחון בגבול לבנון הגיעו למשקל של 18-20 ק"ג. כמו כן, דייגים מדווחים כי לפני כמה עשורים נלכדו בחופינו דקרי סלעים שאורכם עולה על מטר אחד. נראה כי הפוטנציאל להגיע לממדים שקרובים לאלו הרשומים בספרות קיים בדקרי סלעים בחופינו אך הוא בא לידי ביטוי רק באוכלוסיות שלחף הדייג עליהן היה מזערי.

קצבי הגידול: (בחינה סטטיסטית לא התאפשרה מכיוון שהאורכים שמצוינים בנתוני הספרות הם אורכים מחושבים

ואילו אצלנו האורכים נמדדו ישירות מהדג)

מהשוואה בין קצבי הגידול של דקרי סלעים מאתרים שונים בשני אגני הים התיכון (Bouchereau et al., 1999; Bouain, 1986), ומישראל, עולה כי בכל קבוצות הגיל אורכיהם של

הדגים באגן המערבי (צרפת, אלג'יר וצפון טוניס) גדולים מאלו שבאגן המזרחי (דרום טוניס מצריים וישראל) מלבד קבוצות הגיל 3,4,5 בישראל. לעומת זאת באגן המזרחי אורכי הדגים - בישראל ומצריים-דומים זה לזה וארוכים מאשר בטוניס לכל קבוצות הגיל. ע"פ האמור לעיל ניתן לקבוע כי קצב הגידול של דקרי הסלעים לאורך הקו שבין טוניס לישראל הפוך לזה שצפוי ע"פ תיאוריות הננסות שטוענת לירידה בקצב הגידול ככל שמתקדמים מזרחה בים התיכון (Por, 1989). לעומת זאת, הקצב המהיר יותר באגן המערבי לעומת האגן המזרחי תואם את תיאורית הננסות, מלבד אשר בקבוצות הגיל 3,4,5 בישראל.



#### איור 44. השוואת קצבי גידול של דקרי סלעים בים התיכון.

קבוצות הגיל בישראל עוגלו כולן לשנה השלמה הקרובה.

תחילת בגרות מינית בדקר סלעים: ע"פ, Marino et al. (2001) ב- Lampedusa תחילת הבגרות המינית

מתרחשת בין האורכים 36.7 ל 55 ס"מ SL ( 42 ו 63 ס"מ TL בהתאמה), ע"פ Heemstra &

Randal (1993) בים התיכון מתרחשת תחילת הבגרות באורך של 44-53 ס"מ TL ובגיל של 6-8

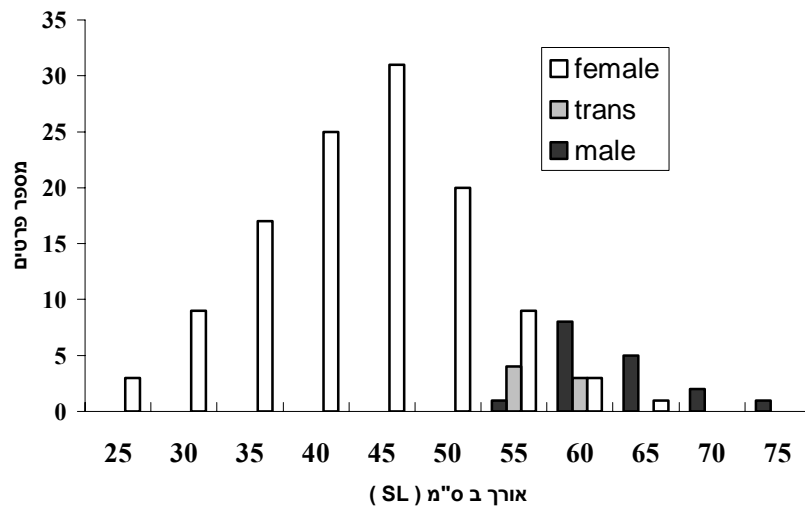
שנים.

בחופינו, הנקבות הבוגרות הקטנות ביותר אורכן 38.5 ס"מ TL והצעירות ביותר גילן 3+ ואילו

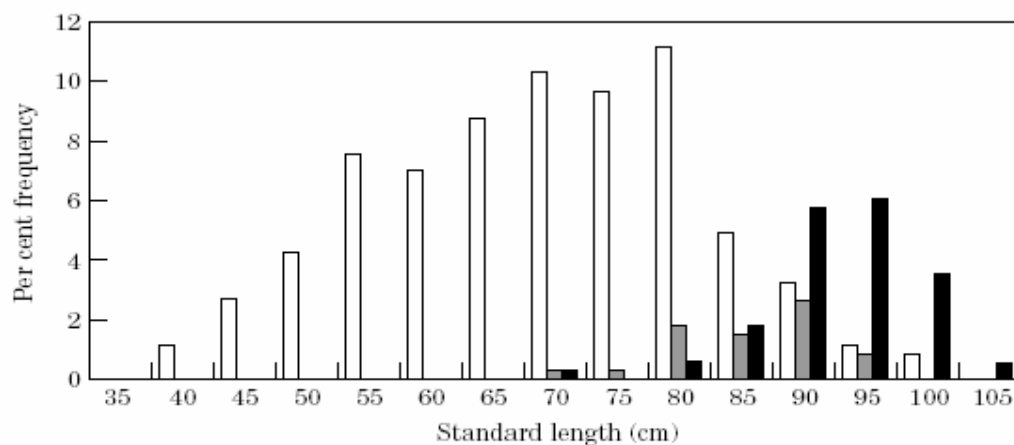
הגדולה ביותר אורכה 59 ס"מ וגילה 8+. נראה כי אורכי תחילת הבגרות בחופינו תואמים למרבית

הדיווחים שבספרות, אך גיל הבגרות כאן הוא מוקדם לפחות בשנה אחת מכל המתואר בספרות. לדעתי, הסיבה לגיל הבגרות המוקדם נעוצה בכך שבחופינו דקרי הסלעים בקבוצות הגיל הצעירות גדלים מהר יותר מאשר ברוב האתרים ולכן מגיעים לאורך שבו מתחילה הבגרות המינית (40 ס"מ TL) בשלב מוקדם יותר בחייהם.

מימדי חילוף זווית בדקר סלעים: Brusle & Brusle (1975) מתאר לאוכלוסיית טוניס חילוף זווית באורכים שבין 68 ל 110 ס"מ TL. Marino et al. (2001) מדווחים כי ב-Lampedusa, תחום החפיפה הוא 68.5 לבין 97 ס"מ SL (78.5 ו 111.0 ס"מ TL בהתאמה). ע"פ Heemstra & Randal (1993) הזכר הקטן ביותר שנמצא בטוניס אורכו 85 ס"מ TL וגילו 16 שנים. Zabala et al. (1997b) מצאו כי תחומי החפיפה בין זכרים לנקבות עומד על 75-90 ס"מ TL באוכלוסייה אחת, ואילו באחרת שמרוחקת ממנה 60 ק"מ ממדי חילוף הזווית 70-85 ס"מ TL. בישראל תחום החפיפה בין זכרים לנקבות של דקר סלעים נמצא בין האורכים 61 ס"מ ל 72.5 ס"מ TL ובגילאים +7 לבין +11, כלומר, מימדי הגוף בחילוף הזווית לאוכלוסיית דקר סלעים בחופינו הם הנמוכים ביותר שנרשמו בספרות הן מבחינת הגיל והן מבחינת האורך. Gilmore & Jones (1992) ו Shapiro et al. (1994) טוענים שחילוף הזווית במרבית הדקרים מותנה ביציאת הזכרים הגדולים מהאוכלוסייה, ולדעתם של Zabala et al. (1997b) מימדי חילוף הזווית תלויים במימדים המרביים של הזכרים באותה אוכלוסייה, שככל שהזכרים יהיו גדולים יותר חילוף הזווית יתרחש בנקבות ארוכות יותר. באיור 45 ניתן לראות השוואה בין המימדים המרביים וטווחי חילוף הזווית שבין אוכלוסיית Lampedusa (Marino et al., 2001) שבאגן המזרחי לאוכלוסייה שבדקנו בישראל. אנו רואים בבירור, כי באוכלוסייה שבה הדגים ארוכים יותר (Lampedusa), חילוף הזווית מתרחש בדגים ארוכים יותר. מסיכום המידע ממחקר זה ומספרות נראה שחילוף הזווית בדקר סלעים מתרחש רק בשלב מאוחר בחיי הדגים, אך בישראל, בגלל שהדגים קצרים יחסית, (אולי בגלל לחץ הדייג) חילוף הזווית מתרחש באורכים קצרים יחסית.



איור: הקשר בין זוויג לאורך בדקר סלעים, מהמחקר הנוכחי בישראל.



Size-frequency distribution for sexually mature females (□), males (■) and transitionals (▤) ( $n=303$ ) of *Epinephelus marginatus*, as determined histologically. Fish were captured off the Lelagie Islands during April–December, 1994–1997.

האיור התחתון נלקח מעבודתם של Marino et al (2001) על אוכלוסיית דקרי הסלעים ב-Lampedusa שבדרום טוניס.

#### איור 45. השוואת מימדי חילוף הזוויג בין אוכלוסיית דקרי הסלעים בישראל לאוכלוסיית Lampedusa.

עונות רבייה בדקרי הסלעים בים התיכון: מעבודתם של Bouain & Siau (1983) עולה כי בדרום מזרח טוניס רביית דקרי הסלעים מתרחשת ביוני ויולי אך תחילתה של הוויטלוגינזה כבר ב-אפריל. ע"פ Brusle & Brusle (1976) רביית דקר סלעים מתרחשת בטוניס ביולי-אוגוסט. ואילו מעבודתם של Marino et al., (2001) עולה כי ב-Lampedusa שבדרום מערב האגן המזרחי

השחלות מבשילות בתחילת מאי והרבייה מתרחשת בין יוני לתחילת ספטמבר, כשיאה של הרבייה בין סוף יולי לתחילת אוגוסט. Zabala et al. (1997a) מצאו כי בספרד הרבייה התרחשה בין 16-21 באוגוסט בימי מולד הירח, כאשר טמפ' המים הגיע ל- $25^{\circ}\text{C}$ . בחופינו התאריך המוקדם ביותר בו נצפו שחלות בשלות בדקר סלעים הוא 30/3/2001 והתאריך המאוחר ביותר לעונה בו נצפו שחלות בשלות הוא 23/7/2000. טמפ' המים נעה בטווח שבין  $19^{\circ}\text{C}$  ל- $29.5^{\circ}\text{C}$  כאשר בשיא הרבייה וההתקבצות נמדדה טמפ' מים שבין  $22.4^{\circ}\text{C}$  לבין  $24^{\circ}\text{C}$ . קיימים הבדלים בתאריכי הרבייה וההתקבצות בין ישראל (אפריל עד יולי) לספרד (סוף יוני לסוף אוגוסט), לעומת זאת טמפ' המים בשיאי הרבייה דומה, והוא נעה סביב  $22^{\circ}\text{C}$ - $24^{\circ}\text{C}$  בישראל, ו- $22^{\circ}\text{C}$ - $25^{\circ}\text{C}$  בספרד. לטענתם של Zabala et al. (1997b) רביית דקר סלעים לא תתרחש במים קרים מדי, לכן נראה כי שיא הרבייה בספרד ובישראל מתרחשים בתאריכים שונים בגלל תלות שיא של הרבייה בטמפרטורת המים  $22^{\circ}\text{C}$ - $25^{\circ}\text{C}$ .

מימדי האשכים ודגם רבייה בדקר סלעים: מעבודתם של Marino et al. (2001) עולה כי בדקרי הסלעים שבטוניס ערך GSI האשכים הגיע ל-0.6%. מעבודתם של Zabala et al. (1997a) בספרד על רביית דקר סלעים עולה כי רבייתו של דקר סלעים היא בזוגות (הרבייה צולמה בפועל). שני ממצאים אלו הם תואמים שכן רבייה בזוגות אמורה להיות נעדרת תחרות זרע. אשכים קטנים במיוחד מרמזים על היעדר תחרות זרע (Stockley et al., 1997). באוכלוסיית דקרי הסלעים של ישראל ערך GSI של האשכים הבשלים הגיע לכל היותר ל-0.6%, ותואם בדיוק לתוצאה שהתקבלה לאוכלוסיית Lampedusa. לכן סביר להניח כי אוכלוסיית דקרי הסלעים בישראל נעדרת תחרות זרע והרבייה מתרחשת בזוגות. לטענת Marino et al. (2001) דגם הרבייה של דקר סלעים דומה לזה של *E. guttatus*, שגם בו האשכים קטנים והרבייה היא בזוגות (Shapiro et al., 1993a).

השוואה בין התקבצויות הרבייה באתרים שונים בים התיכון: בעבודתם של Zabala et al. (1997b) נצפתה ותועדה בצילום ווידאו התקבצות רבייה בספרד שחזרה על עצמה בשנים '95-'96, ואילו בעבודתם של Marino et al. (2001) הם מתארים דייג ע"י מערכי חכות באתרים בהם היו דקרי

סלעים מרוכזים בזמן הרבייה בצפיפות. בטבלה 7 מוצגים זה לצד זה הפרמטרים השונים שמאפיינים את כל אחת מההתקבצויות שמתוארות לעיל למול ההתקבצויות שנצפו במסגרת המחקר בישראל.

**טבלה 7. השוואה בין ההתקבצויות רבייה של דקר סלעים בים התיכון.**

התקבצות בישראל (ראש-הנקרה & וגבעת אולגה)	התקבצות ב Lampedusa (2001) Marino et al	התקבצות בספרד בשמורה (1997b) Zabala et al	
22-24	?	25 -20	טמפ' המים
יש	?	יש	צבעי רבייה
עד פי 10 (הערכה)	?	פי 8	צפיפות יחסית
60 (הערכה)	>46	70-60	סה"כ פרטים
מאי תחילת יוני	יולי, אוגוסט	יולי אוגוסט	תאריכי השיא
יש (צילומים)	?	יש(תצפיות וצילומים)	אגרסיביות תוך מינית
9-14 מ'	60-70 מ' (ממצאי מחקר) 20-30 מ' (דווח עקיף)	20-30 מ'	עומק
נוכחות נופי סלעים גדולים מערות ומבוכים לצד אזור מישורי	נוכחות נופי סלעים גדולים לצד אזור מישורי	נוכחות נופי סלעים גדולים לצד אזור מישורי	טופוגרפיה
1: 4	1: 3.5	1: 7	יחסי זווית
דקרנית אדומה (תמיד) דקר אלכסנדרוני (רק בראש-הנקרה)	?	לא דווח	מינים נוספים מתקבצים
1987 תצפיות אישיות והרבה עשורים קודם לכן מדווחי דייגים.	משך הרבה עשורים רבים (דווחי דייגים)	מתועד 1991, והרבה עשורים קודם לכן מדווחי דייגים.	ממתי מוכרת ההתקבצות

מנתוני הטבלה עולה כי תאריכי ההתקבצות והשיא שונים בשלושת האתרים. להערכתך, ההבדל בתאריכי ההתקבצות נובע מההבדל בתאריכי הרבייה שמתרחשת בכל אחד מהאזורים בתאריכים שונים מכיוון שהיא תלויה בטמפרטורת מים של  $25^{\circ}\text{C} - 22^{\circ}\text{C}$ .

מנתוני טבלה 7 עולה כי ההתקבצויות הרבייה שנבדקו בישראל במחקר הזה מתרחשות בעומקים הרדודים ביותר שמתוארים לדקר סלעים (אם כי נוכחות של דקרי הסלעים בעומקים של עד 40 מ' מדווחים ע"י דייגים גם בישראל, לא ברור אם אלו ההתקבצויות רבייה). יתכן שהסבר לכך הוא במיעוט האתרים בישראל, של סלעים שעומקים מ 40 מ', מה שמתיר לדקרי הסלעים לקיים את ההתקבצויות במשרעת של עומקים רדודים יחסית: 10-40 מ' בישראל לעומת 20-70 מ' ב Lampedusa. לעומת זאת לדברי Zabala et al., (1997b) בחופי צפון מערב הים התיכון לא יכולה

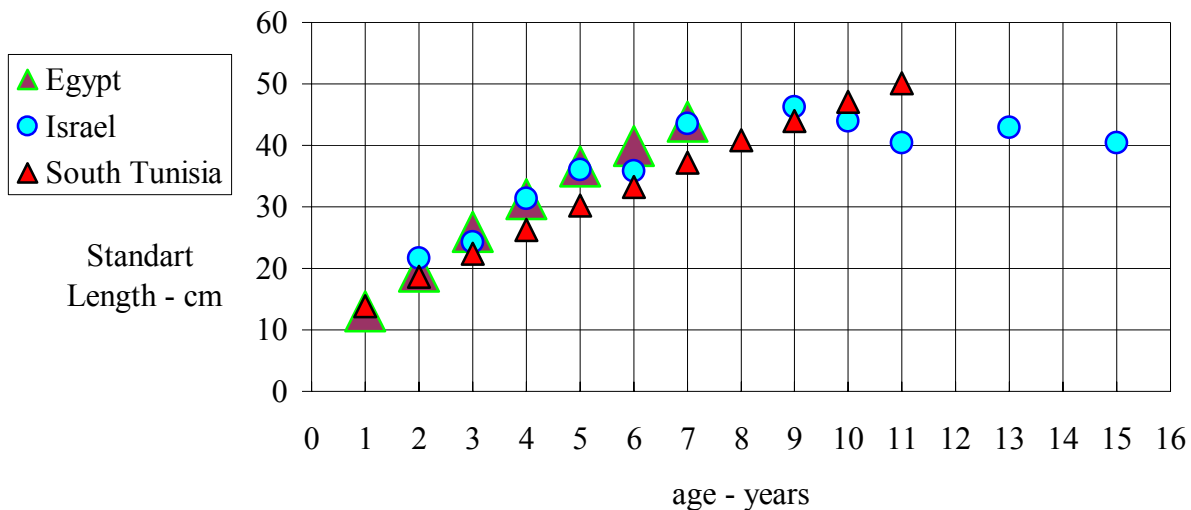
להתרחש רבייה של דקרי הסלעים במים עמוקים מ 30 מ' בגלל שהטמפרטורה הנמוכות שם לא מאפשרים את הבשלת השחלות. מלבד הגבלת הטמפ' את הרבייה טוענים (Zabala et al., 1997b) כי בספרד התקבצויות הרבייה מתרחשות רק בשמורות טבע שכן בשאר האתרים הדייג התת-מימי מפריעה להתקבצות. לפיכך ניתן להעריך שהתקבצויות דקרי הסלעים מוגבלות ע"י שלושה גורמים: זמינות בתי הגידול הסלעיים, טמפרטורת מים של  $22^{\circ}\text{C}$  -  $25^{\circ}\text{C}$  לפחות, והיעדר של לחץ דייג גבוה (לכן ההתקבצויות נדחקות לשמורות טבע או לאתרים עמוקים שאינם נגישים ל דייג בצלילה).

### דקר אלכסנדרוני

מימדים מרביים: בים התיכון מדווחים על דקרים אלכסנדרוניים שאורכם המרבי מגיע ל 80 ס"מ TL אך גילם לא ניבדק (Heemstra & Randal, 1993; Waschkevitz, & Wirt 1990). בעבודתו של Bouain (1986) הדג המבוגר ביותר גילו נקבע על 11 שנים ואורכו 60 ס"מ TL. דקר אלכסנדרוני הארוך ביותר שבדקנו במסגרת המחקר אורכו היה 56 ס"מ TL והגיל המרבי היה 14 שנים, אם כי מדווחי דייגים עולה שהדגים יכולים להגיע למשקל 5-6 ק"ג (כ-75 ס"מ TL) בעומקים שהדייגים לא מגיעים אליהם.

### קצב הגידול בדקר האלכסנדרוני

(בחינה סטטיסטית לא התאפשרה מכיוון שהאורכים שמצוינים בנתוני הספרות הם אורכים מחושבים ואילו אצלנו האורכים נמדדו ישירות מהדג) מהשוואה בין קצבי הגידול של דקר אלכסנדרוני (איור 46) בישראל לנתונים מאלכסנדריה שבמצריים (Wadie et al., 1981) וממפרץ Gobes שבדרום טוניס (Bouain, 1986) עולה כי אורכם של הדגים ממצריים וישראל תואם לאורך כל קבוצות הגיל שבין 2-7 (מעל גיל זה אין לנו נתונים ממצריים), ואילו בדרום טוניס אורכם של הדגים קטן לאורך כל קבוצות הגיל שעד 9 שנים. אך עולה על זה שבישראל בגילאים 10, 11. ע"פ האמור לעיל ניתן להסיק כי קצב הגידול של הדקרים האלכסנדרוניים לאורך הקו שבין טוניס לישראל הפוך לזה שצפוי ע"פ תיאורית הננסות הלבנטינית לפחות עד לקבוצות הגיל 9. יתכן כי לקבוצות הגיל שמעל 10 תיאורית הננסות תקפה, אך מספרם של הדגים המבוגרים הוא קטן ולכן ההבדלים פחות ברורים.



**איור 46. השוואת קצבי הגידול של דקר אלכסנדרוני בין ישראל מצריים ודרום מזרח טוניס.**  
קבוצות הגיל בישראל עוגלו כולן בשנה אחת כלפי מעלה.

תחילת בגרות מינית בדקר האלכסנדרוני: ע"פ נתוני Fishbase (8/2002) אורך הבגרות הוא בין 30 ל

35 ס"מ TL ובגיל של 4 שנים, לעומת זאת ע"פ Bouain (1980) אורכה של הנקבה הבוגרת

הקטנה ביותר הוא 27 ס"מ SL (32 ס"מ TL), ואילו אורכה של הלא בוגרת הגדולה ביותר הוא

32 ס"מ SL (38 ס"מ TL). ע"פ נתוני המחקר שלנו תחילת הבגרות הוא 25.5 ס"מ TL ובגיל +2

ואילו אורכה של הלא בוגרת הגדולה ביותר הוא 32 ס"מ TL וגילה +2.

אם כך, לעומת נתוני הספרות, תחילת הבגרות המינית בקרב הדקרים האלכסנדרוניים בישראל

מתרחשת באורכים הקצרים ביותר ובגילאים הצעירים ביותר.

ממדי חילוף זווית בדקר האלכסנדרוני: המחקר הנוכחי הוא תיעוד הראשון של מימדי חילוף הזווית

באוכלוסיית דקר אלכסנדרוני כלשהי. Bouain (1980) טוען כי חילוף הזווית צריך להתרחש

בדגים ארוכים מ 55 ס"מ SL (66 ס"מ TL) מכיוון שזה אורכה של הנקבה הארוכה ביותר מתוך

דגימה שלא היו בה זכרים. לעומת הנחותיו של Bouain (1980), בחופינו הזכר הקטן ביותר אורכו

51 ס"מ TL. תחום החפיפה בין הזכרים לנקבות הוא בין האורכים 51 ל 55.5 ס"מ TL אך מכיוון

שהדג הארוך ביותר שבדקנו הוא נקבה שאורכה 56 ס"מ TL נראה שיש צורך ללכוד יותר פרטים

באורכים שמעל 50 ס"מ TL על-מנת לאפיין באופן מדויק יותר את תחומי החפיפה שבין זכרים

לנקבות בדקר האלכסנדרוני בכלל, ובאוכלוסייה שבחופינו בפרט.



חילוף הזוויג בדקר האלכסנדרוני בחופינו מתרחש רק בשלב מאוחר בחיי הדגים שכן אורכו של הזכר הקצר ביותר הוא 51 ס"מ TL וגילו +8. כלומר הפרש האורכים בין הזכר הצעיר ביותר לבין הנקבה הצעירה ביותר הוא 26 ס"מ, והפרש הגילאים בניהם הוא 6 שנים. אם כך חלקם הקטן ומימדיהם הגדולים של הזכרים שנמצא בעבודה שלנו, והיעדרם ממחקרו של Bouain (1980) מצביעים על כך שבדקר האלכסנדרוני כמו בדקר סלעים הנקבות קצרות וקטנות בהרבה מהזכרים. מסיכום המידע ממחקר זה ומספרות נראה שחילוף הזוויג בדקר האלכסנדרוני מתרחש רק בגיל גבוה. ומתוך ההשוואה עם Bouain (1980) יש מקום להניח כי בישראל, בגלל שהדגים קצרים יחסית, חילוף הזוויג מתרחש באורכים קצרים יחסית, (בדומה לדגם שמצאנו לגבי דקר סלעים).

עונות רבייה בדקר האלכסנדרוני: ע"פ Bouin (1980) הרבייה בדקר האלכסנדרוני שבדרום מזרח טוניס באוגוסט וספטמבר, לעומת זאת ע"פ Vadiva (1984) הרבייה במצרים היא בין מאי לאוגוסט. באוכלוסיית דקר אלכסנדרוני שבחופינו התאריך המוקדם ביותר בו נצפו שחלות בשלות הוא 13/5/2001 והתאריך המאוחר ביותר לעונה בו נצפו שחלות בשלות הוא 5/10/99. מכאן אנו למדים כי עונת הרבייה של המין בישראל היא הארוכה ביותר שרשומה בספרות למין הזה, וככל שמעריבים בים התיכון אורכה של עונת הרבייה מתקצר, והרבייה מתרחשת בתאריך מאוחר יותר. לדעתי ההסבר לתופעה נעוץ בירידת הטמפרטורה של מי הים התיכון ככל שמתקדמים מערבה, כך שטמפרטורות נוחות לרבייה נמשכות זמן בחופינו רב יותר ולכן תקופת הרבייה ממושכת יחסית למערב.

מימדי האשכים ודגם הרבייה בדקר האלכסנדרוני: במחקר הנוכחי מוצג התיעוד הראשון של ערכי GSI באוכלוסיית דקרים אלכסנדרונים כלשהי. ממדידותינו עולה כי ערכי GSI המרבי של הנקבות הוא 8%. ואילו לאשכים הבשלים ערך GSI הגבוה ביותר שנמדד הוא 0.36%. אשכים קטנים כ"כ מרמזים על היעדר תחרות זרע (Stockley et al., 1997).

התקבצויות רבייה בדקר האלכסנדרוני: המחקר הנוכחי הוא הראשון המדווח על התקבצות רבייה באוכלוסיית דקרים אלכסנדרוניים כלשהי. בספרות אמנם אין עדויות להתקבצויות רבייה של דקר אלכסנדרוני אך מתועדת נדידה של פרט בודד (שזוהה בוודאות) משך 8 שנים בפורטוגל.

הפרט עוזב באפריל וחוזר בסוף ספטמבר (Waschkevitz & Wirtz, 1990), התאריכים בהם הוא נעדר מפורטוגל חופפים לתאריכים בהם נצפו שחלות בשלות בחופינו, בחופי טוניס (Bouin, 1980) ובחופי מצריים (Vadiva 1984). חוקרים מעריכים כי היעדרותו העונתית של הפרט מצביעה על נדידה לאתר רבייה כלשהו- אך אתרים כאלה הם לא נמצאו.

### **השוואת קצבי הגידול בין האוכלוסיות שבתוך האגן המזרחי**

מסיכום ההשוואות עולה כי באגן המזרחי, בשלושת מיני הדקרים, הדגים שבישראל ומצריים (למעט הדקרנית האדומה שלגביה אין נתונים ממצריים) ארוכים בכל קבוצות הגיל הצעירות לעומת הדגים מדרום מזרח טוניס. לעומת זאת בקבוצות הגיל המאוחרות מסתמנת ירידה של אורכם של הדגים מישראל לעומת דרום מזרח טוניס. ע"פ האמור לעיל נשאלות השאלות הבאות: 1. מדוע קצב הגידול בישראל גבוה יחסית לדרום מזרח טוניס בקבוצות הגיל הצעירות, 2. מדוע דועך קצב הגידול בקבוצות הגיל המבוגרות? לדעתי התופעה הראשונה נובעת משילוב של טמפ' מים גבוהות בישראל, וזמינות מזון גבוהה לדקרים כתוצאה מנפוצותם של מינים לספסיים בחופי הלבנט, כידוע שילוב של טמפ' גבוהות וזמינות מזון גבוהה מזרזים את קצב הגידול בדגים (Brown, 1957).

ואילו לגבי ירידת קצב הגידול בקבוצות הגיל המאוחרות, אני מעריך כי היא נובעת מלחץ הדייג, בדרך הבאה: א. לחץ הדייג שבחופינו גורם לירידת הממדים של מיני בעלי החיים מהם ניזונים הדקרים כך שהפרטים הגדולים לא ניזונים באותה היעילות שבה ניזונים הבינוניים והקטנים. ב. הירידה בצפיפות הדקרים וטורפים נוספים בעקבות לחץ הדייג מקטינה את התחרות על המזון בקבוצות הגודל הקטנות, וכך ההזנה של הקטנים הופכת ליעילה במיוחד. ג. הדייג שהוא סלקטיבי לגדולים גורם להטייה מלאכותית של קצבי הגידול באורכים הגבוהים, שכן הפרטים שגדלים מהר יהיו ארוכים יותר וילכדו מהר יותר מאלו שגדלים לאט.

### **השוואת תזונה בין שלושת המינים**

ע"פ ממצאי המחקר הנוכחי תזונתה של הדקרנית מבוססת ב 69% על סיכנים, לעומת זאת שני המינים האחרים תזונתם מגוונת הרבה יותר והסיכנים מרכיבים רק 20% בתזונתו של כל אחד מהם. הסיכנים, המרכיבים כשליש מביומאסת של הדגים בליטורל (Goren & Galil, 2001) הם משאב המזון היחיד מבין הטקסונים השונים שנמצאו בקיבות הדקרים שידוע כי הוא נמצא

בשפע בבית הגידול הסלעי הרדוד. לפיכך יתכן כי זמינות המזון לאוכלוסיית הדקרניות גבוהה לעומת זמינותו לדקר סלעים ולדקר האלכסנדרוני, מצב זה עשוי להסביר את נפוצותה בחופינו.

### **השוואת עונות והתקבצויות הרבייה בשלושת המינים**

שלושת מיני הדקרים נבדלים בעונות הרבייה שלהם - אך למרות זאת מסתמנת חפיפה ואפילו שיא משותף לרבייה של שלושתם במהלך מאי ותחילת יוני (איורים 30, 31, 32) באותם תאריכים גם התקבצויות הרבייה של שלושתם בשיא (טבלאות 1, 2).

למרות ששלושת המינים מקיימים התקבצויות לצורך רבייה יש הבדלים באופי ההתקבצויות: בדקרנית תקופת ההתקבצות נמשכת לאורך חמישה חודשים עם ימי שיא שפזורים לאורך כל אותה תקופה, ואילו בשני המינים האחרים ההתקבצות נמשכת כחודש והיא כנראה רציפה עם שיא אחד. בדקרנית נצפו צפיפויות גבוהות עד פי עשר - 500 פרטים לעומת 60 - מאשר בדקר סלעים ובדקר האלכסנדרוני. רק אתר התקבצות אחד-שמורת ראש-הנקרה-נמצא משותף לשלושת המינים, בשאר האתרים נצפו התקבצות דקרנית אדומה ודקרי הסלעים, או דקרניות אדומות בלבד, מאידך בגלל מיעוט התצפיות באתרים מלבד ראש-הנקרה אי אפשר לומר בוודאות כי לא מתקבצים שם מיני הדקרים האחרים. חוקרים מדווחים על אתרי התקבצות שכוללים יותר ממין אחד של דקרים (Sadovy et al., 1994b; Colin, 1992; Bullock & Murphy, 1994).

## **תחרות הזרע למול הבדלים אנטומיים והתנהגותיים בין מיני דקרים**

Sadovy et al., (1994b) מצביעים על קשר בין תחרות זרע לבין הבדלים אנטומיים והתנהגותיים בין מיני דקרים. הם מציעים את הדגם הבא: בדקרים בהם יש תחרות זרע לא יהיו הבדלי אורכים משמעותיים בין הזכרים לנקבות ואילו בהיעדר תחרות זרע יהיו הזכרים גדולים מהנקבות. לדבריהם לזכרים גדולי ממדים יש יתרון רבייתי בדגם רבייה פוליגיני. בהמשך הם מרחיבים את הדגם גם למאפיינים התנהגותיים על סמך השוואה בין מיני הדקרים *Epinephelus guttatus* ו *Epinephelus morio* (בהם הממדים הקטנים של האשכים, והתצפיות התת מימיות מראים כי אין תחרות זרע, ודגם הרבייה הוא פוליגיני) לבין *E. striatus* (בו הממדים הגדולים של האשכים, והתצפיות התת מימיות מראים כי קיימת תחרות זרע, ודגם רבייה פוליאנדרלי), ע"פ הדגם מציעים

Sadovy et al., (1994b) כי ההבדלים במאפייני האגרציות בקרב הדקרים האגרגטיביים קשורים לקיום או היעדר תחרות זרע. חוקרים מצאו כי בדקרים, אשכים גדולים מצביעים על תחרות זרע ואילו אשכים קטנים מצביעים על היעדר תחרות זרע (Stockley et al., 1997; Marino et al., 2001).

בדקרים שנבדקו במחקר הנוכחי מצאנו הבדלים בין המינים במאפיינים הסקסואליים שתואמים לדגם שהציגו Sadovy et al., (1994b), לפיכך החלטתי לנסות ולבחון את הדגם שלהם בשתי רמות, 1. כמותית: עד כמה מובהק הקשר שבין עוצמת תחרות הזרע לטווח החפיפה בין אורכי הזוויגים. 2. איכותית: את הקשר שבין תחרות הזרע לבין מאפיינים התנהגותיים בדקרים בחופינו.

על-מנת לבדוק אם אכן יש קשר מובהק בין עוצמת תחרות הזרע לטווח החפיפה בין אורכי הזוויגים השתמשנו בנתוני המחקר לגבי הדקרנית אדומה, דקר סלעים ודקר אלכסנדרוני ובנתוני הספרות לגבי *E. striatus* (Colin, et al., 1987; Bus, 1994; Toker et al., 1993) ולגבי

*E. guttatus* (Sadovy et al., 1994b). בטבלאות 9,8 מוצגים הנתונים שבעזרתם נבחן עד כמה מובהק הקשר שבין עוצמת תחרות הזרע לטווח החפיפה בין אורכי הזוויגים.

כפי שנטען ע"י Stockley et al., (1997) ו Marino et al., (2001) מינים שרבייתם מתקיימת תחרות זרע מאופיינים באשכים גדולים יותר ממינים שרבייתם נעדרת תחרות זרע. לכן החלטתי להשוות את עוצמת תחרות הזרע בין מיני דקרים ע"פ ממוצע שלושת ערכי ה GSI המרביים לזכרים לכל אחד מהמינים. ערכים אלו מוצגים בטבלה 8 ע"י הביטוי:  $GSI_{\text{max}}^{\text{♂}}$ .  $GSI_{\text{max}}^{\text{♂}}$  עבור *E. guttatus* חושב מתוך עבודתם של Sadovy et al., (1994b).  $GSI_{\text{max}}^{\text{♂}}$  לגבי *E. striatus* חושב מתוך עבודתו של Toker et al., (1993).

#### טבלה 8. המדד היחסי ל"עוצמת תחרות הזרע" בחמישה מיני דקרים.

$GSI_{\text{max}}^{\text{♂}}$  מציג את ממוצע שלושת ערכי ה GSI המרביים לאשכים לכל אחד מהמינים.

	<i>E. streatus</i>	דקרנית אדומה	<i>E. guttatus</i>	דקר אלכסנדרוני	דקר סלעים
$GSI_{\text{max}}^{\text{♂}}$	15.60%	6.09%	1.13%	0.36%	0.55%

מכיוון שבחלק מהעבודות שבנתונין השתמשנו מצוינים רק ערכי האורך הממוצעים לזוויגים נאלצנו להסתפק בערכים הנ"ל לקביעת ערך יחסי שישווה את מידת החפיפה של אורכי הזוויגים

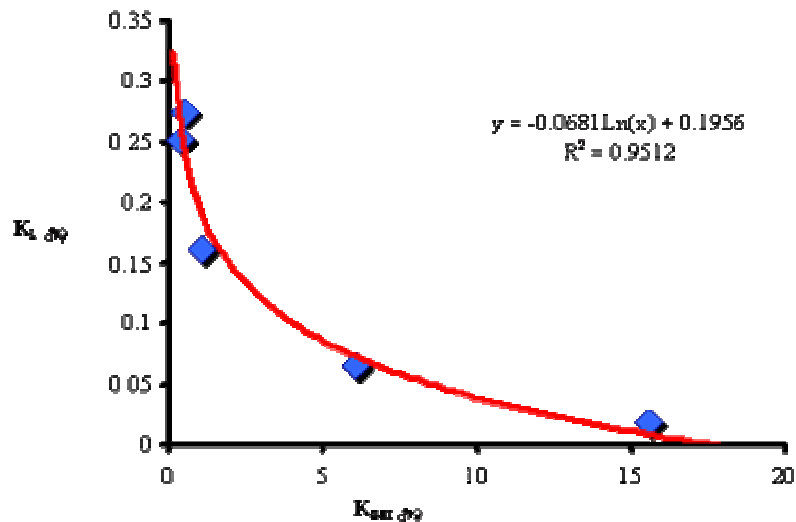
בין מיני הדקרים השונים.  $L_{av\sigma}$  ו  $L_{av\phi}$  מייצגים את האורך הממוצע של הזכרים והנקבות בהתאמה. את טווח החפיפה היחסי שבין אורכי הזוויגים ( $K_L \sigma-\phi$ ) בחרנו לבטא ע"י חילוק ההפרש שבין  $L_{av\sigma}$  לבין  $L_{av\phi}$  ב-  $L_{av\sigma}$ , ע"פ הביטוי  $K_L \sigma-\phi = (L_{av\sigma} - L_{av\phi}) / L_{av\sigma}$ .

$K_L \sigma-\phi$  עבור *E. guttatus* חושב מתוך עבודתם של Sadovy et al., (1994b) לאוכלוסיית La-Parguera, Porto-Rico.  $K_L \sigma-\phi$  עבור *E. striatus* חושב מתוך המאמר של Sadovy & Colin (1995) בו סקרו את עבודותיהם של עבודתם של Bush & Ebanks-Petrie (1994) ושל Colin et al., (1987).

**טבלה 9. המדד היחסי לטווח החפיפה היחסי שבין אורכי הזוויגים בחמישה מיני דקרים.**  
 $L_{av\sigma}$  ו  $L_{av\phi}$  מייצגים את האורך הממוצע של הזכרים והנקבות בהתאמה.  $K_L \sigma-\phi$  מייצג את תחום החפיפה היחסי שבין אורכי הזוויגים:  $K_L \sigma-\phi = (L_{av\sigma} - L_{av\phi}) / L_{av\sigma}$

דקר סלעים	<i>E. streatus</i>	דקרנית אדומה	<i>E. guttatus</i>	דקר אלכסנדרוני	דקר סלעים
av $\sigma$	525	55.6	343.1	52.4	69.9
av $\phi$	511	50.2	261.4	38.3	47
$K_L \sigma-\phi$	0.018	0.065	0.160	0.252	0.274

איור 47 מראה את הקשר שבין "עוצמת תחרות הזרע" ( $GSI \sigma$ ) מתוך טבלה 8 לבין טווח החפיפה היחסי שבין אורכי הזוויגים ( $K_L \sigma-\phi$ ) מתוך טבלה 9. ערך גבוה של  $GSI \sigma$  מצביע על תחרות זרע חזקה יותר, וערך גבוהה של ( $K_L \sigma-\phi$ ) מצביע על כך שהזכרים גדולים יותר יחסית לנקבות. ערך המתאם שהתקבל  $R^2=0.9512$  ( $p<0.02$ ) מצביע על קשר חזק, בין עוצמת תחרות הזרע בחמשת מיני הדקרים, לבין טווח החפיפה היחסי שבין אורכי הזוויגים באותם מינים. משתמע מכך כי ככל שתחרות הזרע חזקה יותר גדלי הזכרים יהיו קרובים יותר לאלו של הנקבות לעומת זאת כשתחרות הזרע מעטה אורכי הזכרים יהיו גדולים יותר. התוצאה הנ"ל תומכת בדגם שהציעו Sadovy et al., (1994b).



**איור 47. הקשר שבין "עוצמת תחרות הזרע" לטווח החפיפה היחסי שבין אורכי הזוויגים בחמישה מיני דקרים.**

לדעתי הסיבה לקשר שבין עוצמת תחרות הזרע לבין טווח החפיפה היחסי שבין אורכי הזוויגים נעוצה בכך שכאשר אין תחרות זרע והרבייה היא פוליגינית הגישה לביצים תהיה תלויה בגודלו של הזכר (Sadovy et al., 1994b), ככל שהזכר גדול יותר הוא יוכל לגרש זכרים מתחרים ביעילות רבה יותר, ולכן יהיה לחץ על הדגים הקטנים להישאר נקבות-שכן הסיכוי של נקבה קטנה להיות מופרה גדול בהרבה מסיכויי של זכר קטן להפרות. לעומת זאת כאשר יש תחרות זרע והרבייה

היא המונית (Gilmore & Jones, 1992; Marino et al., 2001; Sadovy et al., 1994b;) היא המונית (Shapiro et al., 1993a; Zabala, et al., 1997b), הגישה לביצים תלויה בכמות הזרע ולא בגודל של הדג, לכן סיכויי של זכר קטן להפרות יהיו קרובים לסיכוייה של נקבה קטנה להיות מופרה ואורכי הזכרים יהיו דומים מאוד לאורכי הנקבות.

ע"פ הדגם שהציעו Sadovy et al. (1994b) לצד ההבדלים האנטומיים שמשתנים ככל שמשתנה עוצמת תחרות הזרע בין מיני הדקרים קיימים גם הבדלים התנהגותיים באופי הרבייה והתקבוציות הרבייה: בטבלה 10 הצגנו לצד המאפיינים האנטומיים שבחנו (באיור 47) גם את המאפיינים ההתנהגותיים בשישה מיני דקרים. ניתן לראות כי ההבדלים במאפייני הרבייה והאגרציות בקרב הדקרים שיוצרים קיבוצי רבייה מתחלקים לשתי קבוצות: 1. דקרים בהם קיימת תחרות זרע ובהם שני הדקרים: *E. striatus* ודקרנית אדומה. 2. דקרים בהם אין תחרות זרע: *E. guttatus*, *E. morio*, דקר סלעים, ודקר אלכסנדרוני.

**טבלה 10. סיכום המאפיינים המשתנים, ככל שמשנתנה עוצמת תחרות הזרע בשישה מיני דקרים.**

המספרים מציינים את המקורות שמהם נלקחו הנתונים המוצגים שבתבלה.

1. (Colin, 1992).2. (Zabala et al., 1997b).3. (Shapiro et al., 1993a).4. (Gilmore & Jones, 1992).

5. (Marino et al., 2001).6. (Sadovy et al., 1994b).7. (Moe, 1969).8. (מחקר נוכחי).

מספר מחזורי בשנה	דגם מרחבי של האגרציה	דגם הקבוצות באגרציה	דגם הרבייה	אגרסיביות זכרים	חפיפת אורכי הזויגים	מיני הדקרים	דגם הרבייה
2 או יותר (8,1)	תלת מימדי (8,1)	highly localized (8,6,1)	בקבוצות של 25 פרטים (1) *	נמוכה (8,1)	רבה (8,1)	דקרנית אדומה <i>E. striatus</i>	יש תחרות זרע
אחד (8,6,5,3,2) ** ***	דו מימדי (8,6,2)	patchily distributed (8,6,5,2)	זכר אחד וכמה נקבות (8,4,3,2) **	גבוהה (8,3,2) **	מעטה (8,7)	דקר סלעים דקר אלכסנדרוני <i>E. guttatus</i> <i>E. morio</i>	אין תחרות זרע

\* אין נתונים לגבי דקרנית אדומה

\*\* אין נתונים לגבי דקר אלכסנדרוני

\*\*\* אין נתונים לגבי *E. morio*

נשאלת השאלה- האם אפשר להשליך מהקשר שמצאנו בין מאפייני תחרות הזרע (גודל אשכים) לבין דגמי הרבייה וההתקבצות הרבייתית על כל מיני הדקרים. חשוב לציין כי הדגם שלנו נבחן רק על 6 מיני דקרים שמתרבים בבית הגידול הסלעי ובעומקים רדודים יחסית. למינים שרבייתם ובית גידולם דומים סביר שנמצא את אותו דגם לאור הקורלציה הגבוהה שבאיור 47.

לגבי מינים נוספים: בעבודתו של Bouain (1980) על *E. aeneus* אנו מוצאים עדות לתחרות זרע מוגבלת ( $GSI < 4\%$ ) לצד זכרים שהם יחסית גדולים מהנקבות. כך גם בעבודתם של Sadovy et al., (1994a) על *Mycteroperca tigris* אנו מוצאים עדות לתחרות זרע מוגבלת (ע"פ תצפיות  $GSI < 3\%$ ) לצד זכרים דומיננטיים שגדולים מהנקבות. אם כך יתכן כי באותה אוכלוסיית דקרים יתקיימו זה לצד זה: תחרות זרע מוגבלת יחד עם דומיננטיות זכרית. דגם זה צפוי ע"פ הגרף שבאיור 47 אך לא ברורה התאמתם של שני המינים למגמת הרגרסיה באיור בגלל מוגבלות נתונים.

## **בחינת השפעתו של הדייג על הדקרים שבחופינו**

דיווחים מאתרים רבים בעולם מראים כי באוכלוסיות של דקרים הנתונות לדייג לא מבוקר מתחוללים שינויים שלילים משך השנים- כגון: פחיתה, ירידה באורך דג ממוצע, ירידת גיל תחילת הבגרות, ירידת שיעור הזכרים באוכלוסיה, ירידת מימדי חילוף הזוויג, וצמצום או הפסקת התקבצויות הרבייה. (Bullock & Murphy, 1994; Gracia & Zabala, 1990; Harris & Collins, 1992; Heemstra & Randall, 1993; Hermelin & Robert, 1992; Sadovy et al., 1994a; 2000)

לעומת זאת, ע"פ Beets & Friedlander (1999) באתרים בהם הוגבל הדייג חלו שינויים חיוביים באוכלוסיות הדקרים תוך שנים בודדות מתאריך הגבלת הדייג. הדרך המקובלת לאמוד את השינויים באוכלוסייה משך  $X$  שנים היא השוואת הפרמטרים הרצויים מנתוני העבר עם נתוני ההווה. בחופנו לא נבדקו המאפיינים של אף אחת מאוכלוסיות הדגים הללו, לכן על-מנת לקבל מושג על השינויים שהתחוללו באוכלוסיות הדקרים בחופינו, בחרנו להשוות מאפיינים רבים ככל האפשר של האוכלוסיות השונות בים התיכון לאוכלוסיה בישראל, כך שניתן יהיה לבודד את ההבדלים בין האוכלוסיות, ולאתר את ההבדלים שניתן לייחס להשפעת הדייג. בנוסף לנתוני הספרות אנו בוחנים דווחי דייגים ותצפיות אישיות שמתייחסים לשינויים שחלו באוכלוסיות המינים הללו בעשורים האחרונים בחופינו.

### השינויים שנגרמו להערכתנו בהשפעת הדייג:

### **פחיתה הדקרים בהשפעת הדייג**

Spanier et al., (2000) מדווחים על פחיתה של 45% בנפוצות דקרי סלעים במהלך 10 שנים בריף שנמצא לחופי חיפה, ומייחסים את הפחיתה להשפעת הדייג. תמונה דומה, של פחיתה באוכלוסיות הדקרים עולה גם מדווחי הדייגים והתצפיות האישיות. אולם ממצאי המחקר מצביעים על כך ששלושת מיני הדקרים בשמורת ראש הנקרה, ובאתרים נוספים שבהם הדייג מוגבל, נפגעו פחות. זאת גם התמונה שעולה ממחקרם של La-Mesa & Vacchi (1999), שבמקום שהדקרים היו מוגנים מדייג (בשמורת Ustica שבסיציליה), אוכלוסייתם שגשגה.



## **הבדלים במידת הפחיתה בין שלושת המינים**

כאמור דווחי הדייגים, התצפיות האישיות והשוואת הדגימות שלנו שנלקחו במהלך מחקר זה בין השמורה לאתרי הדייג מצביעים על פחיתה בשלושת המינים, יחד עם זאת הם מדווחים על הבדלים במידת הפחיתה שבין המינים. מתוך הנתונים הללו עולה כי אוכלוסיית דקר אלכסנדרוני נמצאת על סף הכחדה מקומית בעומקים של  $< 30$  מ', אוכלוסיית דקר סלעים פחתה ברוב אתרי הדייג, לעומתם, נראה כי הפגיעה באוכלוסיית דקרנית אדומה נמוכה יותר והיא ניכרת בעיקר באתרים שבהם הדייג ברובה תת-מימי אינטנסיבי במיוחד. דקרים ידועים ברגישותם לדייג אך ממחקרים שונים עולה כי יש מינים שנפגעים מהדייג באופן קשה יותר מאחרים (Huntsman & Schaaf, 1994; Morris et al., 2000). לפיכך סביר כי הבדלי הפחיתה בין שלושת מיני הדקרים שבחופינו נובעים מרגישויות שונות של אוכלוסיותיהם לדייג.

## **פגיעת הדייג בהתקבצויות הרבייה**

מנתוני התצפיות ודווחי הדייגים עולה, כי התקבצויות הרבייה שבאתרי הדייג הן מעטות יחסית ופוסקות מהר לעומת התקבצויות הרבייה שבשמורת הטבע שבראש-הנקרה, וכי התקבצויות רבייה של דקר אלכסנדרוני מתרחשות כיום רק בשמורת הטבע. לפי Shapiro et al. (1993a) ו, Sadovy et al. (1994b) דייג דקרים ברובה תת מימי יעיל מאוד באגרציות רבייה. מתוך האמור לעיל סביר שבהשפעת הדייג התקבצויות הרבייה מתמעטות, ומשך הרבייה בהתקבצות מתקצר. כמו כן נראה כי בעשור האחרון נפסקו התקבצויות הרבייה של דקר אלכסנדרוני באזורי הדייג הרדודים מ-  $35$  מ', מלבד שמורת הטבע שבראש-הנקרה.

## **ירידה באורכים וגילאים מרביים של הדקרים**

נראה שלחץ הדייג הוא גורם לירידת הגיל והגודל הממוצע של דקר סלעים ודקר אלכסנדרוני שבחופינו הסלעים, אנו מגיעים למסקנה זאת מתוך כך שקצב הגידול שלהם בישראל אינו נמוך יחסית למרבית נתוני הספרות, ויש בחופינו ראיות לדקרים ארוכים מאוד באתרים שבהם הדייג מוגבל. ההסבר לשאלה אם כך מדוע לחץ הדייג בחופינו משפיע באופן קיצוני על אוכלוסיית הדקרים בהשוואה לדקרי אירופה נעוץ כנראה בעובדה שברוב ארצות אירופה הדייג ברובה תת-מימי בעזרת ציוד נשימה מלאכותי אסור מזה 15 שנים ולכן לחץ הדייג שעל הדקרים שם נמוך יותר משאצלנו. בנוסף לכך יש לקחת בחשבון את יחודיותו הטופוגרפית של חופינו והשלכותיו על אופי הדייג. בחופינו עומקם של מרבית בתי הגידול הסלעיים הוא רדוד ( $0-40$  מ') ולכן רוב בתי

הגידול של הדקרים נגיש לדייג בצלילה. לעומת זאת בחופים רבים ברחבי הים התיכון בית הגידול הסלעי מצוי גם בעומקים <40 מ', שם הדייג בצלילה אינו אפשרי או שיעילותו קטנה מאוד.

בניגוד לדקר סלעים ודקר אלכסנדרוני נראה כי האורך המרבי של דקרנית אדומה שמצאנו בארץ תואמים לאלו שמצוינים בספרות. יתכן שממצא זה מעיד על רגישותו הפחותה של מין זה לדייג. ויתכן שהסיבה היא שהדג נפוץ פחות בשאר הים התיכון ולכן המידע עליו הוא חלקי.

## **ירידה בממדי חילוף הזוויג ובפוטנציאל הרבייה בדקר סלעים ובדקר**

### **אלכסנדרוני בעקבות דייג**

בחופינו אורכי חילוף הזוויג בדקר סלעים ואורכי חילוף הזוויג בדקר אלכסנדרוני הם נמוכים מהרשום בספרות. Gilmore & Jones (1992) ו Shapiro et al. (1994) טוענים כי בדקרים חילוף הזוויג מותנה ביציאת הזכרים גדולים מהאוכלוסייה. Bullock (1994) & Murphy מצאו כי בעקבות לחץ דייג גבוה של *Mycteroperca interstitialis* ירדו גילאי חילוף הזוויג, שהגיעו בשנת 1972 ל 10-14 שנים, ל 5-6 שנים בשנת 1992. כיוון שנוכחנו שלחץ הדייג בחופינו גרם לירידת גודל הדקרים, ניתן להסיק כי לחץ הדייג הוא שגורם לירידת ממדי חילוף הזוויג בדקרי הסלעים ובדקרים האלכסנדרוניים שבחופינו. אין בידינו לנתונים מהספרות שאליהם נוכל להשוות את ממדי חילוף הזוויג בדקרנית בחופינו, אולם ניתן להניח שלא תהיה ירידה בממדי חילוף הזוויג, כיוון שלא מצאנו ירידה בממדים המרביים של הדקרנית, וכמו כן, במין זה אין תחרות זרע ולכן כנראה אין השפעה לסילוק הפרטים הגדולים על חילוף הזוויג. כיוון שלחץ הדייג גורם לירידה בגודל חילופי הזוויג של דקר סלעים ודקר אלכסנדרוני וכתוצאה מכך, לירידה בגודל הנקבות של שני מיני הדקרים ולירידה במספר השנים שדג מתפקד כנקבה. הדגים המצויים בשלב הנקבי משחררים ביצים מעטות בהרבה בהשוואה לעבר ולפיכך סביר להניח כי פוטנציאל הרבייה של דקר סלעים והדקר האלכסנדרוני פחתו בשנים האחרונות בחופינו.

### **ירידה בפוטנציאל הרבייה של נקבות דקר סלעים ודקר אלכסנדרוני**

בחופינו, הנקבות של שני המינים הללו הן קטנות מימדים, זאת עובדה שנובעת ישירות מהירידה במימדים המרביים, ומהירידה במימדי חילוף הזוויג של הדקרים. מתוך עבודתנו מתברר כי נקבות שמימדיהם קטנים נושאות פחות ביצים. בנוסף לכך, עקב גילן הצעיר יותר, הן מתרבות

פחות פעמים במהלך חייהן. לפיכך סביר להניח כי בחופנו פוטנציאל הרבייה של דקר סלעים ודקר אלכסנדרוני הם נמוכים יחסית.

### **סלקטיביות הדייג לזכרים**

חוקרים מצאו כי בדקרים הדייג, ובעיקר הדייג ברובה תת-מימי, הוא סלקטיבי לפרטים הגדולים (Bullock & Murphy, 1994; Coleman & Koenig, 1996; Huntsman & Schaaf, 1994). מכיוון שבשלושת הדקרים אורכם הממוצע של הזכרים גדול מזה של הנקבות, הדייג ייקח יותר זכרים מחלקם היחסי באוכלוסייה ולחץ דייג אינטנסיבי באגרסיביות רבייה עלול ליצור מצב של מחסור בזרע, ולכן חלק מהנקבות לא יופרו, ותיגרם ירידה בפוטנציאל הרבייה של האוכלוסייה.

### **פגיעת הדייג בפוטנציאל הגיוס של הדקרים בחופינו**

מעבודתם של De Innocentiis et al., (2001) עולה כי הגיוס באוכלוסיות דקרי הסלעים בים התיכון הוא ממקור עצמי לכל אוכלוסייה, מכאן משתמע כי פגיעה בפוטנציאל הרבייה של האוכלוסייה המקומית תשפיע על הגיוס לאוכלוסייה המקומית. להערכתי כלל זה נכון גם לדקרנית האדומה ולדקר האלכסנדרוני בגלל הקרבה הסיסטמית הרבה בין שלושתם ומכיוון ששלושתם סוליטריים בנטוניים וקשורים באופן הדוק לבית הגידול הסלעי. לפיכך סביר להניח שפגיעת הדייג בפוטנציאל הרבייה של שלושת המינים גורמת לפגיעה בפוטנציאל הגיוס של שלושת המינים בחופינו. נמצא כי במקרים קיצוניים פוטנציאל הגיוס בקרב דקרים עשוי לרדת ל 5% מערכו הטבעי בעקבות דייג לא מבוקר (Huntsman & Schaaf, 1994). מחסור נתונים מהעבר, לא יכולנו להעריך את עוצמת הפגיעה באזורנו.

## **אינדקס רגישויות להכחדה מקומית בשלושת המינים**

מתוך בדיקת השינויים שהתחוללו בקרב הדקרים שבבית הגידול הסלעי שבחופינו מסתמנת מגמה של הבדלים במידת הפחיתה בכל אחד מהמינים. לפיכך החלטנו לערוך השוואה בין מידת הרגישות התיאורטית של המינים הללו לסכנת הכחדה בחופינו (טבלה 11). השוואה שערכנו התבססה על הדגם שהציגו Morris et al., (2000) אך בניגוד לאינדקס הרגישויות שלהם שמתייחס לפרמטרים גלובאליים של יותר ממאה מיני דקרים - אנו בחנו רק את שלושת הדקרים שבחופינו הסלעיים ברמה המקומית, ותוך התייחסות לפרמטרים הרלבנטיים כפי שנמצאו

במחקר זה. הרגישות היחסית בכל סעיף, דורגה בסקאלה בין 1 ל 3 (1=רגישות מינימאלית) (3=רגישות מרבית). את הערכים שהתקבלו לכל אחד מהמינים סיכמנו מספרית (טבלה 11). ככל שהערך שמתקבל הוא גבוה יותר מין הדקר רגיש יותר להכחדה מקומית. חלק מהטיעונים התבססו על ההנחה שפגיעה בפוריות של האוכלוסייה המקומית תשפיע על הגיוס לאוכלוסייה המקומית. הנחה זאת מבוססת על עבודתם של De Innocentiis et al., (2001) ממנה עולה כי באוכלוסיות של דקר סלעים בים התיכון הגיוס בכל אוכלוסייה מקורו בגיוס מקומי. להערכתנו כלל זה נכון גם לדקרנית האדומה ולדקר האלכסנדרוני בגלל הקרבה הסיסטמטית הרבה בין שלושתם ומכיוון ששלושתם סוליטריים בנטוניים וקשורים באופן הדוק לבית הגידול הסלעי. חשוב לציין כי מחירם של שלושת הדקרים בשוק הוא זהה ולכן לחץ הדייג שמופעל עליהם זהה ברמת המוטיבציה של הדייג.

#### הפרמטרים שהתייחסנו אליהם להערכת הרגישות והנימוקים לדירוג הם:

קצב גידול נמוך: Heemstra & Randall (1993) טוענים כי קצב גידול האיטי של הדקרים הופך אותם לרגישים במיוחד לדייג. מצאנו שקצב הגידול של דקר אלכסנדרוני הוא נמוך במיוחד, הדקרנית גדלה מהר יותר ואילו דקר סלעים גדל בקצב המהיר מבין שלושתם. לפיכך הרגישות של הדקר האלכסנדרוני נקבעה ל 3, לדקרנית האדומה הערך הוא 2, ואילו לדקר סלעים הערך הוא 1.

תזונה: מהעבודה הנוכחית עולה כי מזונה של הדקרנית מצוי בשפע יחסית לשני המינים האחרים, ולכן הערכנו כי ברמת התזונה יהיה לה יתרון על פניהם בכושר השרידה. לפיכך ערך הרגישות שניתן בסעיף הנ"ל לדקר סלעים ולדקר האלכסנדרוני היא 3 ואילו לדקרנית האדומה 1.

תחילת הבגרות המינית: במיני דגים שמתבגרים לאט יותר לחץ הדייג מקטין את הסיכוי להגיע לבגרות מינית ופוטנציאל הגיוס של אותה אוכלוסייה יפגע יותר (Heemstra & Randall, 1993). ע"פ טבלה 5 אנו רואים כי התבגרותו המינית של דקר סלעים מאוחרת משל שני המינים האחרים, ואילו בדקר האלכסנדרוני משקלן של הנקבות בתחילת הבגרות שווה לחצי ממשקלן של הדקרניות האדומות ורבע ממשקלן של נקבות דקר סלעים, ולכן הן ישחררו פחות ביצים. לפיכך

הרגישות של לדקר סלעים ודקר אלכסנדרוני בסעיף הנ"ל היא 3 ואילו לדקרנית האדומה הערך הוא 1.

מימדי נקבות: הדייג נקבע כגורם לירידת אורכם המרבי של דקרים (Sluka & Sullivan, 1996), וירידת המימדים של חילוף הזוויג (Bullock & Murphy, 1994). לפיכך דייג לא מבוקר צפוי לגרום לירידה מתמשכת בגודל הממוצע של הנקבות, ולכן לירידת פוטנציאל הרבייה, ובעקבות זאת לירידה בפוטנציאל הגיוס. לפיכך ערך הרגישות שקבעתי בסעיף הנ"ל לשלושתם הוא 2.

סלקטיביות הדייג לזכרים: חוקרים רבים קבעו כי בדקרים שבהם הזכרים גדולים מהנקבות, יגרום הדייג הסלקטיבי לפרטים הגדולים לירידה בפרופורציית הזכרים באוכלוסייה, ובעקבות כך ייוצר מחסור בזרע שיביא לפגיעה מתמשכת בפוטנציאל הגיוס של האוכלוסייה (Bullock & Murphy, 1994; Coleman et al., 1996; Huntsman & Schaaf, 1994). מצאנו כי בדקר סלעים ובדקר האלכסנדרוני הזכרים ארוכים ממרבית הנקבות ואילו בדקרנית ההבדל בין אורכי הזוויגים קטן בהרבה. לפיכך הערכתי את ערך הרגישות בסעיף הנ"ל לדקר סלעים ודקר אלכסנדרוני הוא 3, ולדקרנית האדומה הערך הוא 1.

התקבצויות רבייה: שלושת המינים מקיימים התקבצויות רבייתיות ששיאן בחודשים אפריל מאי לדקרנית ומאי ויוני לדקר סלעים ולדקר האלכסנדרוני. הפעילות הרבייתית באתר ההתקבצות רגישה מאוד לדייג (Beets & Friedlander, 1999; Coleman et al., 1996; Zabala et al., 1997b). לפיכך סביר כי הדייג באתרי הרבייה בחודשים אפריל מאי ויוני פוגע בהצלחת הרבייה של שלושת מיני הדקרים הללו, לפיכך הערכתי את ערך הרגישות לשלושתם בסעיף הנ"ל היא 2.

תגובת בריחה מצוללים: מעבודתנו עולה כי תגובת הבריחה של דקר אלכסנדרוני מצוללים נמוכה יחסית לשני המינים האחרים, כלומר קל יותר להתקרב אליו ולצוד אותו בעזרת רובה תת-מימי. דג שנדוג בקלות צפוי שיעלם מהר יותר ממינים שהם קשים יותר לדייג, לפיכך הערכתי את ערך הרגישות של דקר אלכסנדרוני בסעיף הנ"ל היא 3, ולדקר סלעים ולדקרנית האדומה הערך הוא 1.

דייג במערכי חכות: מדווחי הדייגים, מידע אישי ומחקרו של Relini et al. (1989) בים התיכון, עולה כי דקרנית אדומה אינה נלכדת במערכי חכות. לעומת זאת שני המינים האחרים נלכדים בשיטת

דייג זאת בים התיכון (1969 Rafail et al.). לפיכך הערכתי את ערך הרגישות של הדקרנית בסעיף הנ"ל היא 1, ואילו לדקר סלעים ודקר אלכסנדרוני הערך הוא 3.

#### טבלה 11. אינדקס רגישויות להכחדה מקומית.

הטבלה מסכמת את הרגישויות השונות לדייג ונותנת ערך למידת הרגישות: 0 אין רגישות, 1 רגישות נמוכה, 2 רגישות מתונה, 3 רגישות גבוהה.

מין הדקר	דקרנית אדומה	דקר סלעים	דקר אלכסנדרוני
המאפיינים הרגישים			
קצב הגידול	2	1	3
יתרון בתזונה	1	3	3
תחילת הבגרות המינית	1	3	3
מימדי נקבות	2	2	2
חפיפה בין אורכי הזוויגים	1	3	3
התקבצויות רבייה	2	2	2
תגובת בריחה מצוללים	1	1	3
דיג במערכי חכות	1	3	3
סיכום הרגישות	11	18	22

מסיכום הטבלה מסתבר שהמין הראשון שצפוי לעבור הכחדה מקומית הוא דקר אלכסנדרוני- (ערך רגישות 19), לאחר מכן דקר סלעים- (ערך רגישות 15) ואחרונה שצפויה להיפגע היא דקרנית אדומה- (ערך רגישות 11).

ממצאי מחקר זה מסתבר כי השינויים שהתחוללו באוכלוסיות שלושת המינים בחופינו אכן תואמים את הדגם התיאורטי לרגישויות שלהם בחופינו כפי שהצגנו לעיל. כפי שצפוי על פי הדגם אוכלוסיית דקר אלכסנדרוני אמנם פחתה יותר משני המינים האחרים ואילו אוכלוסיית הדקרנית נפגעה במידה המועטה ביותר.

## סיכום

בעבודה הנוכחית חקרנו את מאפייני הגדילה, הרבייה והדייג של שלושת מיני הדקרים שבחופינו הסלעיים. מתוך המאפיינים הללו הסקנו לגבי השלבים הרגשיים לדייג במחזור חייהם, ועל ההבדלים ביניהם במידת הרגישות להכחדה מקומית תחת לחץ דייג.

מתוך השוואת קצבי הגידול של שלושת המינים מצאנו כי ברוב קבוצות הגיל שלושת המינים ארוכים יותר באגן הלבאנט (ישראל ומצריים) מאשר Sfax שבדרום טוניס. ממצא זה סותר את תיאורית הננסות שטוענת לירידה באורכיהם של הדגים עם ההתקדמות מזרחה בים התיכון. להערכתנו ההסבר לתופעה הוא קצב גידול מהיר שנובע משילוב של טמפ' מים גבוהות בישראל, וזמינות מזון גבוהה לדקרים, כתוצאה מנפצותם של מהגרים ים-סופיים בחופי הלבנט. אחד מהמהגרים הים-סופיים, הסיכן המשויש שברמת הביומאסה הוא הדג הנפוץ ביותר בחופינו הסלעיים, מהווה כ 70% מתזונתה של דקרנית אדומה ו 20% מתזונתם של דקר סלעים ודקר אלכסנדרוני.

במחקר הזה תועדו וצולמו לראשונה התקבצויות רבייה של דקרנית אדומה ודקר אלכסנדרוני, ותועדה לראשונה התקבצות הרבייה של דקר סלעים בישראל. מצאנו כי עונות הרבייה של שלושת המינים שונות אולם קיימת חפיפה בהתקבצות הרבייה וברביית השיא בשלושתם, במהלך מאי ויוני. מצאנו הבדלים בין מאפייני הרבייה בשלושתם ברמת תחרות הזרע, ההתנהגות הרבייתית, דגם התקבצות הרבייה, ובטווח חפיפת אורכי הזוויגים, הבדלים שתואמים לדגם שהציעו Sadovy et al., (1994b). מתוך השוואת נתוני המחקר עם פרמטרים של מיני דקרים ממחקרים אחרים הסתבר שככל שמין הדקר מאופיין באשכים שמשקלם היחסי גדול יותר (עדות לתחרות זרע חזקה) אורכי הזכרים יהיו קרובים יותר לאלו של הנקבות. לעומת זאת כשתחרות הזרע מעטה (משקלם היחסי של האשכים הבשלים קטן) הזכרים יהיו ארוכים מהנקבות ( $P>0.02$ ).

התוצאה הנ"ל תומכת בדגם האיכותי שהציעו (Sadovy et al., 1994b).

מתוך סיכום והשוואת מאפייני הגדילה, הרבייה, והדייג, הסקנו לגבי הרגישות היחסית של כל אחד משלושת המינים הללו להכחדה מקומית בחופינו. התקבלה תחזית שצופה כי בתנאי דייג לא מבוקר, אוכלוסיית דקר אלכסנדרוני צפויה להיפגע ראשונה, לאחריה אוכלוסיית דקרי סלעים, והאחרונה שצפויה להיפגע היא אוכלוסיית דקרנית אדומה.

מתוצאות המחקר הסתבר כי בניגוד למצב בשמורה ראש-הנקרה, באתרים בהם מתקיים דייג, ובעיקר דייג ברובה תת-מימי, מתרחשת פגיעה קשה באוכלוסיות של שלושת מיני הדקרים. ירידה בנפוצות, ירידה במימדים המרביים, ופגיע בקיום התקבצויות הרבייה.

מסתבר כי מדד הרגישויות להכחדה, שפותח במחקר זה (בהתבסס על Morris et al., 2000) צפה את ההבדלים במידת הפחיתה של אוכלוסיות שלושת מיני הדקרים.



## רשימת ספרות

- Aguilar, P., Aguilar.D. 1996. Aspawning aggregation of Nassau grouper in the Mexican Caribbean, Environ. Biol. Fishes, 45: 351-361.
- Battiato, A. 1983. Observation on some young stage of species of the genera *E.* and *Mycteroperca* captured along the new cliff edge south of the port of Catalina Sicily Italy. Thalassia selentina, 12-13: 3-15.
- Beets J. & Friedlander A. 1999. Evaluation of a conservation strategy: A spawning aggregation closure for red hind, *E. guttatus*, in the U.S. Virgin Islands. [Article] Env. Biol. Fishes, 55(1-2). 91-98.
- Bennett, B.A. 1987. The rock-pool community of Koppie Alleen and an assessment of the importance of Cape rock-pools as nurseries for juvenile fish. S. Afr. zool, 22(1):.25-31
- Bouain, A. 1980. Exualite et cycle sexueul des Merous des cotes du Sud tunisien. Bull. Natn. Peche. Tunisie., 4, 215-229.
- Bouain, A. 1986. Linear growth of groupers from the Gulf of Gabes Tunisia. Cybium, 10 (3): 299-302
- Bouain, A. & Siau,Y. 1983. Observations on the female reproductive cycle and fecundity of three species of groupers from the southeast Tunisian seashores. Mar. Biol., 73: 211-220.
- Bouchereau, J. L., Body, P., Chauvet, C. 1999. Growth of the dusky grouper *E. marginatus* (Linnaeus, 1758) (Teleostei, Serranidae), in the Natural Marine Reserve of Lavezzi ISLands, Corsica, France. Sci. Mar., 63(1): 71-77.

- Brusle, J. & Brusle, S. 1976. Contribution to the study of the reproduction of two species of grouper *E. aeneus* and *E. guaza* from the coasts of Tunisia. Rapp.-P.-V.- Reun., Comm. Int. Explor. Sci. Mer Mediterr., Monaco, 23(8): 49-50.
- Brown, M. E. 1957. The physiology of fishes. Volium 1. Academic press INC., publishers, New York.
- Bush.P.G. & Ebanks-Petrie.G. 1994. The Cyman Island Nassau grouper study-aprogress riport. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute, 43: 379-380.
- Bullock, L. H., Murphy, M. D. 1994. Aspects of the life history of the yellow mouth grouper, *Mycteroperca. interstitialis*, in the eastern Gulf of Mexico. Bull. Mar. Sci., 55: 30-45.
- Coleman, F.C., Koenig,C. C., Collins, L. 1996. Reproductive styles of shallow water groupers in the eastern Gulf of Mexico and the consequences of fishing spawning aggregations. Env. Boil. Fishes, 47: 129-141 .
- Colin, P. L., Shapiro, D.Y., Weiler, D. 1987. Aspects of the reproduction of two groupers *E. guttatus* and *E. Striatus* in the West Indies. Bull. Mar. Sci., 40(2): 220-230.
- Colin, P. L., Laroche, W. A., Brothers, E. B. 1997. Ingress and settlement in the Nassau grouper, *E. striatus*, with relationship to spawning occurrence. Bull. Mar. Sci., 60(3): 656-667.
- Colin, P. L. 1992. Reproduction of the Nassau grouper *E. striatus* and its relationship to environmental Conditions. Env. Biol. Fishes, 34: 357-377.
- Derbal, F., Kara, M. H. 1995. Habitat and behavior of *E. marginatus* from the Annaba region Algeria. Cah. Biol. Mar., 36(1): 29-32.

- De Innocentiis, S., Sola, L., Cataudella, S., Bentzen, P. 2001. Allozyme and microsatellite loci provide discordant estimates of population differentiation in the endangered dusky grouper *E. marginatus* within the Mediterranean Sea. *Molecular Ecology*, 10(9):2163-2175.
- Eggleston, D. B. 1995. Recruitment in Nassau grouper: post settlement abundance, microhabitat features ,and ontogenetic habitat shifts. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 124: 9-22.
- Ezzat, A. A., Mikhail, M. Y., Wadie, W. F., Hashem, M. T. 1982. Length-weight relationship and condition factor of *E. aeneus* and *E. alexandrinus* in the Egyptian Mediterranean waters. *Bull. Inst. Oceanogr.*, 8(1): 173-185.
- F.A.O (2001)<http://www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp#Requirements>
- Fishbase (8/2002) ( <http://www.fishbase.org/search.cfm>)
- Francour, P. 1994. Pluriannual analysis of reserve effect on ichthyofauna in the Scandola natural reserve. *Oceanologica. Acta*, 17(3): 309-317.
- Glamuzina, B. Glavic N. Tutman P. Kozul V. Skaramuca B. 2000. Notes on first attempt at artificial spawning and rearing of early stages with goldblotch grouper, *E. costae* (Steindachner, 1875). *Aquaculture International*. 8(6):551-555.
- Gilmore, R. G., Jones, R. S. 1992. Color variation and associated behavior in the *Epinepheline* groupers *Mycteroperca microlepis* and *M. phenax*. *Bull. Mar. Sci.*, 51: 83-103.
- Gilles, A., Miquelis, A., Quignard J. P., Faure, E. 2000. Molecular phylogeography of western Mediterranean dusky grouper *E. marginatus*. *Comptes Rendus de L'Academie des Sciences Serie III Sciences de la Vie*. 323(2) : 195-205.

- Golani, D. 1998. Distribution of Lessepsian migrant fish in the Mediterranean  
Ital. J. Zool., 65: 95-99.
- Goren, M. Galil, B.S. 2001. Fish biodiversity in the vermetid reef of Shiqmona (Israel)  
Mar. Ecol., 22 (4): 369-378.
- Gracia-Rubies, A. Zabala, M. 1990. Effects of total fishing prohibition on the rocky  
fish assemblages of Medea islands marine reserve. Sci. Mar., 54(4): 317-328.
- Harris Patrick, J., Collins Mark, R. 2000. Age, growth and age at maturity of gag,  
*Mycteroperca microlepis*, from the southeastern United States during 1994-  
1995. Bull. Mar. Sci., 66(1):105-117.
- Heemstra, P. C. & Randal, J. I., 1993. Groupers of the world. F.A.O. species  
catalogue, Vol.. 16.
- Hermelin, J.G., Robert, P. 1992. The grouper; origins, behavior, protection.  
Oceanorama- Inst.-oceanogr.- Paul- Ricard, 18,3-7.
- Hermelin, J. G., Bachet F., Gracia, F. 1995. Mediterranean marine reserves; Fish  
indices as a test of protection efficiency. Mar. Ecol. 16 : 233-250.
- Huntsman, G. R., Schaaf, W. E. 1994. Simulation of the Impact of fishing on  
reproduction of protogynous grouper, the Graysby. North American journal of  
fisheries management, 14: 41-52.
- Kara, M. H., Derbal, F. 1995. Morphometry, growth and mortality of *E. marginatus*  
from Algerian eastern coasts. Cah. Biol. Mar. 36: 229-237.
- La Mesa, G., Vacchi, M. 1999. An analysis of the coastal fish assemblage of the  
Ustica Island marine reserve (Mediterranean Sea). Mar. Ecol. 20(2):147-165.
- Marino, G., Azzurro, E., Massari, A., Finoia, M. G., Mandich, A., 2001. Reproduction  
in the dusky grouper from the southern Mediterranean. Journal of Fish Biology ,  
58(4): 909-927.

- Moe, M. A. 1969. Biology of the red grouper (*E. morio* Valenciennes) from the eastern Gulf of Mexico. Professional Paper Series Marine Laboratory, Florida 10:1–95.
- Morris, A. V. Roberts, C. M., Hawkins, J. P. 2000. The threatened status of groupers (Epinephelinae). Biodiversity & Conservation, 9(7): 919-942.
- Por, F. D. 1989. The legacy of the Tethys-An aquatic biogeography of the Levant. Monographiae biologicae, Vol-63.
- Rafail, S. Z., Daud, W. L., Halil, M. M. 1969. Long line Mediterranean fisheries studies west off Alexandria. Stud. Rev. Gen. Fish. Coun. Mediter., (42):16
- Relini, G., Relini, M., Torchia, G. 1989. Fishes of the loano artificial reef. General fisheries council for the Mediterranean. Report of the first session of the working on artificial reefs and mariculture. Ancona, Italy, 27-30-November, 428:120-127
- Relini, G., Bertrand, J., Zambony, A. 1999. Synthesis of the Knowledge on Bottom Fishery Resources in Central Mediterranean (Italy and Corsica). Biol. Mar. Mediterr., 6 (suppl. 1).
- Shapiro, D.Y., Sadovy, Y., MacGehee, M. 1993a. Size, composition, and spatial structure of the annual spawning aggregation of the red hind, *E. guttatus*. Copeia (2).399-406.
- Shapiro, D.Y., Sadovy, Y., MacGehee, M. 1993b. Periodicity of sex change and reproduction in red hind *E. guttatus*, a protogynous grouper. Bull. Mar. Sci. 53(3): 1151-1162.
- Shapiro, D. Y., Garcia-Moliner, G., Sadovy, Y. 1994. Social system of an inshore stock of the red hind grouper, *E. guttatus*. Environ. Biol. Fishes, 41: 415-422.

- Sluka, R., Sullivan, K. M. 1996. The influence of habitat on size distribution of groupers in the Upper Florida kays. *Environ. Biol. Fishes*, 47(2): 177-189.
- Spanier, E. 2000. Changes in the ichthyofauna of an artificial reef in the southeastern Mediterranean in one decade. *Sci. Mar.*, 64(3): 279-284.
- Spanier, E., Tom, M., Pisanty, S. 1990. Artificial reefs in the low productive marine environments of the southeastern Mediterranean. *PSZNI Mar. Ecol.* 11(1): 61-75.
- Sadovy, Y., Colin, P. L., Domleier, M. L. 1994a. Aggregation and spawning in the tiger grouper- *Mycteroperca tigris*. *Copeia*, 2 :511-516.
- Sadovy, Y. , Rosario, A., Roman, A. 1994b. Reproduction in an aggregating grouper, the red hind, *E. guttatus*. *Environ. Biol. Fishes.*, 41: 269-286.
- Sadovy, Y., Colin, P. L. 1995. Sexual development and sexuality in the Nassau grouper. *Journal of Fish Biology*. 46(6): 961-976.
- Siau, Y. Boauin, A. 1994. Preliminary indications on growth and reproduction in the protogynous grouper *Mycteroperca rubra* (Pisces, Serranidae). *Journal of African Zoology*, 108(4): 353-359.
- Smale, M. J. 1986. The feeding biology of four predatory reef fishes off the southeastern Cape coast, South Africa. *S. Afr. Zool.*, 21:111-130.
- Snovsky, G., Shapiro, J. 1999. The fisheries and aquaculture in Israel in 1997. The state of Israel, Ministry of agriculture- Department of fisheries .
- Spedicato, M. T., Lembo, G., Di-Marco, P., Marino, G. 1995. Preliminary results in the breeding of the dusky grouper *E. marginatus*. *Cah. – options-mediterr.* 16:131-148.

- Stockley, P., Gage, M. J. G., Parker, G. A., Møller, A. P. 1997. Sperm competition in fishes: the evolution of testis size and ejaculate characteristics. *American Naturalist* 149, 933–954.
- Tucker, J. W., Bush, P. G., Slaybaug, S. T. 1993. Reproductive patterns of Cayman island nassau grouper populations. *Bull. Mar. Sci.*, 52(3):961-696.
- Vadiva, V. 1984. Reproductive systems of *E. aeneus* and *E. alexandrinus* from the southeastern Mediterranean. *J. Ichthyol.* 24 (3): 77-81.
- Wadie, W. F., Hashem, M. T., Mikail, M. Y., Ezzat, A. A. 1981. Age and growth of *E. alexandrinus* in the Egyptian Mediterranean waters. *Bulletin of the Institute Oceanography and Fisheries, Cairo*, 7(3):559–574
- Waschkevitz, R., Wirtz, P. 1990. Annual migration and return to the same site by an individual grouper *E. alexandrinus*. *J. Fish. Biol.*, 36: 781-782.
- Zabala, M., Gracia-Rubies, A., Louisy P., Sala, E. 1997a. Spawning behavior of the Mediterranean dusky grouper *E. Marginatus* in the Medis Island marine reserve-Spain. *Sci. Mar.*, 61(1): 65-77.
- Zabala, M., Louisy, P., Garcia-Rubies, A., Gracia, V. 1997b. Socio-behavioral context of reproduction in the Mediterranean dusky grouper– *E.marginatus* in the Medusa ISLand marine reserve. *Sci. Mar.*, 61(1): 79-98.

גולני דני, דוד דרום. 1997 מדריך הדגים של ישראל. הוצאת כתר ת"ד 7145 ירושלים.

נספח 1. פירוט ימי הדייג והתצפיות ע"פ אתרים ותאריכים.

מערכי חכות יפו	ת"א	פרוטרם	נעורים	חיפה	גבעת אולגה	מעגן מיכאל	רה"נ
18/7/00	21/9/00	4/9/00	16/1/01	31/5/01	12/2/00	22/10/99	31/5/99
13/5/01			14/3/01	1/6/01	13/5/00	23/10/99	1/6/99
				20/4/01	14/5/00	28/7/00	17/7/99
				8/5/00	7/7/00	16/9/00	14/8/99
				10/11/99	8/3/01	21/9/00	4/10/99
				4/2/00	13/3/01	14/11/00	5/10/99
				9/5/00	6/4/01	19/11/00	4/2/00
					9/4/01	15/1/01	26/2/00
					30/4/01	6/3/01	27/2/00
					2/6/01	7/3/01	15/3/00
					2/7/2001	30/3/01	17/4/00
						30/3/01	18/4/00
						10/4/01	27/4/00
						10/4/01	15/5/00
						28/4/01	29/5/00
						4/6/01	2/6/00
							5/6/00
							6/6/00
							9/7/00
							23/7/00
							2/8/00
							5/9/00
							6/9/00
							17/9/00
							16/10/00
							9/11/00
							17/12/00
							17/1/01
							12/2/01
							28/3/01
							12/5/01
							23/5/01
							26/6/01



נספח 2. פירוט מספר הפרטים שנלכדו מכל אחד מהמינים בכל אחד מהאתרים.

סיכום כללי	דייג חכות נתניה	סיכום דייג	פרוטרום	ת"א	נעורים	חיפה	אולגה	מעגן	רה"נ	
74	2	72	1	1	2	8	11	16	33	מס. דגומים
205		205	2		5	29	31	31	107	דקרנית אדומה
153		153		1	3	21	11	21	96	דקר סלעים
65	28	37		3	1	3		3	27	דקר אלכסנדרוני
424	28	395	2	4	9	53	42	55	230	סיכום פרטים

נספח 3. פירוט המשקל הכולל ב ק"ג מכל אחד מהמינים בכל אחד מהאתרים.

סיכום כללי	דייג חכות נתניה	סכום דייג	פרוטרום	ת"א	נעורים	חיפה	אולגה	מעגן	רה"נ	
74	2	72	1	1	2	8	11	16	33	מס. דגומים
386.6		386.2	0.4		5.2	45.4	73.0	55.4	206.5	דקרנית אדומה
454.0		453.6		0.2	3.5	48.3	49.4	73.0	278.7	דקר סלעים
57.2	17.4	39.8		0.7	0.4	2.4		3.1	33.3	דקר אלכסנדרוני
897.9	17.4	879	0.4	0.9	9.0	96.0	122.3	131	518.5	סיכום משקל