

שימוש במי רכז (מרוכזים) לגידול דגי שושנון *Amphiprion ocellaris*

ניצן רייס חבלין, דן פופר, טל גור, מוטי אושרוביץ - מו"פ ערבה תיכונה וצפונית

nitzanr@arava.co.il

תקציר

השוק העולמי לדגי נוי ימיים התפתח מאוד בשנים האחרונות, והביקוש לדגים מגידול בשבי הולך וגדל. דגי השושנון (*Amphiprion*) הם המבוקשים ביותר בשוק האירופי ונמכרים כדגי נוי לאקווריום שונית בשל צורתם היפה וצבעם העז וכן בשל יכולתם לחיות בשיתוף עם חסרי החוליות באקווריום. בתחנת יאיר במו"פ ערבה פיתחו במהלך השנים האחרונות פרוטוקול לרבייה וגידול של שמונה מיני שושנון, מהם המין המבוקש ביותר הוא ה- *A. Ocellaris*. כיום מתרכזים המחקרים במו"פ ערבה בשיפור יכולות הגידול והרבייה, בהכנסת מינים נוספים לסל הדגים של המים המלוחים ובהזלת עלויות הגידול. ההוצאה העיקרית בגידול דגי נוי של מים מלוחים בניתוק מהים היא עלות מי הגידול. בערבה פועלים שבעה מכשירי התפלה גדולים המספקים מי שתייה לתושבים. מכל מכשיר זורמים לביוב כמויות גדולות של מי רכז, שהם תוצר הלוואי של תהליך הניקוי, ורמת המלח בהם היא כפולה מרמת המלחים במי הקו. בניסוי קודם שנערך בתחנת יאיר בשנת 2010 נבחנו קצב הגידול והשרידה של דגי שושנון אשר גדלו במי רכז בתוספת מלח ים בהשוואה לדגים אשר גדלים במי אוסמוזה או מי קו בתוספת מלח ים. לא נמצא הבדל בין הטיפולים השונים בבריאות הדגים וקצב הגידול. בניסוי המדווח שנערך בשנת 2011 נבחו קצב הגידול והשרידה של דגי שושנון אשר גדלו במי רכז מרוכזים לדרגת מליחות של 25 ppt. לא נמצא הבדל בגדילת הדגים אך בשרידה היה הבדל משמעותי. בבדיקת היסטולוגיה לזימים לא נראתה פתולוגיה משמעותית בדגים באף אחת מקבוצות הטיפול. ההבדל היחיד בין הקבוצות היה בצורה ובכמות של תאי הכלור.

מבוא

השוק העולמי לדגי נוי ימיים התפתח מאוד בשנים האחרונות, והביקוש לדגים מגידול בשבי הולך וגדל. דגי השושנון (*Amphiprion*) הם המבוקשים ביותר בשוק האירופי (קחל וחובי 2008) ונמכרים כדגי נוי לאקווריום שונית בשל צורתם היפה וצבעם העז וכן בשל יכולתם לחיות בשיתוף עם חסרי החוליות באקווריום. קיימים כ- 28 מינים של דגי שושנון. בתחנת יאיר במו"פ ערבה פיתחו במהלך השנים האחרונות פרוטוקול לרבייה וגידול של שמונה מיני שושנון מהם המין המבוקש ביותר הוא ה- *A. Ocellaris*. פרוטוקול הגידול יושם בשלוש חוות מודל אשר פועלות היום באופן עצמאי ועוסקות בריבוי, גידול ושיווק דגי נוי של מים מלוחים. לאחר השגת היעד הראשוני של המו"פ בפיתוח פרוטוקול הרבייה והגידול של הדגים, מתרכזים המחקרים כיום בשיפור יכולות הגידול והרבייה, בהכנסת מוצרים נוספים לסל המוצרים של מים מלוחים ובהזלת עלויות הגידול (שגב וחובי 2007, 2006). ההוצאה העיקרית בגידול דגי נוי של מים מלוחים בניתוק מהים היא עלות מי הגידול. המים המלאכותיים מורכבים ממלח ים מיוחד המומס במי אוסמוזה (מים שעברו תהליך של אוסמוזה הפוכה והם נקיים כמעט לחלוטין

ממלחים). מחירו של המלח גבוה מאוד ועלותו תלויה באיכותו וצורת האריזה. מגדל דגים של מים מלוחים בערבה משלם עבור המים כ- 90 שקל למ"ק לעומת עלות המים לחקלאות – שקלים בודדים למ"ק.

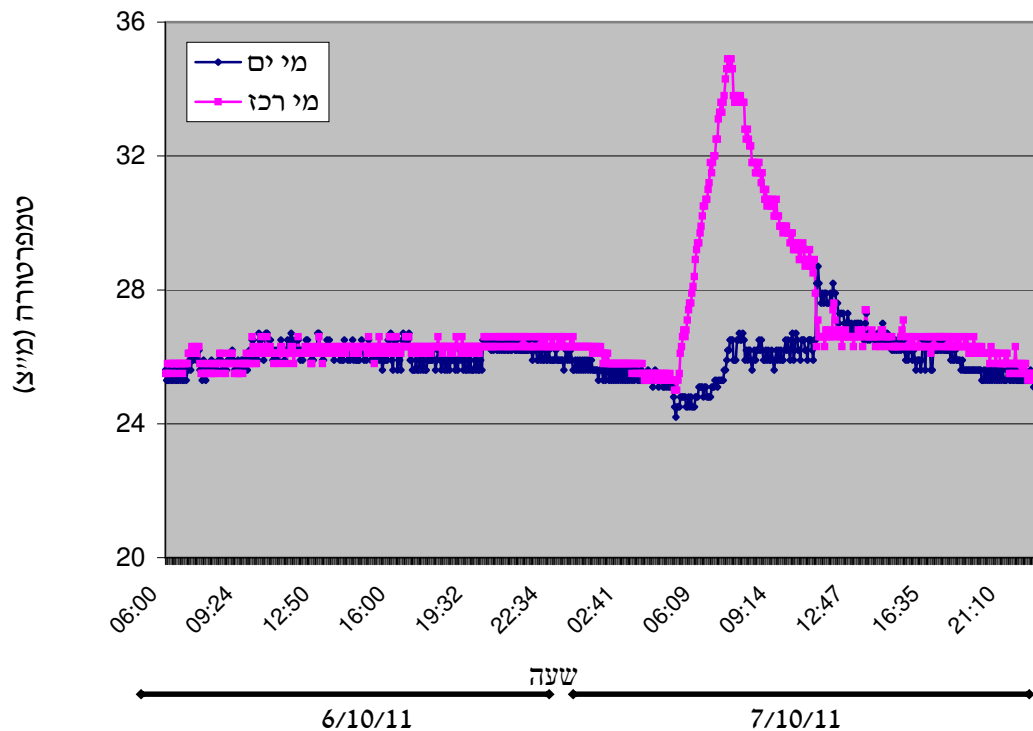
בערבה פועלים כשבעה מכשירי התפלה גדולים המספקים מי שתייה לתושבים. מכל מכשיר זורמות לביוב כמויות גדולות של "מי רכז", שהם תוצר הלוואי של פעולת ניקוי המים וריכוז המלח בהם יהיה כפול מזה של המים אשר נכנסו למכשיר ההתפלה (תלוי ביעילות העבודה של המכשיר). המוליכות החשמלית של מי הרכז היא כ- 5 דציסימנס בעוד מוליכות מי הים בשלב הפיטום היא כ- 50 דציסימנס. בכדי להשתמש במי הרכז לגידול של דגי מים מלוחים יש צורך לרכזם פי 10. הרכב המלחים במי הרכז נובע מהרכב המים בבאר או בבארות מהם נשאבים המים המגיעים למכשיר ההתפלה. הרכב המלחים אינו תואם את הרכב המלחים של מי הים (טבלה 1) ויש צורך להשוות בין סוגי המים ולאחר סוגי מינרלים שיהיו ברמות גבוהות או נמוכות מדי. על מנת לגבש דעה לגבי השימוש במי רכז של מתפילים בערבה לגידול של דגי נוי וכיצד ניתן להגיע למים עם הרכב וריכוז מלחים המתאים לדגים, יש צורך בהעמדת מספר רב של ניסויים. בניסוי ראשון שנערך בשנת 2010 נבחנה השפעת מי הרכז ממתקן ההתפלה בביה"ס שדה חצבה בתוספת מלח ים על קצב הגידול ושרידת דגי שושנון מהמין *A. Ocellaris* (רייס חבלין וחוב' 2010). מי הרכז נלקחו ישירות מהמתקן ולא עברו תהליך של ריכוז בכדי להגיע למליחות של מי ים. בניסוי זה לא נמצא הבדל בקצב הגידול ובשרידה בין מי הרכז הבנויים למי קו או מי אוסמוזה בנויים. ממצא זה אפשר את המשך המחקר בו נאספו מי הרכז, רוכזו לדרגת מליחות של ppt 25 ונבחנו כמי גידול לדגי שושנון.

טבלה 1: השוואת ריכוז החומרים המצויים במים

חומר נבדק	מי ים בנויים (מ"ג/ליטר)	מי רכז מרוכזים (מ"ג/ליטר)
גופרית	600.9	3182
ברזל	0.007	0.007
סטרונציום	10.03	77.31
סידן	585.9	770.5
מגנזיום	1113	2155
דו פחמה	115	242
בורון	1.43	5.44
אבץ	0.235	0.118
וונדיום	0.006	0.057
ליתיום	0.172	1.268
בריום	0.049	0.177
מוליבדן	0.015	0.275
סלן	0.03	0.426
כלוריד	16200	9000
נתרן	392 מא"ק/ל	250 מא"ק/ל

שיטות וחומרים

מי הרכז ממתקן ההתפלה של בית הספר שדה חצבה הועברו למיכל מאוורר בקוטר 3.5 מטר ורוכזו ע"י אידוי וחימום בעזרת גוף חימום והובלת המים בצינור סגור אל מחוץ לחווה לחימום ע"י השמש עד לריכוז של 25 ppt. מי הים הוכנו ממלח ים קנוי, כנהוג בחוות הגידול, במליחות זהה. הניסוי נערך באקווריומים בנפח 30 ליטר בתוכם מילאנו 20 ליטר בלבד. הטיפולים היו מי ים לעומת מי רכז מרוכזים. מכל טיפול 6 חזרות. הדגים בניסוי היו דגי שושנון *Amphiprion ocellaris* שהוטלו בתאריכים 15,21/7/11. בכל אקווריום הוכנסו 30 דגים. הניסוי החל ב- 4/10/11. הדגים הואכלו במזון מסוג Ocean nutrition בתחילה בכמות של 5% מהביומסה באקווריום ולאחר חודש וחצי 4%. ניקוי האקווריומים ע"י סיפון וסינון המים אחת ליומיים. החלפת מים של 20 ליטר לכל טיפול התבצעה ב- 23/11/11. בתאריך 07/10/11 ארעה תקלה במערכת החימום שגרמה לחימום המים (איור 1) במי הרכז עד לטמפרטורה של 34 מ"צ. כתוצאה מכך מתו 6 דגים שהוחלפו למחרת. יתכן שהדבר גרם לחולשה בשאר הדגים.



איור 1 : תיעוד התקלה בחימום

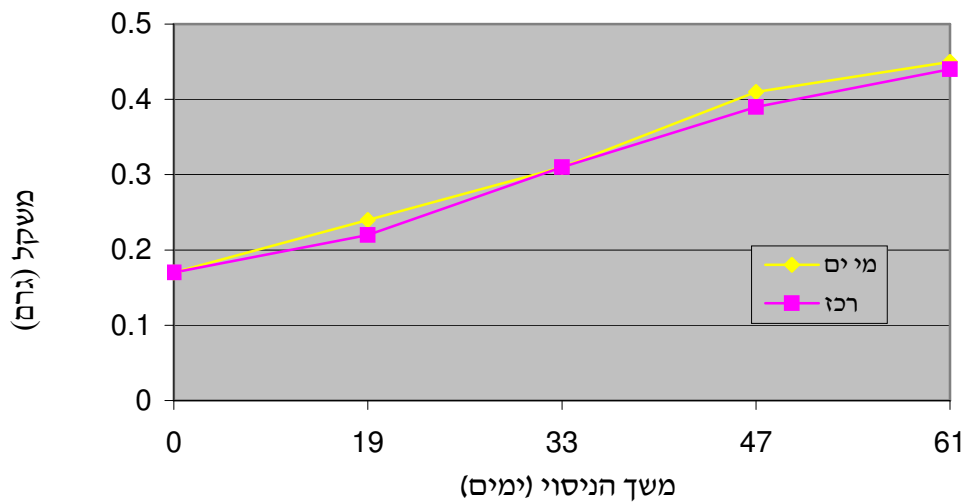
תוצאות ומסקנות

לאחר תקופת אקלום ראשונית, בה נראה שהדגים במי הרכז סבלו, הם התחילו להתנהג כרגיל ולא היה הבדל בגדילה בין שני הטיפולים. לעומת זאת, בשרידה נמצא הבדל משמעותי שהתרחש בעיקר בתקופה הראשונה (טבלה 2, איור 2, 3). יתכן שהדבר נגרם עקב התקלה במערכת החימום שגרמה לעקה בדגים שהיו במי הרכז. עם זאת השרידה הייתה מעל 90%.

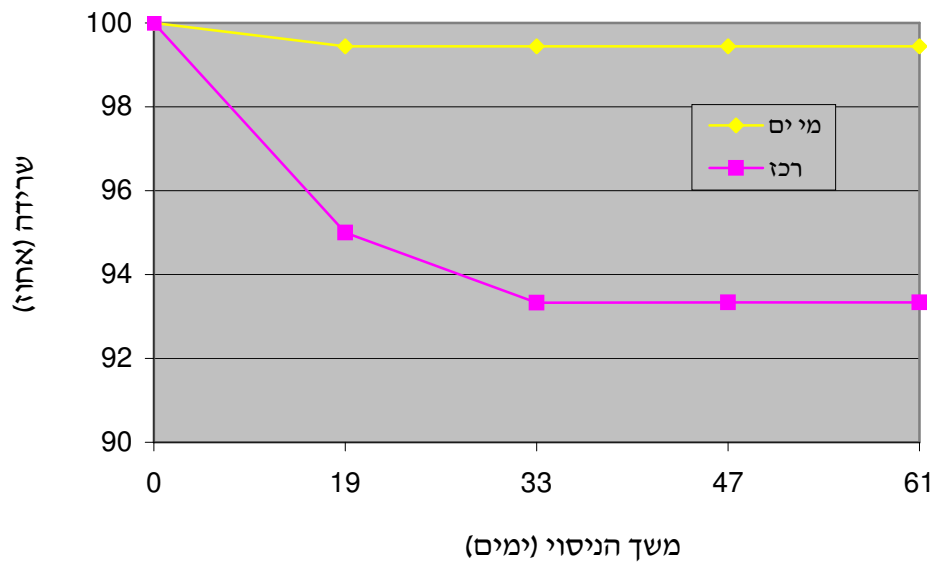
טבלה 2 : סיכום תוצאות הניסוי

מי רכז	מי ים	משקל סופי (גר')
0.44 ± 0.03	0.45 ± 0.03	שרידה (%)
93 ± 3	99 ± 1	
b	a	

מספרים באותה שורה המלווים באות שונה הינם נבדלים זה מזה מבחינה סטטיסטית ($P \leq 0.05$)



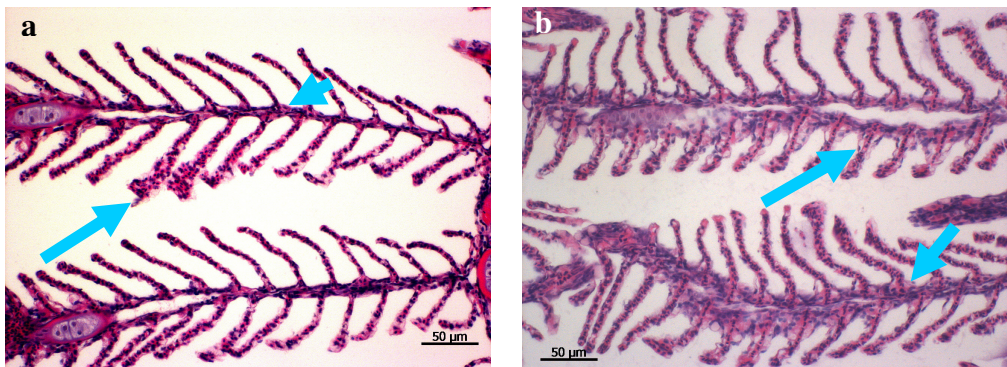
איור 2 : גדילת דגי שושנון במי ים ומי רכז



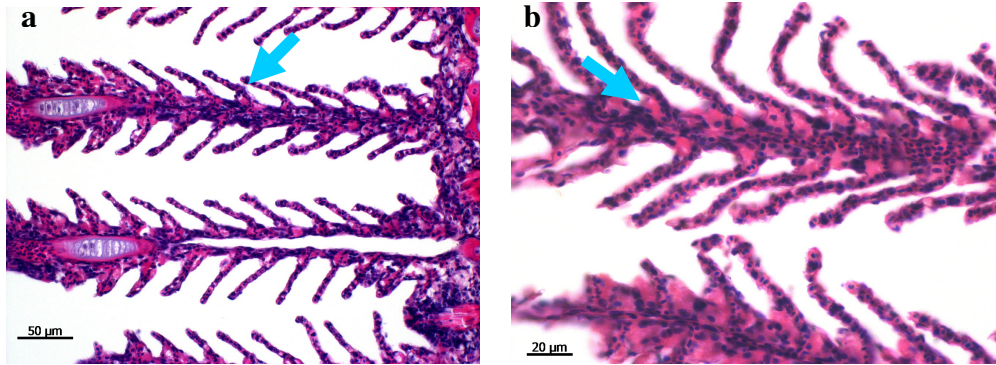
איור 3 : שרידת דגי שושנון במי ים ומי רכז

תוצאות ראשוניות מבדיקות המעבדה

בבדיקה היסטולוגית של הזימים אשר נערכה במעבדה לבריאות דגים (המכונים לחקר המדבר) לא נראתה פתולוגיה משמעותית בדגים באף אחת מקבוצות הטיפול. בשתי הקבוצות נראתה מעט (כ 5%-10% מהזימים) היפרפליזה (עליה בכמות התאים) מקומית של תאי כלור ותאי אפיתל הזימים, היפרדות מקומית של האפיתל, היפרמיה (עליה בכמות הדם) מקומית בלמלה ובפילמנט (איור 4). ניתן ליחס תופעות אלו לעקה אשר נגרמה לדגים בעת המשלוח למעבדה. ההבדל היחיד בין הקבוצות היה בתאי הכלור. ההתרשמות הייתה כי באופן כללי בקבוצת מי הים כמות תאי הכלור עם מורפולוגיה עגולה (איור 5) הייתה גדולה יותר מאשר בקבוצת מי הרכז, בהם תאי הכלור נראו בעיקר שטוחים (איור 4). כמו כן במי הים הייתה עליה מקומית במספר תאי הכלור (2-3 תאים בין שתי למלות לעומת 0-2 תאים במרבית המקרים). לתאי הכלור יש תפקיד בויסות מלחים. יתכן שהשינוי במבנה וכמות התאים מקורו בהבדלים בהרכב המלחים במים. מי הים הבנויים יש כמות כפולה של כלור וכמות גדולה יותר של נתרן לעומת מי הרכז (טבלה 1). תאי הכלור שומרים על ויסות מלחים על ידי הרחקת יוני נתרן וכלור דרך הזימים. יתכן וכמות התאים הקטנה עם נפח ציטופלסמה נמוך נגרם מהשהיה של הדגים במי הרכז בהם כמות שני היונים הללו נמוכה יחסית למי הים.



איור 4 : זימים מדגים שגודלו במי רכז : חץ קצר מצביע על תא כלור שטוח ; a. חץ ארוך מצביע על היפרפליזה מקומית . b. חץ ארוך מצביע על היפרדות אפיתל בזימים.



איחור 5: זימים מדגים שגודלו במי ים: חץ מצביע על תאי כלור עם מורפולוגיה עגולה.

דיון ומסקנות

בערבה התיכונה מי ההשקיה והשתייה מגיעים מקידוחים רבים אשר פזורים סביב המושבים ואף מעבר לגבול בתחום ירדן. המים המופקים מקידוחים אלו תלויים במיקומו של הקידוח והיו שונים בהרכבם בין קידוח לקידוח. במרבית הקידוחים המים מלוחים יחסית, עם רמה גבוהה של מתכות כבדות ולכן אינם מתאימים כמי שתייה. מים אלו יעברו תהליך של התפלה. מי הרכז הם תוצר של תהליך זה והרכבם תלוי בבארות מהן נלקחו המים. בניסוי זה הראנו לראשונה שניתן לגדל דגי נוי רגישים כדוגמת דגי השושון במי רכו אשר שונים מאוד בהרכבם ממי ים. קצב הגידול לא נפגע והשרידה הייתה נמוכה במעט מהשרידה במי ים. הדגים נשלחו לבדיקות של פתולוגיה ותפקוד משאבות נתרן/אשלגן בזימים בכדי לבחון נזקים ו/או שינויים פיזיולוגיים בעקבות השהיה במי הרכז. מבחינה ראשונית של הדגים לא נמצאו סימנים פתולוגיים משמעותיים המעידים על פגיעה בדגים ששהו במי הרכז תוצאות נוספות יוכנסו לדוח כשיתקבלו מהמעבדות. בעבר, בעת שעלתה האפשרות לגדל דגי נוי במי רכו, היו רבים וביניהם גם אנחנו אשר לא האמינו שדגים יכולים לגדול ואף להתפתח בקצב משביע רצון במים באיכות כל כך ירודה. ניסוי זה פותח פתח לבחינה נרחבת של השימוש במי הרכז לגידול דגי נוי של מי ים בערבה.

הבעת תודה

אנו מודים לקרן יק"א על תמיכתה במימון הניסוי. תודה לפרופ' שנאן הרפז ודר' אבנר כנעני על עזרתם בתכנון הניסוי. תודה רבה לדר' דינה זילברג, דר' גלית שרון ותמר סיני על בדיקת הדגים לאחר הניסוי. תודתנו שלוחה לאנשי מקורות בערבה ובמיוחד ליובל פלאוט ויואב מויאל על שיתוף הפעולה, הסבלנות והעזרה הרבה. אנו מודים לאנשי ביה"ס שדה חצבה על ההבנה והסבלנות.

מקורות

קחל י', שגב ר', גור ט', אזולאי ד', פימנטה ל', הרפז ש', איצקוביץ י' וכרמלי ע' 2008, סקר שווקים - דגי נוי ימיים. סיכום עונת מחקר 2007/8 מו"פ ערבה תיכונה וצפונית. ניצן רייס חבלין, דן פופר, טל גור ומוטי אושרוביץ 2010, שימוש במי רכז לגידול דגי שושנון. סיכום עונת מחקרים 2009/10, מו"פ ערבה תיכונה וצפונית. שגב ר', גור ט', אזולאי ד' והרפז ש' 2006, דגי נוי ימיים. סיכום עונת מחקר 2005/6, מו"פ ערבה תיכונה וצפונית. שגב ר', גור ט', אזולאי ד', הרפז ש' ובן רובי י' 2007, בחינת השפעת רמת המליחות על דגי שושנון מסוג *Amphiprion clarkii* סיכום עונת מחקר 2006/7, מו"פ ערבה תיכונה וצפונית.

Use of concentrated desalination effluent water for growing

***Amphiprion* fish**

Nitzan Reiss Hevlin, Tal Gur, Moti Userovich and Dan Popper - Central and Northern Arava R&D

Writer address: nitzanr@arava.co.il

Keywords: *Amphiprion ocellaris*, desalination