

חקלאות ימית

ישוב:

כפר הנוער הימי מבואות
ים-

תחום הדעת:

מדעים

מס' יחידות לימוד:

5 יחידות לימוד

סמל מוסד:

470443

כותבי התכנית:

רפי יעבץ, גלית כראדי

משרד החינוך

המזכירות הפדגוגית

אגף א' לפיתוח פדגוגי

תאריך עדכון שער

תשפא



מבוא.....	4
רציונל תוכנית הלימודים.....	4
מאפייני בית הספר וסביבתו החברתית-תרבותית.....	4
סיבות והנמקות לפיתוח התכנית וייחודיותה.....	5
כותבי התוכנית.....	5
קהל היעד.....	6
הרקע לכתיבת התוכנית.....	6
מטרות כלליות של התוכנית.....	7
התפיסה הדידקטית והתכנים של תוכנית הלימודים.....	9
דרכי הוראה.....	10
דרכי הערכה.....	10
טבלה מסכמת דרכי הערכה.....	11
טבלה מספר 1: תוכנית לימודים חקלאות ימית 5 יח"ל.....	12
תכנית לימוד כיתה י'.....	14
תכנית לימוד כיתה י"א.....	15
תוכנית לימוד כיתה י"ב.....	19
תוכנית לימודים לחקלאות ימית: שעוריים 'מעשיים'- התנסות ומעבדות.....	22
ביבליוגרפיה מומלצת:.....	23



בית הספר רמות - ים

כפר הנוער מבואות - ים

מכמורת



שם המוסד: ביה"ס רמות ים כפר הנוער מבואות ים

שם התוכנית: חקלאות ימית

תחום הדעת: מדעי החקלאות

היקף התוכנית: 5 יח"ל

סמל מוסד: 470443

תוכנית הלימודים חקלאות ימית בהיקף של 5 יח"ל מאפשרת לתלמיד להבין את תהליך הגידול במערכות של חקלאות ימית תוך שימוש בידע קיים על תהליכים ביולוגיים. היא מזמנת תכנון וביצוע של גידול אורגניזמים ימיים ותכנון מערכת גידול בכללותה. במסגרת תוכנית הלימודים התלמיד יתנסה בעבודה עם תוכנות מחשב המאפשרות תכנון מערכת הגידול החקלאי הימי. תשתית הידע של תוכנית 'חקלאות ימית' מתבססת על ידע מוקדם בביולוגיה, במיקרוביולוגיה, בהזנה ובאקולוגיה. דרכי הלימוד וההערכה יובילו את התלמיד דרך כל שלבי ביצוע וכתובת מחקר מתוך הבנה שכלי זה יבסס חשיבה מובנית, קריאה וביצוע מחקרים. במקביל לכך, בתוכנית מגוון פעילויות מעשירות ש מיועדות להעלות את רמת המעורבות של התלמיד בסביבתו.

רציונל תוכנית הלימודים

מטרתה של התוכנית לחקלאות ימית לנצל את הידע הקיים אצל התלמידים בתחומי הביולוגיה והכימיה על מנת ליישמו בתחומי החקלאות הימית תוך שימת דגש על התפקיד של החקלאות הימית בהרחבת השטחים המנוצלים לייצור מזון ומוצרי צריכה ובשימור הסביבה והימית תוך ניצול בר קיימא של משאב הים.

תוכנית הלימודים נכתבה ע"י חוקרי המכון הלאומי לחקלאות ימית ומותאמת לתלמידי מגמת חקלאות בבית ספרינו. התוכנית משלבת את כלל הידע הקיים לתלמידים לאחר שלמדו את הבסיס הביולוגי. התוכנית מיועדת רק לתלמידים שתוכנית הלימודים כוללת 5 יח"ל או 270 ש"ש ביולוגיה.

הצורך לתוכנית עולה ממבנה הייחודי של המגמה כיוון שענף החקלאות הימית בשונה ממרבית הענפים האחרים כולל בתוכו מגוון רחב של גידולים, על התוכנית לבסס ידע בצמחים ובע"ח כאחד ובמקביל להעמיק את הידע היישומי לתכנון גידולים ותכנון מערכות גידול.

מאפייני בית הספר וסביבתו החברתית-תרבותית

בית הספר רמות ים הינו בית ספר שש שנתי ממוקם על שפת הים במושב מכמורת וכולל בשטחו את המעגנה ומגוון רחב של אמצעים ימיים. בית הספר הוקם בשנה"ל תשע"ה ממיזוגם של בית הספר הימי 'מבואות ים' ובית הספר הניסוי 'רמות חפר'. 1320 תלמידים לומדים כיום בבית הספר (בכל שכבה כ- 200 תלמידים) והוא משלב בקרבו תלמידי פנימייה (מכל הארץ) ותלמידים מאזור עמק חפר המערבי.

סיבות והנמקות לפיתוח התכנית וייחודיותה

ברמת התכנים המובאים בפני התלמיד, אלו תכנים מגוונים ושייכים לחקלאות עכשווית, אנו משערים כי בעתיד חקלאות מסוג זה תהיה בחזית הטכנולוגיה שבה מנוצלים שטחי ים לחקלאות ולפתרון בעיות מזון.

בבית הספר ישנם תלמידים המעוניינים בלמידת נושאים מתקדמים וחדשניים בתחום החקלאות, הביולוגיה והאקולוגיה הימית. התוכנית ממזגת בין התהליכים הביולוגים ליישומים החקלאיים והשפעתם על הסביבה הימית. בתוכניות לימוד מדעיות אחרות, הקיימות כיום, חסרה התמקדות בנושאים הימיים אינטגרטיביים בעלי ייחודיות לסביבה הימית השונה מהיבשתית. כחלק מחזון בית הספר, ומתוך רצון לחבר בין התלמידים לסביבת הימית בה מתקיים בית הספר ולעודד אקטיביזם סביבתי התוכנית גולמת בתוכה מספר מאפיינים:

א. מקצוע שבאופיו משלב ידע מתחומי מדעי הטבע השונים.

ב. מקצוע חדשני הנמצא בחזית המדע, שיסקרן, יגרה ויפתח לתלמידים אופקים חדשים לתחומים חדשים ומרתקים, שאינם מוכרים לציבור הרחב.

ג. מקצוע שיאפשר לתלמידים לרכוש מיומנויות חקר וליישם במחקרים ימיים שיקדמו את התחום בו הם עוסקים בשיתוף עם חוקרים מהאקדמיה.

בנוסף אנו חייבים להתייחס לכך שהתנאים הפיזיים והקרבה לים מאפשרים למידה משמעותית תוך ניצול משאבי ביה"ס. ישנה נגישות גבוהה לים וליכולות שימוש בו הנלמדים בכיתה. שילוב של סיורים וביצוע של עבודת חקר היכולה להתבצע בים הקרוב או במתחם ביה"ס הכולל כלובים, חממות, בריכות לגידול ועוד. הקרבה לים ואהבת הים של התלמידים מאפשרת ללמד מקצוע אתגרי ומורכב בצורה מיטבית וחוויתית.

כותבי התוכנית

רפי יעבץ – תואר ראשון מהפקולטה לחקלאות בתחום בעלי חיים סל דגים, תואר שני אוניברסיטת תל אביב מחלקה לזאולוגיה בתחום אקולוגיה ימית בהנחייתו של פרופ' לוי. עוסק מעל 20 שנה בתחום חקלאות ימית וחקלאות מים במגוון רחב של מערכות פתוחות וסגורות ומגוון בעלי חיים.

גלית כראדי - תואר ראשון אוניברסיטת בר אילן בתחום מדעי החיים, תואר שני האוניברסיטה הפתוחה במחשבה הביולוגית בהנחייתו של דר' אוהד פרנס וכיום לקראת סיום תזה תואר שני, אוניברסיטת בר אילן הוראת המדעים בהנחייתו של פרופ' מיכל ציון. במשך 15 שנים מנחה מורים לביולוגיה ולמדעי החיים והחקלאות, מפתחת תוכניות לימוד (ביוחקר, ביוחקר ברשת) ומטמיעה מתודיקה חדשה לביצוע והיבחות בעבודות חקר.

המורים העתידיים ללמד בתוכנית: מורים בעלי תואר ראשון בביולוגיה ו/או חקלאות ו/או מדעי הים עם עדיפות לתואר שני בתחומים הימיים.

תלמידי מגמת חקלאות ימית (י-יב') מחויבים ללמוד במקביל ובנוסף לחקלאות גם 5 יח"ל בביולוגיה ו 1 יח"ל בכימיה כחלק מלימודי החובה של 'מבוא למדעים'. למידת כל המקצועות מתבצעת במסגרת הכיתה האינטגרטיבית של המגמה.

התלמידים יבחנו בהיקף של 5 יח"ל בחקלאות ימית ועוד 5 יח"ל בביולוגיה. בחינת הבגרות בכימיה בהערכה פנימית.

היקף שעות לימוד 13-15 ש"ש במשך שלוש שנים ובנוסף 2 שעות בשכבות י' ובשכבת י"א בהן תתקיים עבודה מעשית שתתבצע בקבוצות קטנות (פיצול כיתה) כפי שמקובל בתוכנית הלימודים של חקלאות מוכללת (ראה טבלה מספר 1). השילוב של העבודה המעשית מחזק את הלמידה והופך אותה למשמעותית.

אפיון אוכלוסיית התלמידים המצטרפים למגמת חקלאות ימית (חק"י): תלמידים בעלי רמת מעורבות סביבתית גבוהה, מוטיבציה להעמקת הידע המדעי. תנאי סף לקבלה למגמה- לימוד המקצוע מדע וטכנולוגיה בחטיבת ביניים.

הרקע לכתיבת התוכנית

תהליך המעבר מדייק לחקלאות ימית דומה בעיקרו לתהליך אותו עברה האנושות לפני אלפי שנים, מציידים ומלקטים, לחקלאים המגדלים את המזון הדרוש לקיום האוכלוסייה. חקלאות המים בכלל והחקלאות בפרט, הם פיתוח מאוחר בהשוואה לפיתוח החקלאות היבשתית. למרות שידוע לנו על דוגמאות מצומצמות של מתקני חקלאות מים וחקלאות ימית עוד בימי המקרא, הענף עבר התפתחות משמעותית רק בעשורים האחרונים. כיוון שכך וכיוון שעיקר ההתפתחות נעשה במדינות מתועשות, נדרשים העוסקים בחקלאות ימית לידע רב ומגוון, כמו כימיה של מים, ביולוגיה של אורגניזמים אקוויטים והבנה משמעותית בתהליכים המתרחשים במתקני הגידול.

תחום החקלאות הימית, למרות שניתן בטעות לחשוב עליו כענף אחד - לא כך הוא. התחום מורכב ממגוון רחב של גידולים, החל מבעלי חיים חסרי ובעלי חוליות, בעלי חיים פלנקטוניים, בע"ח ישיבים - צמודי מצע ובע"ח בעלי כושר תנועה מפותח, וכלה בגידולי מיקרו ומאקרו אצות ואף צמחים ימיים.

מעבר למגוון הגידולים הרחב, גם מטרות הגידול מגוונות. חלקן מיועדות למזון, בעוד שגידולים אחרים נועדו לנוי ותחביבים לשעות הפנאי, וחלק כחומרי גלם בתעשייה.

בהתאם למטרת הגידול וסוג הגידול, גם טכנולוגיית הגידול מגוונת, בין שהיא ביבשה או בים, במערכת סגורה או פתוחה ובמערכות פוליקולטורה או מונוקולטורה.

מגוון רחב כל כך של גידולים וטכנולוגיות מחייב ידע נרחב תוך פיתוח יכולת לימוד עצמית של התלמיד את התחום, על מנת שיוכל ליישם את הידע במגוון רחב של גידולים.

מטרות על

הבניית תשתית ידע הלומד להבנת התנאים והמתרחש בסביבה הפיזית.

פיתוח כישורי חשיבה מסדר גבוה וכישורים מטה קוגניטיביים.

טיפול אחריות אישית וחברתית ומעורבות פעילה של הלומד בכל הקשור לשמירה על הסביבה

והשפעות התערבות האדם.

למידה בגישת חקר לימוד היכולת לארגן ידע באופן עצמאי ושימוש מושכל במידע להבניית ידע חדש.

מטרות קוגניטיביות: במסגרת לימוד תוכנית הלימודים התלמיד ירכוש מיומנויות למידה, חשיבה ומיידענות.

התלמיד יפתח יושר אינטלקטואלי בכתיבת דוחות ועבודות וימנע מכתיבה שטחית ולא מבוססת. התלמיד יעשה שימוש מושכל באסטרטגיות לפתרון בעיות חקר וכן שימוש מושכל במידע : איסופו, עיבודו, פירושו , הערכתו והפקת משמעות רלוונטית.

- רכישת ידע לביסוס הקשר בין תהליכים ביולוגיים ויישומם בתהליכי הגידול של אורגניזמים בחקלאות ימית תוך הבנה של שימוש בכלים מתמטיים לתכנון הגידול והממשק. ידע זה יהווה תשתית להתנסות בביצוע גידולי חקלאות ימית אצות דגים וחסרי חוליות .

- בכל מרכיבי התכנית מיושמים עקרונות כללים של פיתוח אסטרטגיות חשיבה ולמידה ובכללם אלה הייחודים לתחומי התוכן המדעי. שילוב הוראה ולמידה בדרך החקר, בביצוע ניסויים במעבדה, בעבודת חקר ובקריאת מאמרי מחקר וניתוחם תוך ביצוע חשיבה ביקורתית, מאפשר להעמיק את הבנת התכנים תוך הבניית ידע על ידי התלמידים .

-התלמיד ינתח באופן ביקורתי התמודדות עם תופעות פיזיות ואנושיות המתרחשות בשטח הגידול.

- התלמיד יבחין ויקשר בין תהליכים ביולוגיים שונים וכיצד מיישמים אותם בתהליכי הגידול של אורגניזמים בחקלאות ימית.

- התלמיד יבין וילמד להשתמש בכלים מתמטיים לתכנון הגידול והממשק.

* מטרות ערכיות וכלליות

התלמיד יפתח מודעות לגבי חשיבות השמירה על הסביבה ומניעת פגיעה בטבע סביבו. הגברת מודעות התלמיד ופיתוח אחריות –וכן פיתוח חשיבה עסקית כיצד להגדיל יבולים על מינימום שטח אדמה ולהשתמש בים כמשאב כלכלי המהווה בסיס לעוצמתה של המדינה .

- בתוכנית הלימודים התלמיד ידרש להבנת משמעות התערבות האדם בטבע והצורך במערכות גידול חקלאיות. בדגש על הקניית ידע וניסיון בביצוע גידולי חקלאות ימית אצות דגים וחסרי חוליות תוך קישור בין תהליכים ביולוגיים ויישומם בתהליכי הגידול של אורגניזמים בחקלאות ימית. ידע זה יהווה בסיס איתן להבנה חשיבות נקיטת פעולה בתחום שימור הסביבה הימית.

- במסגרת תוכנית הלימודים התלמיד יתנסה בעבודת צוות בכל שלוש שנות הלימוד. כך יפתח הרגלי עבודה שיתופית בין עמיתים. בנוסף, לצורך עמידה בדרישות יפתח הרגלי למידה וחקר ציוותי בדגש על עקרונות השיווק, מודעות לצרכי השוק ופיתוח המוצר. לשם מימוש מיומנויות אילו תיכנס הבנה של שימוש בכלים מתמטיים לתכנון הגידול והממשק.

- התלמיד ילמד סוגיה אקולוגית ויפעל להגברת המודעות ופתרון הבעיה.
- התלמיד ייחשף לקריאת מאמרים מחקריים חקלאיים, ומן העובדות שלמד וקרא יבצע חשיבה ביקורתית וימנע מהכללות לא מבוססות.

פיתוח מיומנויות:

התמודדות עם חומר מדעי ברמה גבוהה . התלמידים רוכשים מיומנות בקריאת חומר מורכב מתחומים מגוונים וברמה אקדמית.

התלמיד ילמד לערוך השוואות בין תנאי גידול וסביבות גידול שונות תוך החלטה איזו סביבת גידול מתאימה יותר.

התכנית מחייבת התמודדות עם כתיבת דוחות ועבודת חקר וכך התלמיד מתמודד עם כתיבה עיונית מושכלת ומעמיקה.

התוכנית דורשת מהתלמידים לרכוש מיומנות רבה במגוון רחב של כלים ממוחשבים לאיסוף וניתוח נתונים.

במסגרת תוכנית הלימודים התלמידים יתנסו בשימוש בכלים מקוונים לצורך חיפוש מידע מושכל, עריכת מידע וסיכום, ניתוח נתונים והצגתם באופן ברור בהתאם לכללים הנהוגים במחקר המדעי .

פיתוח טכניקת עבודה כולל שיטות עבודה וגידול של אורגניזמים ימיים. מבנה ותחזוקה של מערכות גידול פתוחות סגורות ועבודה בים פתוח - גידול ומחקר.

התפיסה הדידקטית והתכנים של תוכנית הלימודים

תוכנית הלימודים נבנתה בגישה בה תכני הידע ילמדו מהבסיס הכימי, דרך התהליכים הביולוגיים ועד ליישום החקלאי והבנת השפעתו על מערכות אקולוגיות. מבנה זה תומך בתפיסה מחקרית, על פיה נדרש להבהיר ולהבין את המחקר, תוך ביסוס תוצאותיו ברמה אירגונית נוספת לזו שבה נדונה שאלת המחקר.

לימודי הכימיה מקנים לתלמידים את ההבנה הדרושה להכרת מבנה החומרים, להבנת התגובות ומהלכי התגובות הכימיות (בדגש על כימיה של המים), לשם העמקת הבנת התהליכים הביולוגיים והחיים בסביבה הימית.

על בסיס הידע הכימי יש לבנות את רובד הלימוד של התהליכים הביולוגיים והרחבתם לפרקים הרלוונטיים יותר לסביבה הימית. הוראת התהליכים הביולוגיים בסביבה הימית, מהרמה התאית דרך רמת האורגניזם השלם, ועד למערכות אקולוגיות ימיות מורכבות. כך מתקבל שילוב של הוראת ביולוגיה עם הוראת חקלאות תוך שימת דגש על הנושאים הדומים ועל הייחוד של החיים במים.

החקלאות נלמדת כיישום של תהליך ביולוגי לצרכים של ייצור. באופן דומה יש להתייחס ללימודי הסביבה הימית, על בסיס ההבנה של תהליכים ביולוגיים, אך למטרות של הגנה על הסביבה הימית.

במסגרת תוכנית זו, כל אחד מפרקי התוכנית יילמד מהבסיס הכימי ועד היישום החקלאי או האקולוגי, תוך הבנת התהליכים המעורבים בפרק זה.

על מנת להשיג צורת חשיבה מדעית בקרב התלמידים, בתוכנית הלימודים משובץ פרק שלם המלמד על אופן השימוש במודלים ידועים של מחקר, לצורך הבנת מאמרים וממצאיי מחקרים מדעיים. פרק זה המקנה כלים לחשיבה מדעית בעזרת מודלים ייושם בכל אחד מפרקי הלימוד של תוכנית הלימודים בחקלאות ימית.

דרכי ההוראה

בשנים האחרונות מתרחשות בחברה הישראלית - בהשפעת תמורות כלל עולמיות - תמורות המחייבות אותנו כמורים להתעדכן ולהיות אטרקטיביים בהוראתנו. ההתפתחות הטכנולוגית - מאפשרת העמקה הרחבה ויכולת ארגון של נתונים המסייעים מאוד בלמידה וחלה עליה במעמדן של "מיומנויות הטיפול בידע".

התפתחויות תרבותיות שונות מגדילות את הצורך של המערכת להשקיע יותר בטיפול ערכים חברתיים ובחיזוק התבוננות על הסובב אותנו.

דרכי ההוראה המוצעות בתכנית משלבים חקר, קריאה במקורות, שימוש בסביבה עתירת טכנולוגיה ובסביבה פיזית המאפשרת יישום של הנושאים הנלמדים. במהלך החשיפה לתחום הדעת הגיוון בהוראה מקרב את הנושאים הנלמדים לתלמידים.

דרכי הערכה

דרכי ההערכה ממשבות את הטמעת תכנית הלימודים לשם קידום הלמידה וההוראה. הערכה אינה אירוע חד פעמי אלא מתבצעת לאורך כל שלושת שנות הלימודים. את הערכה מבצעים באופן תהליכי, בדרכים מגוונות המאפשרות מתן ביטוי לכישורים שונים של התלמידים תוך מתן משוב בין תלמידים למורים ובין התלמידים לבין עצמם. הערכה התהליכית אינה מעריכה רק תוצרי למידה אלא היא חלק בלתי נפרד מתהליך הלמידה וההוראה כך שהתלמידים יתכננו את עשייתם בעת התרחשותה, יבחנו באיזו מידה הושגו היעדים, יאתרו נקודות חוזק, נקודות לחיזוק, קשיים וכשלים. מטלות שונות להערכת החלק העיוני של התוכנית מפורט מיד, החלק המעשי יפורט בהמשך.

טבלה מסכמת דרכי הערכה

שיטת הערכה	כיתה י'	משקל	כיתה י"א	משקל	כיתה י"ב
היקף יח"ל	1		2		2
עבודת הגשה	עבודת הסברה על האקווריום	40	עבודת הגשה סוגיות שמירת הסביבה הימית	20	
דו"ח מעבדה/סיור	2 דוחות מעבדה 2 דוחות סיור	60			
מבחן מעשי			2 מבחנים על שני ענפים שונים ניתן להמיר מבחן אחד בהדרכה לקבוצות עם ביקורת וציון	40	
מבחן עיוני				40	שני מבחנים כל אחד 50%

ב.1. התלמידים יגישו עבודה בה ינתחו גידול של חקלאות ימית מבחינה יישומית, כלכלית, אקולוגית, בסוף שנה ייבחנו במבחן מתוקשב הכולל אנסין וכתובת דיון המורכב משאלות במבנה של דיון במאמר מדעי.

ב.2. מבחן עיוני בעזרת מחשב, המבוסס על מאמרים ומחקרים מהספרות. בשילוב הידע שנלמד בכיתה

ג. בכיתה י"ב 40%

ג.1. מבחן עיוני מתוקשב, המבוסס על מאמרים ומחקרים מהספרות. מבנה הבחינה מדמה כתיבת מאמר מדעי כך שהתלמיד נדרש להבין את הנושא הנחקר ולהוסיף לתוכו את הידע לפרק המבוא על סמך החומר הנלמד בכיתה. כמו כן תכלול הבחינה ניתוח נתוני המחקר וכתובת דיון על סמך ידע נלמד עם הוספת מקור ספרותי מהרשת.

טבלה מספר 1: תוכנית לימודים חקלאות ימית 5 יח"ל.

שעות לימוד ופעילות

כיתה	ש"ש פרונטליות	ש"ש התנסות ומעבדות	סיורים ופעילויות	מטרה ותכנים
י'	3	2	פעילות סביבתית - 5 מפגשים לסיוע בהחזקת שמורת חוף גדור	מטרה: הגברת המעורבות בשימור הסביבה
			3 סיורי חוף (סלעי/חולי) –	מטרה הכרת האורגניזמים בים, תכנים: אנטומיה התאמות ובתי גידול של אורגניזמים הימיים באזור הכרית
י"א	5	2	2 סיורים בחוות גידול חקלאית ימית - כולל גם הסבר על טכנולוגיות הגידול ביולוגיה של הגידול והאספקטים הכלכליים בכל חווה	היכרות עם טכנולוגיות גידול של חסרי חוליות דגים ואצות. הבנה של מבנה מערכת גידול והתאמתה לגידול. ולדרישותיו
			ביצוע משמרות לילה בשמירה על אבקועי צבי ים. סיוע בהדרכות עם רט"ג במרכז הסברה לסביבת הים התיכון	חינוך למעורבות ושמירה על הסביבה הימית

היכרות עם שיטות מחקר וניטור אוקינוגרפי, מחקרים בחקלאות ימית, מערכות משולבות והזנת דגים	סיור לימודי אקולוגיה, חקלאות ימית ומחקר אוקיינוגרפי במפרץ אילת כולל חיא"ל והמכון הבין-אוניברסיטאי		5	י"ב
חינוך למעורבות ושמירה על הסביבה הימית	העברת הדרכות במרכז ההסברה בנושא חקלאות ימית לצמצום נזקי הדייג			

תכנית לימוד כיתה י'			
-			
ביצוע תצפית, דיווח על תצפית, הבחנה ותאור של תופעה, הבחנה בין תאור להסבר, ניסוח שאלות, ביצוע ניסויים במעבדה, קישור בין תוצאות הניסוי לרקע המדעי			כלים נדרשים
נושא מרכזי	פירוט תכנים	ש"ש	מושגים
החיים במים	תכונות פיזיקליות של מים	24	קוטביות, אדהזיה
	צפיפות.		
	הולכת חום		
	קיבולת חום		טרמוקלינה
	אנומליה של המים		
	מסיסות מלחים במים		אלוקלינה
	מסיסות גזים במים		לחץ אטמוספירי
מערכות חיים - בפרק זה יש להראות את ההתפתחות של מערכות החיים לאורך ההתפתחות האבולוציונית ולקשר בין מבנה לסביבת חיים ולתפקוד			
מערכת העיכול	חד תאיים	18	דיפוזיה ספיגה, אקטיבית
	צורבניים		
	סרטנים		
	דגים		
	מערכת עיכול חד קיבתיים		
מערכת הובלה (כולל מבנה הלב ותפקודי מערכת ההובלה)	הובלת חומרים בחד תאיים	12	
	מערכת הובלה בחרקים		
	מערכת ההובלה בדגים		
	מערכת ההובלה ביונקים		
חילוף גזים	חד תאיים וספוגים	6	

		צורבניים	
יחס שטח פנים לנפח		בעלי זימים – רכיכות ודגים	
נאדיות		נושמי אויר - ריאות	
	22		מחזורים ביוגיאוכימיים בסביבה הימית
החמצת האוקיינוסים ארובי, אנארובי,		מחזור הפחמן ומחזור החמצן כולל את תהליך הנשימה התאית השפעת הפד"ח על החומציות	
פוטוסינתזה, כימוסינתזה, אוטוטרוף, הטרטטרוף, מיקסוטרופיה		גלגולי אנרגיה באורגניזם ובסביבה הימית מאנרגיית השמש לאנרגיה כימית עד אנרגיית תנועה וחום.	
ניטריפיקציה, דניטריפיקציה, פילטרים		מחזור החנקן בים	
ביקוש, היצע רווית שוק, תשומה	2		חשיבות החקלאות להספקת המזון.
	2		מטרות הגידולים החקלאיים
ביקוש, היצע, צמחים, אצות, קצב גידול	4		מגוון הגידולים בחקלאות ימית
תכנית לימוד כיתה י"א			
הכרת מבנה מודל המחקר, הכרת המבנה של מאמר מדעי, כתיבת סקר הספרות, ניסוח שאלות מחקר, קריאת מבנה של מודל מחקר, מידענות			כלים נדרשים:

גידולים בחקלאות ימית	דגים למאכל ולנוי	8	שינוע , טיפול מיוחד , שלב יובנלי, שלב רפרודוקטיבי
	אצות למזון ותעשייה		
	רכיכות למאכל, נוי ותעשייה		
	חסרי חוליות למאכל		
שיטות גידול בחקלאות ימית	כלובי דגים ימיים	12	
	גידולי צדפות ואצות בים		
	מערכות גידול יבשתיות – גידול אקסטנסיבי, אינטנסיבי וסופר אינטנסיבי		גידול אקסטנסיבי, אינטנסיבי וסופר אינטנסיבי
	חשיבות בקרת תנאי הסביבה על פי רמת האינטנסיביות של הגידול		
רבייה	רבייה אל-זוויגית – רבייה זוויגית	25	
	רבייה ישירה – רבייה עם שלבים		
	הפרייה פנימית – הפרייה חיצונית		
	תכנון מערכות רבייה לפי אופי הרבייה של האורגניזם		
הזנה	הרכב מנה	50	
	אבות המזון		חלבונים , פחמימות , שומנים , ערך אנרגטי, חומצות אמיניות

חיוניות, חומצות שומן רוויות ובלתי רוויות			
מקור צמחי ואנימלי, רכיבים ועלויות		מרכיבים עיקריים במזון דגים ומקורותיהם	
יחס פחמן חנקן		מקדם נשימה	
מאזן אנרגיה , מטבוליזם בסיסי, מטבוליזם ייחודי		אנרגיה שבמזון	
אוסמורגולצי ה		דיאגרמת חלוקת אנרגיה שבמזון לקיום ולייצור	
		חישוב מקדם ניצולת מזון	
		השפעת איכות המזון ומחירו על כלכליות הגידול	
מיטוכונדריה , ציטופלזמה , ATP, צימוד ריאקציות, ארוכי אנארוכי, תרכובות חנקן אורגניות כמקור אנרגיה		נשימה תאית	
חד תאיים, מיקרו אצות, רוטיפם רים, ארטמיות,		גידול מקרו אצות	שרשרת מזון בחקלאות

זאופלנקטון חומצות שומן בלתי רוויות,			
		רבייה של מקרו אצות	
		הזנה מינרלית	
אוטורופ, הטורופ, רמות טרופיות , גורמים ביוטים ואביוטים,	25	פירמידת המזון בים	אקולוגיה ימית
כרית , תת כרית , על כרית , גורמים אביוטים וביוטים ,מגוון מינים , תפוצה , יחסי גומלין	20	סביבות בים הסביבה הפלגית מדף היבשת אזור הכרית	
אמוניה , ניטרית , ניטראט, PH, עומס גידול , יחס שטח פנים לנפח	6	הפרשות מגידול דגים וח"ח	

מערכת משולבת, ביואינדיקטור ים, אורגניזמים קושרי חנקן	4	פתרונות אופציונאליים למזעור הזיהום הנוצר מהגידולים	
הצע , ביקוש תשומה , דייג יתר, עונתיות בדיג, רגולציה של ממשק גידול , מכסות	20	מושגי יסוד בכלכלה	כלכלת המשק החקלאי
	3	הבנת התשומות הייחודיות למשק החקלאות ימית	
	4'	יתרון וחסרון הכלכלי של שיטות גידול יבשתיות וימיות	
תוכנית לימוד כיתה י"ב			
סטיית תקן , ממוצע , אחוז סטיית	20	בניית מודל מחקר על כל חלקיו, ביצוע תכנון מחקר, שימוש באקסל בסיסי לעיבוד נתונים ובניית גרפים, כתיבת שיטות מחקר מחקר, כתיבת דיון ספרות	כלים נדרשים

תקן ממוצע, גרף רציף , עמודות , משתנה תלוי , בלתי תלוי, דרכי מדידה , בקרה , חזרות , גורמים קבועים			
	50	החשיבות של יכולת תכנון לכלכליות הגידול - מהו תכנון גידול וכיצד מתכננים מערכת גידול, כולל מושגים בסיסיים :	ממשק גידול
פירמידת ,ביומסה, אנרגית חום , אנרגית תנועה, קצב גידול יומי אחוז גדילה אחוז שרידה עקומת גידול		ביומסה	
		קצב גידול יומי	
		אחוז גדילה	
		אחוז שרידה	
		עקומת גידול	
אוסמורגולצי ה , גדילה והתפתחות		הבנת התהליכים הביולוגים העיקריים המשפיעים על עקומת הגידול	
מקדם היפוך מזון		התנסות בחישוב קצבי הגידול בעזרת מחשב.	
מאזן אנרגטי , מסיוסות גזים ,		השפעת התנאים (טמפרטורה ומליחות) על עקומת הגידול וההסבר האנרגטי לשינויים.	

מסילות מלחים			
		השפעת ממשק (זרם, טמפרטורה, איכות מים ומליחות) על עקומת הגידול.	
		שימוש בעקומת הגידול לתכנון הגידול.	
	30		הזנה
		מקדמי נשימה	
		חישוב גודל מנה שימוש בטבלאות הזנה	
		חישוב מקדם ניצולת מזון	
		הבנת הגורמים המשפיעים על ניצולת המזון (טמפרטורה, איכות מים, זרם, גודל הדג, מין הדג)	
		תהליכים אנאבולים וקטבולים של חלבונים	
		השפעת ממשק הגידול על חלוקת האנרגיה	
	30		חקלאות ימית ואיכות סביבה
		התעמקות בשאלה האם החקלאות הימית מהווה פגיעה בסביבה או תורמת לשימור הסביבה - מומלץ לערוך דיון כיתתי או משפט היסטורי להקמת והוצאת חוות כלובי הדגים ממפרץ אילת בסוף הפרק. (הדיון יסוב סביב היבטים ביולוגיים/חקלאיים/כלכליים/היסטוריים/אתיים)	
		חלוקת ההפרשות להפרשות מומסות ולחלקיקיות	
מגוון מינים, זיהום מים, הגדלת חומר אורגני ואנאורגני בסביבה		השפעות סביבתיות של כלובים ימיים	
		השפעות כימיות	
		השפעות פיסיקליות	
		השפעות אקולוגיות בכל הרמות הטروفיות	
		השפעות סביבתיות של מערכות גידול יבשתיות של אורגניזמים ימיים ואופן ההתמודדות עימן	
	40		מערכות מים סגורות - היבטים של שמירה

			על איכות המים / פילטרים
פילטר, חיידיק ים ארובים, אנארובים, ניטריפיקנטיי, תחלוב, מולקולות		מבנה מערכת מים סגורה עם מערכת פילטרציה חמישה רכיבים	
		תהליכים פיזיקליים, כימיים, ובולוגים במערכות הפילטרציה	
שהיה, גידול מערכי, גידול יציב, ארובים, אנארובים, טמפ, חומציות,		התפתחות אוכלוסיית חיידיקים במערכות הפילטרציה השפעת גורמים סביבתיים על קצב הגידול	
		יצירת מצע דיפרנציאלי ליעול עבודת הביופילטרים	
		השפעת ממשק הגידול על יעילות הפילטרים.	
		השפעת ממשק ההזנה על מבנה הפילטרים ותפקודם	
		תכנון מערכות הפילטר לפי יעודן ולפי הממשק המתוכנן.	
		יתרונות וחסרונות של מערכות גידול סגורות פתוחות וימיות.	

תוכנית לימודים לחקלאות ימית: שעוריים 'מעשיים' - התנסות ומעבדות.

שנה ראשונה: כיתה י'

- א. מעבדת פלנקטון
- ב. מעבדת נשימה תאית ופוטוסינטזה - הדגמת המבנה המעגלי של שני התהליכים במעבדה.
- ג. התנסות בתחזוקת אקווריומים
- ד. סיור חוף סלעי והחוף החולי - הכרת המבנה וחברת החוף הסלעי והחולי
- ו. עבודה במשק חקלאות ימית
- ז. גידול ומעקב אחר אורגניזמים באקווריום

תוצרי השנה הראשונה:

1. 3 דו"חות מעבדה 20 דו"חות סיור
2. כל זוג תלמידים יגישו דוח על האקווריום אותו הם החזיקו במהלך השנה. הדוח יכלול צילומים, הסברים על האורגניזמים באקווריום, ותוספת חווייתית.

שנה שנייה: כיתה י"א

התנסות בשני גידולים (כל אחד במשך חצי שנה) מתוך הגידולים הקיימים בענף - סוסוני ים, שרשרת מזון, אלמוגים, גידול בכלובים בים.

במהלך תקופת הלימוד יש לסיים בכל גידול את ההתנסות על פי הטבלה :

גידול דניס בכלובים	גידול סוסונים	גידול אלמוגים	שרשרת מזון
חישובי האכלה	חישוב מנה יומית	הדבקת טיפים פרוטוקול	הבקעת ארטמיה
קצבי גדילה	מעקב גדילה	סיפון	גידול ארטמיה לשלב בוגר
שקילת דגים	האכלה	הבנת צרכי מערכת פילטרים והחזקתם.	זיהוי זוגות ארטמיה בשלב רבייה
הוצאת מתים	סיפון	הכרת מערכת הפילטרים	ספירת ארטמיות
תיקוני רשת	הכרת רכיבי המערכת	הכרת מבנה האלמוג	גידול מיקרו אצות משלב הבידוד עד 250 מ"ל
הכרת דג דניס צורה הרגלי חיים וסביבת חיים	זיהוי זוגות	הכרת משפחות האלמוגים	ספירת מיקרו אצות
	זיהוי הריון		הכרת רכיבי הדישון ותפקידם
	הכרת סוסוני הים		גידול רוטיפרים
			הכרת מבנה הרוטיפר

תוצרי השנה השנייה:

1. כל תלמיד יגיש בכל חציון דו"ח עבודה – שיהיה מורכב מאיסוף כל הדו"חות השבועיים.
 2. התלמיד יבחן מבחן מעשי – על פי הדרישות בענף אותו הוא למד בסוף כל חציון, שיכלול גם ידע תאורטי
 3. הכנת כתבה בזוגות על נושא כלשהו בתחום של הסביבה הימית הכתבה תהיה מבוססת על הבנת הרקע מתוך מקורות מקובלים, נקיטת עמדה והעברת המסר.
- לחלופין ניתן להמיר את הכתבה בעבודה המציעה מוצר חדש לשיווק של חקלאות ימית כולל בסיס כלכלי ובדיקת היתכנות.

ביבליוגרפיה מומלצת:

1. אופירה איילון ושות' פיתוח בר קיימא של חקלאות ימית בים התיכון של ישראל מוסד שמואל נאמן למחקר מדיניות לאומית 2015
2. אלישע גוטוין הלכה ומעשה בגידול בעלי חיים במשק החקלאי. הוצאת 'מערכת' - קיבוץ דליה.
3. ג.חולתא הקרפיון ארגון מגדלי הדגים 1995
4. יצחק סימון חוברת מקצועית למגדל ארגון מגדלי הדגים 2002
5. עיתון דייג ומדגה לישראל ארגון מגדלי הדגים
6. Robert D. Barnes Invertebrate Zoology

7. Jaap van Rijn The potential for integrated biological treatment systems in recirculating fish culture—A review *Aquaculture* Volume 139, Issues 3–4, 15 January 1996, Pages 181–201

