

**משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף א' לפיתוח פדגוגי
תכניות לימודים ייחודיות**

שם ביה"ס/המוסד: גלים, כפר גלים
שם התכנית הייחודית: חקלאות מדייקת
תחום הדעת: חקלאות
מספר יחידות הלימוד: 5
סמל מוסד: 380055



תכנית לימודים ייחודית "חקלאות מדייקת" בבית הספר "גלים"



יח"ל 5

תכנית ייחודית : חקלאות מדייקת.
בי"ס "גלים" כפר גלים, חוף הכרמל.

המקצוע בו מוגשת התכנית: חקלאות.

הכיתות בהן תלמד התכנית: י , יא , יב

אפיון קהל היעד : תלמידים הניגשים לבגרות עיונית

מדריכה מלווה: אורה שרז

תוכן העניינים

- הקדמה: חקלאות מדייקת מהי?.....3
- רקע קצר על בית הספר :.....3 MARS.11 2018
- סיבות והנמקות לתוכנית :.....3 בית הספר "גלים" כפר גלים, חוף הכרמל

4	ייחודיותה של התוכנית:
4	מספר יחידות ומסגרת התכנית:
4	תחומי ידע
7	התלמיד וצרכיו
5	החברה צרכיה:
6	תכנים/ היבטים למעורבות ונקיטת פעולה:
6	כותב התוכנית: וצוות ההוראה:
7	התפיסה הרעיונית (רציונאל):
7	מטרות התכנית:
8	מטרות קוגניטיביות:
8	מטרות ערכיות:
8	מטרות אופרטיביות:
9	מיומנויות מעשיות:
9	דרכי הוראה ולמידה:
11	דרכי הערכה:
12	נושאים כלליים:
13	פרויקט מעשי
12	נושאי בחירה:
13	מקורות:
14	נספח א' – דוגמא למערך שיעור - מבוא
15	נספח ב' – הנחיות ביצוע פרויקט חקלאות מדייקת:
21	נספח ג' - חקלאות מדייקת – תחומי ותכני הלימוד
20-25	פירוט תכני לימוד:

הקדמה: חקלאות מדייקת מהי?

חקלאות מדייקת (Precision Agriculture) הנו תחום פעילות מקצועית בחקלאות המשלב טכנולוגיות איסוף ועיבוד מידע לידע המאפשר לחקלאי לטפל בצורה אפקטיבית בשטח החקלאי או בבעלי החיים של משק החי החקלאי. התחום התפתח מאד בעשרים השנה האחרונות כתוצאה מההתקדמות הגדולה ביכולת לאסוף נתונים מהשטח – צילום, חיישני טמפרטורה, רטיבות, כימיה ומדדים פיזיולוגיים של הצומח ובעלי החיים במשק החקלאי. התקדמות זו בצורך היכולת למפות את הנתונים על ידי מערכות מידע גאוגרפיות ועיבוד נתונים ממוחשב מביאה להפקת "מרשם" לטיפול יעיל במשק – הזנה והגנת הצומח והחי.

מקצוע החקלאות המדייקת נלמד כיום כמעט בכל אוניברסיטה העוסקת במדעי הסביבה ובחקלאות, והמדינות המובילות בתחום זה הן ארצות הברית וברזיל. בישראל עוסקים בנושא זה מכון וולקני לחקר החקלאות בראשון לציון, הפקולטה לחקלאות של האוניברסיטה העברית ברחובות ובמוסדות אחרים כמו אוניברסיטת בן גוריון ומדרשת שדה בוקר.

אנו צועדים לקראת המאה 21. עלינו להכשיר את תלמידנו לעולם המבוסס על טכנולוגיות מתקדמות של חישה מרחוק, איסוף עיבוד וניתוח נתונים לצורך טיפול מיטבי בחקלאות ובסביבה.

רקע קצר על בית הספר :

בית הספר "גלים" הוא בית ספר אזורי עיוני - חקלאי השייך למנהל החינוך ההתיישבותי וממוקם בכפר הנוער "גלים" במועצה האזורית חוף הכרמל. בית הספר הינו שש שנתי במגמת גידול. כיום מונה כ-850 תלמידים, מתוכם כמאתיים תלמידי פנימיה הכוללת גם שתי כיתות נעל"ה. בבית הספר יש כיתות עיוניות, מב"ר ואתג"ר כולן מובילות את התלמידים לבגרות מלאה.

חזון בית הספר מדבר על פיתוח יכולת התלמיד וטיפול סגולותיו, כאשר אחד הדגשים הנו הקשר למקום, לקרקע, דרך חקלאות. הקמת מגמת חקלאות מדייקת הוא תהליך שנועד לתמוך במימוש החזון – בית הספר מוביל תחומים יחודיים תוך מיצוי המשאבים הנמצאים בתחום בית הספר והגורמים הקשורים אליו.

סיבות והנמקות לתוכנית :

- קידום מקצוע מדעי החקלאות למקצוע בו התלמידים מתמחים בטכנולוגיות מתקדמות כגון חישה מרחוק, מערכות מידע גאוגרפיות וטכניקות עיבוד נתונים ועיסוק בתחום מתפתח ואטרקטיבי המעניין כיום חברות ענק בכל העולם.
- יצירת מגמה מובילה בתחום, שתהייה מקור לידע ברמת הכוונת חינוך חקלאי מתקדם ליצוא למדינות עולם שלישי ושיתוף פעולה עם מדינות מפותחות. עם התפתחות המגמה, ייווצרו קשרים עם בתי ספר ומוסדות אחרים במדינות בהן קיים תחום הלמידה של חקלאות מדייקת ברמה ובאופי הישום כמו תכנית זו.
- החזרת העטרת למקצועות טכנולוגיים המשלבים עבודת שטח עם יכולות ניתוח נתונים ויישום ברמה גבוהה.
- מיצוב בית הספר כמוביל בתחום חדשני ומתפתח, הנוגע לא רק לחקלאות אלא גם להגנת הסביבה, קיימות ונושאים נוספים המצויים כיום, וימצאו גם בעתיד, בליבת העשייה של התעשייה המודרנית.
- הבוגרים של המגמה ימצאו את עתידם במקומות רבים - בין אם ביחידות הטכנולוגיות והמבצעיות של כוחות הביטחון, החברות המובילות בישראל ובעולם בתחומים של יישום טכנולוגיות לתועלת האדם והסביבה.
- ההבדל העיקרי בין התכנית המוצעת לתכנית הקיימת בלימודי החקלאות כיום הוא בכך שהתכנית הקיימת מלמדת מושגים מהעבר וההווה הלא טכנולוגי - תכנית הלימודים הקיימת מטפלת בהיבטים טכנולוגיים, בעוד שהתכנית המוצעת לוקחת בחשבון את הטכנולוגיה הנוכחית ומייצרת בסיס להבנת השימוש בטכנולוגיות של העתיד.

ייחודיותה של התוכנית :

נכון להיום קיימת תוכנית של מדעי החקלאות מההיבט המסורתי שלה. המשק מבוסס על ערכים קבועים, שאינם מתאימים לטיפול מודרני בגידול ובסביבה.

בבית ספר "גלים" אנו דוגלים בחדשנות בתחומי הדעת השונים ויוזמים תוכניות מגוונות. אנו רואים עצמנו כפורצי דרך בתחום של החקלאות המדייקת וזוהי יחודה של התוכנית.

יצירת מסלול במדעי החקלאות המיועד לתלמידים בכיתות עיוניות, ומאפשר להם מיצוי יכולות אישיות גבוהות, המשלב שילוב ידע מדעי (פיזיקה/כימיה/ביולוגיה) בצד ידע הייטקי עם מסלול חקלאי משמעותי.

מספר יחידות הלימוד בתוכנית:

חמש יח"ל תלת שנתי י-יב. סה"כ ארבע מאות וחמישים שעות בחלוקה של :

- שנתון יוד – 1 יח"ל
- שנתון יא- 2 יח"ל
- שנתון יב- 2 יח"ל

השיקול לפריסה שלעיל נובעת מהעובדה כי בכיתות יא-יב ילמד החלק העיקרי של התוכנית כולל היבחות – עיונית ומעשית.

מסגרת התכנית:

התכנית כוללת הכרת והבנת טכנולוגיות ושיטות המשמשות בחקלאות מדייקת – שימוש יעיל בתשומות הזנת והגנת הצומח, החי והסביבה.

- תאור מהי חקלאות מדייקת ולמה צריך אותה.
- הסבר העקרונות והיישום של מערכת המיקום הלווינית – ג'י פי אס.
- הסבר מהי מערכת ניטור יבול/תפוקה בגידולי שדה ובמשק החי – רפת, כלביה, אורווה, לול ופינת חי.
- הבנת עקרונות חישה מרחוק לניטור סביבה ויישומם של עקרונות אלו בחקלאות מדייקת.
- שימוש בתוכנות אופיס ליצירת דו"חות דוגמת דו"ח סקר עצים.
- הכרת שיטות יישום מדויק בהזנת בעלי חיים, דישון, השקייה והדברת מזיקים.
- פיתוח יכולת אבחון שיטות חקלאות מדייקת ליישום בפועל.

תחומי ידע

עקרונות ויישום טכנולוגיות תומכות חקלאות מדייקת ותכנון מקורות משאבי טבע וסביבה: מערכות מיקום לוויני (GPS), מערכות מידע גאוגרפיות (GIS), צילום קרקעי, אווירי ולוויני, טכנולוגיות יישום דיפרנציאלי, שיכוב מידע של משתנים עצמאיים, חיישני שדה ותוכנות הפעלה ליישום חקלאות מדייקת.

התלמיד וצרכיו :

בית ספר "גלים" משלב בתוכו אוכלוסיה רב גונית , ומשום כך עליו לתת מענה מיטבי לכלל תלמידיו הן מההיבט הלימודי והן מההיבט הרגשי – חברתי. כל זאת מתוך ראייה כוללת לפיה בית הספר ממוקם בכפר נוער, בסביבה כפרית ובמועצה אזורית חקלאית.

נכון להיום כלל תלמידי בית הספר מכיתה יוד ומעלה נדרשים להבחנות ב-1 יחל בבוחן עוקב כחלק מהיותנו בית ספר בעל גוון חקלאי. אך בודדים בוחרים ללמוד מסלול רחב – מדעי החקלאות, בשל חוסר התאמתו לרוב אוכלוסיית התלמידים, שמיעדת את עצמה גבוה לקראת בגרות איכותית, המשלבת מקצוע מדעי בהיקף של 5 יח"ל.

הצורך במימוש עצמי, באתגר, בסקרנות ובחבירה לעולם האמיתי הינו תנאי בסיסי שמערכת החינוך צריכה לספק. אנו רואים עצמנו כמובילי הדרך ובעיקר כמאפשרים לתלמידים לחוות למידה מסקרנת ומשמעותית רלוונטית לתקופה שבה אנו חיים.

החברה וצרכיה

העיסוק בחקלאות מדייקת, כמקצוע בין תחומי מחייב עבודה בקבוצות, כך שתלמיד משלב את יכולותיו האישיות ביכולות הקבוצה ולומד להתאים עצמו ומעשיו לטובת הצלחת הפרוייקט בו הוא עוסק בשלב נתון. נוצר תהליך של פיתוח אחריות התלמיד כלפי הצוות המבצע כולל מתן וקבלת סמכות ניהולית ומקצועית, פיתוח יכולת התמודדות עם קשיים, עמידה על "שלך" בקרב קבוצת עבודה הטרוגנית ומתן הסברים על מנת לשכנע ולהיות משוכנע בדרכי הביצוע של הקבוצה.

תחום החקלאות המדייקת נמצא בתנופה עצומה של פיתוח וקידום כתוצאה מיכולות המצויות בטכנולוגיות המצויות כיום כמעט בידי כל אדם, ובראשן הטלפון הסלולרי. תכנית הקידום של ביל גייטס באמצעות הקרן שבראשה עומדת אשתו, הגדירה כבר לפני מספר שנים את השימוש בסלולרי לטובת קידום החקלאות במדינות עולם שלישי ורביעי כבסיס לפעילות בהיקף של מיליארדי דולרים. המרחק בין חשיבה על תכנית כזו ליישומה יכול להצטמצם על ידי מדריכים ומומחים שידעו להבין ולהטמיע את הטכנולוגיה לטובת יישום חומרים – מים, דשן, חמרי הדברה בצורה יעילה ונכונה יותר. ישראל, שהנה חברה מובילה בתחום החקלאות מחד, ובתחומי טכנולוגיה מתקדמת מאידך, יכולה להוות בסיס לפיתוח של מומחים בתחומים המשלבים יכולות אלו – שאחד מהם הוא החקלאות המדייקת. יש לשים לב שידע בחקלאות מדייקת מוביל גם ליכולת לתת פתרונות במגוון רחב של תחומים אחרים כמו ניטור סביבה, מחקר כדור הארץ והחלל, המשק הביתי והציבורי ועוד. ישראל הנה אומת חברות ההזנק "סטרטאפ" והתלמידים המגיעים לבית הספר רואים מסביבם רבים העוסקים ומועסקים בחברות כאלו – ושאיפתם היא להיות חלק מהתעשייה הזו. הכישורים שילמדו במגמה מביאים את התלמידים שילמדו בה לעמדה מצוינת להשתלב בתעשיית חברות ההזנק הישראליות והבין לאומיות. ישנן תכניות רבות ומרכזי ידע – "זמרים צעירים" "טכנודע" "וולקניוויז'ן" ועוד היוצרים במה להצגת פרוייקטים בתחומים המקבילים או אפילו הזהים לאלו שילמדו במגמה.

בדיקה ראשונית עם מספר חברות מובילות בתחומי החקלאות – כמו "נטפים", SCR, "אפימילק", מכון וולקני לחקר החקלאות, חברת "בננות חוף" מחוף הכרמל, הביעו נכונות לשתף פעולה עם בית הספר בכל הקשור למחקר חקלאי שיבוצע על ידי התלמידים בבית הספר במסגרת המגמה.

הנהלת כפר גלים יזמה את המהלך להקמת המגמה והיא רואה בהקמת המגמה חיזוק משמעותי להגעה למטרות החינוכיות והחברתיות שבית הספר הציב לעצמו בשנים הקרובות.

תכנים/היבטים המובילים למעורבות ונקיטת פעולה.

המקצוע מהווה בסיס ידע למעורבות משמעותית בתחום הסביבה, קיימות, רווחת בעלי חיים, זיהום ומניעתו ועוד. כמעט כל נושא הנלמד בתכנית יביא את התלמיד להבנה ולנקיטת עמדה בתחומים אלו וגם בתחומים משיקים כמו גיאופוליטיקה וגיאוסטטיסטיקה. עיסוק בחוקים המגינים על הסביבה, כמו למשל בקורס סקר העצים, מביאים את התלמיד להבנת הקשר בין הצורך לאסוף נתונים, לעבדם לדו"ח משמעותי המאפשר למקבלי ההחלטות להיות יעילים ומדויקים.

התלמיד יקבל מבט אחר, ייחודי על נושאי החקר בתכנית, וכתוצאה מכך יגבש לעצמו עמדה בהקשרים המובאים לעיל ויפתח מודעות לתחומים אשר בדרך כלל אינם בתחום המסוגלות של תלמידים בחטיבה העליונה.

התוכנית תשלב את התלמידים בביצוע פרויקטים המוגדרים כמעורבות חברתית – סקר סביבה עירוני/חקלאי, שילוב מוגבלים בעבודות המעקב והחקר, עבודה עם חברות מסחריות מקומיות.

כותב התוכנית:

אהוד רם, תואר שני בגיאופיסיקה, תואר ראשון בחקלאות, אוניברסיטה עברית, אוניברסיטת תל אביב.

צוות ההוראה:

- אהוד רם, תואר שני בגיאופיסיקה, תואר ראשון בחקלאות, אוניברסיטה עברית, אוניברסיטת תל אביב. ילמד את עיקר הנושאים שקשורים לתחום הליבה של החקלאות המדייקת.
- ישי בוצחק, מורה לפיזיקה, תואר שני, טכניון, אחראי על התכנים שקשורים לספקטרומטריה.
- קובי סוויסה, מהנדס חשמל, טכניון, תחומים של עיבוד תמונה.

- יעל רוגל, תואר שני, חקלאות ימית ויבשתית.

התפיסה הרעיונית (רציונאל) :

חקלאות מסורתית הנו תחום הקיים מזה אלפי שנים ומאפשר לתושבי כדור הארץ לייצר מזון ומוצרים הנותנים לבני האדם איכות חיים גבוהה בהרבה מאשר מאפשר הטבע ללא חקלאות. היכולת להפיק מיחידת שטח יותר מאשר הגידול הטבעי יצרה תהליך של ריבוי אוכלוסין שהינו תהליך המחייב הפקה גבוהה יותר של יבול ליחידת שטח.

גורם עיקרי המהווה סכנה לקיימות כדור הארץ הינו חוסר היעילות במתן תשומות לגידולים חקלאיים – בעיקר דישון והדברה, הניתנים בכמויות גדולות הגורמות לזיהום סביבה ונזק שלפעמים הנו בלתי הפיך - כמו תופעת "שיני המסור" הנובעת מברוא יער-עד לצורכי חקלאות באגן האמזונס ואי יכולת לשקם את השטח בחזרה לטבעי.

החקלאות המדייקת מאפשרת לתת את הטיפול הנכון בשטח, להקטין תשומות, לצמצם נזקי סביבה ולאפשר קיימות של כדור הארץ לאורך זמן.

תחום החקלאות המדייקת קיים באקדמיה מזה כשלושים שנה, ובתהליך איטי חודר התחום לחקלאות ברוב אזורי העולם – במיוחד אלה הנמצאים בתוך מדינות תעשייתיות ומפותחות כמו ארצות הברית, אוסטרליה, אירופה ודרום אמריקה. ישראל נחשבת לאחת המדינות המובילות בחקלאות בכלל, ובנושא ההשקיה בפרט. בעיית המים ההולכת ומתגברת והצורך בהגדלת כמות המזון ברמה העולמית כתוצאה מהגידול באוכלוסיה מביאים לכך שמוצרים של חברות ישראליות חודרים לשווקים שקודם לכן לא חדרו על ידי התעשייה החקלאית הישראלית. יכולת התעשייה הישראלית בתחומי התוכנה, חישה מרחוק, החקלאות המסורתית להמשיך להתפתח תלויים במידה רבה בכוח אדם מוכשר בתחומים אלה על מנת לתת תשתית טובה להמשך הפיתוח.

עד היום לא נכתבה תכנית לימודים בתחום החקלאות המדייקת בעיקר עקב חוסר היכולת להטמיע טכנולוגיות מתקדמות במערך בתי הספר בגלל עלות גבוהה ומחסור במורים מתאימים לתחום. כיום יש אצלנו את הבסיס להקים את התחום באמצעות ביצוע תהליכים שמאפשרים לימוד ויישום של מערכות ושיטות ברמת בית הספר. דוגמא לכך הינו תחום מערכות המיפוי והמיקום הלוויני. וכן יש לנו את ההון האנושי – כח אדם מתאים להוראת מקצוע זה בתיכון.

מטרות התכנית

התכנית פועלת לקידום לימודי החקלאות בעידן המודרני על מנת להכשיר בוגרים לתכנון ויישם שיטות להזנת והגנת הצומח ובעלי חיים במשק החקלאי תוך הגדלת יעילות התשומות ושיפור הקיימות של המשק בסביבה תוך שימוש בטכנולוגיות מתקדמות.

מטרות קוגניטיביות

- לפתוח צוהר לחשיבות החקלאות והבנה מעמיקה בתהליכים סביבתיים, לפתח הבנה ומודעות לאחריותו של האדם לטבע תוך הקניית מושגים מהותיים בתחום.
- לפתח ולטפח "ארגז כלים" שיאפשר יכולת ניתוח של תהליכים מורכבים ומערכתיים ויכולת קבלת החלטות לגבי דרכי הטיפול בשטח נתון.
- טיפוח יכולת הסקת מסקנות ויצירת ידע על סמך נתונים.
- לפתח יכולת חשיבה ספקנית, ביקורתית ויצירתית כלפי ממצאים/נתונים. התלמידים ילמדו ל"שאל", לאסוף נתונים ומידע, להתאים רעיון/פתרון מיישומים שונים בארץ ובחו"ל על מנת לספק פתרונות לצרכים מקומיים תוך הכרה במגבלות ויתרונות האדם המבצע את המשימה.
- התלמיד ילמד להפעיל כלים מורכבים ושיטות עבודה מרובות שלבים, לעבד ולנתח את הנתונים המתקבלים מכלים אלו.
- הקניית מושגים בסיסיים בחקלאות מודרנית לניתוח והבנה של תהליכים....

מטרות ערכיות:

- לטפח בוגר מודע ומעורב המבין שאופן התנהלותו בתחום החקלאות משפיע הן על הסביבה והן על המצב הכלכלי של החקלאי. ההיכרות המעמיקה של התלמיד עם הסביבה וההיבט הכלכלי מטרתה לעורר את הצורך ליטול חלק ולהשפיע על מצב החקלאות והסביבה בעתיד.
- התלמיד יפתח מודעות לגבי חשיבות השמירה על הסביבה ומניעת פגיעה בטבע הסובב אותו.
- התלמיד יפתח אחריות וחשיבה עסקית כיצד לייעל יבולים ולייעל דישון.
- התלמיד יפתח יכולת לבצע טיפול במשק החקלאי באופן מדויק תומכת בערכים סביבתיים, כלכליים וחברתיים כגון חיסכון במשאבים, הגדלת התפוקה והקטנת הנזק הסביבתי הנגרם כתוצאה מהגידול החקלאי במשק הצומח והחי.
- התלמיד יפתח יכולות לעבודת צוות במסגרת הגשת עבודה קבוצתית ישלבו יכולות אישיות לטובת הפתרון שיושג בכוחות משותפים.

מטרות אופרטיביות:

- התלמיד ישתמש בטכנולוגיות מתקדמות במקצוע החקלאות – במשק הצומח והחי.
- התלמיד יכיר מפות לווייניות ויוכל להוציא מהן מידע רלוונטי.
- התלמיד ילמד להשתלב בתחום טכנולוגי יישומי ויכל למצוא בחקלאות המדייקת את השילוב בין ידע מתמטי/פיזיקלי/ביולוגי/כימי ליישומו בחקלאות ובסביבה לשיפור קיימות כדור הארץ.
- התלמיד יבטא יכולות שונות כגון איסוף נתוני גידול, עבוד הנתונים להבנה חקלאית והצגת תוצאות לחקלאי, במגוון של גידולים אשר בדרך כלל אינו נחשף אליהם בלמידה הסטנדרטית בבית הספר.
- התלמיד יבחין בין שילובים בחקלאות ויציע חלופות המייעלות עבודה במשק חקלאי מתוך התייחסות לאיכות הסביבה.

• מיומנויות מעשיות

- פיתוח היכולת להשתמש ולתפעל כלים מורכבים – רחפן צילום, רובוט איסוף נתונים, תחנה מטאורולוגית, מכשור למדידת לחץ מים בעלה, מכשיר למדידת סוכר בעינב ועוד.
- שימוש בתוכנות שונות כגון: אנליזת נתונים, שרטוט תלת מימדי, תוכנות מיפוי, מערכות מידע, כל זאת מעבר לשימוש שוטף בתוכנות בסיס כגון אופיס של מיקרוסופט ועוד.
- פיתוח אסטרטגיות חשיבה ולמידה תוך פיתוח מיומנויות חקר.
- התלמיד יפתח יכולות בניית מצגת להצגת והדגמת הפרוייקט.

דרכי הוראה ולמידה:

- לימוד חוויתי – באמצעות שימוש נרחב בכלים בכיתה ומחוץ לה שיסייע להמחשת החומר העיוני והמעשי.
- **הוראה פרונטלית –** רקע תיאורטי, היסטוריה, תוכן מחקרי ויישומי שנעשה במקומות אחרים בארץ ובעולם. ההוראה הפרונטלית תעשה גם על ידי לימוד מרחוק, הרצאות של מומחים על פי מצאי ויכולות מנהל החינוך ההתיישבותי וגורמים הקשורים לבית הספר בתחום החקלאות המדייקת.
- **הוראה מונחית פרוייקטים –** חלק ניכר מזמן התלמיד יוקדש לביצוע מטלות ופרוייקטים ברמה אישית וקבוצתית תוך ניצול טכנולוגיות זמינות לכל – חומרה ותוכנה.
- **עבודת חקר –** התכנית מאפשרת למידה מתוך התנסות ישירה ומעשית. תהליך הלימוד חושף את התלמיד בפני הצורך לשאול שאלות, ניסוח שאלות

מחקר/השערה/תכנון/ביצוע תצפית ועיבוד נתונים והצגם ולבסוף הסקת מסקנות ומתן המלצות.

- **התנסות** – התלמיד יעסוק בתחום על ידי עבודה המבוססת התנסות אישית במשק בית הספר ובאזור הקרוב אל בית הספר.
- **סיורים/ביקורים** – יערכו ביקורים וסיורים במכוני מחקר ובחברות המתמחות בתחומים שונים של טכנולוגית החקלאות המדייקת וניטור הסביבה.
- **עבודת שדה/מעבדה** – עבודות החקר של התלמידים ילוו בניסויים ברפת, בחממה ובשדה – מטע, גידול שדה, כרם. כחלק מביצוע פרויקטים בתחום.

דרכי הערכה:

היות והתכנית המוצעת מורכבת מדרכי הוראה מגוונות, גם דרכי ההערכה מגוונות הן, דרכי קונבנציונליות שהן בחנים, מבחנים, תלמידאות (הכנת שעורי בית והשתתפות) תשולבנה דרכי הערכה נוספות כגון : בניית מצגת/עבודה מעשית/עבודת חקר/עבודה אישית. פרוט דרכי ההערה מובא להלן:

- עבודות חקר, דו"חות שדה וניתוח.
 - בחינות בכתב – שאלות פתוחות ובררה.
 - בחינה מעשית בתפעול כלי איסוף נתונים בשדה ובמעבדה.
 - בחינות בעל פה.
 - בחנים תקופתיים ונושאים.
 - הערכת מורה: סדר בעבודה, שיתוף פעולה עם חברים, מורים ואנשי מקצוע.
- משקלי ההערכה:

שכבה	שיטת ההערכה	משקל ב % מהציון השנתי	משקל בציון הכולל של 5 יחידות חקלאות
י"ב	פרויקט מסכם מגמה	40	40 אחוז
	עבודה אישית עיונית	30	
	עבודה מעשית	30	
י"א	מבחן	35	40 אחוז
	פרויקט שנתי אישי + קבוצתי	20, 20	
	עבודה מעשית	20	
	בוהן	5	

20 אחוז	30	מצגת צוותית	י'
	30, 30	פרויקט בכל מחצית	
	10	בוהן	

נושאי לימוד:

כיתה י':

- חציון א' – קורס סקר עצים – החוק בטיפול בעץ בישראל, הגדרת העץ, מיפוי, צילום, בניית מודל, יצירת דו"ח – מסמך, טבלה דינמית ותעוד ויזואלי.
הפרוט המובא בטבלה (נספח ב') מציג את הנושאים שילמדו כאשר המגמה היא לתת את יסודות העבודה בתחום החקלאות המדייקת על ידי לימוד עיוני ומעשי עד לרמת קבלת תעודת סוקר עצים כפי שמוגדרת על ידי הרשויות.
- חציון ב' – מערכות תומכות תהליך - כללי – מיקום גאוגרפי, מיפוי, עיבוד נתונים ליישום חקלאי, יצירת סביבה תלת מימדית. בחציון זה ילמדו המערכות מבוססות מחשב התומכות בתהליך העבודה בחקלאות המדייקת – מקביל לרישיון נהיגה בטרקטור לחקלאי ה"רגיל...".
חציון זה כולל גם הדרכה מעשית בניהוג אמצעים בשדה – רחפן/מזל"ט/רובוט.

כיתה י"א:

- חציון א':
 - צרכי השדה – הזנת והגנת הצומח – השקיה, דישון, הדברה כימית וביולוגית. לימוד והפעלת חיישנים לאיסוף נתונים על השדה ויסודות הניתוח של נתונים אלו.
 - צרכי משק החי – רפת, דיר, לול – הזנה, הגנה – גילוי מחלות, התנהגות חריגה. לימוד והפעלת חיישנים ומערכות המצויות ברפת המתקדמת, חקר הנתונים הנאספים והפקת משמעויות מהם.
- חציון ב':
 - חישה מרחוק, עיבוד תמונה ויישום למשק החקלאי – עיוני – פיזיקה של ההדמאה, ספקטרום אלקטרומגנטי, מצב הצומח/בעל החי כפי שהוא מתבטא בנתוני החיישן ויישום מצב זה למרשם טיפול.
 - מערכות מידע גאוגרפיות – עקרונות פעולת מערכות GIS, הבנת יישומם לתועלת תכנון ותפעול המשק החקלאי להגעה לתפוקה מקסימלית תוך פגיעה מינימלית בסביבה.
 - הפקת דו"חות ליישום – הזנה והגנת הצומח והחי.

כיתה י"ב:

- חציון א': עבודת שדה/חקר בצוותים לפי בחירה – איסוף נתוני חישה מרחוק, רובוטיקה, חיישני מגע, ביצוע מודלים דו ותלת מימדיים על מנת להציג את תוצאות העבודות בצורה שתאפשר הבנה ופעולה אפקטיבית של החקלאי – מסגרת הלימוד תאפשר ביצוע עבודת מעקב גידול ו/או עבודת חקר על המעקב הגידולי. מאחר והשיטות והכלים בתחום החקלאות המדייקת הינם חדשים – כמעט כל מעקב גידולי "סטנדרטי" הינו גם בסיס טוב לעבודת חקר.
- חציון ב': עבודת שדה/חקר – עיבוד ליישום במשק או אצל לקוח מזמין. עבודת השדה עשויה להיות בסיס לעבודת חקר – בהתאם לסוג הגידול, השונות והבעיות החקלאיות שיעלו מניתוח תוצאות המעקב בשוטף ובעיות שיועלו לחקר על ידי המגדל/לקוח.

פרויקט מעשי

פרויקט מעשי קיים בשני מופעים – האחד בקורס סקר העצים בכיתה י' והשני בכיתה י"ב – כאשר הלימוד הוא בשיטת PBL. ישנה אפשרות שהפרויקט המעשי בכיתה י"ב לא יכלול איסוף נתונים בשטח בית הספר אלא הנתונים יאספו על ידי גורם חיצוני כאשר התלמידים שיבנו את מאגר הנתונים אינם אלה אשר מנתחים אותו. הרעיון הוא שישנם בתי ספר עם משק חקלאי שיאספו נתונים רבים כאשר התלמידים באותו בית ספר שאוסף לא יוכלו לעבד את כל הנתונים, ואז תלמידים מבית ספר שבו אין משק חקלאי יוכלו לעבד את הנתונים, למשל נתוני רפת או מטע, ולבנות עבודת חקר ברמה גבוהה מאד.

נושאי בחירה

תחום החקלאות המדייקת כולל בתוכו נושאים שהיקפם רחב מאד, כך שאפשר לשלב נושאי בחירה בהיקף שיקבע על ידי הגורמים המוסמכים לכך. נושאי הבחירה יוגדרו על ידי עדכון תכנית הלימודים באופן שוטף, מאחר ונושאי הלימוד בכלל התכנית ישתנו בהתאם לטכנולוגיות וליכולות המצויות בכל מוסד לימוד שיאמץ את התכנית. נושאי בחירה אפשריים:

- הדברה ביולוגית – הפעלת אמצעי חקלאות מדייקת לניטור סביבה – מזיקים ופעילותם ובניית מודל הפעלה של הדברה ביולוגית על מזיקים אלו.
- חקלאות ימית – הפעלת אמצעים ושיטות חקלאות מדייקת בים על מנת לשפר את הבנת התהליכים הקורים במדגה ובזיהום הסביבה הימית.

מקורות:

מאחר ואין בתחום החקלאות המדייקת חומר בשפה העברית, ישנו צורך לתרגם וליצור חומר בסיס בעברית. המקורות עליהם אני מתבסס בכתובת התכנית הנם קורסים בתחום החקלאות המדייקת באוניברסיטאות שונות בארצות הברית, חומר שנכתב על ידי משרד החקלאות האמריקני ומנהל המחקר החקלאי האמריקני, נאס"א, המכון הגיאופיזי האמריקני ופרסומים וייעוץ של מכון וולקני לחקר החקלאות בישראל.

המקורות העיקריים לתכנית:

- Precision agriculture in the 21st century: geospatial and information technologies in crop management / Committee on Assessing Crop Yield —National Research Council. ISBN 0-309-05893-7 (cloth) S494.5.P73P73 1997
- Precision Agriculture - Prof. Tamás, János 2011 מסמך של האיחוד האירופי

חקלאות מדייקת – בסיס ומושגי יסוד	נושא השיעור	
----------------------------------	-------------	---

נספח א' – דוגמא למערך שיעור - מבוא

	פיתוח	אהוד רם
	שכבת גיל	חטיבה עליונה
	משך השיעור	45 דקות
	רציונל למורה	יחידה זו תעסוק בהיכרות עם החקלאות המדייקת בנושא הכרחי לפיתוח החקלאות בארץ ובעולם
	רצף	העשרה והבנת מושגים מרכזיים בחקלאות והשתלבות פעילות האדם בסביבת חיים בת קיימא.
	מטרות תוכן (תחומי תוכן וציוני דרך)	• התלמידים יכירו את הצורך ואת החשיבות בפיתוח ושימוש בחקלאות מדייקת. • התלמידים יבינו את העקרונות המנחים בעת הטיפול בצומח בחקלאות המודרנית. • התלמידים ילמדו את השיטות העיקריות ביישום חקלאות מדייקת.
	מושגים	חקלאות מדייקת, הזנה, דישון והשקיה של שדה חקלאי, חישה מרחוק, מדידות שדה, מפת טיפול, שיטות ליישום חומרי דשן והזברה, חסכון ובזבז משאבים בחקלאות.
	יישום	הסבר ושיחה בכתה, הדגמה באמצעות מצגת תמונות ומפות.
	מיומנויות המאה ה-21	הדגמת תהליך באמצעות המחשה – מצגת וסרטון מולטימדיה תעוד הגידול באמצעים אודיו ויזואליים – לפני, בעת ואחרי. שימוש במאגרי מידע.
	עזרים לתהליכי החשיבה	מקרון, לוח מחיק,
	חומרי למידה	מצגת, סרטון, הפניה למאגרי מידע
	היענות לשונות	הסבר חוזר, הצגת נושאי הלימוד בצורות שונות.. הצגת הנושאים המרכזיים בעברית ובאנגלית. הגדרת מושגי יסוד ללא צורך בבסיס ידע קודם.
	תוצרי למידה	הכרות עם מושגי יסוד בחקלאות מדייקת, דישון הדברה והשקיה. הבנה של הצורך לחסוך במשאבים ולייעל את השימוש בחומרים המיושמים בסביבה החקלאית. בסיס לחשיבה של פתרונות לבעיות בסיס בקיימות כדור הארץ ומניעת נזק עתידי באמצעות ניטור תהליכי.

נספח ב' – הנחיות ביצוע פרויקט חקלאות מדייקת:

הנחיות לביצוע

חקלאות מדייקת בשדה – סמסטר __ תשע"__ חקלאות כהה __

בחטיבה העליונה כפר נוער

עדכון: אפריל 2017

1. כללי

חקלאות מדייקת הנו תחום מקצוע שייעודו לאפשר לחקלאי לייעל את הטיפול במשק החקלאי על ידי שימוש בטכנולוגיות מתקדמות ושיטות ניהול ויישום המאפשרות טיפול נקודתי מדויק בצרכי הזנת והגנת הצומח והחי. השימוש בחקלאות מדייקת מאפשר חסכון ניכר בתשומות החקלאיות, גידול בכמות היבול המתקבלת מהשדה/משק בעלי החיים והקטנת הנזק הסביבתי הנוצר כתוצאה מטיפול אחיד.

העיסוק בחקלאות מדייקת מחייב את החקלאי ואת המערך התומך בו ללמוד ולהשתמש במגוון של טכנולוגיות ושיטות עבודה שאינן מקובלות במשקים חקלאיים כיום, והחשיפה לתחום זה בבית הספר תיתן לתלמיד את היכולת להתמחות בתחום מתפתח הנמצא בחזית הטכנולוגיה והעניין בעולם כולו.

פרויקט החקלאות המדייקת הנו פרויקט הערכה חלופית במדעי החקלאות במסגרת הלימודים של כהה __. הפרויקט מבוצע בקבוצות למידה של שניים עד חמישה תלמידים. משך הביצוע – מ - עד _____.

על קבוצת העבודה המבצעת את הפרויקט לשאול שאלת חקר ולתת את הפתרון לשאלה (או שאלות) באמצעות מסמך ומצגת שהרכבן יפורט בהמשך.

2. הגבלה

מסגרת העבודה הנה מסמך בן עד עשרה עמודים כתוב בוורד, פונט אריאל 12 ומרווח של שורה וחצי הכולל גם טבלאות אקסל. מצגת העבודה תכלול עד 14 שיקופיות.

3. אישור נושא הפרויקט

הפרויקט חייב לקבל אישור מהח"מ – מי התלמידים המבצעים, תחום העבודה – גיאוגרפי ונושאי.

טופס לאישור הפרויקט מופיע כנספח א' למסמך זה.

מדדים :

פרויקט חקלאות מדייקת סמסטר _'	מדדים להערכה
בנוס	לימוד הנושא
חקלאות מדייקת בשדה _____	תחום הנושא
רקע, מטרה, שיטה, שלבים, מסקנות	הצגת תכנית עבודה
עד 14 שקפים	מצגת
עד עשרה עמודים	דו"ח העבודה

4. ביצוע הפרויקט

ביצוע פרויקט הינו תהליך למידה מתמשך המתבצע במהלך סמסטר א' שנה"ל תשע"ח ובמהלכו רוכש התלמיד מיומנויות של חקר, תכנון, ניתוח, תיעוד, הסקת מסקנות ועמידה בלוח זמנים. אנו מיחסים חשיבות רבה לשלבי העבודה ולתהליך שאותו עובר התלמיד. להלן נקודות שברצוננו להדגיש במטרה למצות את מירב התפוקות החינוכיות מהתהליך :

4.1 לימוד תחום חקלאות מדייקת בגידולי שדה - _____

4.1.1 הקבוצה תלמד את נושאי הבסיס להכנת העבודה במהלך סמסטר א', כאשר הנושאים שיילמדו הם :

- 4.1.1.1 הפעלת רחפן.
 - 4.1.1.2 יצירת מפת תצלום.
 - 4.1.1.3 עיבוד תמונה בסיסי.
 - 4.1.1.4 עקרונות הפענוח החקלאי.
 - 4.1.1.5 קביעת אזורי מדידות קרקע בשדה.
 - 4.1.1.6 מיפוי אנומליות בשדה.
 - 4.1.1.7 הפקת מפת יישום לחקלאי.
- 4.1.2 באם הקבוצה לא השלימה חלק מהתחומים לעיל, יושלמו התחומים באמצעות הוראה פרטנית על ידי המנחה.

4.2 תכנית עבודה

- 4.2.1 תכנית העבודה של העבודה תוגש בתוך שלשה שבועות מאישור העבודה.
- 4.2.2 התכנית תכלול את הנושאים הבאים:
 - 4.2.2.1 רקע – חקלאות מדייקת מהי, בהתאמה לגידול שאותו מתוכננת הקבוצה לחקור ולתת את מפת היישום לחקלאי. סקירה של היסטורית הגידול של השדה הספציפי ובאם יש – תוצאות מדידות של השדה – קרקע וצומח.
 - 4.2.2.2 המטרה – מה מטרת הפרוייקט – מהו התוצר שיינתן לחקלאי המגדל. לדוגמא: "מפת איתור בעיות השקיה" או "מפת איתור אזורי רמות צימוח"...
 - 4.2.2.3 השיטה – כיצד הקבוצה מתעתדת לבצע את העבודה ואיך יוצג הפתרון לכתת הלימוד. אלו נושאים תחום איסוף המידע – צילום, מדידות קרקע, מיפוי, מדידה, זיהוי והפקת דו"ח כוללת העבודה.
 - 4.2.2.4 שלבים בביצוע העבודה – לוחות זמנים ומטרות ביניים.
 - 4.2.2.5 מנהלה – האם נדרשים מקורות נוספים למימוש הפתרון (רחפן, אמצעי מדידה קרקעיים, סיור....).

4.3 נושאים נוספים שילמדו על ידי הקבוצה:

- 4.3.1 הכנת תכנית עבודה.
- 4.3.2 שיתוף וחלוקת משימות – במהלך הפרוייקט יענו התלמידים על שאלון חברתי הנוגע לעבודת הצוות בפרוייקט.
- 4.3.3 ניהול זמן.
- 4.3.4 הצגה יעילה של נושא.
- 4.3.5 מושגי יסוד באיסוף עיבוד והצגה של מידע וידע בתחום הסביבה/חקלאות.

4.4 תיעוד

- 4.4.1 חלק חשוב ביותר מתהליך העבודה על הפרוייקט הוא תיעוד השלבים השונים של הביצוע. הקבוצה תנהל יומן פעילות בו תרשם כל פגישה עם המורה ובלעדיו – תכולה ומועד.
- 4.4.2 הקבוצה תפרט את הבעיות שנוצרו – פערים בידע ובהבנה של תהליכים הקשורים לשאלת החקר ואיך נפתרו פערים אלו.
- 4.4.3 במידה ובמהלך העבודה נעשו שינויים בתכנון המקורי, הקבוצה תפרט כל שינוי כזה ותסביר את סיבותיו.
- 4.4.4 מומלץ שבסיום העבודה הקבוצה תתעד בתמונות ובסרטון את שאלת החקר והפתרון.
- 4.4.5 התיעוד הכתוב והמצולם יהווה חלק מחוברת הפרוייקט וישמש את בוחן הפרוייקט לצורך הערכת העבודה.

4.5 סיכום והפקת לקחים

בסיום העבודה הקבוצה והח"מ יקיימו דיון הפקת לקחים בו יסקר תהליך העבודה, השלבים שבוצעו ללא בעיות והשלבים בהם הופיעו מכשולים שונים. בדיון יש להתייחס לשאלה: "לו היינו מתחילים היום את העבודה, לאור הנסיון שצברנו, מה היינו משנים בתהליך העבודה, בשיטת הפתרון והצגת התשובה?" הקבוצה תשלב את תוצאות הדיון בחוברת הפרוייקט בפרק "סיכום ולקחים".

5. חלוקת אזורי עבודה לקבוצות:



6. חוברת הפרויקט

כפי שציינו, תקלות ובעיות המתעוררות במהלך העבודה הן הזדמנויות להעמקת ההבנה והחשיבה ועל כן חשוב מאוד לתעד את שלבי ההתמודדות של התלמיד עימן. חוברת הפרויקט תציג את תהליך ביצוע הפרויקט ואת תהליכי הלמידה אותם עבר התלמיד במהלך עבודתו. בנוסף, החוברת תתאר את הפרויקט שנבנה ואת אופן פעולתו.

הסעיפים להלן מפרטים את תכולת חוברת הפרויקט.
דף השער החיצוני צריך להיות זהה לדף השער הפנימי ויש לכלול בו את הפרטים המפורטים במסגרת שלהלן:

(שם ביה"ס) (שם העבודה) (עבודת/פרויקט) חקלאות – _____ במקצוע חקלאות מדייקת מאת: (שמות התלמידים בקבוצה) בהנחיית: (שם המנחה) שנה"ל _____

6.1 טופס אישור הפרויקט.

- 6.2 דף להבעת תודה או לרישום הקדשה אישית, כרצון התלמיד.
- 6.3 תוכן העניינים עם ציון מספר העמוד של כל פרק וסעיף בחוברת
- 6.4 רקע – מאין הגענו לשאלת החקר? מה ידוע בנושא, מקורות נוספים – ראיון, שאלתא וכו'.
- 6.5 תקציר העבודה.
- 6.6 תאור תהליך העבודה בקבוצה שהביא להבנת הפתרון של שאלת החקר.
- 6.7 הצגת הפתרון של שאלת החקר במלל ובאמצעים ויזואליים – תמונות, גרפים, הנפשה, סרטון וידאו ועוד. במידה ונעשו שינויים ביחס לתכנון המקורי, יש לציין מהם השינויים שנעשו ולהפנות להסברים כפי שמפורטים בגוף העבודה, בתיאור מהלך שלבי הפתרון.
- 6.8 סיכום ולקחים.

7. הצגת הפרויקט

- 7.1 הצגת הפרויקטים תתבצע בשבוע הראשון של חודש מאי 2017.
- 7.2 כל קבוצה תציג את עבודתה במשך עשרים דקות, חמש דקות נוספות יוקדשו לדיון.
- 7.3 בנוסף, יוגש מסמך ביצוע הפרויקט באותו תאריך לח"מ.

8. מפתחות הערכה

הטבלה להלן מפרטות את מפתחות ההערכה לפרויקט.
ברצוננו להדגיש כי **מפתחות אלה תקפים רק במקרה שהקבוצה צוברת לפחות 50% מהנקודות האפשריות בכל אחד מהמדדים המפורטים בטבלה. בכל מקרה אחר, יוענק לקבוצה ציון שלא יעלה על 54 (נכשל), על-פי שיקול דעתו של הבוחן.**

מספר הנקודות עבור כל מרכיב	מדדים להערכה
20	1. חוברת העבודה
15	2. שאלת החקר
20	3. דרך הפתרון לשאלה
25	4. בקיאות בנושא העבודה
20	5. הצגת הפתרון - מצגת
100	סה"כ מרכיבי הציון

9. בברכת הצלחה מרובה.

— מורה לחקלאות מדייקת

נספח ג' - חקלאות מדייקת – תחומי ותכני הלימוד

1. חציון א' שנה ראשונה:

הנושא	תכנים	מושגים מרכזיים	ביבליוגרפיה לתלמיד בטור הזה צריכות להופיע הפניות למקורות מידע מדויקים	דרך ההוראה	דרך ההערכה ומשקלה	שעות לימוד
מבוא לחקלאות מדייקת	ההיסטוריה של החקלאות והחקלאות המדייקת, שונות הגידול החקלאי והיתרונות של הטיפול בגידול כתוצאה של ניתוח על פי עקרונות השיטה.	חקלאות מדייקת בגידולי שדה ובבעלי חיים, שונות הגידול, שיטות מדידה עיקריות, מכשור מדידה, חישה מרחוק, מדידה במגע.	חקלאות מדייקת – ספר, מצגות "יסודות החקלאות המדייקת"	פרונטלית, עבודה עצמית על בסיס חיבור ל – Google Earth או אפליקציה דומה – ניתוח על ציר הזמן	בוחן, מצגת צוותית	25
צרכי הגידול – החקלאי – צומח ובעלי חיים	צרכי השדה – הזנת והגנת הצומח – השקייה, דישון, הדברה כימית וביולוגית. לימוד והפעלת חיישנים לאיסוף נתונים על השדה ויסודות הניתוח של נתונים אלו. צרכי משק החי – רפת, דיר, לול – הזנה, הגנה – גילוי מחלות, התנהגות חריגה.	מדדים לשונות הגידול בגידולי שדה ובבעלי חיים, פרמטרים למדידה אפקטיבית של השונות בגידול.	חוברות ההדרכה של שרות ההדרכה של משרד החקלאות על הגידולים השונים – כרובית, אבוקדו, תירס ואחרים. מצגות טיפול בשטח החקלאי וברפת, דוגמאות לפרויקטים בדרום אמריקה ובישראל של חברות העוסקות בחקלאות מדייקת	הוראה פרונטלית, מצגות, עבודה עצמית בכתה בצוותים עבודה עצמית מקוונת.	השתתפות בשיעור, הצגת תוצאות עבודה מקוונת	25
שיטות וכלים בחקלאות מדייקת	עקרונות מבנה והפעלת חיישנים ומערכות המצויות במשק החי המודרני חקר הנתונים הנאספים והפקת משמעויות מהם.	שיטות ניטור ובקרה, מבנה חיישנים ואפקטיביות החיישן במדידה והתראה. מפות שונות השטח וטבלאות הנוצרות במערכות ניהול				

				הרפת/דיר/לול.		
25			ספר בסיס לחקלאות מדויקת פרקים 2 עד 4. מצגות דוגמאות למרכיבי השונות בשדה ובמשק החי.	הדגמת שיטות ניטור, חיישנים ואפקטיביות החיישן במדידה והתראה. מפות שונות השטח וטבלאות הנוצרות במערכות ניהול הרפת/דיר/לול.	השונות בגידול (מדידת השונות בגידול הינה היכולת העיקרית למתן המלצות טיפול – דוגמא לשונות הינה ההבדל ברמת חיות הצמח בשדה – ביצוע פוטוסינתזה) - סיבות ומרכיבים – הזנה – השקיה ודישון בשדה, הזנה בבעלי החיים. הגנת הצומח ומחלות בבעלי חיים, גורמים סביבתיים – אקלים ותנאי גידול, טעויות בטיפול ותיקון בזמן.	מרכיבי השונות בגידול
15	הצגה צוותית	הוראה פרונטלית, עבודה עצמית בכתה, צפייה בסרטים, ביצוע מטלה צוותית בתחום שאינו במקצוע – איסוף, עיבוד והסקת מסקנות	חקלאות מדויקת – ספר, סרטי TED עם תרגום להדגמת תהליכים לייעול העבודה על פרוייקט חקלאי ולהדגשת המרכיב האנושי בתהליך זה.	איסוף מידע, הפיכת המידע למודיעין אפקטיבי, שימוש במודיעין לצרכי הטיפול המידי והמתמשך בגידול החקלאי. הסקת מסקנות ושיפור הטיפול בגידול.	הבנת תהליך האיסוף – עיבוד – הפצה (הפצה – תרגום ההבנה החקלאית למרשם טיפול בגידול החקלאי) האמצעים המשמשים בכל נדבך בתהליך. חשיבות ממד הזמן בתהליכי העבודה.	תהליכי העבודה בחקלאות המדויקת

2. חציון ב' שנה ראשונה:

הנושא	תכנים	מושגים מרכזיים	ביבליוגרפיה לתלמיד	דרך ההוראה	דרך ההערכה ומשקלה	שעות לימוד
גורמי האיסוף בחישה מרחוק וחיישני מגע	הרחפן/מזל"ט, חיישני מוליכות חשמלית, טנסיומטרים, בדיקות קרקע וצומח, תחנה מטאורולוגית השוואה בין מערכת מרחפת למערכת טסה יסודות טכנולוגיית יישום מבוססת שונות	פלטפורמות מוטסות ומוסעות, חישה מרחוק ומדידת מגע, התנועה במרחב – אמצעי מדידה – מד תאוצה, מערכות אינרציאליות.	סרטוני הדגמה של רחפנים/מזל"טי ם ומערכות מדידה קרקעיות, מצגות דרכי השימוש במערכות האיסוף בגידול החקלאי.	הוראה פרונטלית, צפייה בסרטונים, התנסות בהטסה ושימוש במערכות איסוף ועיבוד נתוני מדידה והדמאות. הדרכה מעשית בניהוג אמצעים בשדה – רחפן/מזל"ט/רובוט		25
המפה ומפת התצלום	המפה, היסטוריה, השוני בין מפה לצילום, יצירת מפה באמצעות סטראומטריה, רשתות גאוגרפיות, מפה "חכמה", מערכות מבוססות מקום - דוגמאות	רשת קואורדינטות, נקודת ציון, דיוק גאוגרפי, עקרונות מדידת מיקום ומרחק, תכסית, תבליט, סימנים מוסכמים, היטלי המפה				15
מערכת ה - GPS		מערכת ניווט לווייני, דיוק מרחבי, סטטיסטיקה של המרחב, דיוק דיפרנציאלי במערכות GPS		מעבדות בסטטיסטיקה ובממשק מערכת הניווט הגלובלית לסוגיה		5
מערכות מידע גיאוגרפיות - GIS	עקרונות פעולת מערכות GIS, הבנת יישומם לתועלת תכנון ותפעול המשק החקלאי להגעה לתפוקה מקסימלית תוך פגיעה מינימלית בסביבה יסודות ניטור יבול, רכיבי מערכת מידע גיאוגרפית, חישובי יבול, מערכות ניטור יבול	מערכות מידע גיאוגרפיות, מערכות תומכות החלטה, שכבות נתונים, ניתוח מרחבי, ניתוח רדיומטרי, ניתוח גיאומטרי		מעבדה: מפות שונות, הדגמת ארועי שונות, מפות יבול, מפות רטיבות ודישון		15

3. חציון א' שנה שניה:

הנושא	תכנים	מושגים מרכזיים	ביבליוגרפיה לתלמיד	דרך ההוראה	דרך ההערכה ומשקלה [1]	שעות לימוד
תוצרי האיסוף – הדמאות, צילומים, מדידות נתונים	לימוד תכונות הנתונים הנאספים על ידי גורמי האיסוף – הדמאות לוויין, צילומי אויר, צילומי קרקע, מדידות רטיבות, מוליכות, תוצאות אנליזה כימית ובקטריאלית באזורי הגידול השונים	שיטות וכלים לאיסוף נתוני גידול נתונים גיאומטריים, נתונים רדיומטריים, מדידות מגע צמח, קרקע ובעלי חיים.	ספר לימוד חקלאות מדייקת, חומרי רשת, סרטונים ומצגות, אפליקציית סמרטפון	הוראה פרונטלית, מצגות וסרטונים, דיון וביצוע מטלה צוותית		25
שיטות עיבוד הנתונים	יצירת מפות ומדדי יישום טיפול בגידול באמצעות עיבוד נתוני הדמאות ונתונים אלפא נומריים המתקבלים מחיישנים באזור הגידול – השדה והמכלאה.	מפת טיפול מרחבית בגידול. התראה למגדל על חריגה בנתוני הגידול בזמן.				30
הסקת מסקנות והפקת תוצרים לשימוש המגדל	מימוש הידע החקלאי המעובד מתוצאות המדידה בגידול למרשם טיפול בגידול – בשדה ובבעלי החיים.	מפות המלצה – דישון, השקייה, הדברה		מעבדה/פרוייקט – מפות דישון בסיס וראש, מפות הדברה ליישום מיידי		30

4. חציון ב' שנה שניה:

הנושא	תכנים	מושגים מרכזיים	ביבליוגרפיה לתלמיד	דרך ההוראה	דרך ההערכה ומשקלה	שעות לימוד
חישה מרחוק	חישה מרחוק, עיבוד תמונה ויישום למשק החקלאי – עיוני – פיזיקה של ההדמאה, ספקטרום אלקטרומגנטי, מצב הצומח/בעל החי כפי שהוא מתבטא בנתוני החיפוש ויישום מצב זה למרשם טיפול.	חישה מרחוק, ספקטרום אלקטרומגנטי, הדמאה טרמית, אינדקס צומח לסוגיו, חיישנים פאסיביים ואקטיביים	פרקים בספר החקלאות המדייקת - חישה מרחוק, אתר מלווה לפרקים אלו ופעילויות מלוות	עבודת שדה/חקר בצוותים לפי בחירה – איסוף נתוני חישה מרחוק, רובוטיקה, חיישני מגע, ביצוע מודלים דו ותלת מימדיים על מנת להציג את תוצאות העבודות בצורה שתאפשר הבנה ופעולה אפקטיבית של החקלאי		35
ההדמאה הדיגיטלית	הבנת עקרונות הצילום הדיגיטלי, מבנה המצלמה והגורמים לקבלת איכות הדמאה המתאימה לשימוש החקלאי, לימוד חיישני ההדמאה בחקלאות המדייקת, מבנה ותכונות.	אופטיקה לינארית, עדשות, פיקסל, חיישן מצומד, פוטון, רזולוציה, אורך מוקד, דיגיטציה, ביט ובייט, תקשורת דיגיטלית.	פרקים נבחרים באופטיקה, מצגות וסרטונים על הצילום הדיגיטלי,	הוראה פרונטלית, מעבדה ללימוד עקרונות הצילום באמצעות הסמרטפון		25
מודל הסביבה התלת מימדי	הפקת מודל תלת מימדי של הגידול – צומח ובעל חיים באמצעים זמינים. לימוד עקרונות הסטראומטריה לביצוע המודל התלת מימדי.	פרלקסה, חישוב תלת מימד גאומטרי, נקודות מתאם בתמונה הדיגיטלית,	פרק בספר החקלאות המדייקת	מעבדת מודל תלת מימד. הפקת מוצרים וירטואליים למגדל למיפוי וטיפול בבעיות בגידול החקלאי.		20

5. חציון א' שנה שלישית: יישום תוצר ההבנה החקלאית:

הנושא	תכנים	מושגים מרכזיים	ביבליוגרפיה לתלמיד	דרך ההוראה	דרך ההערכה ומשקלה	שעות לימוד
יישום מדויק בתחום הצומח	הכרת אמצעים ושיטות ליישום מדויק של חומרי הזנת והגנת הצומח – מים, דשן, הדברה. יישום מוכוון מיקום על בסיס מידע מעובד מהבנת שונות השטח החקלאי.	מכשור מוכוון מפות יישום, הזנה והגנת הפרט במשק החי,	מדריכי שימוש במדשנת, קומביין ואמצעים נוספים המצויים במשק החקלאי	עבודת שדה/חקר בצוותים לפי בחירה – ליווי תהליכי יישום בשדה – דישון והשקייה דיפרנציאליים על בסיס מערכות אלקטרו מכניות מפוקדות מחשב.		35
יישום מדויק בתחום הצומח מפות יישום	מפות יישום – השקייה, דישון והדברה. יישום בתת חלקה עד לרמת העץ/ערוגה בודדת	זיהוי אנומליות בגידול, תגובה בזמן, טיפול נקודתי ומרחבי, מערכות ניווט לוויני, יישום מוכוון זיהוי מקומי/מרחבי אלו אינם מושגים	חומרי הדרכה של ספקי החומרה/תוכנה בתחום היישום	הדרכה חיצונית של הספקים, מצגות, הפעלת אמצעים בשדה (עבודת משק)	בחנים תאורטיים ומעשיים	25
יישום מדויק בתחום בעלי חיים	טיפול פרטני תוך מעקב התראות שוטף. ניתוח תוצאות לטיוב העדר במודל רב מימדי. הכרה ושימוש נקודות החלטה לטיפול בפרט על מנת למקסם את התפוקה מהעדר/לול. נוהלי טיפול בחריגים	מעקב מתמשך, זיהוי חריגים, טיפול פרטני, טיפוח. זה מפרט תכנים	שימוש באפליקציות לטיפול פרטני ברפת/דיר/לול	הוראה פרונטלית, מעבדה ללימוד עקרונית הצילום באמצעות הסמרטפון		35