



## מיכון עזר לאסיף אבטיחים בתוך מנהרות

קרן מחקרי שה"מ, תוכנית מס' 24-21491  
דו"ח מסכם 2025, שנה 1 מתוך 2

מיטב מאור<sup>1</sup>, יוסי קשתי<sup>2</sup>, ליעד רשף<sup>2</sup>, עדי סויסה<sup>3</sup>

<sup>1</sup>מדריך מיכון וטכנולוגיה, שה"מ, משרד החקלאות וביטחון המזון  
<sup>2</sup>המכון להנדסת מערכות חקלאיות וביולוגיות, מנהל המחקר החקלאי - מכון וולקני  
<sup>3</sup>מדריכת גידול ירקות, שה"מ, משרד החקלאות וביטחון המזון

### תקציר

היקף גידול אבטיח במנהרות עבירות בערבה בעונת האביב עומד על כ- 4100 דונם. הגידול נשתל בחורף, ולכן נדרש לגדלו במנהרות המכוסות ביריעות פוליאטילן, כדי להגן על הצמחים. גידול אבטיחים בתוך מבנה, בהשוואה לגידול בשטח פתוח, מקשה על מלאכת האיסוף, ולכן נדרשות יותר ידיים עובדות.

הצעת המחקר מכוונת לפיתוח שיטה לייעול של טכניקת איסוף האבטיחים ממנהרות הגידול במטרה להפחית כוח אדם, להגביר תפוקות ולהקטין עלויות.

במסגרת המחקר בוצעו התאמות למיכון קיים כדי לנסות לייעל את עבודת אסיף האבטיחים ממנהרות. תרומת השימוש במיכון מבחינה כלכלית תיבחן בהשוואה לשיטת האסיף הידני המקובל.

בשנת המחקר הראשונה נבחנה ההיתכנות לשימוש בטכנולוגיות שונות לאיסוף אבטיחים ממנהרות ונבחרה טכנולוגיה אחת ליישום, שאותה נבחן בשדה בשנת המחקר השנייה.

### מבוא

גידול האבטיח בעולם בכלל, ובישראל בפרט, מתבצע בדרך כלל בשטחים פתוחים. מרבית ימי העבודה בגידול מושקעים בקטיף. בשטחים הפתוחים הקטיף מתבצע בעזרת מסוע עזר נישא המופעל על ידי טרקטור. המסוע משנע את האבטיחים לעגלות הובלה, כך שמפחית את עומס העבודה על עובדי הקטיף, מייעל את עבודתם ומעלה את התפוקה. בגידול אבטיחים במנהרות עבירות לא ניתן להפעיל טרקטור כזה בתוך המנהרה.

היקף גידול האבטיח במנהרות עבירות בערבה בעונת האביב נאמד ב- 4100 דונם. צמחי הגידול נשתלים בחורף, ולכן נדרש לגדלם בתוך מנהרות עבירות המכוסות ביריעות פוליאטילן לשם הגנה עליהם. שיטת הקטיף הרווחת היום בקרב מגדלי האבטיחים במנהרות היא הוצאת הפרי הנקטף באופן ידני דרך דופן המנהרה והעמסתו על מכלי דולב הנישאים על עגלות רתומות לטרקטור, אשר נע בשביל שבין שתי מנהרות סמוכות. פעולה זו דורשת מספר גדול יחסית של עובדים ומכבידה על החקלאי בתהליך הקטיף, המיון והאריזה, ולכן נדרש למצוא פתרון טכני שייעל את תהליך הקטיף ויקטין את עלויות הייצור.

אסיף האבטיחים ממנהרות נעשה על ידי שלושה צוותים של עובדי קטיף: הקוטפים, האוספים והמעמיסים.

**צוות הקוטפים** - קטיף האבטיחים הוא סלקטיבי, ולכן צוות הקוטפים יכול שלווה עובדים מנוסים, המתמחים בזיהוי אבטיחים בשלים. הקוטפים הולכים לאורך המנהרה, בוחנים את האבטיחים, קוטפים את אלה הבשלים ומגלגלים אותם על הקרקע לכיוון דופן המנהרה (איור 1). בסיום עבודתם האבטיחים הבשלים סדורים בטור לאורך אחת מדפנות המנהרה.

**צוות האוספים** - כולל שני עובדים הולכים לאורך דופן המנהרה. עובד אחד מרים אבטיח תורן מטור האבטיחים ומוסר אותו לעובד השני הסמוך אליו, שמעביר אותו דרך דופן המנהרה לעובד מהצוות השלישי שנמצא בשביל מחוץ למנהרה. האבטיחים מועברים דרך פתחים בדופן המנהרה שנפתחו מבעוד מועד למטרה זו (איור 2).

**צוות המעמיסים** - מורכב משלושה עובדים: מפעיל הטרקטור, עובד שני, הנמצא בשביל שמחוץ למנהרה, מקבל את האבטיח התורן מהאוספים ומוסר אותו לעובד השלישי, הנמצא על אחת מהגולות, והוא זה שמניח אותו באחד מהדולבים (איור 3).



**איור 3. צוות המעמיסים בפעולת ההעמסה**



**איור 2. צוות האוספים בפעולת האיסוף**



**איור 1. צוות הקוטפים בפעולת הקטיף**

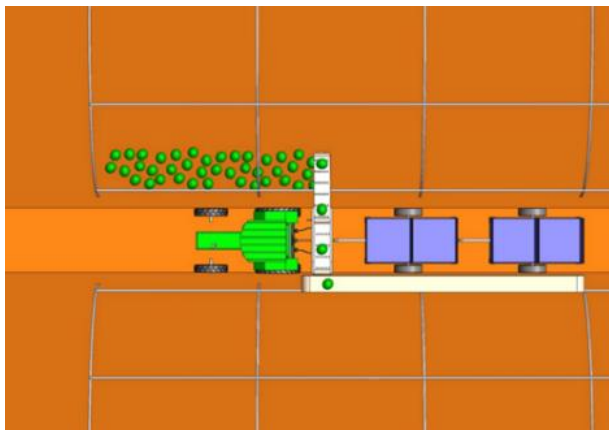
במשק שבו נערך המחקר עובדים בעונת הקטיף חמישה צוותי קטיף, הכוללים חמישה עובדים, ובסך הכול יש במשק 25 עובדי קטיף. מדובר במספר עובדים רב שעל מנהל המשק לרכז בעונת הקטיף, דבר המגביל אותו בביצוע פעולות נוספות הנדרשות במשק בו-זמנית.

**מטרת המחקר:** תכנון ופיתוח מיכון ייעודי או התאמת מיכון קיים לטובת ייעול אסיף אבטיחים הגדלים במנהרות עבירות.

## **שיטות וחומרים**

המחקר והפיתוח התבצעו במושב חצבה במשק מונט-מיכאלי, שבו מגדלים אבטיחים במנהרות עבירות בשטח שגודלו 750 דונמים. מנהרה עבירה בנויה מטור של צינורות קשתיים קבועים באדמה המהווים את שלד המבנה, ועליהם פרושה יריעת ניילון. רוחב מנהרה: 6.40 מטרים; אורך המנהרה: 100 מטר; וגובהה: 2.5 מטרים. בין כל שתי מנהרות משאירים שביל ברוחב 2 מטרים. הצמחים נשתלים במנהרה בשתי שורות, במרווח של 4 מטרים ביניהן. בזמן הקטיף כל שטח המנהרה מכוסה בצומח ובאבטיחים המפוזרים באקראי במרחביה.

- במהלך הלימוד וחקירת הבעיה הועלו בשיתוף החקלאי כמה אפשרויות של שיטות וטכנולוגיות המתאימות לייעל את עבודת אסיף האבטיחים במנהרות עבירות, והן מפורטות להלן.
1. קומביין ייעודי לאיסוף האבטיחים מהקרקע בשביל שבין שתי מנהרות, בדומה לאסיף אבטיחים לגרעינים בשטח פתוח. הוצאת האבטיחים מהמנהרה לשביל שבין המנהרות תמשיך להתבצע בידיים.
  2. מסוע קל משקל, שינוע בתוך כל מנהרה על גבי מסילות קבועות שיחוברו לצינורות המבנה. המסוע ינויד ממנהרה אחת לאחרת בידיים.
  3. עגלה חשמלית, שעליה מכל דולב יחיד, אשר תנוע במרכז המנהרה, על שביל שיפונה מצמחים בידיים לפני הקטיפ (איור 4).
  4. מתקן בעל מסוע רוחבי עם יכולת תנועה לצדדים, הרתום לטרקטור ב-3 נקודות. הטרקטור עם המסוע ינוע בשביל שבין המנהרות ויגורר אחריו עגלות עם מכלי דולב. מול כל פתח בדופן המנהרה ייעצר הטרקטור, המסוע יוחדר למנהרה דרך הפתח, ועליו יועמסו האבטיחים באופן ידני על ידי עובד אחד שיוצב בתוך המנהרה. המסוע ישנע את האבטיחים הקטופים אל מכלי הדולב שעל העגלות שם יניח עובד נוסף את האבטיחים בתוך הדולבים (איור 5).
  5. עגלה חשמלית עם מסוע רוחבי מתקפל בעל יכולת תנועה לצדדים. העגלה תנוע בשביל שיפונה במרכז המנהרה מבעוד מועד. האבטיחים הקטופים יועמסו ידנית על המסוע, שיוציא אותם דרך הפתחים הקבועים בדפנות המנהרה אל השביל שבין שתי מנהרות סמוכות. עובד שיוצב בשביל יקבל את האבטיחים ויניח אותם במכלי הדולב (איור 6).
  6. גורר חשמלי ייעודי בעל כושר גרירה גבוה ויכולת תנועה בשטח חקלאי לא ישר, עם מהמורות וקרקע רטובה. הגורר החשמלי יגורר 2 עד 3 עגלות עם 4-6 מכלי דולב וינוע במרכז המנהרה בשביל שיפונה מצמחים מבעוד מועד (איור 7). עובדים שיתלוו לגורר יעמיסו את האבטיחים על מכלי הדולב.



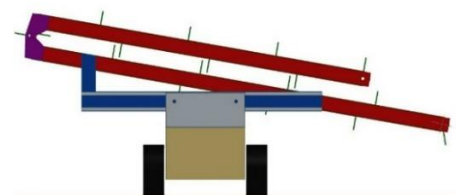
איור 5. מסוע רוחבי



איור 4. עגלה חשמלית



איור 7. גורר חשמלי



איור 6. מסוע על עגלה חשמלית

חלק מהפתרונות המכניים, שתוארו לעיל, הודגמו בעזרת הדמיה בתוכנת תיב"מ, לצורך הבנת המורכבות של הפתרון והערכת ההיתכנות ליישומו במשק. מניתוח היתרונות והחסרונות של כל פתרון ומשיקולי עלות ותועלת, הוחלט לקדם ולפתח את הפתרון המוצע בסעיף 6 לעיל, כלומר את התאמת הגורר החשמלי לתנאי המנהרה העבירה. הפיתוח יתבסס על גורר חשמלי, המשמש לשינוע עגלות נגררות גדולות וכבדות בשטחי תפעול במפעלי תעשייה שונים. ההנחה היא שהתאמת גורר קיים תקצר את זמן הפיתוח ותוזיל את עלותו. לשם כך, נמצאה בארץ חברה המתמחה בפיתוח, ביבוא וביישום פתרונות הנדסיים לתעשייה בישראל.

בשלב הראשון הוגדר מפרט טכני לגורר חשמלי לגרירת עגלות עמוסות אבטיחים. להשלמת המפרט ולצורך הגדרת כוח הגרר הנדרש מהגורר בדרכים שונות, נערכו בשדה מדידות כוח גרר של 3 עגלות עם 6 מכלי דולב עמוסים במשקל כולל של כ- 2.5 טון. המדידות נערכו בדרך סלולה ובשטח החקלאי בתוך מנהרה. הבדיקה נעשתה בעזרת טרקטור שנרתם ל- 3 עגלות עמוסות במשקל 2.5 טון באמצעות מתמר כוח (איור 8 ואיור 9).



**איור 8. מדידת כוח גרר על אספלט**



**איור 9. מדידת כוח גרר בתוך מנהרה**

## תוצאות ודין

מפרט טכני לגורר חשמלי במנהרות עבירות:

- הנעה חשמלית עם סוללות נטענות
- הפעלה וניהוג בעזרת שלט רחוק
- כושר גרירה של עגלות במשקל כולל של 2.5 טון
- מערכת הסעה זחלית
- יכולת עבודה במשך 8 שעות בין טעינות

בבדיקת הגרירה נמצא שנדרש כוח גרר של 100 ו-150 ק"ג לגרירת 3 עגלות במשקל 2.5 טון בדרך סלולה ובדרך החקלאית, בהתאמה. עוד נמצא שהדרכים החקלאיות בדרך למנהרות ובתוכן אינן ישרות, ולעיתים אף רטובות ובעלות אחיזה נמוכה. לפיכך, הוחלט לבחור בגורר תעשייתי עם מערכת הסעה זחלית. חיפוש ברשת האינטרנט העלה גורר מתוצרת חברה המתמחה בייצור גוררים חשמליים לתעשייה. בשלב זה נערכות פעולות ליבוא גורר אחד לארץ. בשנת המחקר הבאה הגורר יותאם לגרירת עגלות במנהרות במשק מונט-מיכאלי.

## הבעת תודה

**המחברים מבקשים להודות לקרן מחקרי שה"מ** - על הסיוע במימון המחקר.  
**לחקלאי אלירן אטיאס ממשק מונט-מיכאלי** - על הייעוץ המקצועי, הליווי והבדיקות שנעשו בשדות המשק.  
**לנדב אשכנזי ולאביטל גולדשטיין מחברת בריזה הנדסה** - על התכנון והבדיקות המקדימות לקראת הבאת המכונה הייעודית והתאמתה לדרישות.

האמור לעיל הינו בגדר עצה מקצועית בלבד ואינו מהווה חוות דעת מומחה לצורך הצגה כראיה בהליך משפטי.  
על מקבל העצה לנהוג מנהג זהירות, ושימוש או הסתמכות על המידע המופיע לעיל הינו באחריות מקבל העצה בלבד.  
אין להעתיק, להפיץ או להשתמש במסמך זה או בחלקים ממנו לצורך הליך משפטי כלשהו,  
ללא אישור מראש ובכתב של החתומים.

© שה"מ הוצאה לאור, 2026; עריכה לשונית: עדי סלוניקו; גרפיקה: לובה קמנצקי