

סקירה 550

המכון הלאומי והאוניברסיטאי לחקלאות
מכון וולקני לחקר החקלאות

המכון להנדסה ולפריון הייצור בחקלאות

השוואה כלכלית של שיטות הוצאה והובלה של הדריס
מהפרדס לבית האריזה

מאת

א' יחיאלי, א' גולומב, מ' וינבלום

סקירה מקדימה

5

המחלקה לפירסומים מדעיים, רחובות
תשרי תשכ"ז, אוקטובר 1966

השוואה כלכלית של שיטות הוצאה והובלה של הדריס מהפרדס לבית האריזה

מאת

א' יחיאלי, א' גולומב, מ' וינבלום

ת ק צ י ר

בשנת 1965/66 נערך סקר השוואתי של שיטות להוצאת הפרי מהפרדס ולהובלתו לבית האריזה.

נסקרו 20 שיטות שונות להוצאה ולהובלה, אשר הורכבו תוך צירופים שונים של ציוד להוצאה מבין השורות, כלי קיבול ואמצעי תובלה לבית האריזה. מרבית הציוד שנבדק הוא זה המקובל בארץ וחלקו נמצא עדיין בשלבי ניסיון.

השיטות נבחנו בהתחשב בסוג הקרקע ובמרחק הפרדס מבית האריזה.

עלות השיטות חושבה עבור מערכת נתונים מסוימת. נוסחות החישוב מאפשרות חישוב חוזר עבור כל מערכת נתונים שהיא.

בסקר נמצאו כמה שיטות הוצאה והובלה זולות ביותר עבור מרחקי ההובלה השכיחים של 20-30 ק"מ, והן:

א. דקוויל ממונע ונושא-מיכלים - בפרדסים בעלי אדמות כבדות מישוריות שבהם עדיין לא נסללו דרכים.

ב. דקוויל רגיל ונושא-מיכלים - בפרדסים בעלי אדמות כבדות או חנאים קשים יותר, או בפרדסים שכבר נסללו בהם דרכים.

ג. טראקטור-מזלג ונושא-מיכלים - באדמות קלות.

ד. עגלות רסקו - כאשר אין צורך לנסוע בכבישים אלא בדרכי עפר בלבד.

מ ב ו א

עבודה זו עוסקת בהובלת הדריס והיא אחת מסידרה של עבודות, שמטרתן לבחון את תהליכי

ההוצאה של המוצר החקלאי מהשדה והמטע לבית האריזה.

על אף העובדה, שמרכיב ההובלה בכלל הוצאות הייצור של מרבית המוצרים החקלאיים הוא קטן, יחסית, יש לנושא ההובלה השלכות על יעילות האסיף, פעולתו הרציפה של בית האריזה וכן על טיב הפרי המגיע לאריזה.

כל תהליך של הוצאת פרי והובלתו מורכב מכמה מרכיבים כגון: הוצאת הפרי לדרך ראשית, העמסתו לכלי קיבול והובלתו לבית האריזה, אשר כל צירוף שלהם מהווה שיטת הובלה. בשנים האחרונות פותחו גורמים שונים בתהליך הובלת ההדרים, אשר הביאו להרכבתן של שיטות חדשות. כך, למשל, הוחלפו תיבות השדה במיכלים גדולים שקיבולם 300-400 ק"ג פרי, ופותחו מיכלים גדולים יותר שקיבולם 1000-3000 ק"ג פרי. לאדמות כבדות, שבהן קיימת בעיית הידוק הקרקע, פותחו אמצעים להוצאת הפרי אל מחוץ לפרדס: דקוויל ומונוריל. כן פותחה עגלה להעמסה ופריקה עצמית של מיכלים גדולים (נושא-מיכלים) הנמצאת עדיין בשלבי ניסיון.

צירופים שונים של מרכיבי הוצאת הפרי מהפרדס והובלתו שימשו לבחינת השיטות המקובלות כיום וכאלו אשר אינן מקובלות עדיין.

בחירת השיטה הזולה ביותר מותנית במספר רב של גורמים, כגון: סוג הקרקע, גודל החלקה, כמות הפרי, מרחק ההובלה, וכו', ולכן אין כל אפשרות לספל בנושא זה באופן כללי.

שיטות ההוצאה וההובלה נדונו בעבודה זו תוך הפרדת המרכיבים. עבור כל מרכיב הוצבו נוסחות חישוב פשוטות באופן שניתן להרכיב סינתטית עבור כל מערכת של תנאים את עלות השיטות השונות ולקבוע בכל מקרה את השיטה הכדאית.

השיטה הודגמה עבור מערכת מסוימת של תנאי שטח, יבול ומחירים.

תיאור השיטות שנבחנו ומרכיביהן

נבחנו 20 שיטות של הוצאה והובלה (14 מאדמות כבדות ו-6 מאדמות קלות) אשר הורכבו מ-15 מרכיבים (8 - להוצאה; 4 - סוגי מיכלים; 3 אמצעי הובלה).

השיטות שנבחנו מרוכזות בטבלה 1.

טבלה 1

שיטות ההוצאה וההובלה

מס	סוג האדמה	שיטת ההוצאה מבין השורות	כלי הקיבול	אמצעי התובלה לבית האריזה
1		עגלת-בהמה	מיכל תיקני	משאית
2		" "	" "	טראקטור אופני + פלאטפורמה
3		" "	" "	" " + נושא מיכלים
4		דקוביל רגיל (" "	משאית
5		" " (הוצאה ביד	" "	טראקטור אופני + פלאטפורמה
6		" " (" "	" " + נושא מיכלים
7	כבדה	" "ממונע" הוצאה	" "	משאית
8		" " (באמצעות	" "	טראקטור אופני + פלאטפורמה
9		" " ("קטר"	" "	טראקטור אופני + נושא מיכלים
10		מונורייל	" "	משאית
11		" "	" "	טראקטור אופני + פלאטפורמה
12		" "	" "	" " + נושא מיכלים
13		" "	מיכל רסקו	" " + עגלות רסקו
14		" "	מיכל אשבל	" " + עגלת אשבל
15		טראקטור + מזלג	מיכל תיקני	משאית
16		" + "	" "	טראקטור אופני + פלאטפורמה
17		" + "	" "	" " + נושא מיכלים
18	קלה	עגלת רסקו	מיכלי רסקו	" " + עגלות רסקו
19		עגלת אשבל	עגלת אשבל	" " + עגלת אשבל
20		" מנוף מהדריק	מיכלי מהדריק	" " + עגלת מהדריק

אותם מרכיבי השיטות שאינם תיקניים יתארו להלן:

עגלת בהמה (3,4) - מזלג על גלגלים הגורר על-ידי בהמה ומשמש להוצאת מיכלים מבין שורות העצים אל דרך סלולה. (תמונה 1).

דקוביל רגיל (3,4,5) - מסילת פסים גידת המשמשת להסעת המיכלים אל הדרך הסלולה ואשר מניחים אותה בין שורות העצים. פיתחה עבור אדמות כבדות (תמונה 2).

דקוביל ממונע - מסילת פסים כבשיטת הדקוביל הרגיל, אלא שכאן מגיעים הפסים עד רחבת הריכוז של המיכלים ומנועים את הצורך בסלילת דרכים. הסעת המיכלים נעשית באמצעות "קטר" ממונע הגורר רכבת של קרונות שכל אחת נושאת עליה מיכל; המיכל הריק מוצב על הקרונות לצורך הכנסתו לשורה הנקספת ומיוסר ממנה רק עם פריקתו (כשהוא מלא) ברחבת הריכוז. שיטה זו היא עדיין נסיונית והופעלה במשך

חישוב עלות השיטות

כללי

מרכיבי העלות העיקריים הם:

א. ההשקעה בצידוד ובאמצעים להוצאת הפרי אל מחוץ לשורות, כולל סלילת דרכים (בעיקר באדמות הכבדות).

ב. הוצאות העברת הפרי אל רחבת ההעמסה (בכמה שיטות נחסך שלב עבודה זה).

ג. השקעה בכלי הקיבול.

ד. ההשקעה באמצעי התובלה.

ה. הוצאות ההובלה.

שיטת החישוב

אין כל אפשרות לערוך חישוב של עלות שיטת ההובלה באופן כללי ועל כן יש להתייחס למערכת תנאים מסויימת ומוגדרת. משום כך נעשו כל החישובים לגבי יחידת פרדס שכל נחונייה מוגדרים. לכל שיטת חישוב נקבעה נוסחה מתאימה, כך שניתן יהיה לחשב מחדש את העלות לגבי פרדס אחר, או לגבי נתונים תמחיריים שונים. (הנתונים התמחיריים בדו"ח זה הם לשנת 1965).

נחוניי הפרדס הנבחן

א. יחידת פרדס מבוגר ששטחה 300 דונאם, נבחרה לסקר וחולקה ל-10 חלקות בנות 120×250 מטר כ"א (נספח 1).

ב. זנים: אשכוליות - 70%

תפוזים - 30%

ג. יבולים: אשכוליות - 6.0 טון לדונאם.

תפוזים - 4.0 טון לדונאם.

יבול משוקלל - 5.4 טון לדונאם.

יבול שנתי - כ- 1600 טון.

ד. תכולה משוקללת של כלי הקיבול:

מיכלי חקן - $V_1 = 0.343$ טון

מיכלי רסקו - $V_2 = 1.037$ טון

מיכלי מהדרין - $V_3 = 0.365$ טון

עגלת אשבל - $V_4 = 3.120$ טון

ה. אמצעי התובלה ותכולתם פירוט בטבלה 3.

גדות במשך עונת תשכ"ה. השיטה מתאימה לשטחים מישוריים יחסית ויתרונותיה הם: א. נמנעת השקעה בסלילת דרכים; ב. עיבודי הפרדס מתבצעים ברציפות ללא הפרעות על-ידי דרכים מוגבהות; ג. נמנעת הפרעה לניקוז. (תמונה 3).

מונורייל (6,4,3) - פס עילי נייד, המשמש להעברת תרמילי קסיף מלאים מבין שורות המטע אל הדרך הראשית. (תמונה 4).

עגלת רסקו - כרכרה חד-סרנית שעליה מונח מיכל רסקו. אותו ציוד משמש להוצאת הפרי משטח הפרדס ולהובלתו לבית האריזה. ההובלה נעשית ב"רכבת" של 7-8 כרכרות. (שיטה זו אינה מותרת על-ידי משרד הרישוי ובאה בחשבון רק בדרכי עפר פנימיות). (תמונה 5).

עגלת אשבל (1) - עגלה להובלה בתפזורת. שיטה זו אינה יכולה לענות על בעיות האיסוס לקירור וההבחלה בשיטות הקיימות היום.

עגלת מנוף-מהדריץ - עגלה עם מסלולי גלילים המסוגלת לשאת שלוש קומות של ארבעה מיכלים. העמסת המיכלים ישר מבין שורות הפרדס באמצעות מנוף המורכב לטראקטור הגורר. בשיטה זו יש צורך להיכנס עם הטראקטור והעגלה אל בין שורות העצים. דבר זה אינו אפשרי באדמות כבדות ובפרדסים צפופים. באדמה קלה מחייבת השיטה גיזום חזק יותר לפתיחת מעבר בין השורות. (תמונה 6).

נושא-מיכלים (Bin Trailer) - עגלה המעמיסה את עצמה בשלוש קומות של ארבעה מיכלים. את המיכלים יש לסדר לפני כן באמצעות טראקטור ומזלג בגובה של כ-10 ס"מ מעל הקרקע. העגלה פורקת את עצמה בבית האריזה. עגלה זו מקובלת, אמנם, בכמה איזורים בארה"ב אולם בארץ היא עדיין בשלבי ניסיון. היא חוכננה ונבנתה ביזמת אנשי לשכת ההדרכה בעכו. (תמונה 7).

נתונים על ממדי המיכלים ותכולתם מובאים בטבלה 2.

טבלה 2

ממדי המיכלים ותכולתם

התכולה (טון)		ה מ י ד ו ת (מ ט ר)	ה מ י כ ל
אשכוליות	תפוזים		
0.330	0.375	$1.12 \times 1.12 \times 0.65$	תיקני
1.000	1.125	$1.20 \times 3.00 \times 0.65$	רסקו
0.350	0.400	$1.00 \times 1.40 \times 0.60$	מהדריץ
3.000	3.400	$(2.00 - 2.40) \times 5.50 \times 0.60$	עגלת אשבל

התכולה חושבה לפי המשקלים הניפחיים הבאים: תפוזים - 470 ק"ג/מ³, אשכוליות - 435 ק"ג/מ³.

טבלה 3

אמצעי התובלה ותכולתם

אמצעי התובלה	תכולה כללית	תכולה נטו עבור הדוגמא החישובית טון
משאית	20 מיכלי תקן	6.900
פלאטפורמה	16 מיכלי תקן	5.500
נושא-מיכלים	12 מיכלי תקן	4.120
עגלת רסקו	7-1 מיכלי רסקו	1.040-7.260
עגלת אשבל	- - -	3.120
עגלת מהדריין	12 מיכלי מהדריין	4.380

ו. זמני ביצוע: נבחנו זמני העמסה ופריקה שנמצאו בעבודות קודמות (7), מהירות נסיעת טראקטור מוביל-מטען (V_1) - 20 קמ"ש, מהירות נסיעת משאית מובילה-מטען (V_2) - 40 קמ"ש.

ז. נתונים תמחיריים:

1. החזר הון: לגבי מרבית החישובים הונח אורך-חיים כלכלי של חמש שנים וריבית של 15% על ההשקעה בציוד. כל מקרה שבו נלקח אורך-חיים שונה צויין בנפרד.

2. במרבית המקרים הונח, כי הציוד מיועד לפרדס בלבד.

3. מחירי עבודת הטראקטורים לשנת 1965 נלקחו ממחירוני ארגון העובדי הפלחה ומפעל תחנות הטראקטורים.

מחיר ממוצע לשעת טראקטור אופני (C_1) - 4.50 ל"י/שעה.

מחיר עבודת אדם, ללא התחשבות בסוג העבודה (כפי שנהוג במשק הקיבוצי) - 2.50 ל"י/שעה = C_2

עלות משאית חושבה לפי תעריף 1965 של קואופרטיב הגליל המערבי.

מחיר עבור יום עבודה של 10 שעות ולמרחק שאינו עולה על 100 ק"מ (C_3) = 70.- ל"י;

חוספת לכל ק"מ נוסף (C_4) = 0.50 ל"י.

חישוב מרכיבי העלות של כל שיטה

בטבלה 5 רוכזו חישובי העלות של כל אחת מהשיטות, בפירוט לפי מרכיבים. הוצאות ההובלה

ניתנו בתלות של מרחק הפרדס מבית האריזה.

בטבלה 6 סוכמו נוסחות החישוב של כל אחת מהשיטות.

הישתנות מחירי הוצאת הפרי והובלתו בתלות המרחק של הפרדס מבית האריזה ניתנת בציור 1

לגבי אדמות כבדות ובציור 2 לאדמות קלות.

פירוט התחשיבים והערות לגבי השיטות השונות מובא בנספח 2.

(1) מחשיב ההוצאות למשאית מובא במסמך 2. עבור החישובים נלקח מספר הובלות ממוצע עבור אספרי עבור כל מחלקה.

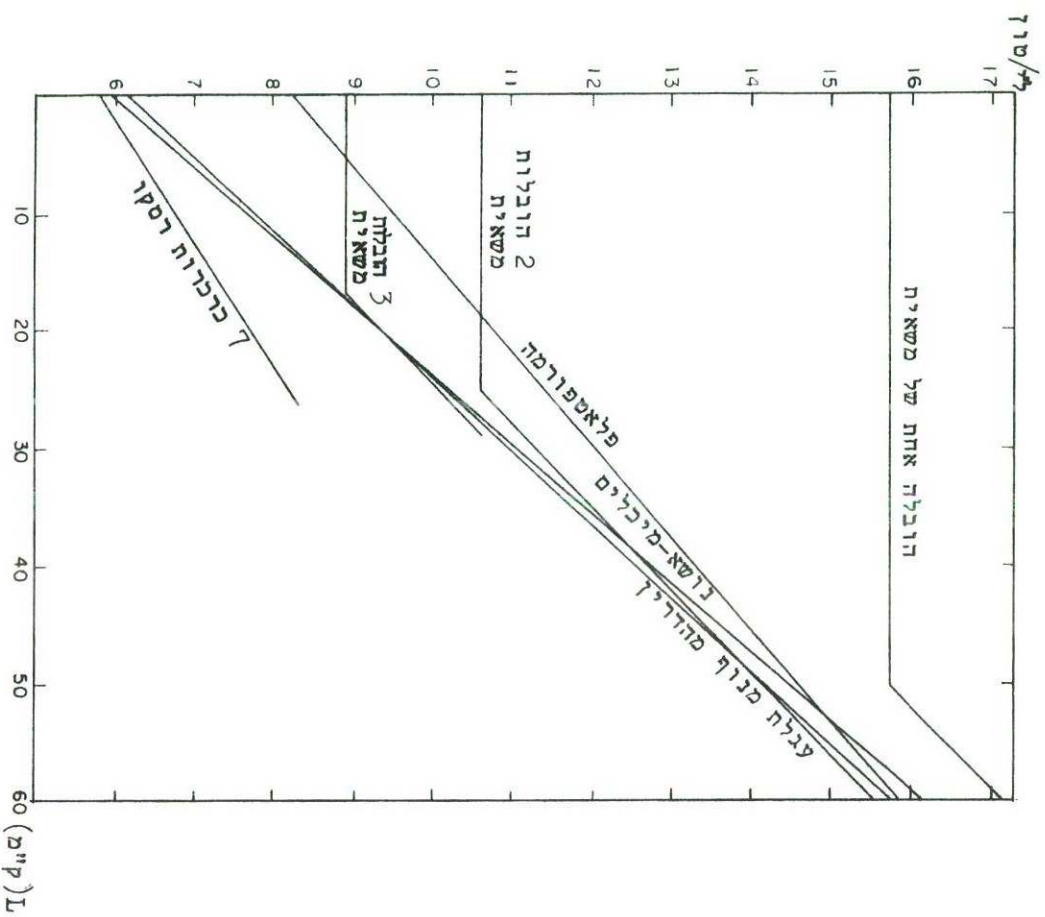
טבלה 6

הנוסחות לחישוב העלות בשיטות השונות, לפי

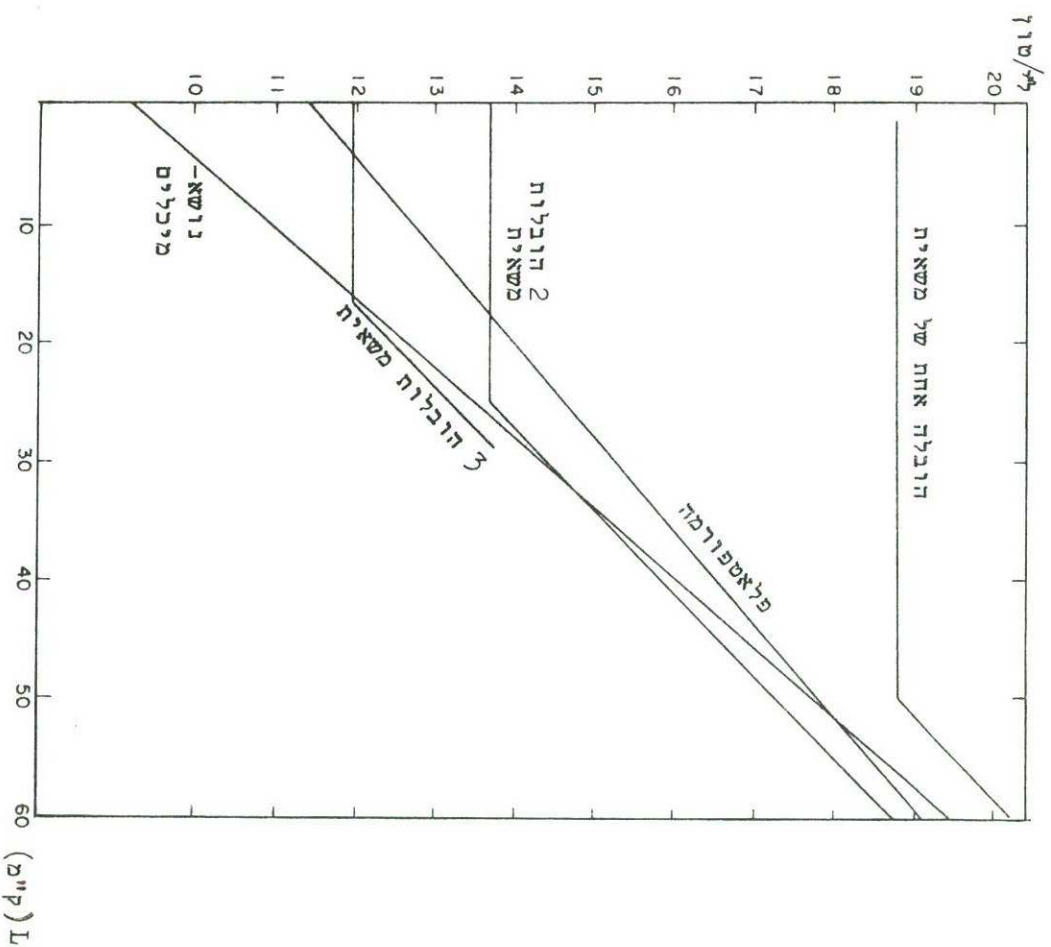
נחונים תמחיריים משנת 1965

(ל"י/טון)

סוג האדמה	שיטת הוצאה	שיטת הובלה	נוסחות חישוב (ל"י)	הערות
כבדה	פלאטפורמה	פלאטפורמה	$12.78 + 0.127 L$	
	עגלת	משאית	$9.88 + \frac{70}{6.9 \times i}$	2;L 100
	בהמה	משאית	$9.88 + \frac{20}{6.9} + 0.145 L$	2;L 100
		נושא-מיכלים	$10.54 + 0.170 L$	
	פלאטפורמה	פלאטפורמה	$12.96 + 0.127 L$	
	דקוויל	משאית	$10.06 + \frac{70}{6.9 \times i}$	2;L 100
	רגיל	משאית	$10.06 + \frac{20}{6.9 \times i} + 0.145 L$	2;L 100
		נושא-מיכלים	$10.72 + 0.170 L$	
	פלאטפורמה	פלאטפורמה	$11.46 + 0.127 L$	
	דקוויל	משאית	$8.56 + \frac{70}{6.9 \times i}$	2;L 100
	"ממונע"	משאית	$8.56 + \frac{20}{6.9 \times i} + 0.145 L$	2;L 100
		נושא-מיכלים	$9.22 + 0.170 L$	
קלה	פלאטפורמה	פלאטפורמה	$11.47 + 0.127 L$	
	עגלת	משאית	$11.57 + \frac{70}{6.9 \times i}$	2;L 100
	מונורייל	משאית	$11.57 + \frac{20}{6.9 \times i} + 0.145 L$	2;L 100
		נושא-מיכלים	$12.23 + 0.170 L$	
	עגלת אשבל	עגלת אשבל	$16.37 + 0.225 L$	
	עגלת רסקו	עגלת רסקו	$12.52 + 0.675 \frac{L}{n}$	מיכלי רסקו
	פלאטפורמה	פלאטפורמה	$8.24 + 0.127 L$	
	טראקטור+מזלג	משאית	$5.51 + \frac{70}{6.9 \times i}$	2;L 100
		משאית	$5.51 + \frac{20}{6.9 \times i} + 0.145 L$	2;L 100
		נושא-מיכלים	$5.95 + 0.170 L$	
	עגלת רסקו	עגלת רסקו	$5.80 + 0.675 \frac{L}{n}$	מיכלי רסקו
	עגלת אשבל	עגלת אשבל	$9.65 + 0.225 L$	
	עגלת מנוף מהדריץ	עגלת מנוף מהדריץ	$6.15 + 0.160 L$	



ציר 2: הוצאת הפרי באדמות קלות והובלתו בפלאטפורמה, נושא-מיכלים, כרכרות רסקי, עגלת מנוף מהדריץ' ומשאית.



ציר 1: הוצאת הפרי באדמות כבדות, בדקווייל "ממונע" והובלתו בנושא-מיכלים (12 מיכלי חקד), פלאטפורמה (16 מיכלי חקד) ומשאית (20 מיכלי חקד).

סיכום ומסקנות

בעבודה זו ניתנים הכלים להשוואה תמחירית בין השיטות להוצאת הפרי ולהובלתו לבית-

האריזה, עבור מערכות נתונים שונות.

אם כי כל החישובים נערכו לגבי מערכת נתונים מסוימת, הרי ניתן להבחין במגמות העיקריות

הבאות:

- א. בהוצאה מבין השורות באדמות כבדות ישנה עדיפות לשיטת הדקוויל הרגיל על פני המונורייל.
- ב. באדמות כבדות ובשטחים מישוריים, יחסית, ישנה עדיפות לשיטת הדקוויל הממונע על פני הדקוויל הרגיל. עדיפות זו קיימת רק בפרדסים שבהם טרם נסללו הדרכים (הציוד נמצא עדיין בשלבי ניסיון).
- ג. אין הבדל משמעותי בין עלות ההוצאה של הפרי באמצעות דקוויל רגיל לבין עלות ההוצאה בעגלת הבהמה. באדמות כבדות יועדף הדקוויל בגלל הידוק הקרקע הנמוך וספיקתו הגבוהה לשעת עבודה-אדם.
- ד. באדמות קלות עדיפה שיטת ההוצאה של הפרי מבין השורות באמצעות טראקטור ומזלג.
- ה. שיטת "רסקו", אשר ניתן להשתמש בה רק במקרים מיוחדים של ריכוז פרדסים סביב בית האריזה, וכשניתן להימנע מנסיעה על כבישים, נמצאה זולה ביותר.
- ו. לא נמצא הבדל משמעותי בין שיטת הטראקטור ומזלג, והובלה בנושא-מיכלים, לבין שיטת מהדריין.
- ז. השימוש בנושא המיכלים הוא זול יותר, בכל המקרים, בהשוואה לשימוש בפלאטפורמה.
- ח. ההפרש בין שתי השיטות הולך וקטן עם גדול מרחק ההובלה, בגלל קיבול ההובלה הנמוך יותר של נושא המיכלים (12 במקום 16 מיכלים).
- ט. כדאיות ההובלה במשאית בהשוואה לפלאטפורמה, קטנה עם גדול המרחק שבין הפדס לבית האריזה עבור מספר מירבי אפשרי של מחזורי הובלה. תופעה זו בולטת יותר אם מסיבות שונות קטן מספרם של מחזורי ההובלה. (באופן מעשי תעשה משאית 1-2 מחזוריים ליום כתוצאה מזמני המתנה ארוכים מהמצופה בפרדס ובבית האריזה).

כיווני דרך לפיתוח הנושא בעתיד:

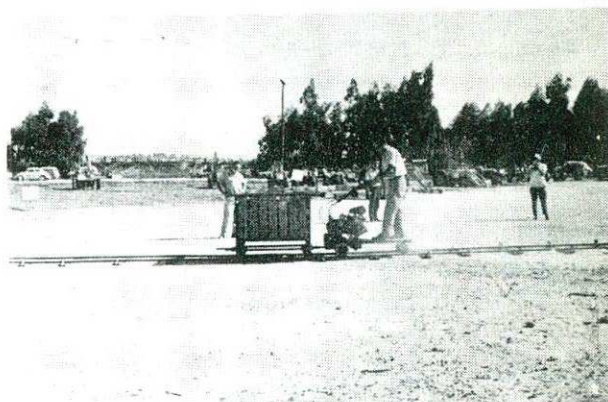
- א. השלמת הדקוויל הממונע.
- ב. השלמת הניסויים בשימוש בנושא-מיכלים.
- ג. הגדלת קיבול ההובלה של נושא המיכלים מ-12 ל-15 מיכלים תיקניים.
- ד. בחינת האפשרות להנהגת מיכל חדש שממדיו $1.12 \times 1.60 \times 0.65$ מטר. ממדים אלו יאפשרו, ברוב המקרים, ניצול יעיל יותר של נפח ההובלה. קיבולו של מיכל זה יהיה כ-0.50 טון.
- ה. בחינת ההובלה במשאית נושא-מיכלים, המעמיסה ופורקת בעצמה.
- ו. שיפור שיטת הקבלה של הפרי בבית האריזה לשם מניעת תורי המתנה לפריקת מיכלים מלאים ולהעמסת מיכלים ריקים.



תמונה 1: עגלת בהמה



תמונה 2: דקוויל רגיל



תמונה 3: דקוויל ממונע



תמונה 4: מונורייל



תמונה 5: עגלת רסקו

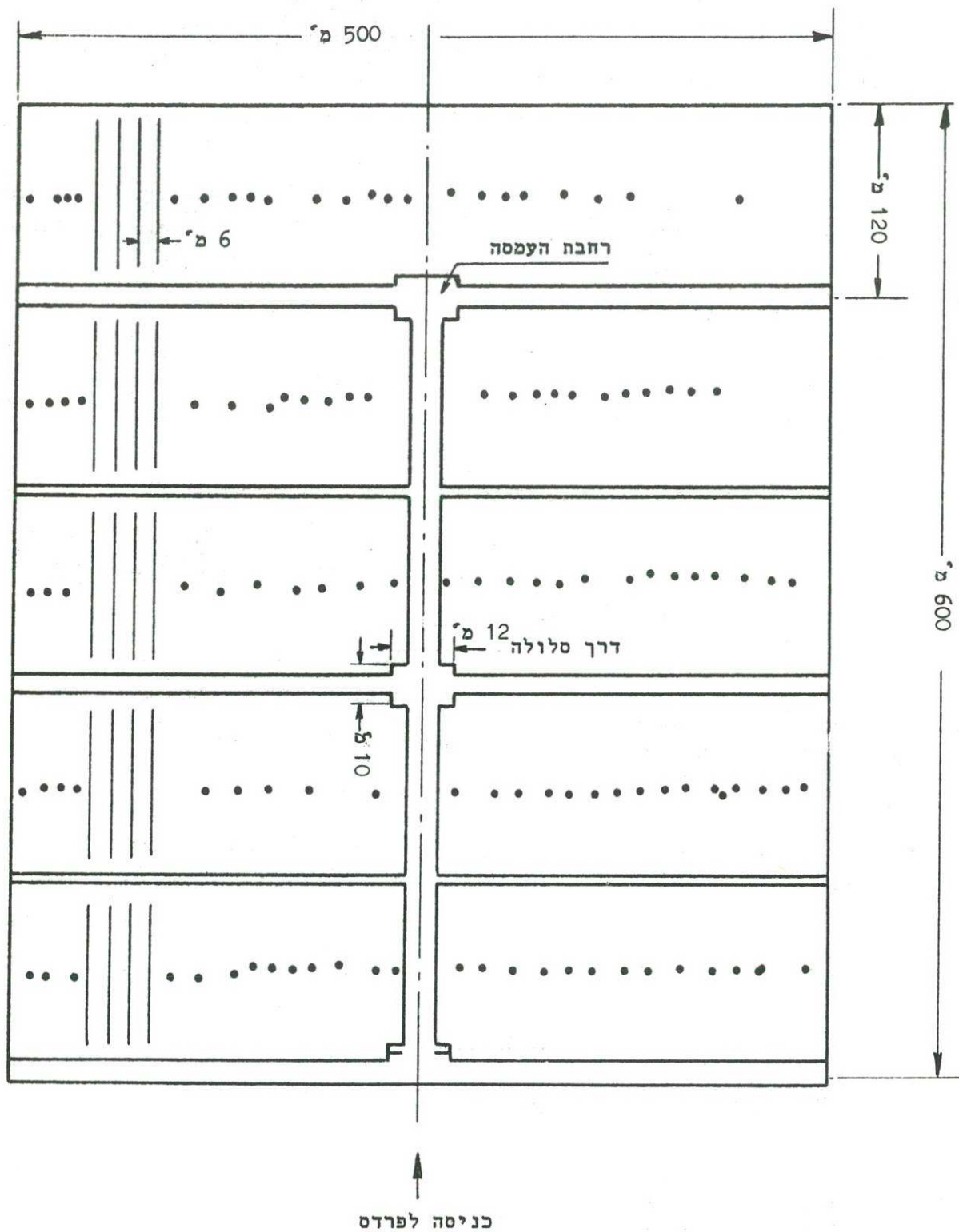


תמונה 6: עגלת מנוף מהדריץ



תמונה 7: נושא-מיכלים

תיאור סכמאטי של יחידת הפרדס הנבחרת



נספח 2

פירוט העלות של מרכיבי השיטות השונות

אדמות כבדות

דרכים סלולות ורחבות-העמסה

ההוצאה בשיטות 1-6 וכן ב-10-14 מצריכה סלילת דרכים ורחבות-ריכוז, כדלקמן:
 $1,980 = (3 \times 500 + 480)$ מטר דרך סלולה ברוחב של 3.50 מטר.
 $360 = (3 \times 120)$ מ² רחבות. מכיוון שהרחבות נבנות כחוספות רוחב לדרכים, יש להביא בחשבון בחישוב רק $165 = (3(120 - 18, 5 \times 35))$ מ² נוספים.

הוצאות הסלילה תהיינה, לפיכך:

1,980 מ ² , לפי 16.- ל"י למטר-רץ	31,680 ל"י
165 מ ² , לפי 4.50 ל"י למ ²	742 ל"י
	<hr/>
	32,422 ל"י
סה"כ	

כלומר:

$$\text{הוצאות סלילה לטון: } 4.05 \text{ ל"י/טון} = \frac{32,420 \times r_4}{M} \quad (10 \text{ שנים, } 15\% \text{ ריבית}).$$

הוצאה מבין השורות (שיטות 1-14) והעברה לרחבת-העמסה (שיטות 1-12).

עגלת בהמה

הוצאת המיכלים לקצה השורה והכנסתם כשהם ריקים

$$0.89 \text{ ל"י/טון} = \frac{5.25}{60} \times (C_2 + C_5) \quad \text{משך הפעולה: } 5.25 \text{ דקות למיכל}$$

הבאת מיכלים לרחבת הריכוז והחזרתם כשהם ריקים:

$$0.53 \text{ ל"י/טון} = \frac{0.26}{5} \times (C_1 + C_5) \quad \text{נחוני השיטה: טראקטור + מזלג מוביל 2 מיכלים מהירותו 5 קמ"ש. מרחק נסיעה 260 מ'}$$

$$0.09 \text{ ל"י/טון} = \frac{500 \times r_1}{M} \quad \text{הוצאות הון לעגלה: } 500 \text{ ל"י מחיר העגלה: } 500 \text{ ל"י}$$

דקוויל רגיל

הכנסה והוצאה של מיכלים לשורה וממנה:

$$0.49 \text{ ל"י/טון} = \frac{4}{60} \times C_2$$

$$0.15 \text{ ל"י/טון} = \frac{C_2}{3m} \quad \text{העברת מסילה: } 4 \text{ שורות (2 דונאס) } 60 \text{ דקות לאדם.}$$

$$0.52 = \frac{2,742 \times r_1}{M} \quad \text{הוצאות הון לצידוד: } 120 \text{ מ' מסילה, לפי 16.- ל"י למטר; קרונית הרמה 306.- ל"י; דיסקית הסבה 270.- ל"י; קרונית איסוף 256.- ל"י; סה"כ 2742.- ל"י}$$

העברת מיכלים לרחבה והחזרתם כשהם ריקים 0.53 ל"י/טון כמו בשיטת הבהמה.

דקוויל "ממונע"

ליחידת הפרדס ההשוואתית יש להצטייד ב-730 מ" מסילה (480 מ" מסילה ראשית ו-250 מ" שלוחה) נוסף ל-120 מ" המסילה הדרושים בשיטת הדקוויל הרגילה.

התחשיב נעשה כדלקמן:

הוצאות הון על מסילה ראשית ושלוחה:

$$1.64 \text{ ל"י/טון} = \frac{15,730 \times r_3}{M}$$

-15 ל"י למטר מסילה (7 שנים, 15% ריבית).

120 מ" מסילה, לפי -15 ל"י.

2 קרונות איסוף, לפי -256 ל"י.

2 דיסקיות הסבה, לפי -270 ל"י.

1 קטר + מישקלות, לפי 1.730 ל"י

הוצאות הון על ציוד נוסף:

$$1.52 \text{ ל"י/טון} = \frac{8,182 \times r_1}{M}$$

ציוד נוסף -

24 קרונות הסעה, לפי -150 ל"י.

סה"כ -8,182 ל"י (5 שנים, % ריבית).

הוצאות הון לסלילה:

$$0.07 \text{ ל"י/טון} = \frac{120 \times 4.50 \times r_4}{M}$$

רחבה של 120 מ² לפי 4.50 ל"י/מ² (10 שנים, 15% ריבית).

העמסת-יד של מיכלים על קרונות

$$0.12 \text{ ל"י/טון} = \frac{\frac{1}{60} \times C_2}{U_1}$$

1.00 דקה למיכל.

הכנסת מיכלים ריקים לשורה והוצאת

מיכלים מלאים (באמצעות הדיסקית):

$$0.18 \text{ ל"י/טון} = \frac{\frac{1.5}{60} \times C_2}{U_1}$$

0.5 דקות הכנסה, 1.00 דקות הוצאה.

העברת מסילה:

0.15 ל"י/טון

בשיטת הדקוויל הרגיל.

הסעת המיכלים לרחבת ההעמסה והחזרתם

כשהם ריקים

מהירות הקטר - 5 קמ"ש והוא סוחב

12 מיכלים.

$$0.09 \text{ ל"י/טון} = \frac{\frac{0.730}{5} \times C_2}{12 \times U_1}$$

המתנה לפריקת המיכלים מהקרוניות:

1.00 דקה למיכל

$$0.12 \text{ ל"י/טון} = \frac{\frac{1}{60} \times 2}{V_1}$$

פריקת המיכלים מהקרוניות ברחבה:

1.00 דקה למיכל

$$0.34 \text{ ל"י/טון} = \frac{\frac{1}{60} \times}{V_1}$$

הנחת מסילה ראשית + שלוחות

1,980 מ' - 400 דקות לאדם

$$0.01 \text{ ל"י/טון} = \frac{\frac{400}{60} \times C_2}{M}$$

סה"כ עבודת אדם: 0.01 ל"י/טון

מונורייל

הוצאות הון:

מחיר הציוד - 4,315 ל"י

$$0.81 \text{ ל"י/טון} = \frac{4,315 \times r_1}{M}$$

פחת תרמילים נוספים:

מחיר התרמילים - 500 ל"י

$$0.14 \text{ ל"י/טון} = \frac{500 \times r_2}{M}$$

העברת עמדה:

3 דבאס - 175 דקות לאדם

$$0.45 \text{ ל"י/טון} = \frac{\frac{175}{60} \times C_2}{3 \bar{m}}$$

פריקת תרמילים בקצה השורה:

25 תרמילים במיכל, משך הפעולה
בין 2 תרמילים מלאים - 0.38
דקות.

$$1.15 \text{ ל"י/טון} = \frac{(\frac{0.38}{60} \times 25) C_2}{V_1}$$

דלק:

0.25 ל"י לשעה.

$$0.12 \text{ ל"י/טון} = \frac{(0.38 \times 25) 0.25}{60 V_1}$$

העברת המיכלים במזלג לרחבה

$$0.53 \text{ ל"י/טון} =$$

כמו בשיטות הקודמות.

הובלה לבית האריזה

א. כללי

הוצאות הון למיכלי תקן

$$3.00 \text{ ל"י/טון} = \frac{1.500 \times 80 \times T_1}{12.000}$$

דרושים 1,500 מיכלי תקן (80* ל"י למיכל) לבית האריזה, בקיבולת של 12,000 טון ברוטו בעונה.

הוצאות הון למזלג

$$0.75 \text{ ל"י/טון} = \frac{4000 \times T_1}{M}$$

מחיר הציוד - 4.000 ל"י

סעינה במזלג ברחבת-ההעמסה (לפלאטפורמה ולמשאית)

$$0.51 \text{ ל"י/טון} = \frac{1.50}{60} \frac{(C_2 + C_2)}{V_1}$$

1.50 דקות למיכל

עבודת אנשים בפריקת מיכלים ריקים (מפלאטפורמה ומשאית)

$$0.06 \text{ ל"י/טון} = \frac{0.50 \times C_2}{60 V_1}$$

0.50 דקות למיכל

ב. משאית

$$\frac{150 \times 20}{60} = 0.50 \text{ שעה} =$$

1.50 דקות למיכל

המתנה (ממוצעת) לפריקה בבית האריזה: 0.50 שעה

פריקה בבית האריזה: 0.33 שעה

1.00 דקות למיכל

המתנה למיכלים ריקים והעמסתם: 0.42 שעה

1.25 דקות למיכל

* מאז החישוב ועד לפירסום עלה מחיר המיכלים, אך העלייה מתבטאת בתוספת הוצאה

שווה בכל השיטות שבהן משתמשים במיכלים (כ-40 אגורות לטון). לפיכך נשארים

בעינם הפרשי העלות שבין השיטות.

המתנה לפריקת מיכלים בשדה:

0.50 דקות למיכל

0.15 שעה

1.90 שעה

לפיכך, מחקבלת הטבלה הבאה לחישוב הוצאות ההובלה במשאית:

מספר המחזורים ביום	תחום המרחק (ק"מ)	ה מ ח י ר	(ל"י/טון)
1	50-0	= 10.20	$\frac{C_3}{6.9}$
	162-51	= 2.90+0.145	$\frac{C_3}{6.9} + \frac{(2L-100)}{6.9} C_4$
2	25-0	= 5.10	$\frac{C_3}{2 \times 6.9}$
	62-26	= 1.45+0.145	$\frac{C_3}{2 \times 6.9} + \frac{(4L-100)}{6.9} C_4$
3	17-0	= 3.40	$\frac{C_3}{3 \times 6.9}$
	29-17	= 0.97+0.145	$\frac{C_3}{3 \times 6.9} + \frac{(6L-100)}{6.9} C_4$
4	12-0	= 2.55	$\frac{C_3}{4 \times 6.9}$

L = המרחק (בק"מ) מהפרדס לבית האריזה.

ג. פלאטפורמה (16 מיכלי תקן)

הדרך הנכונה הוא לעבוד עם שתי פלאטפורמות, באופן שאחת מעמסת בפרדס עד שוב הטראקטור (עם הפלאטפורמה השנייה) מבית האריזה.

זמני המתנה:

המתנה בחור לפריקה בבית האריזה	0.50 שעות
פריקה בבית האריזה	0.27 שעות
המתנה למיכלים ריקים והעמסתם	0.33 שעות
סה"כ זמני המתנה במחזור	1.10 שעות
1.00 דקה למיכל	
1.25 דקה למיכל	

תחשיב:

הוצאות הון לפלאטפורמות:

4,000 ל"י ליחידה

$$1.50 \text{ ל"י/טון} = \frac{4,000 \times 2 \times 1}{M}$$

16 מיכלים, 5.5 טון פרי

עלות המחנה לפריקה והעמסה:

$$\frac{1.10 \times (C_1 + C_2)}{5.5} = 1.40 \text{ ל"י/טון}$$

הוצאות נסיעה:

$$\frac{\frac{2L}{1} (C_1 + C_2)}{5.5} = 0.127 \text{ ל"י/טון}$$

התחשיב

הוצאות חוץ:

5.000 ל"י היחידה

$$\frac{5.000 \times 1}{M} = 0.94 \text{ ל"י/טון}$$

עבודה טראקטור + מזלג בסידור המיכלים

ברחבה-ההעמסה:

1.00 דקה למיכל

$$\frac{\frac{2L}{V_1} (C_1 + C_2)}{V_1} = 0.34 \text{ ל"י/טון}$$

הוצאות טעינה ופריקה (עצמית):

5 דקות להעמסה בפרדס, 10 דקות
 לפריקה מיכלים מלאים והעמסה
 מיכלים ריקים בבית האריזה
 12 מיכלים - 4,120 טון פרי

$$\frac{\frac{15}{60} (C_1 + C_2)}{4.120} = 0.42 \text{ ל"י/טון}$$

הוצאות נסיעה:

$$\frac{\frac{2L}{V_1} (C_1 + C_2)}{4.120} = 0.170 \text{ ל"י/טון}$$

הערות

1. עקב העדר ניסיון מסמיק בעבודה נושא-המיכלים חונת, שעבודה המלגזה בסידור המיכלים בבית האריזה (להעמסה עצמית על-ידי נושא-המיכלים) אינה עולה על עבודתה בהעמסה הפלאטפורמות, או המשאיות - כפי שנחוג כיום. יש אף לשער, שזמן סידור המיכלים לטעינה עצמית על-ידי נושא-המיכלים יהיה קצר יותר מהזמן הדרוש לסידור המיכלים ולהעמסתם בשיטה הרגילה הנוכחית.

2. בכלי, כפי שהוא בנוי כיום, ניתן להוביל 12 מיכלים. ברור, שהשימוש בכלי יהיה זול יותר אם ייבנה לנשיאת 15 מיכלים.

3. בשיטה זו ניתן להעמיס בשדה באמצעות מזלג קטן, כך שהוצאות ההון למזלג יורדות מ-0.75 ל"י/טון ל-0.28 ל"י/טון.

עגלת רסקו (6)

הוצאות הון על טריילרים:

$$\frac{400 \times 170 \times r_3}{12,000} = 1.36 \text{ ל"י/טון}$$

לביט-אריזה בקיבולת של 12,000 טון ברוטו דרושים 170 טריילרים, במחיר של 400 ל"י כ"א (7 שנים 15% ריבית).

הוצאות הון על מיכלים:

$$\frac{295 \times 510 \times r_1}{12,000} = 3.76 \text{ ל"י/טון}$$

דרושים 510 מיכלים, במחיר של 295 ל"י כ"א (5 שנים 15% ריבית)

חיבור כרכרות בפרדס:

$$\frac{\frac{3}{60} \times (C_1 + C_2)}{V_2} = 0.34 \text{ ל"י/טון}$$

3.00 דקות למיכל

המתנה לפריקה ולהעמסה בבית האריזה:

$$\frac{\frac{3}{60} \times (C_1 + C_2)}{V_2} = 0.34 \text{ ל"י/טון}$$

3.00 דקות למיכל

הוצאות נסיעה:

$$\frac{\frac{2L}{V_1} (C_1 + C_2)}{n \times V_2} = 0.675$$

רכבת של n מיכלים להובלה

עגלת אשבל

מערך בית-אריזה זקוק ל-165 עגלות במחיר של 3,000 ל"י כ"א. בחישוב אורך-חיים כלכלי של 7 שנים ובריבית של 15% תחקבל השקעת ההון לעגלה:

$$\frac{3000 \times 165 \times r_3}{12,000} = 9.90 \text{ ל"י/טון}$$

$$\frac{\frac{2L}{V_1} (C_1 + C_2)}{V_4} = 0.225 \text{ ל"י/טון}$$

שהייה בבית האריזה: 0.66 ל"י/טון $\frac{0.25 (C_1 + C_2)}{V_4}$ ש" לעגלה

פריקת הפרי בבית האריזה נעשית על-ידי טראקטור + מפעיל + עוזר לעומת תיפעול 2 מלגזות + מפעיליהן + 2 עוזרים בשיטות האחרות. ההפרש מחבטא בחיסכון של 0.91 ל"י/טון.

אדמות קלות

טראקטור + מזלג (שיטות 15-17)

120+250 מ" (הלוך ושוב) ל-2 מיכלים במהירות 5 קמ"ש.

$$\frac{0.370 (C_1 + C_2)}{2 \times 5} = 0.75 \text{ ל"י/טון}$$

V_1

1.00 דקות למיכל, הטראקטור בא ומעמיס ישירות.

העמסה מיכלים לפלאטפורמה:

$$\frac{1}{60} (C_1 + C_2) = 0.34 \text{ ל"י/טון}$$

V_1

1.50 דקות למיכל, הטראקטור בא ופורק ברחבה ומעמיס שוב עם בוא המשאית.

העמסה מיכלים למשאית:

$$\frac{1.50}{60} (C_1 + C_2) = 0.51 \text{ ל"י/טון}$$

V_1

הכנסת מיכלים לשורה (פלאטפורמה ומשאית):

120 מ", 2 קמ"ש, 2 מיכלים.

$$\frac{0.120}{60} (C_1 + C_2) = 0.44 \text{ ל"י/טון}$$

V_1

נושא המיכלים נכנס לשורות ופורק; לכן "מגלגל" האדם רק 60 מ" בממוצע.

הכנסת מיכלים לשורה: 0.22 ל"י/טון

עגלת מנוף מהדריין

פריקת המיכלים הריקים בשדה נעשית על-ידי החלקתם על מסלול הגלילים. העמסת המיכלים המלאים נעשית באמצעות מנוף המפעל בידי הטראקטוריסט + עוזרו. פריקת המיכלים בבית-האריזה נעשית באמצעות מזלג, או (אם האחרון אינו פנוי) על-ידי החלקת המיכלים (בידיים) מהעגלה אל מסלול הגלילים של בית האריזה. לאחר הרקתם מסודרים המיכלים הריקים בשלוש קומות ומוסעים על גבי מסלול-גלילים אשר ממנו הם נסענים (על-ידי דחיפה ביד) אל העגלה.

התחשיב:

הוצאות הון לעגלה: $1.12 \text{ ל"י/טון} = \frac{6,000 \times r_1}{M}$
 מנוף-2.000 ל"י, פלאטפורמה -
 4.000 ל"י (5 שנים, 15% ריבית).

הוצאות הון למיכלים: $3.53 \text{ ל"י/טון} = \frac{1,410 \times 100 \times r_1}{12,000}$
 1.410 מיכלים לבית-אריזה בהיקף
 של 12,000 טון ברוטו, 100 ל"י
 המיכל.

פריקת ריקים והעמסת מלאים בשדה: $0.97 \text{ ל"י/טון} = \frac{0.50 \times (C_1 + C_2)}{4.380}$
 5 דקות לפריקה,
 25 דקות להעמסה.

המתנות לפריקה ולהעמסה בבית-האריזה: $0.53 \text{ ל"י/טון} = \frac{0.33 \times (C_1 + C_2)}{4.380}$
 20 דקות לעגלה.

סה"כ 6.15 ל"י/טון.

הוצאות נסיעה: $0.160L \text{ ל"י/טון} = \frac{\frac{2L}{V1} \times (C_1 + C_2)}{4.380}$

ה ע ר ו ת

- עד למרחק של 10 ק"מ מבית האריזה אפשר לבצע ארבע הובלות ביום ומספיק טראקטור אחד בתוספת מנוף ועגלה. אם המרחק גדול יותר, יש צורך במערכות הובלה נוספות. כל מערכת מייקרת את השיטה ב-1.12 ל"י לטון פרי.
- לא נלקחו בחשבון ההוצאות עבור מיתקנים נוספים בבית האריזה הדרושים לצורך שיטה זו.

ס פ ר ו ת

1. אשבל, מ' (1962) הובלת פרי-הדר בתפזורת. עלון הנוסע מס' 11-12 (שנה טז'): 57-60.
2. גולן, א' (1962) מיכלים גדולים לקטיף פרי הדר. עלון הנוסע מס' 11-12 (שנה טז'): 53-57.
3. גורביץ, ג', אבן, פ' (1965) שיטות הוצאת פרי מאדמות כבדות. המכון להנדסה ופריזון הייצור בחקלאות, בית-דגן.
4. לויטיקוס, י' (1963) הובלה וארגון בפרדסים, באדמות כבדות. הטכניון, המחלקה להנדסה חקלאית, חיפה.
5. _____, גולומב, א' (1964) הוצאת פרי מאדמות כבדות בעזרת דוקוויל. עלון הנוסע מס' 8 (שנה יח'): 422-423.
6. _____, אמיר, א' (1964) "מובילית" - מיתקן עזר לקטיף הדירים. עלון הנוסע מס' 7 (שנה יח'): 378-381.

ר ש י מ ת ה ס י מ נ י ם

מספרים שהוצגו
לצורך דוגמת החישוב

הגדרה כללית

A	$=$	300	A - שטח הפרדס (דונאם)
P_1	$=$	70	P_1 - אחוז שטח האשכוליות בפרדס
P_2	$=$	30	P_2 - אחוז שטח התפוזים בפרדס
\bar{m}_1	$=$	6.0	\bar{m}_1 - יבול דונאם אחד אשכוליות (טונות)
\bar{m}_2	$=$	4.0	\bar{m}_2 - יבול דונאם תפוזים (טונות)
\bar{m}	$=$	5.4	\bar{m} - יבול משוקלל לדונאם פרדס (טונות)
M	$=$	1600	M - יבול שנתי ליחידת הפרדס (טונות)
פרוט-ראה עמוד 7			U_j - תכולת כלי הקיבול (טון)
C_1	$=$	4.50	C_1 - מחיר ממוצע לשעת עבודה טראקטור (ל"י)
C_2	$=$	2.50	C_2 - מחיר לשעת עבודה אדם (ל"י)
C_3	$=$	70.-	C_3 - מחיר יום עבודה של משאית, עד 100 ק"מ (ל"י)
C_4	$=$	0.50	C_4 - מחיר לק"מ משאית מעל 100 הק"מ הראשונים (ל"י)
C_5	$=$	1.00	C_5 - מחיר שעת סוס-עבודה (ל"י)
V_1	$=$	20	V_1 - מהירות הנסיעה של טראקטור מוביל (קמ"ש)
V_2	$=$	40	V_2 - מהירות הנסיעה של משאית מובילה (קמ"ש)
r_1	$=$	0.3	r_1 - מקדם החזר-הון ל-5 שנים ו-15% ריבית
r_2	$=$	0.438	r_2 - מקדם החזר-הון ל-3 שנים ו-15% ריבית
r_3	$=$	0.24	r_3 - מקדם החזר-הון ל-7 שנים ו-15% ריבית
r_4	$=$	0.20	r_4 - מקדם החזר-הון ל-10 שנים ו-15% ריבית
			I - המרחק מהפרדס לבית האריזה (ק"מ)
			n - מספר מיכלים ב"רכבת" בהובלה בשיטת רסקו
			i - מספר הובלות אפשרי על-ידי משאית ביום עבודה בן 10 שעות.

STUDY OF METHODS FOR HANDLING AND TRANSPORTING CITRUS FRUIT FROM
THE GROVE TO THE PACKING HOUSE

by

U. Yechiali, A. Golomb and M. Weinblum

SUMMARY

During the last few years, new elements and methods of handling and transporting citrus fruits have been introduced. Most of the standard field boxes have been replaced by pallet boxes which contain 300-400 kg of fruit, or even larger containers, which contain 1000-3000 kg each.

In order to overcome the problem of compaction during in-the-row transportation of boxes in heavy soils, new devices have been developed: "Dekovil", which consists of narrow rails that can be moved about in the rows of the grove, and a transferable monorail. Bin trailers for the Self-loading and unloading of pallet boxes have also been introduced, on an experimental basis.

Different combinations of the usual and new handling elements were tested in this study. The cost of using each method was computed for definite conditions; formulas enable the recomputation for any other system. The conclusions are that the following methods for transporting 20-30 km are the most inexpensive:

1. Self-propelled Dekovil and bin trailer - for plain heavy soils where there is no road.
2. Ordinary Dekovil and bin trailer - for heavy soils with a hill topography, or for orchards where roads exist.
3. Tractor with forklift and bin trailer - for light soils.
4. Train of 7-8 bin-wagons (100-kg capacity each) - where moving on main roads can be avoided (since it is not permitted by law).

THE INSTITUTE OF ENGINEERING AND PRODUCTIVITY IN AGRICULTURE

Prelim. Rep. No. 550

STUDY OF METHODS FOR HANDLING AND TRANSPORTING CITRUS FRUIT FROM
THE GROVE TO THE PACKING HOUSE

by

U. Yechiali, A. Golomb and M. Weinblum

Division of Scientific Publications
THE VOLCANI INSTITUTE OF AGRICULTURAL RESEARCH
Rehovot, October 1966