

מו"פ צפון, דו"ח שנתי 2021

שם התכנית: בירור עמידות כנות וזני אבוקדו שונים לקור

מספר מחקר: 91-106-20

חוקר ראשי: ד"ר ליאור רובינוביץ'

סטטוס התכנית (נמשכת/סופית): נמשכת

מועד התחלה וסיום התכנית: 2020-2022

תוכן עניינים

.....	תקציר
.....	רקע קצר, תיאור הבעיה ומטרות המחקר
.....	מהלך המחקר ושיטות העבודה
.....	תוצאות ביניים
.....	דיון
.....	ביבליוגרפיה

תקציר:

למרות האטרקטיביות הגדולה של האבוקדו (*Persea americana*), גידול סובטרופי זה רגיש במיוחד לנזקי קרה. העצים במטעים מורכבים ע"ג כנות העשויות להשפיע על תכונות רבות של הזן המורכב. עם זאת, במחקרים לבירור כנות, לא ניתן דגש להשפעת הכנה על הקניית העמידות לקרה לרוכב. כמו כן, אין מידע מסודר לגבי עמידותם של זני אבוקדו שונים לקור. השנה, מטרת המחקר העיקרית היא 1. לבחון ולאפיין את העמידות של עצי אבוקדו צעירים מהזן 'האס' המורכבים ע"ג כנות שונות ו- 2. לבחון ולאפיין את העמידות של שתילי אבוקדו ועצי אבוקדו צעירים מזנים שונים המורכבים ע"ג אותה כנה וגטיבית. לשם כך, שתילים אבוקדו מזנים שונים המורכבים ע"ג הכנה VC804 נחשפו לעקת קרה מלאכותית במעבדה. מהתוצאות עד כאן נראה כי הנזק הגבוה ביותר נגרם לשתילים מהזנים 'האס', 'BL' ו-'GEM' והנזק הנמוך ביותר נגרם לשתילים מהזן 'אטינגר'. ערכי פלורסנציית כלורופיל ( $Fv/Fm$ ) היו הנמוכים ביותר בזנים 'האס', 'BL' ו-'GEM' וגבוהים ביותר בזנים 'אטינגר' ו'פינקרטון'. כמו כן, בוצע מעקב אחרי עצים צעירים שניטעו בחלקת הניסוי בחוות המטעים בעמק החולה. בחלקה זו לא חלו אירועי קרה משמעותיים בחורף 20-21. כתוצאה מכך, לא נגרם לעצים נזק חיצוני נראה לעין. עדיין, בעצי הכנות והזנים נצפתה ירידה קלה בערכי  $Fv/Fm$  במהלך החורף, אך ללא הבדל מובהק בין הכנות השונות או הזנים השונים. בחלקת הניסוי בחוות מטעים, קוטר הגזע הגבוה ביותר נמדד בכנה דוסה ובזנים דמויי 'האס'-'BL' ו'גים'. על פי התוצאות עד כאן, הוזמנו שתילי אבוקדו משילובי כנה ורוכב הנראים עמידים יחסית לקור. שתילים אלה ישמשו אותנו לניסיונות בשנה ג'.

רקע קצר, תיאור הבעיה ומטרות המחקר:

האבוקדו (*Persea americana*) הינו עץ פרי סובטרופי ירוק עד השייך למשפחת העריים (Lauraceae) ומוצאו במרכז אמריקה ומקסיקו. ייצור האבוקדו העולמי ב-2017 עמד על כ-6 מיליוני טונות ממטעים על פני שטח של כ-5.9 מיליון דונמים ([www.faostat.org](http://www.faostat.org)). רוב הפירות מיוצרים בארצות מרכז אמריקה, כאשר מקסיקו היא היצרנית הגדולה ביותר בעולם (כ-30% מהפירות). בארץ היקף מטעי האבוקדו עומד

על כ- 110,000 דונם (נכון ל- 2019) ובשנים הקרובות, הצפי הוא לגידול בהיקף המטעים בקצב של כ- 10,000 דונם נוספים בכל שנה (ידע אישי, מיקי נוי). הפרי משווק גם לייצוא וגם בשוק מקומי ובשנים האחרונות הוא פודה מחירים גבוהים. הזן 'האסי' מרכיב מעל 90% מהיבול בקרב זני האבוקדו בעולם, אולם מהווה רק כמחצית משטחי האבוקדו בישראל. לעצים מזן זה צימוח חזק והפרי מתאפיין בטעם טוב ובקליפה עבה ונוחה לקילוף שצבעה מתחלף לשחור עם ההבשלה. למרות האטרקטיביות הגדולה של ה'האסי', זן זה אינו נפוץ במטעי הגליל העליון ועמק הירדן, מכיוון שגודל הפרי באזור זה קטן מדי ביחס לדרישות השוק בייצוא. על כן, באזורים אלה הזן הנפוץ ביותר הוא ה'פינקרטון', זן ירוק בעל פרי גדול, אשר לו חשיבות כלכלית רבה מכיוון שהוא מהווה תחליף לגידול זן ה'האסי'. כמו כן, פותחו בשנים האחרונות זנים "דמויי האסי" ביניהם ניתן למנות את הזנים 'BL', 'גיאס' ו- 'מלומה' אשר בדומה ל'האסי' משחירים עם ההבשלה. זן חשוב נוסף הוא ה'אטינגר', המאופיין בפרי בעל קליפה ירוקה וחלקה, וצימוח צירי וגבוה. בשל העדר אלטרנטיבות טובות ממנו, ה'אטינגר' משמש כמפרה ברוב המכריע של מטעי הארץ. למרות האטרקטיביות הגדולה של הגידול, האבוקדו רגיש במיוחד לנזקי קרה, המוגדרת כאירוע אקלימי בו יורדת הטמפרטורה אל מתחת לנקודת הקיפאון של המים ברקמות הצמח<sup>1</sup>. תופעת זו, תוך מספר שעות בודדות, יכולה להביא לנזקים משמעותיים לגידול וכתוצאה מכך לפגיעה מהותית ברווחיות המגדלים. היקף הבעיה הינו רחב מאוד ועומד על עשרות אלפי דונמים, זאת מכיוון שברוב אזורי הגידול האבוקדו בארץ ייתכנו אירועי קרה וכל זני האבוקדו הגדלים היום בארץ רגישים לתופעה.

נהוג לסווג את אירועי הקרה לשלוש: 1. קרה קרינתית: הקרה השכיחה ביותר. נגרמת עקב מעבר חום בקרינה מפני השטח לרקיע. מתרחשת בלילות קרים, יבשים (לחות יחסית נמוכה), ללא רוח ובהירים (ללא עננות). בקרה זו נפגעים שטחים נמוכים ומישוריים וכן שטחים החסומים ע"י מטעים, משברי רוח ומבנים, המפריעים לזרימה חופשית של האוויר קר. 2. קרה מוסעת: קרה המתבטאת בטמפרטורות נמוכות, הנגרמות ע"י אוויר קר שמגיע לאזור לאחר מעבר חזית קרה. בקרה זו נפגעים גם שטחים גבוהים, החשופים לזרימת האוויר הקר. 3. קרה משולבת: אירוע קיצוני ממושך, המשלב קרה קרינתית וקרה מוסעת. קרה זו מאופיינת בטמפרטורות יום ולילה נמוכות ובלחות נמוכה, ובשל כך, הפגיעה בגידולים חמורה ביותר<sup>2</sup>. נזקי הקרה נובעים מממספר סיבות: 1. כתוצאה מקפיאת המים בחללים בתווך הבין תאי או בין הממברנה לדופן, מים יוצאים מהתא (מהפרוטופלסט) ונגרמת עקת יובש<sup>3</sup>, 2. באירועי קרה קיצוניים או כאשר קצב ירידת הטמפרטורה מהיר, יכול להיגרם נזק פיזי לתא בעקבות היווצרות גבישי קרח הפוגעים בממברנות התא<sup>3</sup>, ו-3. בעקבות קרינת השמש בבוקר שאחרי הקרה מצטברת אנרגיה עודפת במערכת הפוטוסינתטית ובעקבות כך נוצרים רדיקלים חופשיים (Reactive Oxygen Species- ROS) הגורמים לנזק חמצוני לתאים. תופעה זו מתעצמת במיוחד לאור העובדה כי מערכות שנועדו לנטרל את הרדיקלים החופשיים אינן מתפקדות כראוי עקב הטמפרטורות הנמוכות<sup>4</sup>. כיום, מוצעות מספר שיטות אקטיביות להתמודדות עם נזקי הקרה. במסגרת עבודות מקיפות לבחינת אמצעים להגנה מפני קרה באבוקדו ובגידולים סובטרופיים נוספים שערכנו במסגרת תוכנית קודמת שמומנה ע"י המדען הראשי של משרד החקלאות, נראה כי אחד הכיוונים המבטיחים ביותר הוא השימוש ברשתות הצללה מעל נוף העצים (דוח למדען הראשי משרד החקלאות- 2017-18, תכנית תמיכות קוד זיהוי 0012-01-91). שיטה זו ואחרות נמצאות עדיין בתהליכי פיתוח. ישנן גם שיטות פסיביות להתמודדות עם התופעה, עליהן ניתן למנות הימנעות מנטיעה באזורי בעלי סכנה גבוהה לקרה וכן בחירה בזנים וכוונת בעלי עמידות גבוהה יותר לקור. עם זאת, אין כמעט ידע מבוסס בנוגע לעמידות לקור של מרבית מזני וכוונת האבוקדו בישראל.

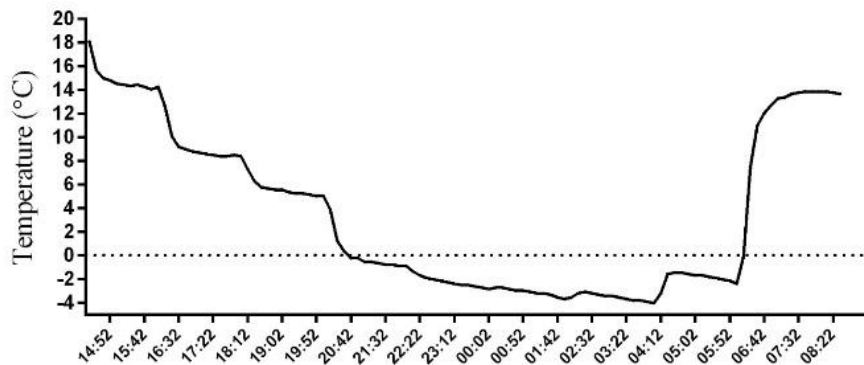
במטעי האבוקדו המודרניים, כלל העצים מורכבים על גבי כנות. כנה עשויה להשפיע על תכונות רבות של הזן המורכב עליה, ביניהן ניתן למנות תכונות כמו עוצמת צימוח, פוריות, איכות פרי, עמידות למים מושבים או לגורמי מליחות במים, עמידות לסוגי קרקעות שונים ועמידות לעקות ביוטיות וא-ביוטיות<sup>5</sup>. בירור כנות האבוקדו בארץ הוכתב בעיקר ע"י העלייה במליחות המים שנגרמה לאחר הפעלת המוביל הארצי (1964), ונמשכה עם עליית האספקה של מי קולחין למטעים<sup>6</sup>. מהסיבה הזו התמקד הבירור בכנות מתת-המין המערב-הודי, שלהן תכונות של עמידות למלח אך רגישות לקור, ונפסק לחלוטין השימוש (וגם הבירור) של כנות רגישות למלח מהגזע המקסיקני אשר להן עמידות מוגברת לקור<sup>7</sup>. בכל שנות המחקר הרבות לבירור כנות, לא ניתן כלל דגש לנושא השפעת הכנה על הקניית העמידות לקרה לרוכב. בבחינה ראשונית שערכנו אצלנו במעבדה, נמצא כי ענפי אבוקדו מהזן 'האס' שנלקחו מעצים צעירים המורכבים ע"ג כנה VC-320 במטע לוחמי הגטאות הראו עמידות מוגברת לעקת קרה מבוקרת, זאת ביחס לענפי 'האס' המורכבים על הכנות הנפוצות דגניה 117 ו-VC26. כמו כן, נמצא כי שתילי 'האס' שהורכבו על הכנה 'דוסה' הראו גם הם עמידות מוגברת לעקת קרה מבוקרת (מידע טרם פורסם). בנוסף, במחקר שערכנו לאחרונה מצאנו כי העמידות המוגברת לקור של הזן 'אטינגר' נובעת ככל הנראה מפעילות נוגדת חמצון וכי פעילות זו מקורה בפעילות לא-אנזימתית, ככל הנראה בהצטברות פוליפנולים<sup>8</sup>. עבודתנו זו נתמכת גם מעבודה נוספת בה נמצא קשר בין פעילות נוגדי חמצון לבין עמידות שתילי אבוקדו לעקת קרה מלאכותית<sup>9</sup>.

מטרת המחקר העיקרית היא לבחון ולאפיין את העמידות לעקת קרה מבוקרת של שתילי אבוקדו מהזן 'האס' המורכבים ע"ג כנות שונות וכן של שתילי אבוקדו מזנים שונים המורכבים על אותה הכנה. מטרה נוספת היא לבדוק את הקשר בין פעילות נוגדת חמצון לעמידות לקרה כמנגנון אפשרי בהגנה מפני עקה זו. תוצרים מידיים של המחקר יהוו ידע חשוב בנוגע להשפעת הזן או הכנה על עמידות לקרה בזני אבוקדו מסחריים. ידע זה יוכל לשמש את השתלנים ואת מגדלי האבוקדו בצפון בפרט ובישראל בכלל ע"מ להקטין את הנזק הכלכלי הפוטנציאלי העלול להיגרם להם כתוצאה מנזקי קרה במטעים, בדגש על מטעים האמורים להינטע במסגרת הרחבת היקף הנטיעות המשמעותית שחווה ענף האבוקדו בשנים האחרונות. תוצר אפשרי נוסף הוא פיתוח ידע הקושר את פעילות נוגדת החמצון של העלים מהכנות השונות לרמת עמידותם לעקת הקרה. פיתוח אפשרי נוסף הוא שילוב מצטיין של כנה עמידה לקור יחד עם זן עמיד לקור, כך שניתן יהיה לייצר שתילים עמידים במיוחד לקור. יש לציין כי בנוסף לעמידותם לקור, ייתכן ושתילים אלה יהיו עמידים גם לעקות א-ביוטיות נוספות כגון צינה ועקת יובש, הדומות במאפייניהן לעקת הקרה.

#### **מהלך המחקר ושיטות העבודה :**

נבחרו שתילי אבוקדו מזנים שונים ('האס', 'אטינגר', 'ג'ים', 'BL' ו-'פינקרטון') המורכבים על אותה כנה ווגטיבית VC804. השתילים היו בעלי מאפיינים פנולוגיים דומים ובני אותו הגיל. הניסוי בוצע בחמש חזרות לפחות לכל זן, בכל חזרה 3 שתילים. השתילים נחשפו לטיפול עקת קרה מבוקרת (מלאכותית) באמצעות הכנסתם לתא אקלים וחשיפתם לגרדיאנט טמפי' הדומה לזה שאירע בשטח במהלך ליל קרה במטע רגבה בינואר 2017 (מתואר להלן באיור מס' 1). בתום טיפול הקפיאה הועברו השתילים לחדר גידול מבוקר, בו נחשפו לתאורה פוטוסינטטית בעוצמה של כ-700 מיקרוואינשטיין למשך 5 שעות ע"מ לדמות את קרינת השמש בבוקר שלאחר הקרה (טיפול הקרה המבוקרת). לאחר פרק זמן זה ועד לתום הניסוי, הושארו השתילים בחדר הגידול תחת תאורה פלואורסנטית סטנדרטית. לצורך בחינת עמידות השתילים לעקת הקרה המבוקרת נלקחו המדדים הבאים (מדדי הניסוי) : 1. אומדן נזק חיצוני לעלים נקבע בסולם של 0-5. 2. ערך Fv/Fm המהווה אומדן לנזק למערכת הפוטוסינטטית נקבע באמצעות מכשיר פלורימטר FluorPen fp100. מדד זה נלקח בחושך, לאחר "הרגלה לתנאי חושך" לפרק זמן שאורכו 20 דקות לפחות. מדדי הניסוי

נלקחו במספר נקודות זמן: 1. לפני הכנסת השתילים לתא האקלים ( $T=-24h$ ). 2. חמש שעות לאחר הוצאתם מתא האקלים, מיד לאחר סיום חשיפתם לעוצמת התאורה הגבוהה ( $T=0$ ). 3. 7 ימים לאחר הוצאתם מתא האקלים ( $T=7D$ ).



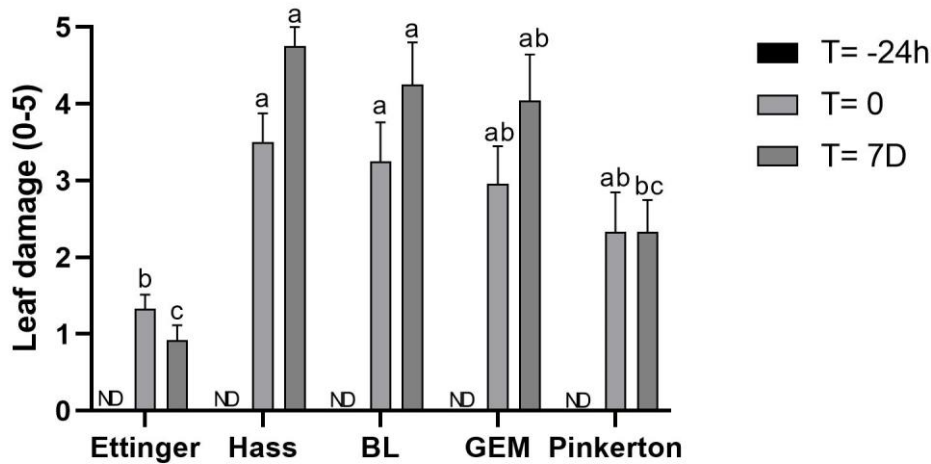
איור 1. גרדיאנט הטמפי אליו נחשפו השתילים בתא האקלים.

בנוסף, במהלך קיץ 2020 נטעו בחוות מטעים בעמק החולה שתילי אבוקדו מזנים שונים ('האס', 'פינקרטון', 'ג'ים', 'BL' ו-'מלומה') המורכבים על אותה כנה ווגטטיבית VC804. השתילים ניטעו ב-5 חזרות, בכל חזרה 3 עצים מכל זן. מבנה החלקה בלוקים באקראי. כן ניטעו עצי אבוקדו מהזן 'אטינגר' אשר ישמשו כמפריס לזנים השונים. לצורך בחינת עמידות עצים אלה לתנאי קור בשטח, נלקחו במהלך חורף 20-21 המדדים הבאים: 1. אומדן נזק חיצוני לעלים נקבע בסולם של 0-5. 2. ערך  $Fm/Fv$ . 3. בחלקה הוצבו מדי טמ"פ ('הובוי') לצורך ניטור רציף של טמ"פ האוויר. בנוסף, נלקחו מדדים אלה גם עבור העצים בחלקת הכנות שניטעה בחוות מטעים במהלך קיץ 2019.

#### תוצאות ביניים:

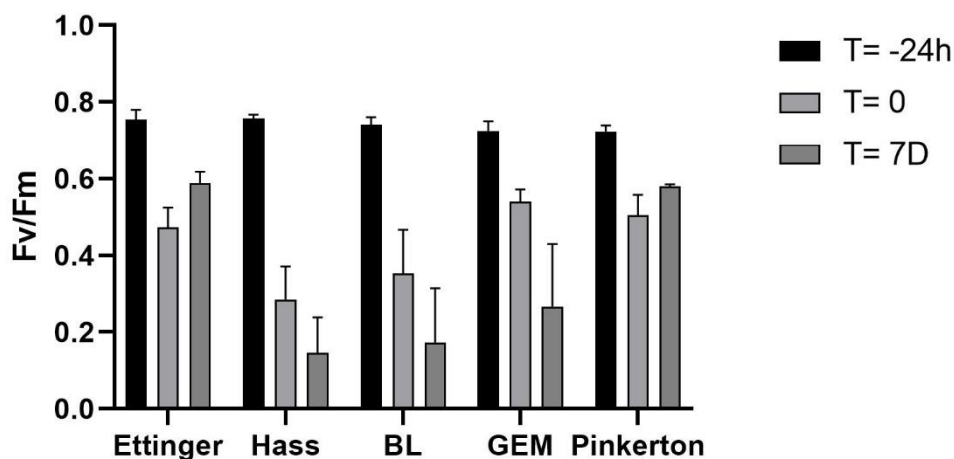
##### ניסויי שתילים- זנים שונים

ראשית, נבחנה תגובתם של שתילי אבוקדו מהזנים השונים המורכבים על אותה הכנה הווגטטיבית VC804 לעקת הקרה המלאכותית. ניתן לראות כי בכל הזנים, לפני החשיפה לעקת הקרה המלאכותית, לא נראה לעין כל נזק לעלווה (איור 2). מיד לאחר תום העקה, ניכר נזק קל עד בינוני בכל הזנים, כאשר הנזק המועט ביותר נגרם ל'אטינגר' והקשה ביותר ל'האס'. לאחר 7 ימים מתום העקה ניכר נזק משמעותי יותר לעלווה ברוב הזנים. הנזק הגבוה ביותר נגרם לשתילי 'האס', כאשר הנזק הנמוך ביותר נגרם לשתילי 'אטינגר'. הנזק שנגרם ב'אטינגר' היה נמוך באופן מובהק ביחס לזנים 'ג'ים', 'BL' ו-'האס'. בזן 'פינקרטון', הנזק לעלווה היה נמוך באופן מובהק ביחס לזנים 'האס' ו-'BL' ודומה לזה של 'אטינגר' וה'ג'ים'.



**איור 2:** אומדן נזק לעלווה בשתילים. שתילי אבוקדו מזנים שונים המורכבים על אותה הכנה VC804 נחשפו לעקת הקרה המלאכותית. אומדן הנזק לעלווה נאמד בסקלה של 0-5 (נזק אפסי-0, נזק חמור-5) בשלוש נקודות זמן שונות: T=-24h לפני החשיפה לעקה, T=0 מיד לאחר החשיפה לעקה, T=7D 7 ימים מתום החשיפה לעקה. כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה 3 שתילים, 4 עלים נמדדים בכל שתיל. אותיות שונות מעל העמודות מראות על הבדל מובהק סטטיסטית ברמת הנזק בין הזנים השונים באותה נקודת הזמן (Tukey-HSD, P<0.05). ND - נזק שאינו נראה לעין.

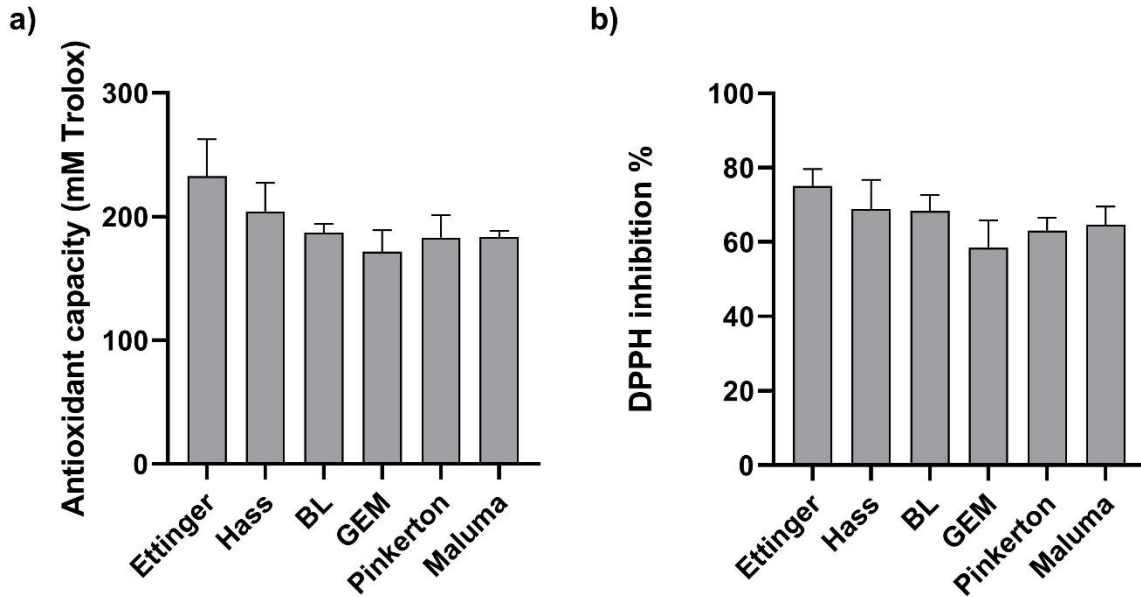
על מנת למדוד ערך כמותי בלתי תלוי, נבדק גם ערך Fv/Fm המהווה מדד מייצג לנזק למערכת הפוטוסינתטית של הצמח. ניתן לראות כי בכל הזנים, לפני החשיפה לעקת הקרה המלאכותית, ערך Fv/Fm היה הגבוה ביותר ועמד על 0.8 בקירוב, כלומר ללא נזק למערכת הפוטוסינתטית (איור 3). בהתאמה לאומדן הנזק לעלווה, מיד לאחר תום העקה ו-7 ימים לאחר מכן, ניכרת ירידה בערך Fv/Fm בכל הזנים, אך ללא הבדל מובהק ביניהן (Tukey-HSD, P<0.05). בהתאמה לאומדן הנזק לעלווה, ערך זה היה הנמוך ביותר בשתילי 'האס' וה-'BL', כאשר הערך הגבוה ביותר נמדד בשתילי 'האיטינגר' וה'פינקרטון'.



**איור 3:** פלורוסנציית כלורופיל (Fv/Fm) בשתילים. שתילי אבוקדו מזנים שונים המורכבים על אותה הכנה VC804 נחשפו לעקת הקרה המלאכותית. ערך Fv/Fm נמדד בשלוש נקודות זמן שונות: T=-24h לפני החשיפה לעקה, T=0 מיד לאחר החשיפה לעקה, T=7D 7 ימים מתום החשיפה לעקה. כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, כל חזרה 3 שתילים.

פעילות נוגדת חמצון

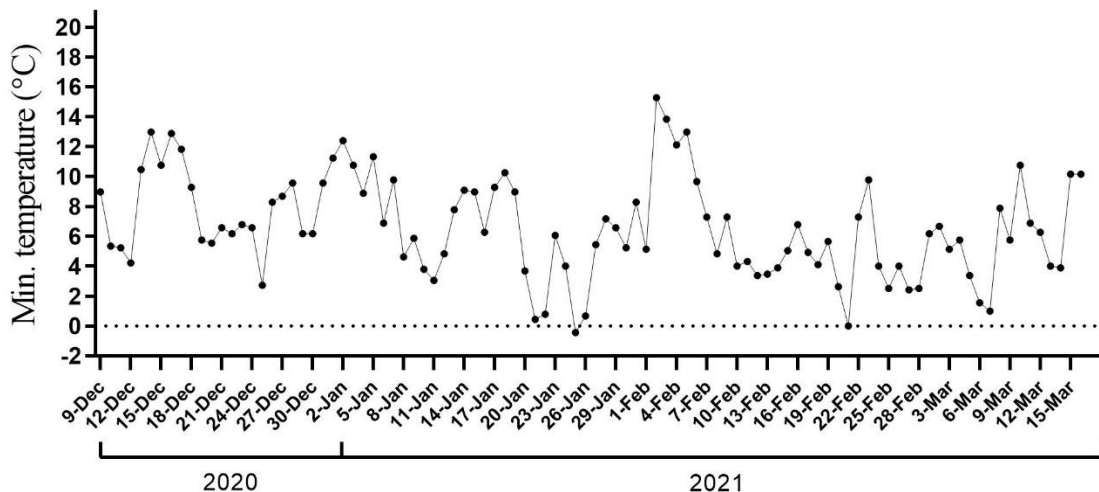
על מנת לבחון את הקשר בין פעילות נוגדת חמצון לבין תכונת העמידות לקור, נאספו עלים משתילי האבוקדו ונבחנה פעילות זו בשתי שיטות שונות (איור 4). בשתי השיטות שנבחנו פעילות נוגדת חמצון הייתה הגבוהה ביותר בזן 'אטינגר' ונמוכה ביותר בזן 'גם', אך ללא הבדלים מובהקים בין הזנים השונים.



**איור 4:** פעילות נוגדת חמצון בשתילי אבוקדו מזנים שונים. מוהל מהעלים הופק משתילי אבוקדו מזנים שונים המורכבים על אותה הכנה (VC804) ונמדדה פעילות נוגדת חמצון באמצעות שיטות ה-FRAP (a) וה-DPPH (b). כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 10-15 חזרות, כל חזרה שתיל בודד.

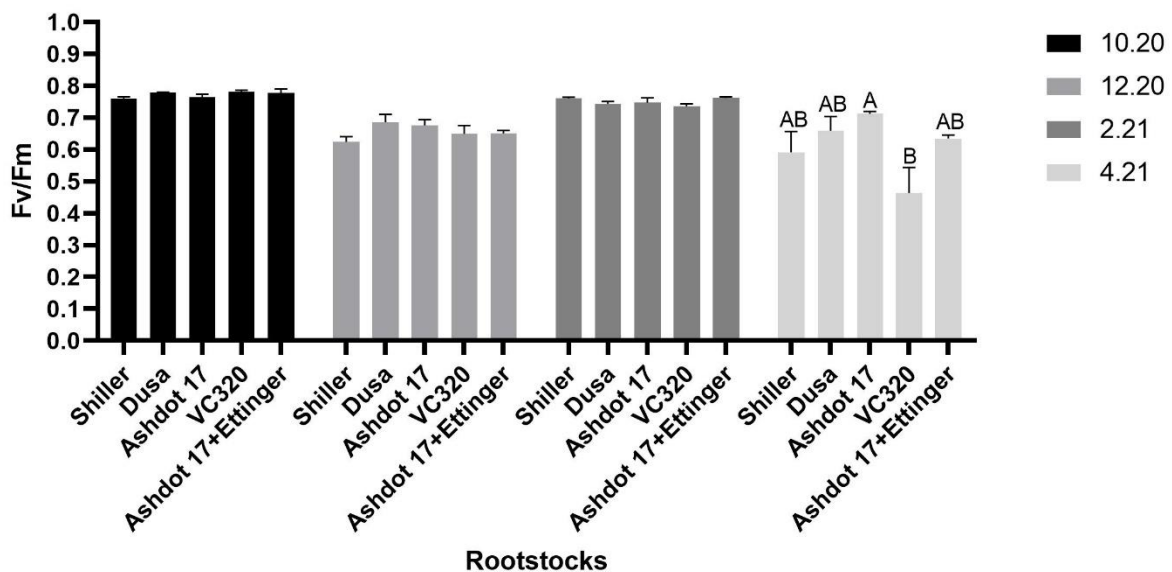
חלקת מודל חוות מטעים- כנות שונות

בחלקות הניסוי בחוות המטעים בעמק החולה, לא חלו אירועי קרה בחורף 20-21, למעט אירוע בודד בו הטמ'פ ירדה בחודש ינואר 2021 לכדי  $-0.44^{\circ}\text{C}$ , כאשר הטמ'פ שהתה מתחת ל- $0^{\circ}\text{C}$  למשך כשעה בלבד (איור 5). אירוע קרה זה אינו משמעותי ועל כן לא נגרם נזק חיצוני לעלוות העצים.



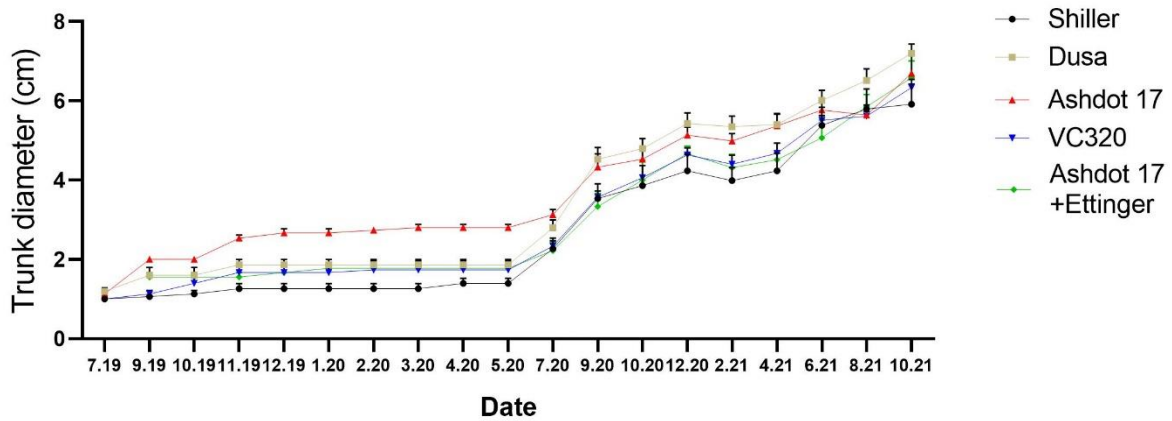
**איור 5:** טמ"פ המינימום בחוות מטעים בחורף 2020-2021. אוגרי טמפרטורה הוצבו בחלקת הניסוי בחוות מטעים בעמק החולה בחובם של העצים בגובה של כ- 1.5 מ' מעל פני הקרקע ומדדו באופן רציף (כל 10 דקות) את טמ"פ האויר. בגרף מוצגות טמ"פ המינימום בחלקה מתחילת דצמבר 2020 ועד אמצע מרץ 2021.

ממדידות Fv/Fm בחלקת הכנות ניתן לראות כי במדידות הרקע שנערכו במהלך אוקטובר 2020, ערכי Fv/Fm גבוהים ועומדים בכל הכנות קרוב ל- 0.8, ללא הבדלים מובהקים (איור 6). במהלך דצמבר 2020, ניתן לראות ירידה כללית בערך זה בכל הכנות, לכדי אזור ה- 0.7, ללא הבדל בין הכנות השונות. במהלך חודש פברואר 2021, ניתן לראות עלייה מסוימת ביחס למדידה הקודמת, אך עדיין ללא הבדל מובהק בין הכנות. במהלך חודש אפריל 2021 נמדדה ירידה בערכי Fv/Fm בחלק מן הכנות, כאשר ערך זה היה הנמוך ביותר בכנה VC320, שם עמד על כ- 0.46 בלבד. ערך זה היה נמוך באופן מובהק ביחס לכנה אשדות 17, בה נצפה ערך Fv/Fm הגבוה ביותר. ביתר הכנות לא נצפו הבדלים מובהקים במדד זה.



**איור 6:** פלורוסנציית כלורופיל (Fv/Fm) בעצים מחלקת הכנות בחוות מטעים בחורף 2020-2021. ערכי Fv/Fm נמדדו בשתילי 'האסי' המורכבים על כנות שונות בחוות מטעים בעמק החולה בארבעה מועדים שונים. כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה שלושה עצים לפחות, 3 עלים לכל עץ. אותיות שונות מעל העמודות מראות על הבדל מובהק סטטיסטית (Tukey-HSD,  $P < 0.05$ ).

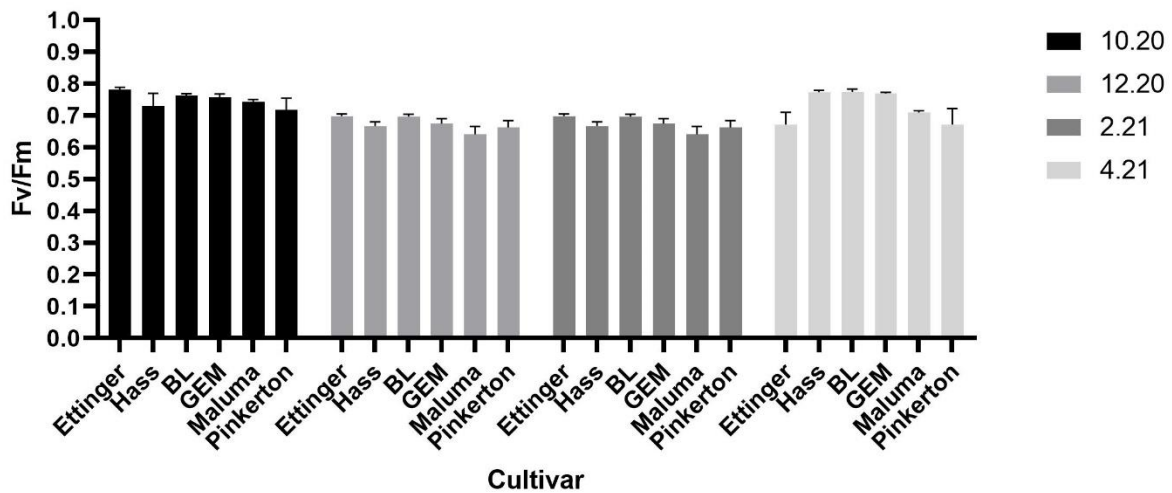
לשם בחינת השפעת הכנות השונות על התפתחות העצים, נמדד קוטר הגזע לאורך השנה (מוצגים גם נתוני השנה הקודמת). ממדידות אלה ניתן לראות כי קוטר הגזע בתחילת המדידות היה דומה מאוד בין כל הכנות (איור 7). ככלל, קצב הצימוח היה נמוך במהלך חודשי החורף. במהלך האביב והקיץ קצב הצימוח בכל הכנות היה גבוה יחסית, ובמועד המדידות האחרון באוקטובר 2021, קוטר הגזע הגבוה ביותר נמדד בכנה דוסה. קוטר הגזע הנמוך ביותר נמדד בכנה שילר.



**איור 7:** קוטר גזע בעצים בחוות מטעים. קוטר הגזע נמדד בשתילי 'האס' המורכבים על כנות שונות בחוות מטעים בעמק החולה במועדים שונים החל מיולי 2019. כל נקודה מייצגת ממוצע של 5 חזרות, בכל חזרה שלושה עצים לפחות.

### חלקת מודל חוות מטעים- זנים שונים

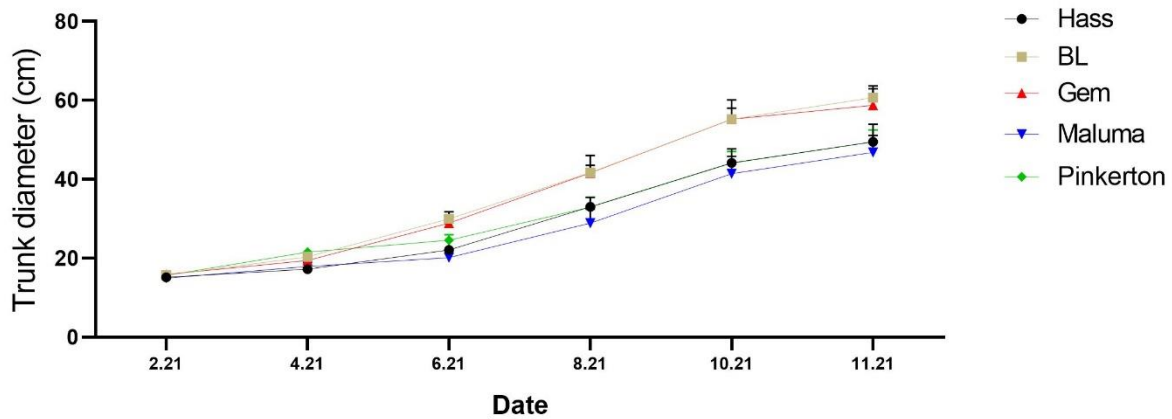
ממדידות Fv/Fm בחלקת הזנים ניתן לראות כי במדידות הרקע שנערכו במהלך אוקטובר 2020, ערכי Fv/Fm גבוהים ועומדים ברוב הכנות קרוב ל-0.75, ללא הבדלים מובהקים (איור 8). במהלך דצמבר 2020, פברואר 2021 ואפריל 2021, לא היה שינוי משמעותי בערכי Fv/Fm ולא נראו הבדלים מובהקים בין הזנים השונים (Tukey-HSD,  $P < 0.05$ ).



**איור 8:** פלורוסנציית כלורופיל (Fv/Fm) בעצים מניסוי הזנים בחוות מטעים בחורף 2020-2021. ערכי Fv/Fm נמדדו בשתילי אבוקדו מזנים שונים המורכבים על אותה הכנה הווגטיבית בחוות מטעים בעמק החולה בארבעה מועדים שונים. כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה שלושה עצים לפחות, 3 עלים לכל עץ.

לשם בחינת השפעת הזנים השונים על התפתחות העצים, נמדד קוטר הגזע לאורך השנה. ממדידות אלה ניתן לראות כי קוטר הגזע בתחילת המדידות היה דומה מאוד בין כל הזנים (איור 9). ככלל, קצב הצימוח היה נמוך במהלך חודשי החורף. במהלך האביב והקיץ קצב הצימוח בכל הזנים היה גבוה יחסית, ובמועד המדידות האחרון בנובמבר 2021, קוטר הגזע הגבוה ביותר נמדד בזנים דמויי 'האס'-'BL' ו'גים'. קוטר הגזע הנמוך ביותר נמדד בזן 'מלומה'.





**איור 9:** קוטר גזע בעצים בחוות מטעים. קוטר הגזע נמדד בשתילי אבוקדו מזנים שונים המורכבים על אותה הכנה הווגטיבית VC804 בחוות מטעים בעמק החולה במועדים שונים החל מפברואר 2020. כל נקודה מייצגת ממוצע של 5 חזרות, בכל חזרה שלושה עצים לפחות.

על מנת לבחון האם ניתן לייצר שתילי אבוקדו בעלי יכולת עמידות גבוהה לעקת קור, הוזמנו שתילים המשלבים את הכנה המצטיינת יחד עם הזן המצטיין בעמידות לקור עד כה (בהתאם לתוכנית המחקר 'אטינגר' לא נבחר מכיוון שיש לו ערך מסחרי נמוך יחסית). מכיוון בשתי שנות המחקר לא התרחש אירוע קרה משמעותי בחלקות, לא התקבלו תוצאות חד משמעיות לגבי העמידות לקור של הכנות/זנים בתנאי אמת. על כן, הוזמנו שילובים שונים, בין היתר 'פינקרטון' ו'גם' על הכנה דוסה ו-VC320. שתילים אלה ישמשו אותנו לניסיונות בשנה ג'.

## דין:

מהתוצאות עד כאן נראה כי העמידות הגבוהה ביותר של שתילי אבוקדו לעקת הקרה המלאכותית נצפתה בזן 'אטינגר'. עמידות זו באה לידי ביטוי בנזק נמוך באופן יחסי לעלווה ובערכי  $F_v/F_m$  גבוהים, בדומה לתוצאות אותן קיבלנו בעבר<sup>8</sup>. מנגד, נראה כי לזנים 'האס' ולדמויי 'האס' 'BL' ו-'GEM', הרגישות הגבוהה ביותר לעקה זו. לתוצאה זו חשיבות רבה, מכיוון שבאזורים רבים בארץ, נשתלים שטחים גדולים של דמויי 'האס' אלה ואחרים וטרם נקבעה מידת רגישותם לקור. מעניין כי דווקא הזן 'פינקרטון' הידוע כבעל רגישות גבוהה לקור בתנאי השטח, נמצא בעל רגישות בינונית בניסויים הקרה המלאכותית. יש לציין כי על מנת לבסס תוצאות אלה, יש לחזור על ניסיונות המעבדה וכן לבחון את השפעת הזנים בתנאי שטח אמיתיים, לאחר אירוע קרה משמעותי. בבדיקות פעילות נוגדת חמצון נמצא כי אמנם ל'אטינגר' הפעילות הגבוהה ביותר, אך ללא הבדלים מובהקים מיתר הזנים. תוצאה זו אינה עומדת בקנה אחד עם תוצאות שהתקבלו במחקרים קודמים, בהם נמצאה קורלציה גבוהה בין פעילות נוגדת חמצון לעמידות לקור בזני אבוקדו שונים<sup>8,9</sup>. ייתכן ובמועדי דיגום אחרים, כמו למשל לאחר אירוע קור משמעותי, יתקבלו תוצאות שונות.

כאמור, בחלקות הניסוי בחוות המטעים בעמק החולה (כנות וזנים) לא חלו אירועי קרה משמעותיים, למעט אירוע בודד, קצר מועד ונמוך עוצמה. כתוצאה מאירוע זה לא ניכר נזק חיצוני לעצי הניסוי. בהמשך לזאת, בעצים בחלקת הכנות נצפתה ירידה קלה בערכי פלורסנציית הכלורופיל  $F_v/F_m$  במהלך החורף. ירידה זו יכולה להעיד כי בכל זאת חלו נזקים למערכת הפוטוסינתטית של העצים. כלומר גם ללא אירועי קרה, עצי האבוקדו נפגעו כתוצאה מהטמ"פ הנמוכות ששררו בחלקה במהלך החורף. ניתן לכנות נזקים אלה נזקי צינה. לא נצפו הבדלים מובהקים בערכי  $F_v/F_m$  במהלך החודשים אוקטובר, דצמבר ופברואר. עם זאת,

במהלך חודש אפריל, חלה ירידה משמעותית בערכים אלה, בעיקר בכנה VC320. מכיוון שבחודש זה לא חלו אירועי קרה או צינה, לא ניתן לייחס ירידה זו לעקות אלה. כמו כן, בחלקת הזנים לא ניתן היה לראות ירידה משמעותית בערכי Fv/Fm, כלומר לא נגרם נזק משמעותי למערכת הפוטוסינטטית במהלך החורף. ממדידות קוטר הגזע בכנות, לכנה דוסה קצב הצימוח הגבוה ביותר, זאת בדומה לתוצאות השנה הקודמת. העובדה כי בחלקת הזנים, קוטר הגזע הגדול ביותר נצפה בזנים דמויי ה'האסי' - 'BL' ו'גים', יכולה להעיד על התמודדות טובה יותר שלהם עם תנאי האקלים. בכדי לבסס תוצאות אלה יש להמשיך ולבחון פרמטרים אלה במשך שנים נוספות וכן לבחון פרמטרים פיסיולוגיים נוספים כמו למשל קיבוע פחמן ומוליכות פיוניות לפני, במהלך ולאחר החורף. כמו כן, יש לחזור על ניסיונות המעבדה וכן לבחון את השפעת הכנות בתנאי שטח אמיתיים, לאחר אירועי קרה משמעותיים.

#### ביבליוגרפיה:

1. Melo-Abreu, P. De, Villalobos, F. J. & Mateos, L. Principles of Agronomy for Sustainable Agriculture. (2016). doi: 10.1007/978-3-319-46116-8
2. Perry, K. B. Basics of frost and freeze protection for horticultural crops. *Horttechnology* **8**, 10–15 (1998).
3. Levitt, J. B. T.-R. of plants to environmental stresses. Responses of plants to environmental stresses. **2**, 1–585 (1980).
4. Wise, R. R. Chilling-enhanced photooxidation: The production, action and study of reactive oxygen species produced during chilling in the light. *Photosynth. Res.* **45**, 79–97 (1995).
5. Mickelbart, M. V & Arpaia, M. L. Rootstock Influences Changes in Ion Concentrations, Growth, and Photosynthesis of 'Hass' Avocado Trees in Response to Salinity. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* **127**, 649–655 (2002).
6. Ben-Ya'acov, A. & Michelson, E. Avocado rootstocks. *Hortic. Rev. (Am. Soc. Hortic. Sci.)* **17**, 381–429 (1995).
7. כהן, ה., רום, ד., שניידר, ד. & בן יעקב, א. מבחני שדה לכנות באבוקדו. *עלון העטע* **67**, 17–19 (2013).
8. Weil, A., Sofer-Arad, C., Bar-Noy, Y., Liran, O. & Rubinovich, L. Comparative study of leaf antioxidant activity as a possible mechanism for frost tolerance in 'Hass' and 'Ettinger' avocado cultivars. *J. Agric. Sci.* **157**, 342–349 (2019).
9. Zaro, G. C. *et al.* Assessment of cold stress in avocado cultivars based on visual, physiological and biochemical criteria. **13**, 881–888 (2019).

#### סיכום שאלות מנחות:

-ההתקדמות במחקר שחלה ממועד כתיבת הדו"ח האחרון (כולל דו"ח חצי שנתי):

במהלך החודשים האחרונים המשכנו בביצוע המחקר. שתילי אבוקדו מזנים שונים המורכבים על אותה הכנה הוכנסו לתא אקלים לבחינת מידת רגישותם לקרה. בנוסף, נמדדה פעילות נוגדת חמצון של הזנים

השונים בשתי שיטות שונות. כמו כן, המשכנו במעקב אחרי העצים בחלקת הכנות שניטעה ב 2019 והתחלנו לעקוב אחר חלקת הזנים שנטעה ב 2020.

**-פעילויות שנעשו במו"פ במהלך תקופה (סיורים, ביקורים, הרצאות, כינוסים, פיתוחים חדשים וכו'):**

נערך סיור ב 17.6.21 לאנשי משרד החקלאות.

**-פרסומים:**

טרם בוצעו.

**-המלצות להמשך המחקר או שינוי במחקר :**

כרגע ללא שינוי.