

## השפעת מועדי זמירת חורף שונים על כמות ואיכות היבול בשני זני גפנים

מגישות - רותם גדעוני, יודפת וואכטל חלמיש, נעה זרביב ומעיין שלו

מורות מלוות - ד"ר הגר ליס וד"ר אסתי שדלצקי



## תוכן עניינים-

2	תוכן עניינים-
3	תודות-
4	מבוא-
4	תעשיית היין בישראל
4	הגפן - מחזור חיים ומבנה פיזיולוגי
6	תהליך התרדמה וצבירת מנות קור
7	זמירה
8	השפעת ההתחממות הגלובלית על גידול גפן
10	שאלת המחקר ומטרת הניסוי
10	השערה
12	שיטות-
13	תוצאות-
13	נתוני יבול
14	נתוני הבשלה
16	נתונים פיזיולוגיים
18	דיון-
22	ביבליוגרפיה-

## תודות-

לאורך הדרך שעברנו, בין אם בעבודה בכרמים ובין אם בכתיבת הדו"ח, קיבלנו עזרה מלא מעט אנשים שללא עזרתם לא היינו יכולות להגיע לאן שהגענו היום.

תחילה ברצוננו להודות למנחים והמורים שתרמו רבות מזמנם וניסיונם על מנת להוציא את עבודה זו לפועל, בדגש למורות האישיות שלנו ד"ר הגר ליס וד"ר אסתר שדלצקי שתרמו ועזרו לנו יותר ממה שאפשר לדמיין. בנוסף רצינו להגיד תודה רבה לד"ר ישי נצר שהמחקר התבצע תחתיו - על הנתונים שסיפק לנו ועל השאלות והבעיות הרבות שעזר לנו לפתור.

כמו כן אנחנו רוצות להודות לבן חזות, סטודנט תחת מחקרו של ד"ר ישי נצר, שגם כן הכניס אותנו למחקרו, שיתף אותנו בנתונים וענה על מגוון שאלות אשר הכוינו אותנו לתוצר הסופי.

תודה רבה גם ליקבים שהעבירו לנו הסבר מלא על תהליך הבציר והכנת היין (יקב צרעה ויקב טפרברג) מפגשים אלו הקנו לנו הבנה עמוקה יותר בנושא וגרמו לתחילת העבודה להיראות הרבה פחות מאיימת.

**תודה רבה! לא היינו יכולות לעשות את זה בלי כל אחד ואחת מכם!**

### תעשיית היין בישראל

הגפן, או בשמה המדעי *Vitis vinifera*, הינה צמח רב שנתי נשיר השייך למשפחת הגפניים. היא אחת מגידולי המטעים הנפוצים והעתיקים בעולם. הפרי של הגפן נקרא ענב והוא מסודר באשכולות של פרחים שהופכים במשך השנה לפירות. הענבים משמשים לייצור של יין ולמאכל. את הגפן נהוג לחלק לשני תתי סוגים - זנים המיועדים לייצור יין וזנים המיועדים למאכל מכל סוג (גם כענב וגם לצימוקים).

עדויות ארכיאולוגיות מעידות על כך שהשימוש בגפן היין החל בדרום מזרח גאורגיה כ-6,000 שנה לפני הספירה (גפן היין נאות קדומים, ד"ר שרה'לה אורן וד"ר חן שרמן). כיום, כרמי היין בישראל משתרעים על שטח של כ-55 אלף דונם, מרמת הגולן ועד דרום הנגב. בישראל ייצור היין עומד על 50 מיליון בקבוקי יין ותירוש בשנה - מהם 77% יינות אדומים ו-23% יינות לבנים. כמו כן, צריכת היין השנתית של אדם בישראל עומדת על כ-6-7 ליטרים יין לאדם בשנה (ויקיפדיה). אופן גידול הגפן משפיע רבות על איכות הענבים ולכן גם על איכות תוצר היין הסופי. הזמירה, ההשקיה ותנאי הסביבה משפיעים על כמות היבול ואיכותו. מדדים רבים מעידים על איכותו של היין. לדוגמה צבע- יין בעל צבע אטום, סגור ואחיד נחשב לאיכותי יותר. ריח- ניחוח עמוק ועשיר מעיד על יין איכותי. וכמובן לבסוף הטעם- רמת המתקנות, היובש והחומציות והשילוב ביניהם מעידים על איכות היין.

### הגפן - מחזור חיים ומבנה פיזיולוגי

תהליך הבלבוב של הגפן הוא מחזורי (ראו תמונה 1). נתחיל להסתכל על מחזור הגפן באביב לאחר שהיא מתעוררת מהתרדמה, ונראה שהגפן שוב נכנסת לתרדמה בחורף לאחר שהיא משירה את עליה. באביב מתחיל הבלבוב, הגפן יוצאת מהתרדמה בעקבות עליית הטמפרטורה ושינויים באורך היום. העלייה בטמפרטורה גורמת לצמיחה של ענפים צעירים הנקראים שריגים (ראו תמונה 2). השריגים צומחים בקצב מהיר ועליהם גדלים: עלים, קנוקנות (גבעול מסולסל המאפשר את טיפוס הגפן) ותפרחות (קבוצה של פרחים) הנושאות פרחים (ראו תמונה 2). התפרחות מכילות איברי רבייה נקביים זכריים. האבקת הגפן מתרחשת באמצעות האבקה עצמית. הפריחה מתחילה כ-50 עד 60 ימים לאחר הבלבוב. לאחר ההאבקה מתחילה ההתפתחות של הגרעין ושל הפרי עצמו. הפרחים הופכים לחנטים (השלב בו הפרחים הופכים לפירות) אשר מתפתחים לגרגרים. הגרגרים נישאים על השזרות ומהווים את האשכול. להתפתחות הפרי מוגדרים שלושה שלבי גידול. בשלב הראשון מתרחשת עליה במשקל של הגרגרים והם מתחילים לצבור חומצות אורגניות וטאנינים. שלב זה מתרחש כ-60 ימים מהחנטה ועד לשלב של קבלת אשכול צפוף. בשלב השני הגרגירים הירוקים מתחילים להתרכך וצבעם משתנה. במהלך שלב זה הזרעים בתוך הפרי מתחילים להתפתח וריכוז החומצות (בעיקר חומצה מאלית וחומצה טארטארית) מגיע לשיאו. בשלב השלישי והאחרון, הגרגר גדל בקצב מהיר, מתרכך וצובר חומרי צבע (בענבים אדומים), ארומה וסוכרים, בעיקר גלוקוז ופרוקטוז. כאשר מדדים פיזיולוגיים מראים כי שלב ההבשלה הסתיים (ע"פ רמת סוכר בענבים ורמת החומציות) מבצעים את הבציר. בישראל הגפנים מניבים את פירותיהם בעונת הקיץ ולכן עונת הבציר לרוב קורית בסוף חודשי הקיץ. מועד הבציר תלוי בהרבה משתנים כגון: סוג הגפן, הייעוד של הבציר (יין או מאכל) או איזור הגידול ולכן זמני הבציר לא קבועים. נוסף לכך, הבשלת הפרי הופכת מוגברת



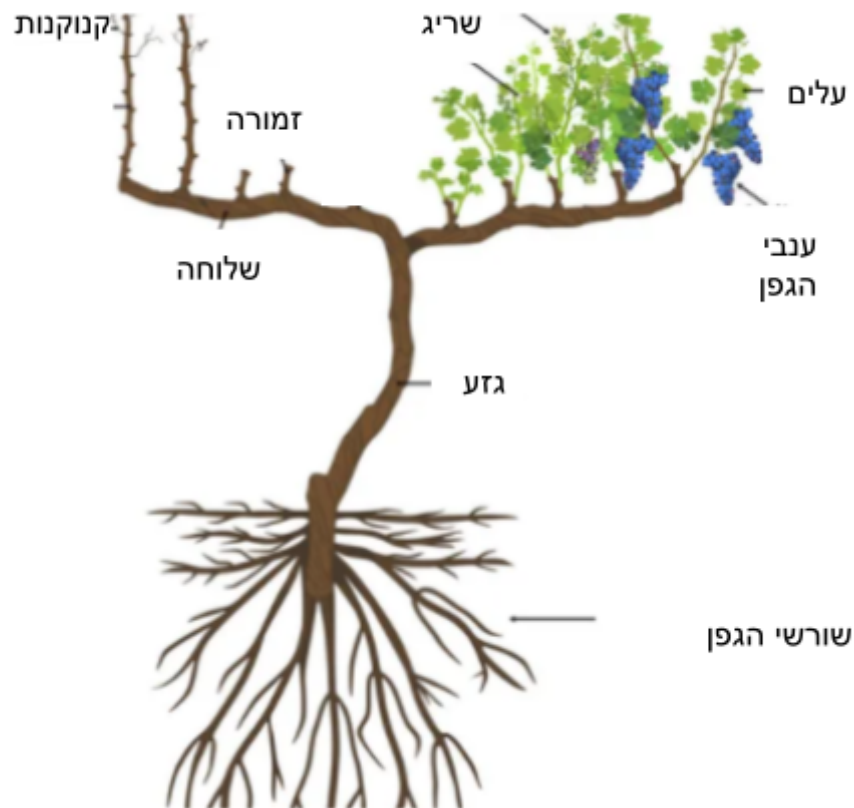
כאשר הטמפרטורה גבוהה ולכן במקומות חמים בהם מגדלים גפנים, הייבול יהיה בעל אחוזי גלוקוז גבוהים בזמן הבציר בהשוואה לגידולים במקומות קרים יותר.

לקראת הסתיו, בסוף עונת הבציר, עלי השריגים נושרים. השריגים מאבדים את צבעם, נעשים חומים, בעלי קליפה קשיחה והופכים לזמורות. נוסף לכך, הגפן נכנסת לתרדמה בעקבות השינוי בטמפרטורה ושינוי אורך היום. הגפן חייבת לאגור מספיק מנות קור על מנת לבלב בשנה הבאה בצורה אחידה. באביב, הגפן מחדשת את פעילותה, מתחילה לבלב וכל תהליך ההבשלה מתרחש שוב (נצר, 2020 וסוויד, 2019).

(תמונה 1 - מחזור הגפן עפ"י חודשי השנה)



(תמונה 2- מבנה הגפן וחלקיו)



### תהליך התרדמה וצבירת מנות קור

צמח הגפן עובר תהליך הנקרא תרדמה, מצב בו האורגניזם מצמצם עד כדי מינימום את תהליכי חילוף החומרים. ישנם שלושה סוגים של תרדמה הנבדלים אחד מהשני על ידי הגורם ששולט בתרדמה (Urška, 2018).

1. סוג תרדמה הנקרא Ecodormancy, הנובעת מתנאים סביבתיים כגון אור או טמפרטורה.
2. סוג תרדמה הנקרא Paradormancy, תרדמה הנובעת מעיכוב מבוקר על ידי "סיגנל" פנימי, שמקורו לרוב בעלה או בקודקוד הצמח ולא בניצנים.

3. סוג תרדמה הנקרא Endodormancy, את סוג התרדמה הזו עוברת הגפן. בסוג התרדמה הזו תחילה יורדת רמת המים בתאים של רקמות הצמח באמצעות מעבר מים מהתאים לאזורים הבין-תאיים. תהליך זה מונע קיפאון של מים והיווצרות גבישי קרח בתוך התאים שעשויים לגרום לנזק רב (גבישי הקרח יכולים לקרוע קרומים ולגרום למוות של התאים). לאחר שהמים יצאו מהתאים נוספים אליהם חלבונים וסוכרים המונעים איבוד נוסף של מים מהתאים בתהליך האוסמוזה.

בשלב הרדום, הגפן שורדת על בסיס מאגרי פחמימות שנאגרו בעונת הגידול הקודמת, בעיקר עמילן, שנאגר באברי העץ הפנימיים והחזקים יותר- כגון שורשים וחלקים פנימיים של הגזע (Vines in hibernation- Urška). תהליך התרדמה הוא מצב פיזיולוגי המתחיל בתאי העלים של הגפן בהם ישנם פיגמנטים רגישים לאור אשר בעקבות התקצרות הימים גורמים לשליחת האותות המתחילים את התהליך. כאשר הגפן מקבלת את האות

יתחיל תהליך התרדמה. תרדמה מסוג זה נקראת "תרדמה אמיתית". התרדמה מבוקרת על ידי האיבר הנושר, במקרה של הגפן איבר זה הוא העלה. תהליך זה מונע מוות מקור. האות שנשלח מהעלים בעקבות התקצרות אורך היום מאותת לגפן להתחיל את השלכת. כתוצאה מכך תהליך הפוטוסינתזה בעלים נפסק והגזע מפסיק לספק להם משאבים ולבסוף הם מתייבשים. לכן, משאבים שהגפן מספקת לעלים יעברו לאיברים רב שנתיים כמו הגזע וענפי הגפן. לאחר שהחומרים עוזבים את העלים, העלים משנים את צבעם מירוק לצהוב-כתום בעקבות פירוק הכלורופיל. במקביל תיווצר רקמת ניתוק, רקמה הנמצאת בחיבור בין הענף לעלה ובבוא העת רקמת הניתוק תביא לנשירתו. בשלב הזה הגפן נכנסת לתרדמה, היא ללא עלים, ערומה, והפעילות המטבולית שלה בתאים מאוד נמוכה. במצב הזה הגפן מוגנת מפני קיפאון- יש זנים שיכולים לעמוד בטמפרטורה של 15- מעלות למשך שלושה ימים (זיסוביץ, 2021).

בעקבות כניסת הגפן לתרדמה, נוצרת חומצה אבסיסית אשר מונעת מהניצנים לפרוץ. החומצה האבסיסית היא המותירה את הגפן בתרדמה. הגפן צריכה מספר מסויים של מנות קור (מספר זה משתנה מזן לזן) על מנת לפרק את כל החומצה האבסיסית המותירה אותה בתרדמה (אור, 2014). אחת השיטות למדידת מנות קור היא כאשר מנת קור אחת שווה לשעה בטמפרטורה מתחת ל-7 מעלות ואילו שעה אחת בין 7-10 מעלות תספק לגפן חצי מנת קור ותקרב אותה להתעוררות, בין 10-18 מעלות לא תהיה צבירה של מנות קור (זיסוביץ, 2021). חורף קר וצבירה טובה של מנות קור יובילו להתעוררות אחידה של גפנים בכרם. חורף חסר במנות קור יביא להתעוררות לקויה ולא אחידה ויגרור הבשלה בלתי אחידה באותה הגפן ובכרם כולו. לאחר קבלת מנות הקור הרצויות הגפן מוכנה להתחיל בבלבוב, אולם היא תעשה זאת רק לאחר התחממות האדמה. חימום האדמה יביא ליצירת הורמון הצמיחה בשורשי הגפן, ג'ברלין, אשר יביא להתעוררות הניצנים. לפי מחקרו של שחם ניר (פורסם במגזין "יין וגורמה" – גיליון מאי 2003), התנאים האופטימליים להתעוררות הגפן הם 23 מעלות צלזיוס ו-14 שעות של אור ביממה. למנות הקור והשפעת החום מהאדמה חשיבות גדולה על התעוררותה של הגפן, על כמות היבול ואיכותו. ישנו גורם נוסף המשפיע על התעוררות הגפן והוא פעולת הזמירה.

## **זמירה**

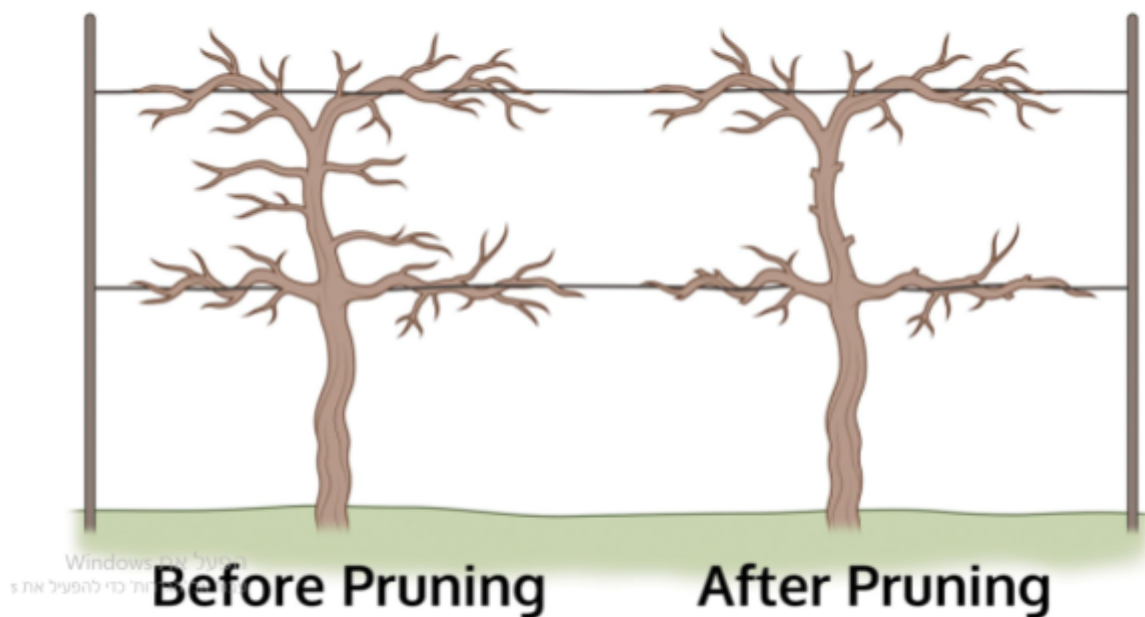
מטרת הזמירה, גיזום ענפי הגפן, היא:

א. עיצוב הגפן באופן שיגרום ליותר שטח פנים להיות גלוי לשמש בעלווה (כלל העלים על העץ) העתידית אשר תגדל על השריגים (ראו תמונה 3).

ב. להטיב את כמות ואיכות היבול.

בפעולת הזמירה, מסירים את מרבית נוף הגפן מעונת הגידול הקודמת ומשאירים שזורות קצרות שעליהם ינשא פרי. פעולת הזמירה, הינה אחד מקובעי פוטנציאל היבול לעונה הקרובה, מכיוון שהיא מצמצמת את כמות האשכולות על כל גפן. כמות אשכולות הענבים לכל גפן עשויה להשפיע על איכות היבול, זאת מכיוון שעלייה במספר האשכולות מגדילה את התחרות על משאבי הגפן ובכך מורידה את איכות הפרי (רמת הסוכר נמוכה יותר, עוצמת הצבע נמוכה יותר, פחות ארומה וחומרי טעם). על פי דבריו של ד"ר נצר, הכמות הממוצעת של יבול פרי בעץ בודד הוא 300 אשכולות ללא זמירה (בתלות בזן) וכ- 60 אשכולות לאחר דילול זמירה. מקובל לזמור

את הכרמים בתחילת אמצע ינואר, זמירה זו נקראת זמירה חורף והיא הזמירה הסטנדרטית. את הזנים הלבנים (הנמצאים בתרדמה חורף פחותה) זומרים לפני הזנים האדומים. מלבד עיצוב הגפן והגדלת שטח פני העלווה הגלוי לשמש, לזמירה תפקיד נוסף והוא בהקשר להתעוררות הגפן. פעולה הזמירה היא מעין פציעה המובילה למצב עקה, אשר פותח שרשרת תהליכים המזרזים בסופו של דבר את תהליך התעוררות הגפן (משיחה עם ד"ר ישי נצר). זמירה מאוחרת היא זמירה שמתבצעת מאוחר יותר ביחס לזמירת החורף הסטנדרטית. פעולה נוספת שמטרתה דומה לפעולת הזמירה היא דילול - שיטה בה מדללים את ענפי הגפן. בשונה מהזמירה, שבמהלכה הגפן צריך להיות בשלבים מוקדמים של התעוררות או אפילו לעיתים בתרדמה מלאה, הדילול יכול להתרחש גם כאשר יש על הגפן תפרחות ואף אשכולות.



(תמונה 3 - גפן לפני ואחרי זמירה)

### השפעת ההתחממות הגלובלית על גידול גפן

בשנים האחרונות אנחנו עדים להתחממות גלובלית המובילה למשבר האקלים. משבר האקלים מביא למזג אוויר לא צפוי (בפרט במדינות הנחשבות קרירות ומתאימות לגידול גפן), וגורם להרס בגידולי כרמי היין. הטמפרטורות הגבוהות מובילות להבשלת ענבים מוקדמת בשלב בו ריכוז החומציות בהם אינו גבוה מספיק. החומציות היא חלק חיוני בטעם של כל יין והתפתחות בלתי מספקת של החומציות בענבים יכולה להביא לירידה באיכות היין. כמו כן, הטמפרטורות הגבוהות גורמות להבשלה מוקדמת של הענבים ובכך גורמות להם להיות חשופים לקיפאון בחודשי האביב אשר נוטים להתארך לאחרונה. השינויים הקיצוניים בטמפרטורה עלולים גם להביא לריקבון פטרייתי, מזיקים ובצורת כרמים (קנלבאום, 2017).

בגלל נסיבות ומצבים אלו במדינות שהיו בעלות אקלים מתאים לגידול גפנים, נוצר מצב שהגפן לא מקבלת את שעות הקור להן היא רגילה (ראו טבלה 1) ושלהן היא זקוקה כדי להתעורר בצורה טובה ואחידה. לכן גורמים

המשפיעים על התעוררות הגפן הפכו לנושא נחקר במדינות רבות. במדינות כמו ישראל, אשר בעלות אזורים חמים מאוד, בהן הגפן לא מקבלת מספיק מנות קור, המחקר נעשה אף יותר רלוונטי וחשוב.

שעות קור				מועד זמירה
2016/17	2015/16	2014/15	2013/14	
32	68	0	137	15.12
98	132	25	197	1.1
198	171	135	249	15.1
276	320	202	275	1.2
378	392	276	361	15.2
483	393	339	386	1.3
488	393	339	386	15.3

(טבלה 1 - צבירת שעות קור עד מועד הזמירה בעונת חורף 2013/14 עד 2016/17, מתוך מאמר "השפעת מועד הזמירה על הלבול והיבול בארבעה זנים של גפן יין" מאת גיל ניר)



(תמונה מספר 4 - ההשפעה של התחממות הגלובלית על הגפן- בצילום מימין ניתן לראות גפן שקיבל את אותם המשאבים כמו הגפן משמאל אך הטמפרטורה הגבוהה יותר גרמה ליבוש)

## שאלת המחקר ומטרת הניסוי

במסגרת עבודת ביוחקר זו, בה הצטרפנו למחקר של ד"ר ישי נצר, אנו בוחנות את השפעת מועדי זמירה (זמירת חורף וזמירה מאוחרת) שונים של הגפן על כמות ואיכות יבולה. שאלת המחקר בה אנחנו עוסקות: מהי השפעת מועדי זמירה (זמירת חורף וזמירה מאוחרת) שונים על כמות היבול ואיכותו בשני זני גפן שונים. הזנים בהם נתמקד הם: טמפרניו, זן ענבים ממוצא ספרדי, הידוע בין היתר בשל הבשלתו המוקדמת. פטיט ורדו, שבשונה מהזן טמפרניו, מתאפיין בהבשלה מאוחרת. הסיבה לבחירת זנים בעלי זמני הבשלה טבעיים שונים היא כדי לבדוק מהו מועד הזמירה המיטבי עבור שני זני גפן המנוגדים בתכונותיהם (ראו תמונה 5).



טמפרניו

פטיט ורדו

(תמונה מספר 5- סוגי הגפנים אותם חקרנו)

מטרת הניסוי הייתה לבחון האם ניתן להעלות את כמות היבול של הגפן על ידי שינוי מועד הזמירה ובפרט, על ידי זמירה יותר מאוחרת בעונת החורף (עבודת מאסטר ד"ר ידידה סוויד עמודים 11-12). למחקר השלכות מיידיות על תעשיית היין כמו הגדלת יבולים לשטח מסוים. הניסוי הפך רלוונטי בשנים האחרונות גם בהקשר של שינויי אקלים והתחממות גלובלית.

הניסוי יכול לבחון שאלה נוספת- כיצד הגפן תוכל לצבור את מירב מנות הקור (שהולכות ופוחתות במרוצת השנים הבאות) שהיא זקוקה להן במהלך התרדמה ואיך מועד הזמירה קשור לכך. המסקנות ממחקר זה יוכלו להשפיע משמעותית על תעשיית ייצור היין. מועד הזמירה המיטבי יוכל להביא לירידה בעלויות של ייצור היין, בעלייה בכמויות היבול לדונם ואף בעליית איכות הענבים.

## השערה

ההשערה שלנו היא שיבול הגפן יהיה הרב ביותר כאשר הזמירה תתבצע לאחר קבלת מירב מנות הקור האפשריות. לפי השערותנו, בסוף חודש פברואר המעלות עולות מעל 10 מעלות צלזיוס באופן קבוע, בטמפרטורות אלו הגפן כמעט ולא תצבור יותר מנות קור. ככל שהגפן "תחכה" יותר זמן בטמפרטורות שלא מאפשרות לה לצבור מנות קור ההתעוררות שלה תחל בלי הזמירה, דבר שיוביל לגידול לא אחיד של הגפן.

אם הזמירה תתבצע לפני קבלת מלוא מנות הקור, ההתעוררות תהיה גם כן לא אחידה ולדעתנו העלווה, גודל הגפן, הבלבול והיבול יהיו קטנים יותר באופן משמעותי (משיחה עם ד"ר ישי נצר). צבירת מנות הקור מתבצעת דרך ניצני הגפן שנמצאים על ענפיו. כאשר זומרים את הענפים הללו קליטת מנות הקור תהיה קטנה יותר. הגפן זקוקה למנות קור אלה על מנת להתעורר בצורה נכונה. ממידע זה הגענו להשערה שהזמירה שתביא לעלייה הגדולה ביותר בכמות היבול היא זמירה שתבצע בסוף פברואר תחילת מרץ, זאת מכיוון שבתאריכים אלה הטמפרטורה בישראל מתחילה לעלות מעל לכ-10 מעלות ובטמפרטורות האלה אין כבר צבירה משמעותית של מנות קור.

## שיטות-

במהלך עבודתנו יצאנו לשלושה בצירים במהלכם ביצענו מדידות כימות כמו מספר אשכולות לגפן ומשקל יבול לגפן ולאחריהם ביצענו עבודת מעבדה (על האשכולות אותם בצרנו) הכוללת כמה שיטות שונות: ספירת גרגרים באשכול ומדידת pH של התירוש שהופק מהענבים, ומדד ריכוז הסוכר בענב על ידי שימוש בפרקטומטר. ניתן למצוא את כל המידע על השיטות הללו בפרק השיטות המשותף של הכיתה - שיטות כיתתיות ביוחקר . לאחר עבודת המעבדה, ריכזנו ועיבדנו את התוצאות, שכללו גם נתונים שקיבלנו מד"ר ישי נצר ומהסטודנט שעבד על הפרויקט, בן חזות. בנוסף, לאורך תקופת הגידול, בן חזות ביצע מדידות פיזיולוגיות של הגפן - מדידת שטח עלווה (LAI) (ראו שיטות כיתה להסבר) ואחוזי תרדמה (ראו בהמשך).

מטרת הניסוי שלנו הייתה לבדוק מהו מועד הזמירה האופטימלי לגפן מבחינת איכות וכמות היבול. כדי לעשות זאת, עבור כל אחד מזני הגפנים בוצעו ארבעה טיפולים המסומנים באותיות A עד D. לכל טיפול היו 4 חזרות (A1, A2, A3, A4) על מנת להעלות את דיוק ואמינות הניסוי. כל טיפול נזמר במועד שונה, בהפרש של 25 ימים בין זמירה לזמירה. הטיפול הראשון (A) נזמר בתאריך ה- 13 בדצמבר, B עשרים וחמישה ימים אחרי וכך עד D שניזמר 75 ימים לאחר טיפול A (ראו טבלה למטה).

טבלת מועדי זמירה מסכמת של ארבעת הטיפולים -

טיפול	מועד זמירה
A	13.12.20
B	7.1.21
C	1.2.21
D	26.2.21

אופן השתילה בכרם נקרא בלוקים באקראי. ארבעת הטיפולים מעורבבים באופן אקראי לחלוטין בכל שורה ברחבי כל הכרם כדי למנוע השפעה של גורמים שונים כגון השקייה (שונות במערכת ההשקייה), תנאי קרקע ותנאים סביבתיים מקומיים שונים על כמות או על איכות היבול. בניסוי שלנו יש שני משתנים תלויים, האחד הוא כמות היבול והשני איכותו. המשתנה הבלתי תלוי הוא מועד הזמירה של הגפן. הגורמים הקבועים בניסוי הם תנאי הסביבה, כמות ההשקייה ואופן הזמירה והבציר. אין לנו טיפול שמהווה בקרה בניסוי כיוון שזהו ניסוי השוואתי בעל בקרה פנימית השוואתית.

## מדידת תרדמה

בשביל למדוד את ההתעוררות של הגפן זומרים דגימות של זמורות ממנה ושמים בתוך ספוגים מיוחדים הספוגים במים, בתנאי אור וטמפרטורה מבוקרים. בכל שבוע סופרים את מספר הניצנים שהתעוררו ומחשבים את אחוזם מכלל הניצנים על הזמורה. את מידת ההתעוררות של גפן מודדים על פי אחוז הניצנים שהתעוררו. לכן, מדידת התרדמה תהיה בדיוק ההפך - אחוז הניצנים שלא התעוררו (ראו תמונה 6).





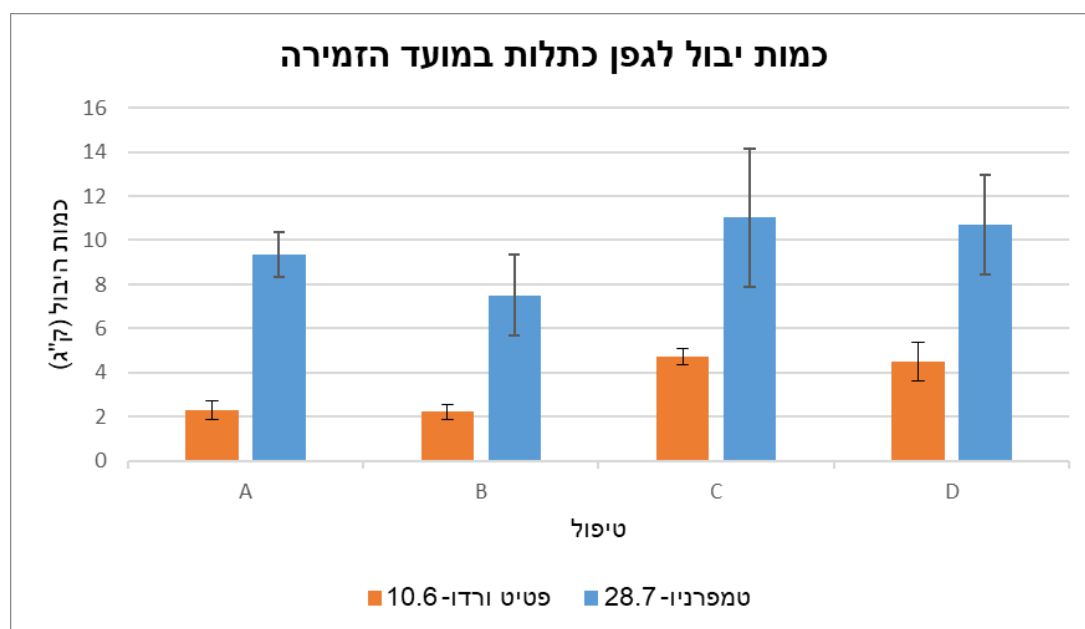
(תמונה 6 - מדידות תרדמה, ניסוי שבוצע על ידי בן חזות)

## תוצאות-

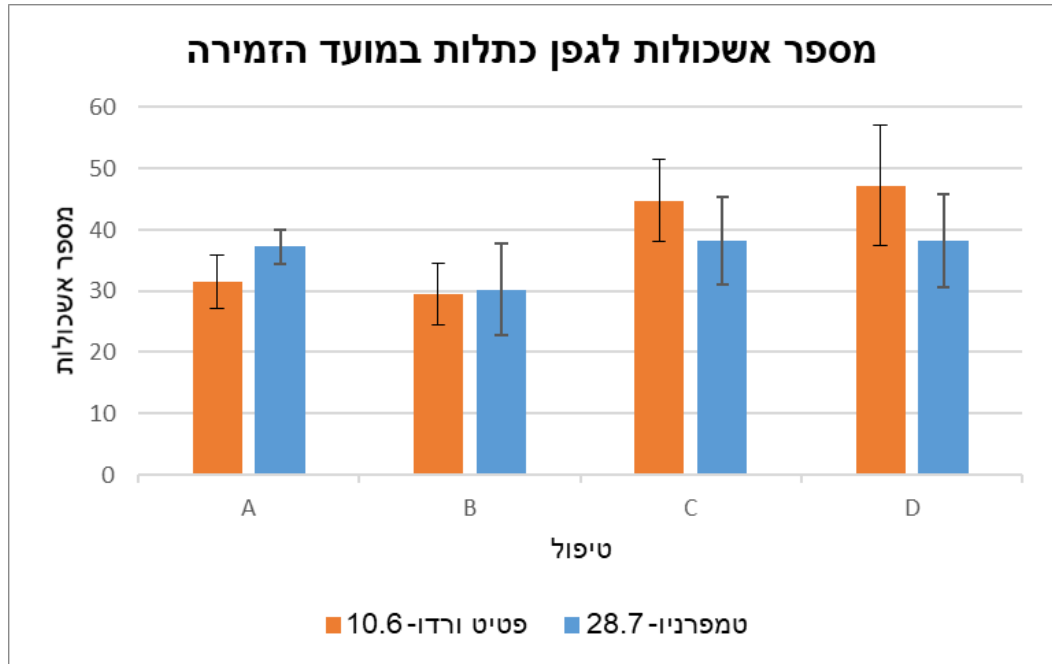
בעבודת הביחוקר בחנו את ההשפעה של מועדי זמירה על הכמות והאיכות של הייבול בשני זני גפן - פטיט ורדו וטמפרניו. מדדי כמות היבול כוללים משקל אשכולות ממוצע לגפן ומספר אשכולות ממוצע לגפן ומדדי האיכות כוללים pH, משקל ממוצע לגרגר וריכוז סוכר. בנוסף, נציג מדדים פיזיולוגיים של הגפן הכוללים נתוני תרדמה ו-LAI. בתוצאות נציג השוואה של ארבעת מועדי זמירה שונים (A-D) בין שני הזנים. כך ש-A הוא מועד הזמירה הראשון ו-D הוא האחרון.

### נתוני יבול

באופן כללי זן הטמפרניו מניב כמות יבול גדולה יותר מאשר הזן פטיט ורדו. בנוסף לכך, ניתן לראות דפוסים שונים בשני הזנים בהקשר של השפעת מועדי הזמירה על הייבול. בזן פטיט ורדו, טיפולים C ו D (זמירה מאוחרת) נותנים את כמות היבול הכי גדולה באופן ברור (פי 2 יותר מטיפולים A ו-B) בעוד שעבור הטמפרניו, כמות היבול בטיפולים C ו-D יותר גבוהה בממוצע אבל לא באופן מובהק כי יש חפיפה בין סטיות התקן של כל הטיפולים (ראו גרף 1). לכן, לא ניתן לומר מי הוא הטיפול המיטבי בזן טמפרניו. נוסף לכך, בזן פטיט ורדו, לא ניתן לומר שטיפול C הוא הכי גבוה באופן חד משמעי כיוון שסטיות התקן שלו חופפת עם זו של טיפול D. כמו כן, טיפולים C ו D גם מובילים מבחינת מספר האשכולות לגפן עבור זן פטיט ורדו אבל ההבדל לא מובהק בטמפרניו, גם כן בעקבות החפיפה בין סטיות התקן של הטיפולים (גרף 2).



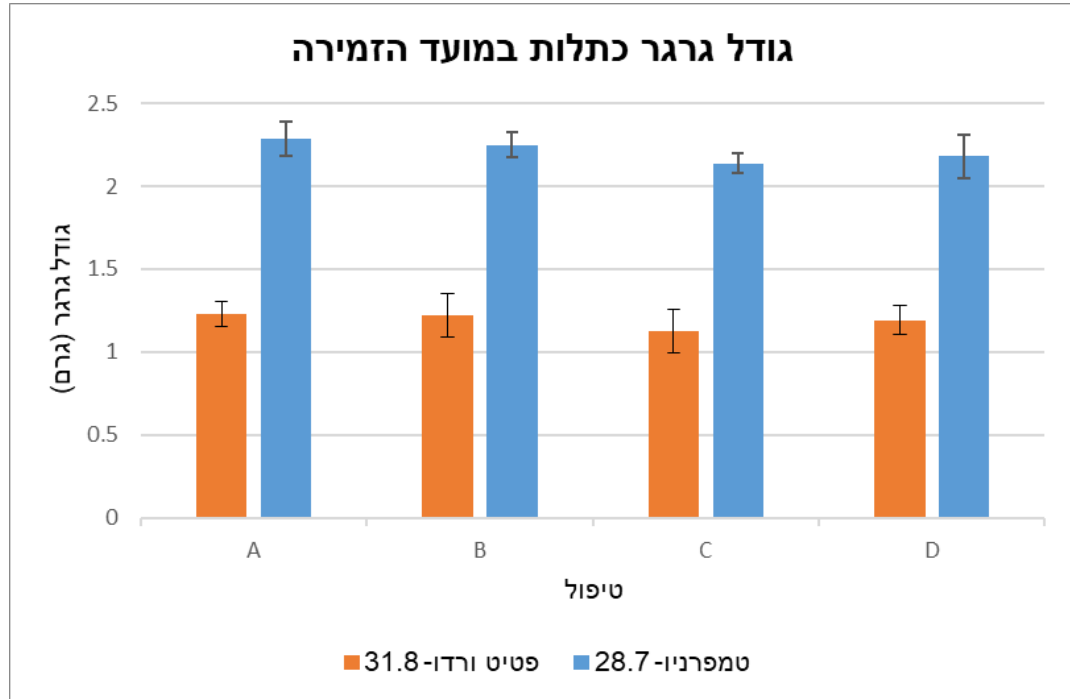
גרף 1 - כמות יבול לגפן בק"ג עבור טמפרניו (כחול) ופטיט ורדו (כתום). התאריך המופיע ליד שם הזן במקרא הוא תאריך הבציר בו המדידה בוצעה.



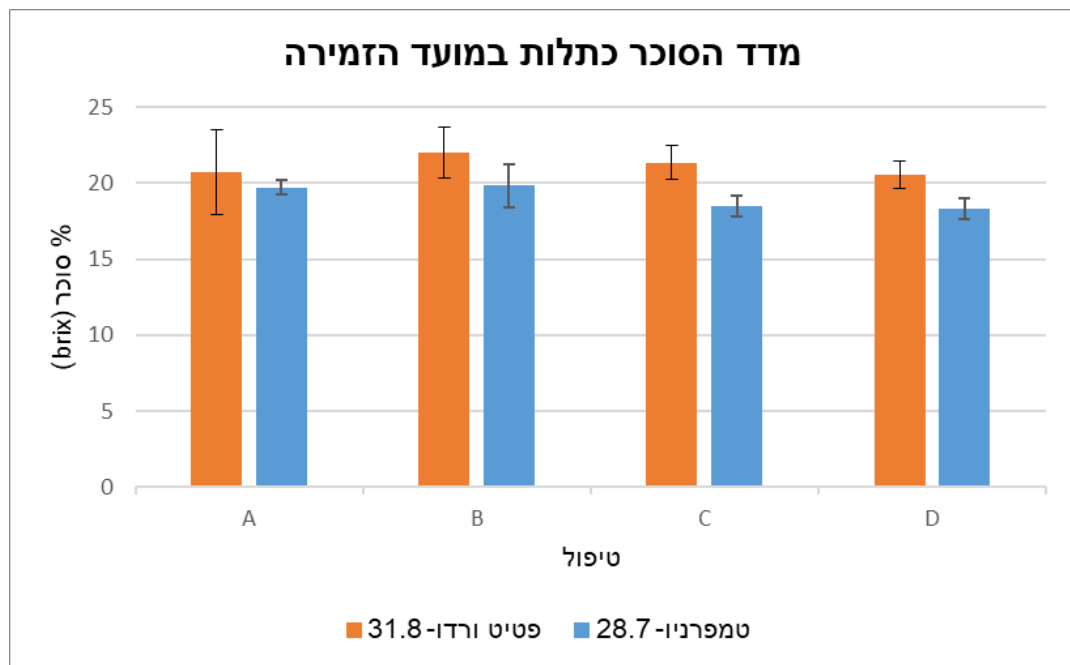
גרף 2 - מספר אשכולות לגפן עבור טמפרניו (כחול) ופטיט ורדו (כתום). התאריך המופיע ליד שם הזן במקרא הוא תאריך הבציר בו המדידה בוצעה.

### נתוני הבשלה

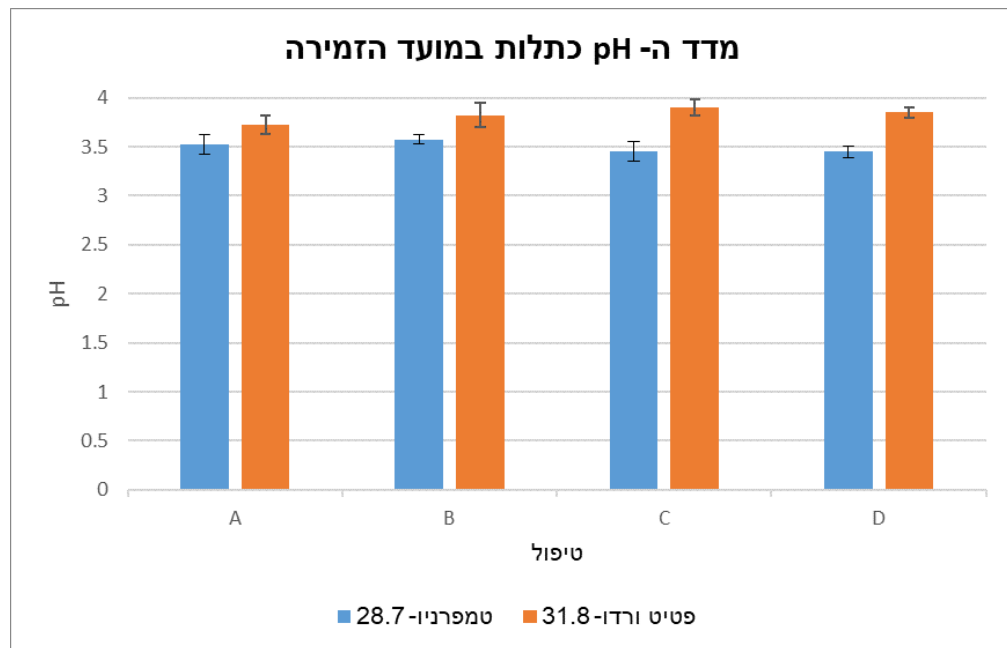
ניתן לראות (ראו גרף 3) כי ההבדל בגודל הגרגר בין שני הזנים גדול יחסית וכי גדלי הגרגר של הזן פטיט ורדו שווים לבערך חצי מגדלי הגרגר של הזן טמפרניו. בשני זני הגפן לא ניתן לראות הבדל משמעותי בין הטיפולים השונים בגודל הגרגר. כמו כן, ריכוזי הסוכר בשני הזנים קרובים מאוד (ראו גרף 4) ומדדי הסוכר של טמפרניו נמוכים במקצת משל פטיט ורדו. גם בגרף זה, בשני הזנים לא ניתן לומר בבירור מיהו הטיפול בו ריכוז הסוכר הוא הגבוה ביותר בעקבות חפיפה של סטיות התקן. נוסף לכך, בגרף המציג את רמת ה-pH (ראו גרף 5), ניתן לראות כי הבדלים בממדד ה-pH בין שני הזנים קטנים מאוד אך כי בזן פטיט ורדו הם גבוהים בקצת משל טמפרניו. נוסף לכך, גם בגרף זה אין הבדלים בין הטיפולים השונים. בשלושת הגרפים הנ"ל (3, 4, 5) ניתן לראות כי עבור כל זן אין הבדל מובהק בין הטיפולים במדדי ההבשלה.



גרף 3 - גודל גרגר ממוצע בגרם עבור טמפרניו (כחול) ופטיט ורדו (כתום). התאריך המופיע ליד שם הזן במקרא הוא תאריך הבציר בו המדידה בוצעה.



גרף 4 - מדד הסוכר ביחידות brix עבור טמפרניו (כחול) ופטיט ורדו (כתום). התאריך המופיע ליד שם הזן במקרא הוא תאריך הבציר בו המדידה בוצעה.

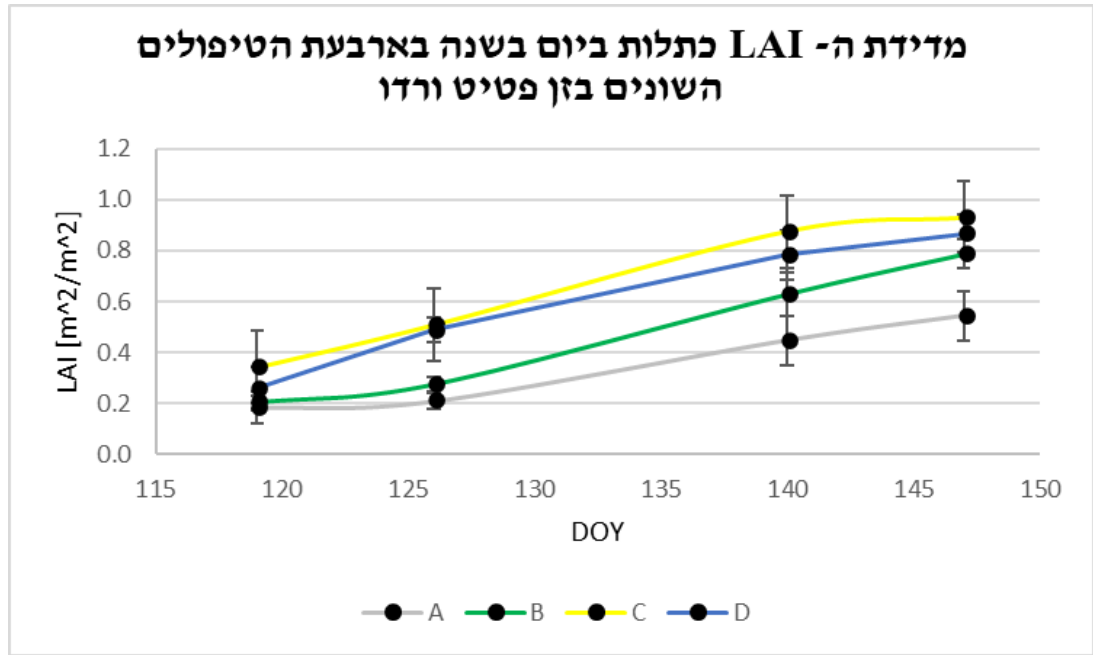


גרף 5 - מדד pH עבור טמפרטור (כחול) ופטיט ורדו (כתום). התאריך המופיע ליד שם הזן במקרא הוא תאריך הבציר בו המדידה בוצעה.

### נתונים פיזיולוגיים

בגרף התרדמה (ראו אקסל נלווה [\(אחוז התרדמה.xlsx\)](#) - מדובר בארבעה גרפים) ניתן לראות שקצב ההתעוררות של טיפולים C ו-D בזן פטיט ורדו יותר גבוה מאשר קצב ההתעוררות של טיפולים A ו-B (על פי השיפוע). בזן טמפרטור, לעומת זאת קצב ההתעוררות נראה יותר גבוה בטיפולים B ו-C, אך ההבדל אינו ברור כמו בפטיט ורדו. כמו כן, ניתן לראות כי בשני הזנים הטיפול אשר מתעורר אחרון הוא טיפול D.

LAI או שטח העלווה בגפן מעיד על גידול עלוות הגפן לאורך זמן. בגרף ה-LAI של פטיט ורדו ניתן לראות בכל הטיפולים עלייה ברורה במדד ה-LAI לאורך זמן (ראו גרף 6), כלומר עלייה בשטח העלווה לאורך זמן. בנוסף לכך, ניתן לראות כי טיפולים C ו-D הם הטיפולים בעלי מדדי ה-LAI הכי גבוהים לאורך כל עונת הגידול (בעקבות סטיות התקן החופפות) וטיפול A הוא הטיפול בעל מדדי ה-LAI הכי נמוכים לאורך עונת הגידול. כלומר, לטיפולים C ו-D יש את שטח העלווה הגדול ביותר ול-A הקטן ביותר. עבור זן הטמפרטור אין לנו נתוני LAI.



גרף 6 - מדד LAI בפטיט ורדו. עבור טיפול A (אפור), עבור טיפול B (ירוק), עבור טיפול C (צהוב) ועבור טיפול D (כחול). ציר ה-Y הינו זמן - יום בשנה (day of year) החל מחודש אפריל (יום 115).

## דין-

במחקר זה בחנו את השפעת מועדי זמירה שונים על כמות ואיכות היבול בשני זני גפנים שונים, פטיט ורדו וטמפרניו. השערותנו הייתה שמועד הזמירה המיטבי עבור כמות ואיכות היבול של כל זן יהיה בסוף פברואר-תחילת מרץ, תיאור זה מתאים בניסוי שלנו לטיפול C. ההשערה שלנו נבעה מכך שזמירה במועד זה ותנאי הסביבה באותה תקופה יאפשרו לגפן צבירה מירבית של שעות קור.

על מנת לבדוק את השפעת מועדי הזמירה על איכות וכמות יבול הגפן ביצענו מספר בדיקות מעבדה. לקביעת איכות היבול עשינו בדיקות pH, בדקנו את ריכוז הסוכר בתירוש ואת גודל הגרגר. בעקבות המדדים האלו (ראו גרפים 3-5) ניתן לראות כי בניגוד להשערותנו אין קשר ברור בין מועד הזמירה לאיכות היבול. בכל שלושת הגרפים ניתן לראות כי התוצאות של הטיפולים הקשורות באיכות היבול, נעות סביב אותם ערכים בשני הזנים וכי לא היה טיפול אופטימלי ברור. אנחנו משערות שאין הבדלים ברורים בין הטיפולים בנוגע למדדי האיכות, כנראה מכיוון שערכם אינו קשור למועד הזמירה ולצבירת מנות הקור. כמו כן, ניתן לראות כי מועד היציאה מתרדמה של הגפן משפיע באופן זניח על ריכוזי הסוכר והחומציות ביבול. לדעתנו, תכונות אלו של הענבים נקבעות גנטית, בהתאם לזן. ניתן לראות שערכי ה-pH והסוכר של שני הזנים לא מאוד שונים זה מזה וגם טיפוסיים עבור ענבים בעונת הבציר. יחד עם זאת, ערכי סוכר ו-pH יכולים להיות מושפעים מתנאי הסביבה לאחר היציאה מתרדמה (למשל, מעקת חום כבדה). חשוב לציין שאין בידינו מדד מאוד חשוב של האיכות הסופית של היין וזהו טעימות, לכן גם אם לא רואים הבדל במדדי איכות היבול המוצגים כאן, זה לא אומר שאין הבדל באיכות התוצר הסופי-היין.

לפי התוצאות נוכחנו לגלות כי למרות שאין הבדלים משמעותיים בין הטיפולים במדדים הקשורים לאיכות היבול, ניתן לראות כי למועדי הזמירה אכן הייתה השפעה משמעותית על כמות היבול בזן פטיט ורדו (ראו גרפים 1-2). זמירה מאוחרת (מיוצג על ידי טיפולים C ו-D) מגדילה את כמות היבול בזן פטיט ורדו פי שניים - דבר מאוד משמעותי מבחינה כלכלית עבור החקלאי. כאן עולה סוגיה מעניינת של איכות מול כמות - האם יש קשר בין כמות היבול לאיכות היבול? כיצד הם משפיעים אחד על השני?

התוצאות של נתוני היבול מאששות את ההשערה שלנו באופן חלקי עבור הזן פטיט ורדו. לפי השערותנו טיפול C (נזמר בתחילת פברואר) יהיה בעל כמות היבול הגבוה ביותר, דבר שניתן לראות גם בתוצאות (ראו גרף 1). אך עם זאת, ניתן לראות בגרף כי סטיות התקן של הטיפולים C ו-D חופפות, דבר זה מעיד על כך שתוצאות הטיפולים קרובות מאוד אחת לשניה וכי אין הבדל מובהק ביניהן. מכך ניתן להסיק שמועד הזמירה שהתרחש בטיפול D יכול להיות אופטימלי גם כן, בשונה מהשערותנו.

אפשר לחזק טענה זאת (טיפולים C ו-D הם האופטימלים) דרך הסתכלות על גרף המציג את מספר האשכולות בגפן (ראו גרף 2). בגרף זה ניתן לראות גם כן כי בפטיט ורדו, טיפולים C ו-D הם בעלי מספר האשכולות הגדול ביותר. זאת מכיוון שיש חפיפה בסטיות התקן של הטיפולים C ו-D ולכן לא ניתן להסיק באופן ודאי מיהו הטיפול בעל מספר האשכולות הגבוה ביותר. באחת השיחות עם ד"ר נצר הוא נתן לנו תשובה אפשרית לכך שכמות היבול בטיפולים C ו-D היא המירבית, לפיה, ההבדל בכמות היבול כנראה נובע בעקבות ההבדלים במסלולי

חילוף החומרים של חומרי האגירה של הגפן כתוצאה ממועדי הזמירה השונים. כלומר, ככל שהזמירה התבצעה במועד מאוחר יותר כך לגפן היה יותר זמן לצבור חומרי אגירה ולכן היא התעוררה בצורה המיטבית ביותר.

בזן טמפרניו לעומת זאת, השערתנו הופרכה ולא ניתן לראות מגמות ברורות. ההבדלים הן בכמות היבול והן במספר האשכולות לגפן קטנים מאוד וסטיות התקן של כל הטיפולים חופפות ולכן לא ניתן להסיק באופן ברור מי הוא הטיפול הטוב ביותר.

מתוצאות הניסוי, השאלה איזה מועד זמירה הוא המיטבי לחקלאי נראית די ברורה עבור זן פטיט ורדו. ניתן לראות שאין פגיעה במדדי הסוכר ו-pH בעקבות שינוי מועד הזמירה, ולהפך, הזנת מועד הזמירה לאחד משני המועדים המאוחרים יותר מעלה את כמות יבול הגפן. דבר זה מיטיב לחקלאי מכיוון שהוא משקיע את אותם המשאבים על מנת לזמור אך אם יבצע את הזמירה במועד המיטבי, ירוויח כמות יבול גדולה יותר. עם זאת, השאלה איזה מועד זמירה הוא המיטבי לחקלאי תלויה בזן, בתנאי גידול ובתנאי האקלים - תוצאות של זן מסוים לא חייבות להיות נכונות לזנים אחרים ותוצאות מקומיות לא תקפות עבור אזורים אחרים גם בארץ וגם מחוץ לארץ.

בתוצאות של המדדים הפיזיולוגיים של הזן פטיט ורדו ניתן לראות כי טיפולים C ו-D (בעקבות סטיות התקן החופפות) הם בעלי מדידות ה-LAI הגבוהות ביותר לאורך כל עונת הגידול (ראו גרף 6). כלומר, טיפולים אלו בעלי כמות העלווה (כלל העלים) הגבוהה ביותר ואילו טיפול A הוא בעל כמות העלווה הנמוכה ביותר לאורך עונת הגידול. מדד ה-LAI מעיד על אופן ההתערורות של הגפן ועל כך שטיפולים C ו-D התעוררו באופן המיטבי ביותר וצמחו הכי הרבה לעומת טיפול A שהתעורר באופן פחות מיטבי וצמח פחות. בעזרת תוצאות נתוני התרדמה (ראו אקסל נלווה), בהם טיפול A בשני הזנים מתעורר הכי מוקדם בעוד D הכי מאוחר בהשוואה לכלל הטיפולים שחקרנו, ניתן לומר כי ככל שהגפן תתעורר מאוחר יותר כך שטח העלווה בגפן יהיה גדול יותר והיא תתעורר באופן המיטבי ביותר. כלומר, ניתן לראות שיש השפעה ישירה בין מועד ההתעוררות לכמות העלווה וכי לשניהם יש השפעה על כמות היבול. מתוצאות אלה העלנו את ההנחה שככל ששטח העלווה של הגפן יהיה גדול יותר כך כמות ומשקל היבול שלו יהיו גבוהים יותר. להנחה זו ניתן גם למצוא בסיס ביולוגי: אנחנו משערות שההסבר לתופעה נובע מכך שככל ששטח העלווה גבוה יותר לאשכולות יש יותר משאבים זמינים כמו סוכרים, מינרלים, מים וכו' בעקבות ריבוי בעלים המספקים את כל אלו ולכן תהיה גדילה מרובה יותר של האשכולות. כמו כן, ניתן לראות כי ככל שהזמירה התבצעה במועד מאוחר יותר כך גם הגפן התעוררה במועד מאוחר יותר. הנחה זאת מעלה לנו שאלה נוספת לגבי הקשר בין הזמירה למועד ההתעוררות וכיצד הזמירה משפיעה על ההתעוררות בקשר ישיר.

בהשוואה לניסויים שנעשו בארצות אחרות ניתן לראות ממצאים המגבים את תוצאותינו אך גם ממצאים הסותרים אותם. אחד הממצאים הסותרים את תוצאותינו (Buesa et al , 2020) מראה שזמירה מאוחרת, הזמירה שבוצעה בטיפולים C ו-D בניסוי שלנו, מעכבת את הבשלת היבול ומקטינה אותו בכ-10%. המחקר



נעשה במזרח ספרד על שני זנים, טמפרניו ובובל (דומה בהבשלתו המאוחרת לפטיט ורדו) המאמר מציין גם שהבשלתו של זן טמפרניו היתה מהירה משל זן בובל. מאמר אחר (Allegro.G et al, 2019) המתאר ניסוי דומה שנעשה באיטליה מאשש את תוצאותינו ומציג שזמירת חורף משפיעה על היבול באופן שלילי מבחינת איכות. הזן הנחקר במחקר היה מרלו.

במהלך העבודה נתקלנו בכמה קשיים, אחד מהם היה שבתחילת העבודה שאלת המחקר שלנו הייתה שונה מהשאלה העכשווית שלנו- כיצד מועדי הזמירה משפיעים על כמות ואיכות היבול ואיכות היין בשלושה זני גפן שונים?

לאחר שהתחלנו לעבוד הבנו כי יש בעיה בשאלה שלנו וכי אין לנו דרך לחקור חלק ממנה בגלל שחסר לנו דבר מרכזי, והוא היין. היין מהענבים אותם בצרנו בקיץ יהיה מוכן בעוד מספר שנים. כלומר, לא נוכל לבחון את הדגימות במגבלת הזמן שלנו ויותר חשוב, אין לנו טועמים המבינים בנושא ולכן אנחנו לא יכולות לומר בבירור כיצד מועד הזמירה משפיע על איכות היין. לכן החלטנו להסיר את ההתייחסות לאיכות היין ולשנות את שאלת המחקר שלנו ל- כיצד מועדי הזמירה השונים משפיעים על כמות ואיכות היבול בזני הגפן פטיט ורדו וטמפרניו. על החסרת הזן השלישי נסביר בהמשך.

ניתן להתייחס לשאלה המקורית כשאלת ניסוי המשך למחקר שאנחנו ביצענו. אנחנו חושבות שהמידע כיצד מושפעת איכות היין משיטות גידול חקלאיות שונות וממועד הזמירה בפרט יכול לעזור לחקלאים בייעול שיטת גידול הגפן. במחקר ההמשך אשר יתפרש על טווח זמן ארוך יותר מהניסוי שלנו, יהיה ניתן לבדוק את איכות היין בכל טיפול ולדעת מהו הטיפול ומועד הזמירה המיטביים לגפן. כמו כן, יהיה ניתן לבדוק את הקשר בין איכות היבול לאיכות היין ובאיזה אופן איכות הייבול משפיעה על איכות היין.

במהלך עיבוד הנתונים נתקלנו במספר בעיות הקשורות הן בנתונים שהפקנו במעבדה שלנו והן בנתונים שקיבלנו מהדוקטורנט איתו עבדנו, בן. תחילה שמנו לב שבכמה מקרים ישנם נתונים ספציפיים הסוטים מן המגמה הכללית שנותנים שאר הנתונים ובכך הטו את הממוצע של טיפול מסויים או של זן מסויים. כאשר הסטייה הייתה קיצונית מאוד, לפחות פי 2 מצד אחד של הנורמה, החלטנו להוריד את הנתון מהממוצע (התוצאות המחוקות מצוינות בנספח).

בעיית נתונים נוספת השפיעה על מספר הזנים אותם חקרנו. בתחילת המחקר שאלתנו כללה שלושה זני גפנים. השניים איתם אנו עוסקות עכשיו, טמפרניו ופטיט ורדו אך גם קברנה סוביניו. מפאת מחסור בנתונים על זן קברנה הסוביניו, לא יכולנו להשוות אותו לשני הזנים האחרים והחלטנו להוריד אותו על מנת לאפשר השוואה מעמיקה יותר בין טמפרניו לפטיט ורדו. אחד הגורמים למחסור בנתונים היה טעויות בתוצאות שקיבלנו מהמעבדה איתה עבדנו. לדוגמה, בתוצאות הבריקס של פטיט ורדו וקברנה סוביניו קיבלנו נתונים לא הגיוניים שסבבו סביב הערך 4 כאשר שלנו עמדו על ערכים סביב 20. עבור הזן פטיט ורדו מדדנו גם אנחנו את ערך הבריקס במעבדה ולכן השתמשנו בתוצאות שלנו. לעומת זאת, עבור הזן קברנה סוביניו לא היו לנו תוצאות חלופיות ולכן המחסור בתוצאות הבריקס היה אחת הסיבות להורדת ההתייחסות אליו בעבודתינו.

בחיפוש אחר מקורות מידע מצאנו כמה רמות אמינות. במבט לאחור הסתמכנו על מספר מקורות מידע לא מהימנים. לדוגמה, באחד המקורות, קראנו פוסט מעמוד הפייסבוק של יקב שורק שקיים אנזים האחראי על פירוק חומצה אבסיטית אשר גורמת לגפן להישאר בתרדמה. התבססנו על מקור זה רבות בעבודתנו בהתייחסות להתעוררות הגפן מתרדמה. לאחר שהבנו כי המקור שלנו אינו מהימן, חיפשנו אחר מקורות נוספים התומכים בהשערה זו אך לא הצלחנו למצוא, אפילו כתבנו לחוקרת במכון הוולקני אשר מתמחה בנושא, ד"ר אתי אור. ד"ר אור הסבירה לנו על מורכבות הנושא וחוסר הידע עליו בעולם המדעי ולכן החלטנו סופית להוריד את השערה זו ולשנות את הדוח בהתאם.

בניסוי זה עסקנו בהשפעת מועדי זמירת חורף שונים על כמות ואיכות יבול זני הגפן פטיט ורדו וטמפרניו. מצאנו כי הן מבחינת כמות היבול והן מבחינת איכות היבול טיפולים D-C בזן פטיט ורדו אשר נזמרו בתחילת-אמצע מרץ הם הטיפולים הטובים יותר. מפאת מגבלת הזמן שהייתה לנו, לא יכולנו לבדוק את השפעת מועדי זמירת החורף השונים על איכות היין, לכן נמליץ לבצע ניסוי המשך הבוחן את שאלה זו ואת השפעת מועד הזמירה על מדדי איכות נוספים כמו צבע טעם וריח.

המחקר שלנו מתקשר לנושאים מרכזיים בביולוגיה בכמה היבטים. הראשון, והראשי לדעתנו, הוא ויסות והומיאוסטזיס והשני הוא אוסמוזה.

בהסתכלות על המחזור השנתי של הגפן ניתן לראות כי נוצרת התאמה של הגפן לסביבתו בכל עונה על מנת להבטיח את המשך קיומו של הצמח. דוגמה אותה פירטנו רבות בדוח זה היא מנגנון התרדמה וצבירת מנת קור, אשר בעזרתם הגפן שורדת את ימי החורף הקשים והקרים, ואז משגשגת ופורחת בימי האביב בהן צריכה להוציא תפרוחות על מנת להניב פרי. בעזרת מנגנונים אלו של ויסות והומיאוסטזיס הגפן שומרת על סביבה פנימית יציבה וקבועה ביחס לסביבה החיצונית. על מנת להבחין מתי יש צורך בהפעלת מנגנוני הויסות של הגפן, הגפן קולטת גירויים חיצוניים אשר מסמלים את מצבה של הסביבה ובכך מנגנוני הויסות של הגפן יוכלו לפעול בהתאם. בעזרת גירויים אלו מסוגלת הגפן לשמור על סיבה פנימית יציבה ביחס לסביבה החיצונית בתהליך ההומיאוסטזיס.

בנוסף לכך, אחד מהשלבים בתהליך התרדמה מתקשר לנושא מרכזי נוסף בביולוגיה של אוסמוזה. כאשר הגפן נכנסת לתרדמה, קיים החשש שהגפן תקפא ותאיה יקרעו בעקבות היווצרות גבישי קרח מהמים המצויים בתאים. לכן על מנת למנוע זאת, נוזלים יוצאים מתוך התאים לאזורים הבין-תאיים בתהליך האוסמוזה. כלומר, המים יוצאים בתהליך האוסמוזה מתוך התאים לחוץ התאים דרך הקרום הבררני. לאחר מכן, מתווספים מומסים כמו חלבונים וסוכרים למים באזורים הבין-תאיים על מנת למנוע איבוד נוסף של מים מהתאים בתהליך האוסמוזה.

## ביבליוגרפיה-

1. Buesa, I., Yeves, A., Sanz, F., Chirivella, C., & Intrigliolo, D. S. (2021). Effect of delaying winter pruning of Bobal and Tempranillo grapevines on vine performance, grape and wine composition. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 27(1), 94-105.
2. Allegro, G., Pastore, C., Valentini, G., & Filippetti, I. (2019). Effects of delayed winter pruning on vine performance and grape composition in cv. Merlot. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 13, p. 04003). EDP Sciences.
3. Urska, Grapevines during winter dormancy, 2018 -  
<https://www.evineyardapp.com/blog/2018/12/05/grapevines-during-winter-dormancy/>
4. שילה נצר, השפעת מועדי זמירה מאוחרת על אנטומיה ומורפולוגיה בזמורות של גפן יין, 2020 -  
עבודת גמר שילה.pdf
5. ידידיה סוויד, השפעת זמירה לאחר לבלוב על הפיזיולוגיה של הגפן, על היבול ומרכיביו ועל איכות היין בזן מלבק, 2019 -  
מאסטר ידידיה סוויד\_זמירה.pdf
6. גיל ניר, השפעת מועד הזמירה על הבלוב והיבול בארבעה זנים של גפן יין, 2019 -  
הגהה אחרונה 19.6.19.pdf
7. ענת זיסוויץ, על תרדמה והתעוררות בנשירים, 2021 - <http://www.agrigolan.org.il/?p=5378>
8. נאות קדומים גפן היין -  
[/https://www.n-k.org.il/https-www-n-k-org-il-category-plant-of-the-month/vitis-vinifera](https://www.n-k.org.il/https-www-n-k-org-il-category-plant-of-the-month/vitis-vinifera)
9. ד"ר אתי אור, איתור תחליפי אלזודף בגפן, 2014. דו"ח למועצת הצמחים -  
<http://www.plants.org.il/uploadimages/an14020.pdf>
10. גילי קנלבאום, בציר 2050: הקשר שבין ההתחממות הגלובלית לבין יין, 2017 -  
[-https://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-4922743,00.html](https://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-4922743,00.html)
11. ויקיפדיה הגפן -  
[https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%92%D7%A4%D7%9F\\_%D7%94%D7%99%D7%99%D7%9F](https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%92%D7%A4%D7%9F_%D7%94%D7%99%D7%99%D7%9F)
12. ניצן אשוח, כמה קר לגפן, 2021 -  
<https://www.taligrapes.co.il/%D7%9B%D7%9E%D7%94-%D7%A7%D7%A8-%D7%9C%D7%92/%D7%A4%D7%9F>
13. ניר שחם, מן הגפן אל היין, 2003 -  
<http://www.preker.co.il/wine/nir.html>
14. וול סטריט ג'ורנל, כך גורם האקלים הפרוע לתעשיית היין באירופה לחשב מסלול מחדש, 2019 -  
<https://www.globes.co.il/news/article.aspx?did=1001301062>

[https://docs.google.com/document/d/1d1NO60EwTBtHPLN0oyHM\\_-u5ywh2yk\\_615Kc\\_Zv3PtI/edit](https://docs.google.com/document/d/1d1NO60EwTBtHPLN0oyHM_-u5ywh2yk_615Kc_Zv3PtI/edit)