

## כרם מאכל - בחינת האפשרות שתמותת גפנים בלתי מוסברת נגרמת על ידי פתוגנים

אוהד נוראל, רוני מיכאלובסקי - מו"פ בקעת הירדן  
שי דניאל - שה"מ, משרד החקלאות ובטחון המזון  
דדי עזרא - מנהל המחקר החקלאי

### תקציר

גידול כרם לענבי מאכל בבקעת הירדן מהווה את אחד מענפי החקלאות המשמעותיים, בעל חשיבות כלכלית גדולה לחקלאים רבים. בשנים האחרונות מתרחשת תמותת גפנים בבקעת הירדן בעלת מאפיינים שונים מזו המוכרת מהעבר למגדלים בבקעה. תמותה זו ההולכת ומתרחבת בכרמים במיקומים שונים בבקעה, גורמת לאיבוד יכול רב ואף לעקירת כרמים. התופעה מתאפיינת בהחמת העצה בגזע ובבדי הצמח (איור 1א) והתייבשות עלים מהירה (איור



איור 1: (א) החמה לאורך הגזע בעץ שהראה סימני התייבשות עלים. (ב) התייבשות עלים לאחר התעוררות הגפן.

1ב), תוך התייבשות של הבדים והצמח כולו בזמן קצר יחסית. המופע שנצפה אופייני למעורבות של גורם ביולוגי פתוגני עם סבירות גבוהה לפטריית. בדיגום רקמות פגועות מצמחים מאזורים שונים בבקעה, וניסיון לבודד פטריות בעלות פוטנציאל למעורבות בגרימת המחלה, בודדה באופן עקבי פטרייה חדשה שלא תוארה לפני כן

בישראל כפתוגן גפן, למעט בידוד שנעשה לפני כשנתיים מכרמי מאכל בלכיש. הכרמים בלכיש הציגו את אותה התמוטטות והתייבשות כמו זו שנצפתה בכרמי הבקעה, אך הפטרייה לא תוארה מעבר לכך (דוד עזרא, בע"פ). בזיהוי מיקרוסקופי ומולקולרי ראשוני זוהתה הפטרייה *Quambalaria cyanescens*. פטרייה זו זוהתה בשנים האחרונות במספר מקומות בעולם והוגדרה בהם כפתוגן נדיר עם פוטנציאל נזק משמעותי לצמחי גפן, Narmani & Arzanlou; (Mattia et al., 2025 2019). אנו מניחים כי במהלך השנים האחרונות חל שינוי סביבתי כלשהו שהביא להתפרצות באזורים חמים וכפי הנראה פוטנציאל הנזק שלה עדיין לא התגלה במלואו.

### מבוא ותיאור הבעיה

גידול גפן למאכל בבקעת הירדן מהווה ענף חקלאות גדול בישראל ומרכזי בבקעת הירדן, הן בשל תרומתו הכלכלית הגבוהה למשקי האזור והן בזכות יתרון הבכירות הייחודי הנובע מתנאי האקלים החמים. טמפרטורות גבוהות כבר בסוף החורף ובתחילת האביב מאפשרות התעוררות מוקדמת של הגפנים והקדמה משמעותית של מועד ההבשלה, דבר המקנה יתרון שיווקי מובהק בשוק המקומי ובעבר גם לייצוא. בשנים האחרונות מתועדת בכרמים מסחריים בבקעת הירדן תופעה מתרחבת של תמותה והתמוטטות גפנים, המתבטאת בהתייבשות מהירה של העלווה זמן קצר לאחר ההתעוררות. בצמחים אלו מופיעה החמה של רקמות ההובלה בגזע ובבדים, ובהתמוטטות כללית של הצמח בפרק זמן קצר יחסית, ובמקרים קיצוניים מדובר בהתמוטטות בשיעורים של עשרות אחוזים מהעצים בחלקה, ולעיתים מחייבת עקירה של הכרם. מאפייני המחלה, וחומרת הנזק, אינם תואמים במלואם את דפוסי מחלות הגזע הקלאסיות של הגפן המוכרות בישראל, ומעלים את האפשרות למעורבות של גורם פתוגני חדש. בדיגומים שנערכו מרקמות גפנים סימפטומטיות באזורים שונים בבקעת הירדן בודדה באופן עקבי פטרייה אחת דומיננטית, אשר זוהתה באמצעים מורפולוגיים ומולקולריים כ *Quambalaria cyanescens*. מין זה תואר בשנים האחרונות כפתוגן

נדיר של גפן באיראן ובאיטליה, שם יוחסה לו יכולת לגרום לתסמינים של ניוון גזע, פגיעה בהובלת מים והתמוטטות של הצמח. עם זאת, היקף הידע המדעי הקיים על פטרייה זו עדיין מצומצם ביותר, במיוחד בכל הנוגע להתנהגותה בתנאי אקלים חמים וקיצוניים, דוגמת אלו השוררים בבקעת הירדן, ולמנגנונים האפידימיולוגיים המאפשרים את התפרצותה והתפשטותה בכרמים מסחריים. נכון להיום, חסר מידע מבוסס באשר לדרכי ההפצה של הפטרייה במרחב, לתנאים הסביבתיים והפיזיולוגיים של הפצת המחלה, ולקצב התפתחותה ברקמות העצה, ולרגישותה לתכשירי הדברה. בהיעדר ידע זה, המגדלים וגורמי ההדרכה נאלצים להתמודד עם התופעה ללא כלים מבוססי מחקר, ללא יכולת להגדיר חלונות סיכון, וללא פרוטוקול ממשק ברור למניעה או לצמצום הנזק. לאור התפשטות התופעה, חומרת הפגיעה הכלכלית ופערי הידע הקיימים, עולה הצורך בביצוע מחקר שיטתי שיבחן את מעורבותה של *Q. cyanescens* בתמותת הגפנים בבקעת הירדן, יאפיין את האטיולוגיה והאפידימיולוגיה וההדברה שלה בתנאי האזור. מחקר מסוג זה נדרש הן לצורך הבנת מנגנון המחלה והן לשם גיבוש המלצות מעשיות שיאפשרו למגדלים לצמצם את היקף התמותה ולשמר את יציבותו של ענף הגפן בבקעת הירדן לאורך זמן.

## מהלך המחקר ושיטות עבודה

1. סקר שדה ודיגום צמחי: בחודש פברואר 2025 בוצעו סיורים בכרמי ענבי מאכל מסחריים ברחבי בקעת הירדן, בחלקות של חקלאים שדיווחו על תופעת התמוטטות גפנים. במסגרת הסיורים אותרו גפנים שהציגו תסמינים של התמוטטות פתאומית, הכוללים התייבשות עלים מהירה לאחר ההתעוררות, התייבשות בדים והחמת גזע (איור 1) לצורך אפיון הגורם למחלה, נאספו דגימות מרקמות צמחיות פגועות (גזעים, זמורות, ושורשים) מחלקות שונות בשטחי הגידול בבקעת הירדן, במושבים; ארגמן, משואה, בקעות.. הדגימות נלקחו מצמחים סימפטומטיים, נשמרו בקירור והועברו למעבדה להמשך אבחון.

2. בידוד הפתוגן במעבדה: בוצעו ניסיונות בידוד מרקמות הגזע והבדים הפגועים, ומהשורשים. מקטעי רקמה מאזור המעבר בין הרקמה הבריאה לחולה עברו חיטוי, על ידי Sodium hypochlorite בריכוז של 10% והונחו על צלחות המכילות מצע גידול PDA (Potato Dextrose Agar). הצלחות הודגרו בתנאים מבוקרים עד להופעת תפטיר. מתוך הדגימות השונות, בודדו תרביות נקיות של הפטריות שהופיעו באופן עקבי ודומיננטי ברקמות הפגועות.

3. זיהוי ואפיון:

בנוסף להסתכלות מיקרוסקופית על תפטיר הפטרייה לזיהוי מבנים פטרייתיים אופייניים, בוצעה הפקת DNA מתפטיר הפטרייה הדומיננטית שהופיעה בכל הבידודים. לצורך זיהוי ודאי, בוצעה הגברה (PCR) של מקטע ה ITS (Internal Transcribed Spacer), המשמש כמקור גנטי סטנדרטי לזיהוי פטריות. תוצרי הריצוף הושו למאגרי מידע גנטיים עולמיים (GeneBank).



איור 2. הפטרייה *Q. cyanescens* בצלחת פטריי שבודדה מחלקה נגועה במשואה 02/2025

מתוך דגימות שנאספו מרקמות פגועות (גזעים וזמורות) ממספר כרמים במוקדים שונים בבקעה, התקבלו תוצאות עקביות בתהליך הבידוד. בצלחות הפטרייה התפתחה באופן דומיננטי פטרייה בעלת מופע אחיד (טבלה 1), החוזר על עצמו בכל הדגימות שניטלו מהגפנים הסימפטומטיות. ממצאי הזיהוי המורפולוגי והמולקולרי מצביעים על כך שהפטרייה היא *Quambalaria cyanescens* (איור 2 ואיור 3). לא בודדו פתוגנים קלאסיים אחרים של גפן בתדירות משמעותית, ממצא המחזק את החשד למעורבותה של פטרייה חדשה.

טבלה 1: תפוצה מרחבית של בידודי *Q. cyanescens* בכרמי ענבי מאכל בבקעת הירדן (פברואר 2025), לפי אתר, זן ושיטת גידול

| Quambalaria cyanescens | שיטת הגידול | זן           | שטח הגידול |
|------------------------|-------------|--------------|------------|
| +                      | חממה        | רוג'רי + SBS | ארגמן      |
| +                      | חממה        | רוג'רי + SBS | בקעות      |
| +                      | חממה        | רוג'רי + SBS | משואה      |

זיהוי הפתוגן:

ריצוף מקטע ה ITS ב DNA של הפטרייה והשוואתו למאגרי מידע גנטיים אישש את הזיהוי המורפולוגי וקבע כי מדובר *Q. cyanescens*. בנוסף בוצעה השוואה מול הגן ITS שהופקד על ידי צוות המחקר האיראני (MN006031) ונמצאה זהות של 100%, ומול התבדיד שפורסם על ידי צוות המחקר האיטלקי (PV440727) ונמצאה זהות של 98.95% (איור 3).

| Description  | Scientific Name | Max Score | Total Score | Query Cover | E value | Per. Ident | Acc. Len |
|--|-----------------|-----------|-------------|-------------|---------|------------|----------|
| <input checked="" type="checkbox"/> MN006031.1 Quambalaria cyanescens isolate CCTU 1684 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal...  |                 | 1051      | 1051        | 100%        | 0.0     | 100.00%    | 569      |
| <input checked="" type="checkbox"/> PV4PV440727.1 Quambalaria cyanescens isolate GP9 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal tra... |                 | 1016      | 1016        | 100%        | 0.0     | 98.95%     | 568      |

איור 3. תוצאות השוואת רצף הגן ITS של הפטרייה שבודדה בבקעת הירדן מול רצפי ייחוס כפי שהופקדו על ידי צוותי המחקר מאיראן ואיטליה ממאגר GeneBank באמצעות כלי BLAST באתר NCBI (blast.ncbi.nlm.nih.gov).

הממצאים עד כה מצביעים על נוכחות עקבית של הפטרייה *Quambalaria cyanescens* ברקמות גפנים שהראו תסמיני התמוטטות בבקעת הירדן, במספר אתרים גיאוגרפיים שונים. העובדה שפטרייה זו בודדה באופן דומיננטי ברקמות גזע וזמורות מצמחים סימפטומטיים, ושלא בודדו בתדירות משמעותית פתוגנים מוכרים אחרים של מחלות גזע, מצביעה על אפשרות למעורבותה בתופעת התמותה הנצפית. עם זאת, בשלב זה, נדרשת השלמה של מבחן קוך, כדי שיהיה באפשרותנו לקבוע את הקשר בין נוכחות הפטרייה למחלה. בנוסף, בידודה של פטרייה זו גם מכרמים חולים באזור לכיש בשנת 2024, שבהם נצפו תסמיני ניוון והתמוטטות דומים, מחזק את ההשערה כי מדובר בגורם בעל תפוצה רחבה יותר בישראל, ואינו מוגבל לאזור הגאוגרפי של בקעת הירדן בלבד, ומחזק עוד יותר את האפשרות כי *Q. cyanescens* היא אחד הגורמים המעורבים, ואולי אף הגורם העיקרי, בהתפתחות תופעת תמותת הגפנים בבקעת הירדן.

הזיהוי המולקולרי של הבידודים כזהים או דומים מאוד לרצפי *Q. cyanescens* שתוארו באיראן ובאיטליה, לצד דמיון בתסמינים, מחזק את ההשערה כי מדובר בפתוגן בעל פוטנציאל פתוגניות לגפן גם בתנאי האקלים של בקעת הירדן. התפרצות התופעה באזור חם במיוחד מעלה את האפשרות שתנאי טמפרטורה גבוהים, תנאי גידול בחממות תחת חיפוי, תורמים הן לרגישות הצמח והן לאגרסיביות של הפטרייה. תרחיש זה תואם דיווחים מהספרות על הופעת *Q. cyanescens* באזורים חמים יחסית, אך נדרש מחקר מבוקר שיבחן את השפעת תנאי הסביבה על קצב ההתפתחות והפתוגניות של הפטרייה. כמו כן, דפוסי ההופעה המרחבית של התסמינים בחלקות לעיתים במקבצים ולעיתים בשיעורים גבוהים יחסית מעלים שאלות לגבי דרכי ההפצה האפשריות של הפטרייה, לרבות הפצה דרך פצעי גיזום, כלי עבודה או הפצה אווירנית של נבגים. עם זאת, סוגיות אלו טרם נבדקו באופן ניסויי במסגרת שלב זה של המחקר.

לסיכום, ממצאי דוח הביניים מצביעים על *Q. cyanescens* כגורם פוטנציאלי המעורב בתופעת תמותת הגפנים בבקעת הירדן, אך בשלב זה יש לראות בה כמועמדת עיקרית למחקר המשך. המשך המחקר, ובפרט ביצוע מבחני קוך, אפיון תנאי ההדבקה ודרכי ההפצה, נדרשים על מנת לבסס או לשלול את תפקידה כפתוגן סיבתי ולהניח בסיס מדעי לפיתוח המלצות ממשק יישומיות.

## רשימת ספרות

- Mattia, D., Mavica, S., Di Pietro, C., Efstathiou, S., Makris, G., Kanetis, L. I., & Aiello, D. (2025). Fungi associated with table grape propagation material, with emphasis on *Neoscytalidium dimidiatum* and *Quambalaria cyanescens* in Italy. *Phytopathologia Mediterranea*, 64(3), 537–558. <https://doi.org/10.36253/phyto-16099>
- Narmani, A., & Arzanlou, M. (2019). *Quambalaria cyanescens*, a new fungal trunk pathogen associated with grapevine decline in Iran. *Crop Protection*, 124, 104875. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104875>