

בחינת הקשר בין מדדים ויזואלים של עץ הרימון ומחלת הריקבון הפנימי

בפירות

מוגש לקרן המדען הראשי

על ידי

דוד עזרא ודני שטיינברג המחלקה למחלות צמחים וחקר העשבים, מינהל המחקר החקלאי, מכון וולקני, בית דגן.

David Ezra Department of Plant Pathology and Weed Research, ARO, the Volcani Center, P.O.Box 6, Bet-Dagan Israel 50250

E-mail: dezra@volcani.agri.gov.il

יצחק קוסטו שה"מ.

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא / לא

תאריך: טבת התשע"ו, דצמבר 2015

חתימת החוקר  _____

תקציר

הצגת הבעיה:

בשנים האחרונות חלה עלייה בהיקף הפגיעה בפירות רימון ממחלת הריקבון השחור הפנימי (Heart rot) הנגרמת על ידי הפטרייה *Alternaria alternata* במטע, בכל הזנים. ההפסד הכספי העלול להיגרם כתוצאה מאיבוד הפרי חשוב, אך גם הפגיעה במוניטין האיכותי של המוצר הישראלי נפגע. בשל הנזק ארוך הטווח יש לפתח בהקדם דרכים שיאפשרו להתמודד ביעילות עם הבעיה. בעבודה שביצענו במימון המדען בשנים 2010 עד 2013 הגדרנו את גורם המחלה ואת האפדימיאולוגיה שלו במטע. נמצא כי גורם המחלה הפטרייה *Alternaria alternata* חודרת לפרחים מיד עם פתיחתם, אך נשארת במצב רדום במגורה התחתונה של הפרי עד לתחילת הבשלת הפרי אז היא מתפתחת וגורמת לריקבון בכל הפרי. בנוסף, ממצאים ראשוניים הראו קשר בין מצב דרגת הצימוח של העצים, עומס היבול וגודל הפרי לשכיחות הפירות עם הריקבון הפנימי. הנחת העבודה: העומדת בבסיס הצעת מחקר זו היא שהמצב הפיזיולוגי של העצים הוא הגורם המרכזי המשפיע על התפתחות מחלת הריקבון הפנימי בפירות. הנחה זו מתבססת על העובדה שניתן לבודד את גורם המחלה ממרבית הפרחים/הפירות המתפתחים על העצים. מכאן עולה שתנאי הסביבה ונוכחות מידבק לא הגבילו את עצם התרחשות ההדבקה ואת איכלוס הפירות. אנו מניחים שהמצב הפיזיולוגי של העצים ושל הפירות המתפתחים עליהם הם אלה הקובעים אם הפוטנציאל להתפתחות הריקבון. יעדי המחקר: 1. קביעת מדדים ויזואליים להגדרת הרגישות הפיזיולוגית של עצי רימון להתפתחות ריקבון פנימי. 2. בחינת הקשר בין עומס היבול לשכיחות הפירות הרקובים. מהלך ושיטות עבודה: לבחינת הקשר בין מדדים ויזואליים לשכיחות המחלה, יוגדרו ויסווגו עצים על פי מדדים פיזיולוגיים מבחינת הצימוח שלהם ותיבדק שכיחות המחלה בפרי. בעצים אחרים יבוצע דילול מכוון בכדי לבחון את הקשר בין מספר הפירות לשכיחות הפירות הרקובים.

מבוא

הרימון (*Punica granatum* L.) נמנה על משפחת הרימוניים (Punicaceae) הכוללת סוג זה בלבד. הרימון הינו עץ עתיק מאוקלם היטב באזורנו, הוא מצוי בארץ כגידול תרבותי יותר מ 5000 שנה. רוב הפגעים במטע נגרמים על ידי חרקים. עם זאת, ישנן מחלות פטריות בעלות השפעה במטע לפני הקטיף, בינהן מחלת הנקודות השחורות ברימון שהוגדרה ונמצאת בישראל. מחלה זו נגרמת על ידי הפטרייה *A. alternata*, האחראית גם למחלת הריקבון הפנימי ברימון, אך אינה פוגעת בפנים הפרי וברקמה הנאכלת. ריקבון פנימי (Heart rot) כתוצאה *Alternaria* sp. הינה מחלה המופיעה הן במטע והן באחסון שלאחר קטיף. פירות נגועים מראים שינוי קל בצבע הקליפה והשחרה מאסיבית של פנים הפרי. המחלה מתפתחת עוד בהיות הפרי על העץ. בריקבון פנימי המתפתח כתוצאה מהדבקה בפטריית ה *Alternaria* הריקבון מתפתח על הגרגירים ואינו פוגע במזוקארפ (תמונה 1).



תמונה מספר 1. ריקבון שחור הנגרם על ידי *Alternaria alternata* בפרי רימון. א. התבטאות המחלה על פני הפרי. ב. הריקבון בתוך הפרי

במחלה זו הפטרייה מתפתחת על הגרגירים בתוך הפרי כשבסופו של דבר כל פנים הפרי נרקב אך אין פריצה אל מחוץ לקליפת הפרי והפרי נראה מבחוץ בריא לעין לא מאומנת. ישנם תסמינים חיצוניים למחלה זו כדוגמת צבע פרי מודגש, משקל חסר של הפרי ועיוותים מסוימים של הפרי המרמזים על כך שהפרי נגוע בפנים. מחלת הריקבון השחור ברימון אינה מהווה, בדרך כלל, בעיה קשה במטעים ומוערך כי היא פוגעת רק ב 1-5% מהתוצרת הכללית. נהוג לסווגה כמחלה של לאחר קטיף שכן באחסון הפרי לאורך זמן יש עליה בפגיעתה בפירות המאוחסנים. המגדלים והעובדים בקטיף יודעים בדרך כלל לזהות פירות נגועים יחסית בקלות ולכן רק מעט מפירות אלה מגיעים לבתי האריזה. עם זאת, בשנים האחרונות ישנה עלייה בהיקף הפגיעה ממחלה זו בפרי, במטע. היות והרימון הינו פרי המיועד לייצוא, ההפסד הכספי העלול להיגרם כתוצאה מאיבוד פרי הינו גדול. עד היום לא נמצא פתרון הדברתי יעיל למחלה לא בהתפתחותה במטע ולא באחסון. היות ומקובל היה בארץ כי מחלת הריקבון הפנימי ברימון נגרמת על ידי קומפלקס פטריות המורכב מ *Alternaria* sp. ו- *Aspergillus* sp. חשוב היה להגדיר מיהו גורם המחלה ולכן בעבודה שבוצעה במימון המדען (2010-2013) בדקנו מיהו גורם המחלה. על פי הממצאים שלנו

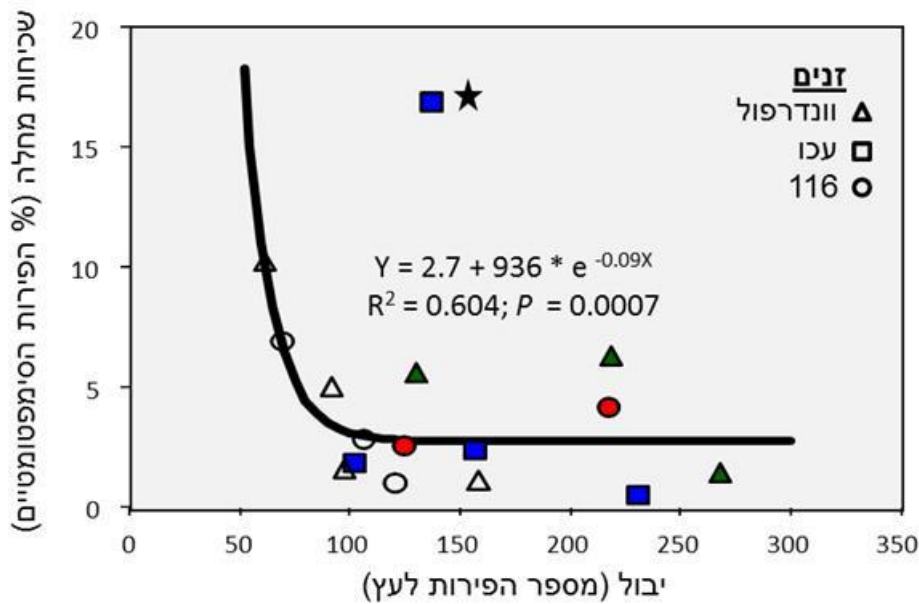
Alternaria alternata הינה גורם המחלה הגורם לריקבון פנימי של הגרגירים. בנוסף נלמדה האפידמיולוגיה של המחלה והוגדרה הדרך בה מתרחשת ההדבקה והמחלה מתפתחת בפרי. במהלך העבודה הועלתה ההשערה שבשל העובדה שמרבית הפירות במטע מאולחים ומאוכלסים על ידי הפטרייה כבר בפריחה אך רק באחוז יחסית קטן שלהם נמצאת הפטרייה במגורות התחתונות ויותר מכך באחוז עוד יותר קטן מתפתחת בסופו של דבר המחלה, כנראה שישנה מעורבות של הצמח בקביעת מי מבין הפירות יפתח את המחלה ואיזה מהם יישארו בריאים. בנוסף בחנו את ההשפעה של גודל הפרי לסבירות שיתפתח בו ריקבון פנימי ומצאנו שהפירות הקטנים גייעים פחות מאשר הפירות הגדולים. ממצאי מחקר זה הצביעו על קשר אפשרי בין מצב דרגת הצימוח של העצים לשכיחות הפירות עם הריקבון הפנימי: בעצים עם צימוח נמרץ שכיחו הפירות עם הריקבון הפנימי הייתה גבוהה במובהק משכיחותם בעצים עם צימוח בינוני או צימוח מוגבל. בהצעת מחקר זו אנו מבקשים לבחון את האפשרות שהמצב הפיזיולוגי של העצים (המאופיינים על ידי עוצמת הצימוח שלהם ועומס היבול המתפתח עליהם) וגודל הפירות הינם גורמים מרכזיים בהתפתחות ריקבון פנימי בפירות.

הנחות היסוד ויעדי המחקר: ההנחה העומדת בבסיס הצעת מחקר זו היא שהמצב הפיזיולוגי של העצים הוא הגורם המרכזי המשפיע על התפתחות מחלת הריקבון הפנימי בפירות. הנחה זו מתבססת על העובדה שניתן היה לבודד את גורם המחלה ממרבית הפרחים/הפירות המתפתחים על העצים. מכאן עולה שתנאי הסביבה ונוכחות מידבק לא הגבילו את עצם התרחשות ההדבקה ואת איכלוס הפירות. אנו מניחים שהמצב הפיזיולוגי של העצים ושל הפירות המתפתחים עליהם הם אילה הקובעים אם הפוטנציאל להתפתחות הריקבון (=נוכחות הפטרייה בתוך הפירות) יתממש בפועל (=יתפתח ריקבון פנימי). למיטב הבנתנו יחסי המקור-מבלע בעצים משפיעים על התגובה הפיזיולוגית של העצים לגורם המחלה: בעצים הנמצאים בצימוח נמרץ (ושיש עליהם עומס יבול נמוך) הסבירות להתפרצות המחלה בפירות גבוהה יותר מאשר בעצים הנמצאים בצימוח מוגבל (ושיש עליהם עומס יבול רב). כמובן ששתי תכונות אלה (עוצמת צימוח ועומס יבול) מנוגדות זו לזו. מכאן עולה שבשנים עוקבות התגובה של עצים בודדים למחלה עלולה להשתנות ממצב של עמידות למצב של רגישות, בהתאם לסירוגיות בעוצמת הצימוח ובעומס הפרי. גורם נוסף המשפיע על הסבירות שיתפתח ריקבון פנימי גודל הפירות, כאשר פירות גדולים רגישים יותר מפירות קטנים. למיטב הבנתנו מצב הצימוח, עומס היבול וגודל הפירות הם רק אינדיקטורים חיצוניים לגורם המשפיע על הסבירות שיתפתח ריקבון פנימי.

יעדי המחקר (מטרות) המוצע הינם: 1. קביעת מדדים ויזואליים להגדרת הרגישות הפיזיולוגית של עצי רימון להתפתחות ריקבון פנימי. 2. בחינת הקשר בין עומס היבול לשכיחות הפירות הרקובים.

מיפוי מטעים ברמת המטע והעץ הבודד לנגיעות הפירות

נבחנו פירות ועצים ממטעים בצפון, מרכז ודרום הארץ. בכל מיקום נבחנו הזנים עכו 4 מטעים במושב הנגב, חצור, קידרון ועמיקם), 116 (שני מטעים במושב הנגב ובחצור) וונדרפול 3 מטעים במושב הנגב קידרון ועמיקם). בכל מטע נבחנו 20 עצים. סה"כ נבדקו 80 עצים מהזן עכו, 40 עצים מהזן 116 ו 60 עצים מהזן וונדרפול. הערכות בוצעו בשבעה מטעים.

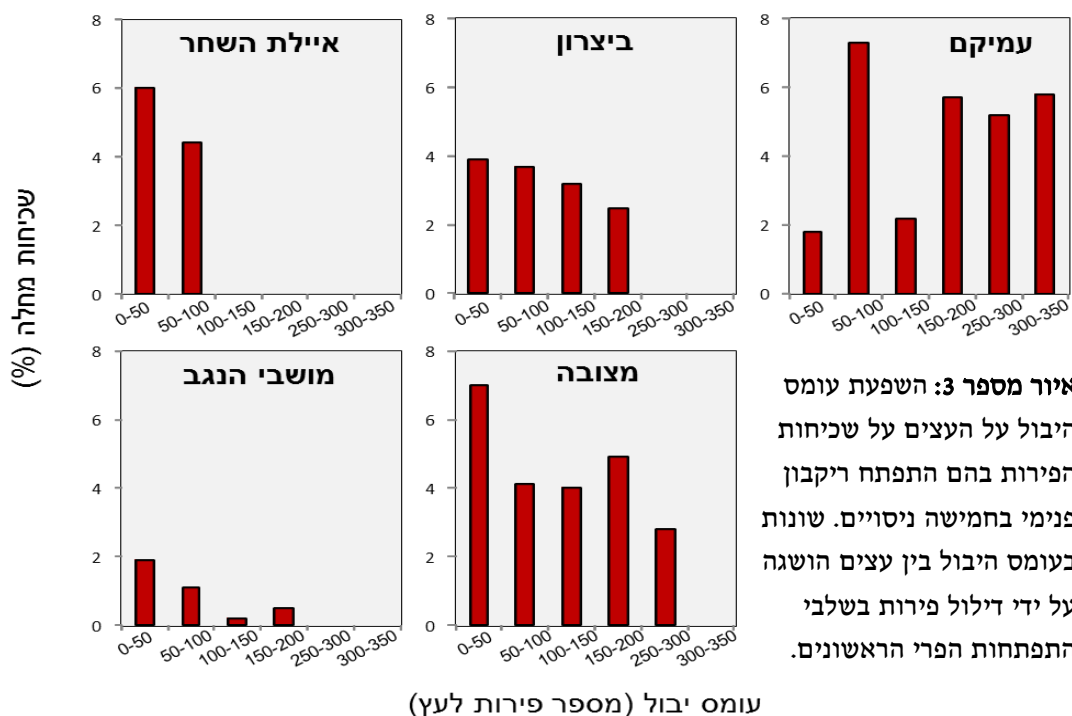


איור מספר 2. הקשר בין גובה היבול (מספר פירות לעץ) לשכיחות הפירות הסימפטומטיים (הפירות בהם התפתח ריקבון פנימי). הנתונים נאספו במטעי רימון מהזנים וונדרפול, עכו ו-116. נקודת הדגימה המסומנת בכוכבית הוגדרה כנקודה סוטה (outlier) ולא נכללה בחישוב קו הרגרסיה המתאר את הקשר בין שני המדדים.

הערכת הנגיעות בפירות בוצעה בזמן הקטיפה כאשר צוות מיומן (בדרך כלל עובדים ממוצא תאילנדי) קיבל הנחיה לקטוף את כל הפירות שעל העץ לארגזים שמוקמו מתחת לעצים. הפירות שנקטפו נספרו ונבחנו לתסמיני מחלת הריקבון. כל הפירות החשודים נחתכו בעזרת סכין כדי לברר האם הם מכילים ריקבון שחור או שמא זוהו בטעות כחולים. כל הנתונים בכל מטע נרשמו. לכל עץ חושב היחס בין מספר הפירות הכללי לעץ למספר הפירות החולים, ובוטא כאחוז הפירות החולים לעץ.

כשאוחדו כל הנתונים שנאספו ותוארו על מערכת צירים אחת המבטאת את הקשר בין שכיחות הפירות הסימפטומים לעומס היבול (מספר הפירות שהיו על העץ) נמצא קשר מובהק בין שני המדדים (איור 2). בעומס יבול נמוך (פחות מ-100 פירות לעץ) שכיחות הפירות הנגועים הייתה גבוהה; מעומס פרי של 100 פירות ומעלה שכיחות הפירות הנגועים הייתה נמוכה ולא הושפעה מעומס היבול. ממצא כולל את הזנים שנבדקו במהלך שנתיים. למרות שמובהקות משוואת הרגרסיה הייתה גבוהה מאד ($P = 0.0007$) החלק היחסי של השונות בשכיחות המחלה שהוסבר על ידי עומס היבול היה 60.4% בלבד, כך שקיימים גורמים נוספים מעבר לעומס היבול של העצים, המשפיעים על הנגיעות.

בוצעו ניסויי דילול מבוקרים במטרה לבחון האם מספר הפירות שיושאר על העץ ישפיעו על מספר הפירות הרקובים. לשם כך בחמישה מטעים באזורים שונים בארץ: מהצפון (איילת השחר, מצובה ועמיקם) דרך מרכז הארץ (ביצרון) ועד צפון הנגב (מושב הנגב) כולם של הזן וונדרפול סומנו שישה טיפולים (מספר הפירות שהושארו על העץ). לכל טיפול סומנו שלושה עצים. בטיפולים היו: עץ עליו הושארו עד 50 פירות, בן 50 ל 100, בן 100 ל 150, בן 150 ל 200 פירות, בן 250 ל 300 ו בן 300 ל 350 פירות. לא בכל המטעים ניתן היה לסמן את כל הטיפולים בשל מיעוט יבול (תמונה 3). מיד בתום החנטה סומנו מספר החנטים הרצוי בכל עץ בעזרת טבעות פלסטיק ייעודיות וכל שאר הפירות נקטפו מהעץ.



ביום הקטיפה נקטפו כל הפירות מהעץ, נספרו ונערכה בחינה של הפירות לתסמיני ריקבון. כל הפירות החשודים נחתכו בכדי לוודא שאכן הם רקובים. מהתוצאות שהתקבלו ומוצגות בעיור 2 ניתן לראות שבאופן כללי, מלבד המטע בעמיקם, בכל המטעים מתקבל קשר בן מספר הפירות על העץ ומספר הפירות הרקובים עליו. תוצאות שנה זו תומכים בתוצאות הניסויים שהתקבלו בשנים 2011 ו 2012 אבל היות והם נעשו בקנה מידה מצומצם יחסית יש צורך לחזור עליהם שוב ולבצעם במספר עצים גדול יותר.

קביעת מדדים ויזואליים להגדרת עצים "רגישים"

שלושה מדדים נקבעו למצב היוזואלי של העצים במטעים שנדגמו. עצים "חזקים" נקבעו כעצים בעלי צימוח עלותי חזק; עצים "בינוניים" בעלי צימוח עלותי פחות מזה המתאר עצים חזקים; ועצים "חלשים" בעלי צימוח עלותי מדוכא, כלומר ללא צימוח צעיר חדש. במרבית המטעים (מלבד מטע יחיד בקידרון של הזן וונדרפול) הראו העצים אותו אפיון ויזואלי ולא היה הבדל בין העצים. במרבית המטעים מצב העצים בעת הקטיפה הוגדר כ"בינוני" ולא נמצא הבדל בין עצים שנשארו מעט פירות רקובים לעומת כאלה שהיו עליהם יחסית הרבה פירות רקובים. יש להדגיש ולציין שמדדים אלה התייחסו אך ורק למצב היוזואלי המתייחס לכמות העלווה, צורתה ונפחה.

בהתייחסות לעוצמת הצימוח המתבטאת במספר ענפי השלד שהוגדרו כ"צעירים" לעומת ענפי שלד שהוגדרו כ"זקנים". בהשוואה זו נמצא קשר בן עוצמת הצימוח למספר הפירות הרקובים על העץ כאשר בעצים הנמצאים בצימוח נמרץ כלומר בעלי יותר ענפי שלד צעירים מענפי שלד "זקנים" היו יותר פירות רקובים בעוד בעצים בהם היו יותר ענפי שלד "זקנים" מענפי שלד "צעירים" נמצאו פחות פירות רקובים מאלטרנריה.

איור מספר 3: הקשר בין עוצמת הצימוח של העצים לשכיחות הפירות שהתפתחו עליהם שהיו עם ריקבון פנימי. הממצאים הם מהניסוי שבוצע בגדרה. ערכי עמודות שלידן אותיות שונות שונים זה מזה במובהק כנקבע על פי מבחן HSD (ברמת מובהקות של $P < 0.05$). יש לציין שמספר החזרות בכל אחד מהטיפולים היה שונה.



דיון

מתוצאות הניסויים אנו רואים כי ישנו קשר בן מצב העץ הפיזיולוגי מבחינת עוצמת הצימוח למספר הפירות הנגועים אומנם קשר זה נראה כרגע כקשור לרמת הענף יותר מאשר רמת העץ השלם אבל אנו יכולים להניח כי קשר זה אכן מעורב בהופעת המחלה בפירות. בכדי לבסס קשר זה ולהבין מהם הגורמים הקשורים כגון חוסר במינרלים, השפעת אור, השפעת גורמים אחרים יש לערוך מחקר ארוך ומעמיק יותר. גם הקשר בן עומס הפרי על העצים ורמת הרקבון (מספר הפירות הרקובים) מודגם בתוצאות. יתכן ושני המדדים שבחנו קשורים זה לזה היכולת של ענפים בעלי צימוח נמרץ כלומר בהם הושקעו האנרגיות של העץ לצימוח עלותי ופחות לפירות מביאים למצב בו מדד הויזואליות קובע כי ענפים אלה הינם "חזקים" ואליהם יש פחות פירות ולכן גם יותר מחלה וההפך ענפים חלשים עליהם יש יותר פירות ופחות מחלה. נקודה זו לא נבחנה במחקר זה וצריכה להבחן במחקר עתידי.

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה:	
1. קביעת מדדים ויזואליים להגדרת הרגישות הפיזיולוגית של עצי רימון להתפתחות ריקבון פנימי. 2. בחינת הקשר בין עומס היבול לשכיחות הפירות הרקובים.	
עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח:	
נבחן הקשר בין המצב היוזואלי של העץ השלם ושל ענפי שלד למספר הפירות הרקובים עליהם. נמצא קשר בין מדדים אלה למספר הפירות הרקובים ככל שהעץ נמצא בצימוח נמרץ ישנם יותר פירות רקובים על העץ/ ענף כשקשר זה חזק יותר ברמת הענף. בבחינת הקשר בין מספר הפירות על העץ למספר הפירות הרקובים נמצא קשר שעיקרו ככל שיש פחות פירות על העץ ישנם יותר פירות נגועים על העץ.	
המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח:	
המסקנות הינן שהתפתחות מחלת הרקבון הפנימי ברימון כנראה מושפעת מגורמים פיזיולוגיים בהם העץ נמצא והם שמשפיעים על התקימות המחלה בכל הפירות ו/ או בחלקם בהם הפטרייה הגיע למגורה התחתונה. בן הגורמים המשפיעים מצאנו שלמספר הפירות, ועוצמת הצימוח של העץ ישנה השפעה. מטרות המחקר לתקופת הדוח הושג באופן חלקי. יש להמשיך במחקר כדי לבסס את תוצאות הניסויים שבוצעו בשנות המחקר המתואר ומתוך התוצאות וההבנות שיתקבלו לפתח מימשק שיאפשר לשלוט בגורמים המשפיעים על המצב הפיזיולוגי של העץ/ הענף ודרך כך על מספר הפירות הנגועים.	
האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח?	
כן. מאמרים בעברית ובאנגלית הכוללים תוצאות אלה ואחרות בנושא.	
פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח:	
רק בספריות	←
ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)	←
חסוי – לא לפרסם	←

