

הערכת סיכונים בעצים

אבייגיל הֶלְרֶר, הנדסת הצומח וגנים בוטניים, שה"מ, משרד החקלאות ופיתוח הכפר
ישראל גלון, אגף פרחים, הנדסת הצומח, גננות ונווף וכן פקיד העירות, שה"מ, משרד החקלאות ופיתוח הכפר
דני אלמליח, כרכור
zechak_hal-av, רחובות
חיים גבריאל, אגרונום אגף שפ"ע, עיריית תל-אביב

תקציר

באرض ידועים כמה מקרים של נזק כתוצאה של מושב בענפי עצים או מהתפקידם. לרוב הנזקים הם לרוכש, אך היו גם כמה מקרים בהם נגרמו נזקי גוף ואף מוות. כאמור זה מוגשת ההחלטה, שפותחה בארץ, להערכת סיכונים בעצים. הבדיקה מבוססת על בדיקת סימנים חייזוניים, כגון התנונות בנוף או השפעת פתוגנים, השתיכות העץ לקבוצת סיון, כלומר הינו חסן או נוטה לשבר טבעי. כמו כן, נבדקת השפעת הסביבה על העץ, דוגמת השקיה, השפעת רוחות ונדמה. בנוסף לכך, מוצגים בסוף המאמר מכשירים ואמצעים שונים, המוצאים בשימוש בעולם, להערכת סיכונים בעצים ואשר מאפשרים לבצע בדיקות פנימיות. אלו סוברים, כי במידע הקיים היום בארץ וביעיר בניסיון המצטבר, ניתן לבצע הערכת סיכונים טוביה ומדויקת למדי, ולהקטין חלק ניכר מהסיכונים הקיימים, בעיקר בשכיחים שביניהם, דוגמת שבר ענפים. עדין ישנו ותמיד יהיה טווה מסויים של חוסר דיקוק בהערכתה ואיידאות באשר לכושר החיזוי של נפילה או שבר.

מילות מפתח נוספת על מילוט הכותרת: אורטופדייה בעצים, גידודים, דילול, הסחה, הקצהה, פצעי גיזום, שבר בעצים.

מבוא

תחום הערכת הסיכונים בעצים הפך לנושא בווער בארץ, וזאת בשל כמה סיבות: התגברות העצים והגדיל במדדיים הפיסיים, צפיפות המגורים בקרבת העצים, הפיתוח המואץ, המשפיע באופן דרמטי על מערכות השורשים ועל בית הגידול של העצים, וכਮבול הסביבה האורבנית והתרבותית, אשר בה להשקה, לטיפול ולהתערבות בגין העצים יש לא פעם תפקיד שלילי ומכריע בסוגיה זו.

במציאות הצפופה של חינינו, המפגש עם עצים בוגרים וגדולים בעלי פוטנציאלי סיון לשבר ענפים או לנפילה הוא עניין של יומיום. מציאות זו מחייבת אותנו, בראשונה, לדעת על קיומן של הסכנות, ולאחר מכן להתערבות מקצועית, שימושוותה המעשית והכספית כבדת משקל. בנוסף לכך, שיפור היחס להגנת אילנות מהיבש מתן חוות דעת מקצועית ואמינה כאשר מוגשת בקשה לכריתת עץ, אם מטענה אמיתית ואם כטענת שווה של "עץ מסוכן".

באرض ידועים מקרים של נזק כתוצאה של מושב בענפי עצים או מהתפקידם עץ. לרוב הנזקים הם לרוכש, אך היו גם מקרים אחדים שבהם נגרמו נזקי גוף ואף מוות.

בහיעדר כללים מוגבשים או מוסדות שלקוו על עצם להיות מופקדים על הבתיחות בעצים, הרי כל מי שעוסק בעצים: גורמים עירוניים, בעל השיטה שהעניק מוצוי בשטחו (ציבור או פרטי) ואנשי מקצוע הבאים ברגע עם העצים (אגרונומים, גזומים, מנהלי גנים ושמורות טבע, גנים) חייבים לדאוג שאף אדם לא יפגע ושלא ייגרם נזקים לרוכש. יש להבחין בין האחריות המקצועית של אנשי המקצוע, שתפקידם לגבות מדיניות מקצועית ולתת הנחיות מדיקות עד כמה שנייתן, לבין כל מי שהעניק נמצאה בשטחו ועליו לדעת, שהוא האחראי מבחינה משפטית לשלוום הצלבו, ולצורך כך עליו להתייעץ עם בעל המקצוע.



השאלה היא, האם יש בידינו כלים להערכת סיכוןים בעצי תרבות או עיר, והאם ניתן למנוע שבר ענפים ונפילת עצים, ולהציג בכך את המטרת העליונה של מניעת פגיעה בנפש. מצבו של מומחה, הנדרש להערכת אפשרות של שבר או התההפות וגרימת נזק, בעיקר הקרוב או הרחוק, דומה לשלהנדס, הניצב בפני מבנה ישן לשימורו. אך בעוד שלמהנדס יש כלים הנדרשים (מתמטיים) לחישוב, בידי האגרונום אין די כלים, מאחר שהעץ הוא חומר חי ומשתנה והכלים אינם מדויקים דיים. גם אם מבחנים בעץ המדובר בסימני ריקבון, נזק או שברים גדולים קודמים, ומণיחים שקיימת סכנה, עדין קשה להערכת מתי בדיקות ייגרם הכשל ותיהה שבירה.

עם זאת, עז יכול להיות חלול ועדין יציב מאוד. קיום חلل בעץ יכול להעיד על פעילות של פטריות הפוגעות בעצה התומכת את העץ, או על היעלמות ספונטנית טבעית של עצת הגלען הפנימית. אולם, בין תהליכיים אלה לבין קריסת העץ עשויות לחלוף שנים רבות, שכן במקביל, בכל שנה, העץ מצמיח בדרך כלל טבעת שנתית נוספת בהיקף הגזע מבחן.

המבחן עושה שימוש בכלים הבאים:

1. בדיקת סימנים חיצוניים;
2. שיווק העץ לקבוצת סיכון;
3. השפעת הסביבה על העץ;
4. בדיקות פנימיות.

אנו סבורים, כי במידע הקיימים היום בארץ ובעיר לארח הניסיון המctrבר אפשר לבצע הערכת סיכוןים טובה ומדויקת למדי ולהקטין חלק ניכר מהסיכוןים הקיימים, בעיקר השכיחים שביניהם, דוגמת שבר ענפים. עדין ישנו טווח מסוים של חוסר דיק בהרוכה, ואירועאות באשר לכשור החיזוי למקרה של נפילה או שבר. עז הוא יצור חי, שבו מתרחשת השינויים תמידית והוא מושפע מהתנאי הסביבה. לכן, בזמן, שזמן מה אחריו שהוא נוצר נוצר סיכון, שלא אוביין או שלא היה קיים במהלך הסקר, כדוגמת: ריקבון שורשים כתוצאה מעודף מים, פגיעה במערכת השורשים, פגיעת פטריות או חרקים שהיו מוסתרים.

ראוי להזכיר, כי האבחנה והערכת הסיכוןים היא רק תחילתו של התהליך בהקטנת הסיכון וכי טיפול ואחזקה מקצועיים ושגרתיים הם הכלים המשמעותיים למניעת עצם השימוש בסיכון שעובדנו. התודעה והמודעות לקיומם של אותם סיכוןים הם השלב הראשון בכל הקשור לטיפול בגורמי הסיכון בעצים. הקפדה על טיפול מקצועי חזר ונשנה ומעקב לשם הערכת סיכוןים בשיטות המוצעות יש בהם כדי להקטין בודאות נזקי שבר ונפילה.

במאמר זה נתאר את הגישה שפותחה בארץ להערכת סיכוןים בעצים. בסוף המאמר נציג מכשור הקיימים בעולם בנושא זה, אשר מאפשר גם בדיקות פנימיות בעצים. הצללים: דני אלמליח ואביגיל הלה.

אלו עצים עשויים להיות מסוכנים?

כמו בכל ארגונים חי, גם בעצים קיימת הזדמנות טבעית וירידה בחינויו. לעיתים תורמים לכך תנאי הסביבה ולעתים פגעים הקשורים במחלות ובמזיקים וכן פגעים מכניים. בעצים הגדלים בסביבה תרבותית, הסיבה לכך, למehrha הצער, קשורה לעיתים קרובות באחזקה לקויה. עם השנים אנו מבחינים בריקבון של עצת הגלען הפנימית, המKENA לגזע את חזקו המכני, בהתנוונות של ענפים ובתמותת שורשים היוניים. כתוצאה לכך, לאחר שנים ורבות, עצים או גזעים מתמוטטים. ישנים מינים הנוטים להזדקן מוקדם יותר מאשרים ותוחלת החיים שלהם קצרה בעשרות שנים, למשל: אוזדרכת מצויה (*Melia azedarach*), רובניה בת-שיטה (*Robinia pseudo-acacia*), מיני בוקיצה (אולמוס *Ulmus*) ועוד, ואחרים מאricsים חיים מאות שנים, ביניהם: מיני אלון (*Quercus*), מיני אלה (Celtis) ומיני קיש (*Pistacia*).



כמה גורמים המשפיעים על היוטו של העץ מסוון:

גיל העץ: ישנים מיני עצים דוגמת מיש דרומי (*Pinus pinea*) או אורן הצנובר (*Celtis australis*), הנוטים להישבר רק בהגיעם לגיל רב-שנים. מיש דרומי עלול להשתיל לאחר כ-50 שנים גידול ואורן הצנובר אחרי כ-80 עד 100 שנה. באורן הצנובר התופעה קשורה במבנה האופייני של ענפי שילד מרכזים, בעלי זווית חדה. לעומת זאת, אדריכת מצוחה (*Melia azedarach*) או צפצפה מכסיפה (*Populus alba*) עלולות להשבר כבר לאחר 20 או 30 שנה. בעצים אלו התופעה קשורה, בדרך כלל, בריקבון.

גודל העץ: ככל שהעץ גדול וגובהו יותר ומשקלו רב יותר יש להיזהר משנה זהירות בשיקול הדעת לגביו, שכן אם ייגרם כשל, הנזק עלול להיות מסוכן במידה רבה.

מין העץ ושיווכו לקבוצת סיכון: אחת הפעולות הבסיסיות והחשובות בהערכת סיכוןים בעצים היא זיהוי סוג העץ, מינו ושיווכו לקבוצת סיכון – נמוכה, בינונית או גבוהה, לפי תכונותיו הייחודיות של אותו מין.

עצים הנוטים לשבר ספונטני: ישנים עצים הנוטים במידה רבה לשבר ענפים, גם אם ענפים אלה בראים לחלוטין, לדוגמה גרווילאה חסונה (*Grevillea robusta*) או איקליפטוס המקור (*Eucalyptus camaldulensis*), ואילו אחרים מאופיינים בעצה חסונה, כגון: מיני ארז (*Cedrus*) או מיני אלון (*Quercus*). אין להזכיר, שניים בעלי חזות דומה יהיו גם בעלי תכונות דומות. לדוגמה מיני מיש (*Celtis*) חסוניים בהרבה ממינים בוקיצה (אולמוס *Ulmus*), הדומים להם בחזותם.



עצים הנוטים לשבר בעקבות פצעי גיזום וחדירת פטריות פתוגניות: לדוגמה: מיני אשל (*Tamarix*), מיני קזוארינה (*Casuarina*) או חרוב מצוי (*Ceratonia siliqua*) תכונה זו של שבר בעקבות ריקבון אויפוינית יותר לעצים בוגרים וגדולים ונדרה בעצים צעירים (איור 1).

בעצים בעלי עצה חסונה אין בריקבון או בגזע חלול כדי להציגו בהכרח על סכנה מיידית של שבר. חلل בגזע מאפיין לעיתים גם עצים בראים. מובן שנדרש בעניין זה ניסיון רב ביותר כדי לאמוד זאת.

לא יהיה זה מוגזם לקבוע, כי טיפול מקצועי בגזום, ובמיוחד מניעת פצעי גיזום גדולים, הוא הגורם החשוב ביותר להפחיתה בסיכון זה. מריחת חתכי גיזום במשחת גיזום יש בה תרומה חשובה לכך.

איור 1: ריקבון סמי שהתגלה בענף רק לאחר שנשבר

עצים הנוטים לשבר בעקבות פעילות פתוגנים: לעיתים, הריגשות לפתוגנים קיימת גם אם לא נעשו פצעי גיזום: מיני מילה (*Fraxinus*) או כליל החורש (*Cercis siliquastrum*) וריגשים לחדרה של סס הנמר; מיני תות (*Morus*) או אלמוןן רחבי-עלים (*Erythrina corallodendrum*) רגישם לפרטיות הגורמות ליריקבון בגזע.

בטבלה 1, בהמשך המאמר, מודרגים העצים על פי נטייתם לשבר או להתחפכות.

השפעת הסביבה על העץ

שכיחותם של שברים או נפילה של עצים עשויה להשנות בהתאם לתנאי האקלים, חסיפה לרוחות, סוג הקרקע ועומקה, ותנאי ההשקייה או הקربה למקור מים קבוע. בארץ, עצים רבים נוטים להישבר כאשר הם מקבלים השקיה יתר או כאשר הם סמוכים למקורות מים או מי תהום גבוהים, שאז צימוחו הנוף נמוך יותר. לדוגמה: איקליפטוס המוקור (*Acer obtusifolium*), פיקוס חלוד (*Ficus rubiginosa*) או אדר סורי (*E. camaldulensis*), מכונף נאה (*Quercus suber*), אלון השעם (*Quercus ilex*), קטלב מצוי (*Olea europaea*) או זית אירופאי (*Arbutus andrachne*). הגדים באזוריים שבהם אירובי שלג הם נדירים. עצים אלה עלולים להישבר כאשר מצטרב עליהם שלג.

בישראל, עקירה ונפילה בעקבות רוחות חזקות אינה שכיחה, אבל שברים ונפילת ענפים שכיחים מאוד. עץ הגדל באזור משופע ברוחות יהיה בדרך כלל עמיד לרוחות ולשבר יותר מעץ הגדל באזור מוגן ונחשך לפטע לרוח עזה. חזק זה נובע, נראה, מהתחזקתו רקמת העצה המשנית כתוצאה מהנדדות העונפים במהלך גידולם.

מינים מסוימים נוטים במובהק להיעקר יותר מאחרים. אורן ירושלים (*Pinus halepensis*) נוטה להתפרק על שורשיו לעיתים קרובות, בעוד שאורן הצנובר (*P. pinea*) אף שהוא באותו סוג, אינו נוטה לפול. ההיעקרות מקורה במערכת שורשים שטחית וקטנה, בעוד שהנוף צומח לממדים ולגובה משמעותיים. לתנאי הקרקע, כדוגמת קרקע סלעית ושכבות קרקע רדודה או מי תהום גבוהים, עשוי להיות תפקיד מכריע בשכיחות מקרי ההתחפכות.

האמור עד כאן ברור עד כמה חשוב להקפיד על נטיות עצים באזור אקלימי וקרקיי המתאים לתכונותיהם.

נקודות פיתוח

עבודות פיתוח, הגורמות לחתוך מערכות השורשים בעצים או לשינוי בניקוז או במפלס הקרקע בקרבת בסיס הגזע, עלולות להשפיע באופן דרמטי על נפילת עצים, גם כאשר אלו חסונים ובריאים (איור 2). תופעה זו שכיחה יותר במינים עצים שטבעם נוטים לפול, כדוגמת ברוש מצוי (*Cupressus sempervirens*) ואורן ירושלים (איור 3) והיא תתרחש גם כאשר הנזק לכארה "קל". כאשר חיתוך השורשים משמעוני, הרי שהනפילה עלולה להתרחש גם במקרים הנחשבים לעמידים. לגודלו הפיזי של העץ יש משקל רב בתופעה זו, בגל השינוי באיזון שבין צמרת העץ למערכת השורשים. בטוחה הרחוק, ריקבון החודר דרך הפצע בשורש גורם להחלשת העץ ולקリストו.

עבודות פיתוח בקרבת עצים חייבות להיות מלאות בפיקוח לצורך בדיקת האיזון של חס הנוף לשורש, וכן לשם טיפול בשורשים שנחטכו: חוני לבצע חתק ישר וחלק, לחטא, למראה את הפצע במשחת גיזום ולהוסיף השקיה זמנית. מינים מסוימים, דוגמת ארaucaria רמה (*Araucaria heterophylla*), מגלים עמידות יחסית לחיתוך שורשים.

לעתים, כאשר עץ נוטה, מבחינים בהתרומות הקרקע או השורשים מצד ההפוך לכיוון נטיית העץ. תופעה זו מעידה, בדרך כלל, על תהליך שסופו התחפכות. הדוגמאות שהובאו לעיל הן מן השכיחות יותר, אך יש לזכור, שהשתה מציב אין ספור מצבים ותנאים של אחד מהם עלול להשפיע על מידת הסיכון לשבר או לנפילה.





איור 2: פגיעה בשורשי איקליפטוס בעקבות עבודות פיתוח קרוב לגזע



איור 3: פגעה בשורשי אורן ירושלים בעקבות עבודות פיתוח בקרבתו



איור 4: פריצת ענפים על גזע פצע בעקבות גירודם או הקצירה בשני ענפי השלב המרכזיים של סיגלון עלה-מיוזה (ז'רנדה)

השפעת גיזומים קודמים

במקרים רבים, גיזומים בלתי מקוצועים קודמים או גיזום ללא טיפול חזרם הגורמים לשבר של עצים, או שיגרמו לכך בעתיד. לדוגמה, כאשר נוהגים לגזום עצי איקליפטוס המקורי (*E. camaldulensis*) או עצי סיגלון עלה-מיוזה (*Jacaranda mimosifolia*) עד לגזע (הקצרה או גירודם), פורצים משולי הפטצע ענפים רבים מהרי צימוח, שבבסיסם חלש ("ענפי מים"). עם הזמן, ענפים אלה מתחברים ומתארכים, משקלם עולה והם מתחרים זה בזו. אם לא יבוצעו בענפים אלה טיפול המשכי, כגון דילול וקיצור חזרם של הענפים בזמן, רבים הסיכויים לשבר הענפיים בעתידי גיזום המכונה "זנב אריה" או "מטאטא", שבו מסלקים את ענפי המשנה לאורך הענף עד לקצחו ומוטיריהם את מרבית העלווה בקצת הרחוק מהגזע. דבר זה גורם למשקל יתר בקצת הענף, והוא עלול להישבר.

גורמי שבר בענפים

בין אנשי המקצוע קיימת התלבטות לגבי משמעות זווית הענף על הנטייה לשבר. מרבית העוסקים בתחום גורסים, כי ככל שזווית הענף חד יותר, הן ייחסות לזווית שהעץ נוטה להצמיח והן באופן מוחלט, חיבור הענף לגזע חלש יותר וכך הסיכוי לשבר עתידי גדול יותר. הסיבה לכך היא, שבצימוח בזווית חדה, בזמן יצירת העצה המשנית נוצר בסיס הענף לחץ בין הענף לגזע. דבר זה מגדיל את סיכוי השבר של הענף הצדדי.

אחדים מאנשי המקצוע גורסים, כי זווית חדה לא בהכרח משמעותית בגורם שבר ויש מודדים חשובים יותר, כגון: קוטר בסיס הענף. מכל מקום, קיומו של כל גורם מחשיד נוספת, בעיקר מין העץ, זיבת שרכ מזווית החיבור, ענף כבד הפורץ בזווית חדה, יש בהם כדי להקל על החלטה, כי הענף מסוכן או לכל הפלות מחייב טיפול בהקטנת משקל.

קוטר הענף: בסקר שנערך בסינגפור (King et al., 2009), נבחנו במשך 14 שנים כ-11,000 מקרים של כשל בעצים. נמצא כי ב-70% מהמקרים הכשל היה כתוצאה משבר ומנפילות של ענפים, ובשאר המקרים עקב נפילת העץ כולה או שבר בגזע. במחקר נמצא מתאם ביחס שבין קוטר בסיס הענף שנשבר לקוטר הגזע שמננו הוא מסתעף. ענפים שישיחס זה היה גובה מ-0.80 עלולים להישבר. לעומת זאת, ההסתrema בין זווית ענפים חדה וסיכוי הענף להישבר לא

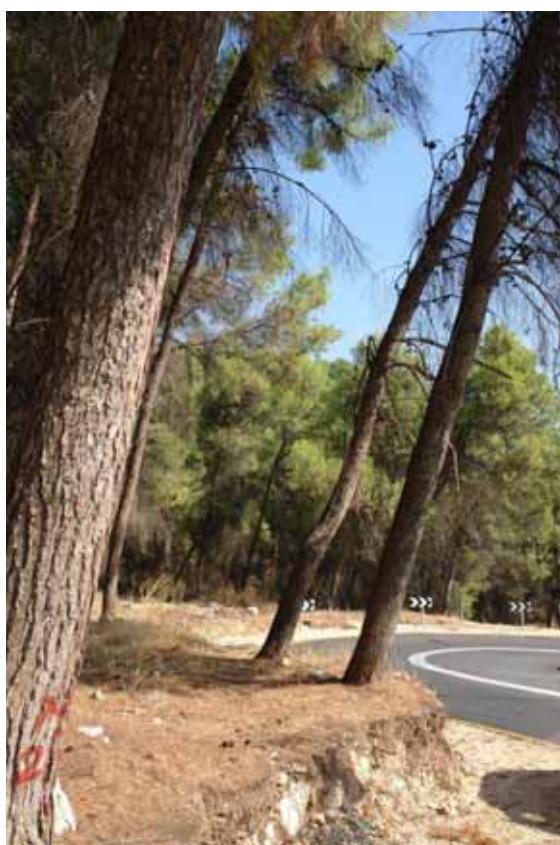
הייתה משכנית. עם זאת, המגמה במחקר של King וחוב' אינה מובהקת. כדי לאש טענה זו חשוב לבצע מחקר דומה במיני העצים הגדלים בארץ.

טוון, כי לא תמיד נפילת ענפים מוסברת בגורמים הקלטיים, כגון זוויות ענפים או משקלם. Elliason (2009) הוא מביא כדוגמה נפילת ענפים קיימת במיני איקליפטוס, המוסברת, לדבריו, בכך שגם הזדקנות הרקמה היא לא מצליחה להעביר מים לענפים; ישנה התיבשות של הקליפה עד שהיא הופכת לפרקיה ושבירה וקורסת. לדברי Elliason, קיימת בענפי העצים מה שהוא מגדיר "נקודה החמה", בעלת ריגשות לשבר. נקודה זו, שבה נשברים רוב הענפים, משמשת כציר לכיפוף הענף עד שהוא נשבר. המרחק של "הנקודה החמה" מבסיס הענף הוא מכפלה של קוטר בסיס הענף במקדם שערכו 1.5 עד 4. Elliason מצין, כי בעץ בוגר הגזע מאבד מגמיישתו וכמעט שלא נע. הענפים מתקשימים להעביר את התנועה אל הגזע, האנרגיה נשארת בהם והם נשברים.

גורםים המחלישים את העץ

מחלות הנגרמות על ידי פטריות המופיעות בעלים (דוגמת קימחון בדולב מזרחי *Platanus orientalis*) גורמות לעיתים לנשירה של מרבית העלווה, ולעין לא מקצועית נראה, כי יש חשש מנזק חמוץ. לנשירת עלים ממושכת יש ממשות שונה בעונות השונות: אם היא מתורחת בכל שנה כבר באביב, למשל במרקחה קימחון בדולב, העץ לא יכול לקיים הטמעה (פוטוסינזה) ברמה נאותה ויתנוון עם השנים; אם היא מתורחת רק לפני הסתיו – כבר נוצרו סוכרים להמשך הקיום והסנה בכך אינה רבה.

לעומת זאת, מחלת הנגרמת על ידי פטריות בגזע, למשל פטריות מדף במיני אשל (*Tamarix spp.*) או בחרוב מצוי (*C. siliqua*) עלולה לגרום לשבר של הגזע או של ענפים בבדים. הנזק גרם כתוצאה מחדרת הפטרייה לגזע ולצואור השורש ופגיעה בركמת העצה המשנית (רכמת החיזוק של העץ).



מבחן סקר העצים

בדיקות סימפטומים חיצוניים ב谋ראה העץ ובענפיו
מבחן מרוחק: הסתכלות על צורת העץ וענפיו בעין או במשקפת תאפשר להעיר אם עץ גדול בנטיה ועלול להתחפר (למשל באוון ירושלים) או שקיימות התנוננות של העץ (למשל באיקליפטוס המקורי). ההתנוננות עשויה להתבטא בדלילות עלווה, הצבה או התיבשות של ענפים בנוף (dieback). במקרים רבים, תופעה זו מצביעה על עקה שמקורה בשורשים, והיא עשויה אף לرمז על חיתוך שלהם בעבר הלא רחוק.

מבחן מקרוב: בחינת העץ מקרוב תאפשר לענות על סדרת שאלות, שמהן נובעת הערכת מצבו, למשל האם בוצעו עבודות פיתוח סמוך אליו (איור 5) או האם יש

איור 5: פגיעה בשורשי אורן ירושלים נטוויים בעקבות עבודות פיתוח בקרבתו



איור 7: בסיס גזע עם סימני ריקבון וחולל שנפער כתוצאה מכך



איור 6: ריקבון בסיס של כוריזיה בקבוקית ובחולל הפנימי; נחוץ לבצע חיזוק לגזע



חללים בצוואר השורש, בגזע או בענפי השלד (איורים 6, 7).
בדיקה זו מתבצעת, לעיתים, באמצעות דקר המוחדר לחוררים בעץ או באמצעות הקשה בפטיש על גזע העץ וזהוי אזורים חלולים.

בדיקות באזורי צוואר השורש והשורשים
בצוואר השורש ובשורשים יש לוודא שאין ריקבון או בעיות אחרות. לשם כך, לעיתים נדרש הבודק לפנות את הקרקע מסביב לבסיס העץ ולשורשו וכן לבדוק באמצעות דקר שאין חלל או ריקבון בצוואר השורש.

להלן רשימה של שאלות שיש להתייחס אליהן בעת בדיקת מצב העץ:

- לימוד וابחנו ההיסטוריה של העץ: האם העץ עבר טיפולים וגיזומים קודמים, שגרמו לפריצת ענפים רבים, ארוכים וככדים משלוי הגדם?
- האם יchnו ריבוי ענפים, היוצאים מאותה נקודת (איורים 8, 9)?
- האם קיימים ענפים ארוכים, באופן יחסית, ועבים?

איור 8: הצטברות נזלים וחומרים בנקודת חיבור בין כמה ענפי שלד בזווית חדה גורמת עם הזמן לריקבון בגזע



איור 9: יצירת סדק ו"התקלפות" או שבר של ענף מרכזי כתוצאה מריבוי ענפים ומצוות חדות של ענפי שלד

- האם, להערכתנו, ענפים מסויימים כבדים במידה רבה?
- האם ישנים ענפים הנושאים משקל כבד ביחס לקוטרם (כלומר, הם נושאים מספר רב של ענפוני משנה, עלווה, פירות?)
- מהו קווטר החיבור של ענפי השילד ביחס לגזע המרכזי?
- האם ישנים ענפי שלד וענפים ראשיים בזווית חדה כלפי הגזע או כלפי ציר האנק (איורים 8, 9)?
- האם ישנים ענפים שטוחים (הנותרים כלפי מטה)?
- האם ישנים סדקים, כיבים ופצעים (בגזע, בענפים, פצעים גם כתוצאה מגיזום)?
- מהו מיקום הפצעים/سدקים/כיבים? (יש להבחין בין סדקים מטיפוסים שונים, לדוגמה, סדקים הנגרמים כתוצאה ממכת ברק).
- במקרה של חל בגזע, מה מידת עובייה של דופן קליפת הגזע (shellwall thickness)?



איור 10: שurf הזולג מגזע של שלטנית מקומת יכול להיות סימן לשבר צפוי

- האם ישנו חתכים שאינם ישרים ונקיים?
- האם יש זיבת שurf, המעידת, לעיתים, על סכנה לשבר (איור 10)? ישנו מין עצים שביהם זיבת שurf עשויה להימשך שנים רבות, ביל שמופייע שבר (למשל: מיני ינבות *Prosopis spp.*).
- האם ישנה גדילה לא מבוקרת או מעין "גידולים סרטניים" על עצים, כגון מיני בוקיצה (אולמוס) או מיני תות? במקרים רבים, עצים גדלים שנים רבות עם ה"גידולים הסרטניים" והם כשלעצמם אינן מרמזים בהכרח על סכנה.
- האם מבחןים בפרטיות מדף, המבצצות מהצע (המהוות סימן לפעילויות רבת שנים של ריקבון בתחום הגזע)?
- האם מבחןים ברטיבות בגזע (רמז לאילו על ידי פטרייה, כגון פיטופתורה)?
- האם נודף ריח רע מהפצע או מהחלוחית שעל הגזע והענפים?
- האם יש סימנים לפעילויות מזיקים, נסורת, חוררים, קליפה חסרה?

במקרים רבים, הסימנים שעליהם נשאלות מרמזים על פוטנציאל לשבר. لكن התבוננות ובדיקה של סימפטומים אלה לאפשרו הערכת סיכוןים טובה יותר.

יש לבדוק את העץ מרוחק ומרקוב מכל הכוונים, משומש שיש ריקבונות שאפשר לאותם רק מכיוון אחד והסוקר עשוי להחמי אותם אם לא יסיר מסביב לעץ.

נוסף לכך, אם מבחינים, כי במרומי העץ בוzeitig בעבר גיזום חזק, יתכן ובפרט הגזום התפתח ריקבון. מלמטה לא תמיד ניתן לראות ריקבון שכזה גם במשקפת, שכן יש לבקש מ"גוזם מומחה" לטפס על העץ או לעלות באמצעות מנוף, כדי לסקור את המצב מקרוב ולודא שאין סיכון, או בהתאם ולהתכוון לגזום בטיחות במועד הבדיקה ולבצעו אם מתברר שיש בו צורך.

דימותו של הסוקר ואנליה של האבחנה

ביסודה, הערכת הסיכוןים בעצים היא סובייקטיבית וmbטאת את השכלתו, ידיעותיו וניסיונו של הסוקר המומחה. לכן, כאמור, כל סוקר עשוי להתייחס או לפרש באופן שונה את אותו סימן או מאפיין בעץ. עם זאת, אם הסוקר הוא בעל מקצוע מיומן ומנוסה, סביר שהמסקנות שלו יהיה והמלצותיו יהיו בעלי ערך ממשי ומשמעות הסיכוןים. בדרך כלל מסקנות והמלצות אלו מתקבלות על מומחים נוספים, במיוחד במקרים עצים שבהם הסיכון ברור. במקרים מסוימים, שבהם נדרש לקבל החלטות, כאשר אין מידע אובייקטיבי ואין מידע מספק, הרוי שלניסיונו של הסוקר משקל רב עוד יותר.

במקומות שונים נהוג להשתמש במכשור מסוים במטרה לברר מה מתרחש בתוך העץ. בנספה נציג בפני הקוראים את המכשירים השונים השונים שפותחו לצורך זה. אמנים בארץ אין את הציוד הנדרש ואין כלים טכנולוגיים מתקדמים המאפשרים לבצע בדיקות פנימיות בעצים, אבל כפי שידוע גם מהו"ל, בדיקות אלו מהוות רק אחד האמצעים ואין לראות בהן הכליל העיקרי בהערכת סיכוןים. מקובל בעולם, גם הדרכ שבה מוצעים את הבדיקה עם המכשירים השונים היא בעצם סובייקטיבית ונקבעת על ידי הבודק. קיימת אפשרות לבדיקה פנימית, הנעשית באופן חלקי על ידי קידוח במקדחה מיוחדת והוצאה ורקמה מחלל העץ, ולאחר מכן בדיקת תוכן הרקמות, צבען ו泓בן. בנוסף לכך, כאשר יש פצעה, אפשר לבצע בדיקה פנימית של הרקמות בעין ובמשוש ובמקרים מסוימים גם לשולח את החומר לבדיקה מעבדתית. ניתן גם לנוקש על הגזע כדי להעיר אם חלקו הפנימי חלול. עם זאת, הערכת הסיכוןים מתבצעת ברוב המקרים באמצעות בדיקת סימנים חיצוניים ושיקוף סוג העץ ומינו לקבוצת סיכון גבוהה או נמוכה, כמפורט בטבלה 1.

כל מקום, חשוב ביותר לטע את תהליך הסוקר, המסקנות, קבלת ההחלטה והמלצת הקשורים בגורם הסיכון לכל עץ, הן למן הערכות הבאות של אותן עצים (התיעוד יאפשר להשות את מצב העץ במועדים השונים, שבهم תבוצענה הערכות) וכן לצורך הסקט מסקנות והפקת לקוחות בקרה של הערכה שגויה או מנגד הערכה טובה. בהיבט הביטוחי והמשפטטי חשוב אף שתהיה אסמכתא מתחודת, שנעשתה פעולה למען שמירה והגנת הציבור מנזקים אפשריים.

מיקום וסיכון: כאשר עליינו לבצע סקר הערכת סיכוןים לעצים רבים ומהשאים מוגבלים, ניתן עדיפות לביצוע הסקר במקומות שבהם קיימת פעילות של קהיל רב. לדוגמה, עצים הממוקמים ליד מוסדות חינוך, גני ילדים או חורשה המשמשת כחניון לילה ייסקרו ויידקו לפני עצים המצויים בחורשה בשטח פתוח או בשולי גן.

קיים בבדיקות חוזרות: עצים שנמצאו על ידי הסוקר כבעיתים במיוחד, או כאשר שלגביהם קיימת אי-ודאות לאבחן או שיש לבצע בהם גיזום חריף, יש לבצע שוב למקבב, לאחר זמן קצר של שנה או שנתיים. לדוגמה, במקרים שבהם ישם סימני ריקבון רבים או במקרים שבהם קיים חשד ליציבות העץ וחושש לנפילתו, או כמו במקרים שבהם ידועה צמיחה נמרצת של ענפים מים בעקבות גיזום, המחייבת הנחיה לגבי המשך הטיפול. קשה להגיד את

משך הזמן לתקופתו של הסקר, אך לרוב יש לצפות ששממצאי הסקר ויישום המלצות והטיפול בעקבותיו יהיו בעלי תוקף של שנים אחדות. עם זאת, דבר זה מותנה בכך העז, באוצר שבו הוא גדול ובתנאי הגידול שלו. עצים מסוימים נברך אחת לשנה, אחרים אחת לשנתיים וכך הלאה.

דחיפות הטיפולים: מטבע הדברים, הסקר קובע מי הם העצים "המסוכנים" ביותר והם אלו שייזכו לטיפול המידי או שייהיו בסדר עדיפות גבוהה לטיפול. משוהחולט לבצע סקר ונקבעה דרגת הסיכון לעץ, ולו גם נמוכה, הרי שאין דרך חוזרת וחביבים לטפל בעץ, גם אם הוא בסדר עדיפות נמוך יותר.

המלצות לטיפול

אחד מהמחברים (דני אלמליח) הציג בזמןנו גישה של טיפול מניעה ואחזקה, לפיה הנחיות לטיפול בעצים מגובשות בהתאם להיותי מדויק של מין העץ והכרת תכונתיו (או השתייכותו לקבוצות סיון). בחלק מן הסקרים שבוצעו על ידו ניתנו הנחיות לטיפול בהתאם להלכה הבאה:

- מיני עצים, שבהם הסיcoli לשבר מועט גם ללא טיפול כלשהו באמצעות גיזום.
- מיני עצים, שבטיפול נכוון בשנים הראשונות, הסיcoli לשבר עתידי מועט.
- מיני עצים, שבהם צפואה שכיחות ביןונית לשבר, אשר מחייבת התערבותה בגיןם, מיידית ואחת לכמה שנים.
- מיני עצים, שבהם ידועה שכיחות גבוהה לשבר, דבר המחייב עיצוב קפדי ופעילות קבועה של בקרה וגיזום תכוף.

בנוסך לכך, כאשר מבצעים סקרים, מומלץ להתייחס בעיקר לשתי תופעות:

- מיני עצים, הנוטים להתחזק על שורשיים: יש לשקל טיפול להקטנת משקל, לתמיכה או לקשירה.
- מיני עצים, המגליים סימני מחלת או מזיק, העולמים לגורם לתופעות של התנונות, שבר או התהפקות: יש לבחון אם קיימים פתוגנים ולטפל בהתאם.

חשוב לעשות טיפול סדייר ומונע בעצים, כדי למנוע סיון. טיפול גיזום להפחחת משקל, דילול ענפים (פתיחה נור ו"חלונות") בצמרת העץ, למשל, עשויים להפחית ו אף למנוע סיון. כך גם השירות ענפים באמצעות כבלים או חיבורם במוטות. כמו כן, אפשר לתמוך בענפים כבדים או בגזעים, שיש חשש לקריסתם באמצעות "קביים" מלאכוטיים. טיפולים מניעים ומשדרים – גיזומים, קשירה בכבלים, קשירה בין ענפים או תמכה – עשויים להקטין את הסיון ולהאפשר את קיומו של העץ לעשרות שנים נוספות. מנגד, במקרה, במקרים רבים, גיזומים לא מקצועיים הם אלה הגורמים לנזק עתידי ולכך גם גיזומים שגרתיים צריכים להתבצע על פי מפרט ברור, בליווי של אגרונום ועל ידי גוזם מומחה.

סיכום

עד צער אין ציפוי להיות מסוכן. כאשר העצים מתגרים ומדויקים, החינויות שלהם פוחתת והם נפגעים ממזיקים ומוגומי מחלת, מגזומים לא מקצועיים, מתנאי סביבה שאינם מיטבים ומהצברות נזקים במהלך השנים. כשם שיש הבדלים גנטיים באורך החיים של בני האדם ובתגובהם לגורמי מחלת, כך גם כל עץ (סוג, מין או פרט) מגיב באופן שונה. ניתן להכליל ולומר, כי במרבית מיני העצים חולפות לפחות 40-50 שנה עד שהם עלולים לאבד מהחינויות שלהם, להינזק על ידי גורמי סביבה ולהות סיון. למרות האמור לעיל, יש לתת משקל רב, כבר לאחר 15-20 שנה, לסICON בעצים גדולים ומהריי צימוחו.



הניסיונו מלמד, שאפשר למנוע לחלוtin שבר או נפילת עצים ואף מקרים טריגיים של פציעה ומוות. עם זאת, בשנים האחרונות, גופים שונים הבינו את הצורך בהתמודדות עם הערכת הסיכוןים בעצים ומקיים סקרים והטייעזיות עם בעלי מקצוע להערכת הסיכוןים.

באرض, המחוקק לא נתן דעתו לקבוע כלליים בכל הקשור להערכת סיכוןים בעצים, לא באמצעות מכשור ולא באמצעות אחרים. גם שיטורי בטיחות מוצעים בפועל על פי אותם מדדים וככלים שתוארו כאן, הרי שלמעשה לא קיימות תקנות והנחיות וגם לא קיים מפרט, כיצד לבצע סקר הערכת סיכוןים בעצים.

כותבי מאמר זה סבורים, שהגברת המודעות והחינוך לנושא, יחד עם פרסום נאותים, ריכוז הידע המצתבר, גיבוש נהלים ברורים להערכת סיכוןים בעצים, ביצוע סקרים והעתקת גוזמים מڪצועיים, יש בהם, בסופו של דבר, לאפשר קיומם של עצים בוגרים בעירם ובשטחים הפתוחים ועדין ליצור סביבה בריאה ובטוחה.

טבלה 1: הערכת דרגת השבירות בגיל מבוגר של מיני עצים שכיחים

הצעה להערכת דרגת השבירות בגיל מבוגר של מיני עצים שכיחים בתחום 1–10. מין עץ, שהערכנו, הוא בעל נטייה שכיחה לשבר או להתקפות (מין מסוכן) קיבל את הציון 10; מין עץ שבדרך כלל אינו נוטה לכך קיבל את הציון 1.

הערות	דרגת הشبירות	שם העץ
השקייה מרובה מעלה את דרגת השבירות ל-9	1.5	Acer obtusifolium אדר סורי
שבר בין ענפים מובילים בעצים בוגרים ביותר	5.5	Pinus pinea אורן הצנובר
שבר ענפים שכיח בעצים סבוכים, בצימוח נרחב בהשקייה ונטייה להתקפות	10	Pinus halepensis אורן ירושלים
	5.5	Pinus canariensis אורן קנרי
בעל משקל ענפים רב, מעט זווית חדות	8	Pinus brutia אורן כפריסאי
	9.5	Melia azedarach אזרכת מצויה
בעל משקל ענפים רב, רגיש לפגעים (סס, אפאה, מרסונינה) הפוגעים בחזקו המכני	8	Juglans regia אגוז המלך
רגישות לפגעים – סס	6	Juglans nigra אגוז שחור
במיוחד בהשקייה וכאשר הנוף סבוך	8	Agonis flexuosa אגון גמיש
שביר בהשקייה	3	Pyrus syriaca אגס סורי
	7	Pyrus calleryana אגס קלרי
בעל משקל ענפים רב, רגיש לפגעים (סס, אפאה, מרסונינה) הפוגעים בחזקו המכני	8	Acer negundo אדר מילי
	6.5	Ailanthus altissima אילניתה בלוטית



הערות	דרגת השבירות	שם העץ
משקל ענפים רב, שבירות יתר בהשקייה	10	Eucalyptus camadulensis המקור איקליפטוס
	9	korimbia limonii איקליפטוס לימון. ראה / קורימביה לימוןית
	4	Albizia julibrissin אלביציה ורודה
משקל ענפים רב, שביר בהשקייה לעתים זוויות חדות	8.5	Albizia lebbeck אלביציה צהובה
	1	Pistacia atlantica אללה אטלנטית
	1.5	Pistacia palaestina אללה ארץ ישראלית
	3	Pistacia chinensis אללה סינית
	4	Quercus robur אלון אנגלי
	3	Quercus pedunculiflora אלון אורך-עוקצים
במקרה של שלגים – 5	1	Quercus ilex אלון הגלעין
במקרה של שלגים – 7	3	Quercus suber אלון השעם
	2	Quercus ithaburensis אלון התבור
	1	Quercus calliprino אלון מצוי
רגיש לפצעי גיזום, לעתים ריקבון בגזע	8.5	Erythrina corallodendrum אלמונג רחבי-עלים
משקל ענפים רב, שביר בחוסר השקייה והשקייה כאחד. רגיש לפצעי גיזום, זוויות ענפים חדים	8	Enterolobium contortosiliquum אנטROLיביים כופף-פרי
	1	Cedrus spp. מינאי אرز
	1	Araucaria heterophylla ארaucaria רמה
שביר בעודף השקייה, רגיש למחלות, רגיש לפצעי גיזום, נוטה להתחפה	9	Tamarix aphylla אשל הפרקים
משקל יתר בהשקייה	4	Bauhinia variegata בוהיניה מגונת
זוויות חדות	4	Bolusanthus speciosus בולנסנתוס נאה
	4	Bombax ceiba (malabaricum) בומבק ציבה (הודי)
רגישות לפצעי גיזום, רגישות לפגעים	8.5	Ulmus pumila בוקיצה (אולמוס) נמוכה

הערות	דרגת השבירות	שם העץ
רגיון לפצעי גיזום	7	<i>Ulmus parvifolia</i> בוקיצה (אולמוס) קטנות-עלים
במקרה של שלגים – 7, רגיון לפצעי גיזום, נוטה להתחפּן	3	<i>Cupressus arizonica</i> ברוש אריזוני
נוטה להתחפּן, רגיון למחלות לעתים יש שבר של ענפים יבשים	3	<i>Cupressus sempervirens</i> ברוש מצוי
שבר אפשרי בענפי שלד כבדים ובהשקה מוגבָה	4	<i>Brachychiton discolor</i> ברכייכיטון דוגוני
	1	<i>Brachychiton rupestris</i> ברכייכיטון הסלעים
שבר אפשרי בענפי שלד כבדים ובהשקה מוגבָה	1	<i>Brachychiton populneum</i> ברכייכיטון צפחתני
שבר בענפים בחוסר השקיה והשקייה כאחד פטרייה, רגיון לפצעי גיזום, זווית צרות לעתים בעל שני גזעים מובילים בזווית חדה	9	<i>Grevillea robusta</i> גרוילאה חסונה
בעודף השקיה, ברוחות	7.5	<i>Tecoma castanifolia</i> דק-פרי ערמוני
	6	<i>Platanus orientalis</i> דולב מזרחי
בעודף השקיה, ברוחות	8	<i>Hibiscus tiliaceus</i> היביסקוס טיליאטי 'Sitriya' 'סתריה'
	3	<i>Citrus spp.</i> מיני הדר
	1	<i>Washingtonia spp.</i> מיני ושיינגרטוניה
במקרה של שלגים – 7 ובהשקה מוגבָה השברים, בעיקר בעקבות נבירה של סס הנמר	3	<i>Olea europaea</i> זית אירופאי
מחלה – 10, אופייני בעצים בוגרים, עצים שלא נזמו בגברותם כמעט לא שבירים	5	<i>Ceratonia siliqua</i> חרוב מצוי
בעודף השקיה – 7	5.5	<i>Tabebuia impetiginosa</i> טבבויית איפה
משקל ענפים, בעודף השקיה – 9, ריש לפצעי גיזום	8	<i>Prosopis spp.</i> מיני ינבות
בעודף השקיה עלול להיגרם ריקבולן של הגזע	2	<i>Chorisia spp.</i> מיני כוריזיה
סס, שלגים	6.5	<i>Cercis siliquastrum</i> קליל החורש
	8	<i>Cassia fistula</i> כסית האבוב
	7	<i>Alectryon tomentosum</i> קרבל לבוד

הערות	דרגת השבירות	שם העץ
	9	Styrax officinalis לבנה רפואי
	1	Lagerstroemia indica לגרסטרומיה הודית
	3	Lagunaria patersonii לגונריית פטרסון
	3	Ligustrum japonicum ליגוסטראום יפני
בארץ שבירה מעיטה	3	Magnolia grandiflora מגנוליה גדולה פרחיהם
	9	Moringa oleifera מoringה מכונפת
רגניות לפס	8	Fraxinus uhdei מילה יroke-יעד
רגניות לפס	8	Fraxinus syriaca מילה סורית
רגניות לפס	7	Fraxinus pennsylvanica מילה פנסילוונית
רקבון בעצים בוגרים ובמקרה של פצעי גיזום גדולים	3	Celtis bungeana מיש בונגנה
	3	Celtis australis מיש דרומי
בחשקיה מרובה ובאזורים מושלגים – 9	6	Tipuana tipu מכף נאה
	2	Macadamia spp. מיני מקדמיה
סכת נפילה באזורי המועדים לקריה	9	Spathodea campanulata מתחלית פעmonoית
	2	Calia secundifolia (Sophora secundiflora) סופורה אמריקנית
	5	Jacaranda mimosifolia סיגלון עללה-מיימוזה
	6	Dalbergia sissoo סיסם הודי
	7	Sapium sebiferum ספיון השעווה
סכת רקבון בעצים רב-גזעיים	2	Laurus nobilis עץ אziel
בעל משקל ענפים רב, רגיש לפגעים (קפנודיס, אפטה, מרסונניה) הפוגעים בחזקו המבני	10	Salix babylonica ערבת בבל
	2	Pittosporum undulatum פיטוספורום גלוני
רגניות לפצעי גיזום – 6, בnochחות פטריית מדף – 8, משקל ענפים רב	5	Ficus microcarpa פיקוס השדרות

הערות	דרגת השבירות	שם העץ
רגישות לפצעי גיזום – 6, בנווכחות פטרייה – 8, משקל ענפים רב – קיים הבדל במידת השבירה בין תת-מין לבייד-פרי <i>gnaphalocarpa</i> (שקמה ותיקה) ssp. ssp. <i>sycomorus</i> (שקמה אפריקנית) לבין תת-מין השקמה <i>sycomorus</i> שהוא יותר	4.5	Ficus sycomorus פיקוס השקמה
בנווכחות יקרונית – 9	7.5	Ficus carica פיקוס התאנה
משקל ענפים רב	8.5	Ficus rubiginosa פיקוס חלוד
בתנאי השקיה – 9, משקל ענפים רב	7.5	Ficus oblique פיקוס מעוקם
אין מספיק ניסיון. לפרטים הקיימים בארץ עדין אין מסה של משקל	3.5	Ficus binnendykii פיקוס צרעלים (תאיילמי)
	2	Ficus religiosa פיקוס קדוש
ב השקיה מרובה	10	Phytolacca dioica פיטולקה דו-ביביתית
	9.5	Schinus molle פלפלון בכות
	6.5	Schinus terebinthifolius פלפלון דמוי אלה
בנווכחות אפטה – 8	6	Koelreuteria bipinnata פנסית דו-ונצחיתית
נטיה להתחככות, בנווכחות פטריית מודף – 8, ריקבון צוואר השורש – 9	6	Delonix regia צאלון נאה
רגישות גבוהה למזיק-קפנודיס	10	Populus alba צפצפה מכסיפה
	8.5	Cupaniopsis קופן anacardiooides אנקרדי
משקל ענפים, שביר מאד בהשקיה	9	Corymbia (Eucalyptus) citriodora (איקלייפטוס) לימוני
משקל ענפים, שביר בתוספת השקיה, רגישות לפצעי גיזום, רגישות לפטריות בגזע	9	Casuarina Spp. מיני קזוארינה
במקרה של שלגים – 7	1	Arbutus andrachne קטלב מצוי
	3	Kigelia africana (pinnata) (אפריקנית)
	5	Callistemon viminalis קליסטימון הנצרים
	2	Callistemon citrinus קליסטימון תרגוג
ב השקיה שביר יותר	5	Xylosma salzmannii קסילוסמת זלצמן

הערות	דרגת השבירות	שם העץ
משקל ענפים, פטריות מדף, רגישות לפצעי גיזום, זווית ענפים חדות	9	Carya illinoiensis (פקן תרבותי)
	3.5	Citharexylum spinosum קתרוסית מרובעת
רגישות לפצעי גיזום	9	Robinia pseudo-acacia רוביניה בת-שיטה
	3	Punica granatum רימון מצוי
רגישות לסס הנמר	8	Prunus cerasifera 'atropurpurea' שזיף הדובדבן 'ארוגמן-כחאה'
שביר בהשקייה, מתחפה לעתים, משקל ענפים	10	Acacia saligna שיטה כחללה
	10	Acacia pendula שיטה משולשת
	10	Peltophorum dubium שלטית מקומתת
רגישות למזיקים	8	Amygdalus communis (Prunus communis) שקד מצוי (שזיף מצוי)
רגישות לפצעי גיזום, לעיתים ריקבון בגע	8	Morus alba תוֹת לבן
רגישות לפצעי גיזום, לעיתים ריקבון בגע	5	Morus nigra תוֹת שׁחֹור
רגישות לפצעי גיזום	10	Thespesia populnea תספיזיה צפכפתית

מקורות

- Ellison, M. (2009). The Hot Spot – Why trees and branches fall beyond their point of attachment. ISA Conference & Trade Show. Providence, RI, USA.
- Johnstone, D. (2009). Quantifying wood decay in living trees. ISA Conference & Trade Show. Providence, RI, USA.
- King Fong, Y., Sim Eng, K., Voon Chin, S., Ow Siew, N. & Smily, T. (2009). Tropical branch attachment strength study in Singapore. ISA Conference & Trade Show. Providence, RI, USA.

נ ס פ ח**מבחן לבדיקה סכנות**

(המקובל במקומות שונים בעולם)

1. ריזיסטוגרפ (Resistograph)

- אל גזע העץ מוחדרת באמצעות מכשיר מיוחד מיחד מחט, הנתקלת במסלולה בעוצמת התנגדות שונה (בהתאם למשקל הסגול של העץ ובהתאם למצבו – יבש, רקוב או חולול).
- הנזונים מתורגמים במחשב ומראים על הצג את עוצמת ההתנגדות.
- ישנו גרפ' ייחוס במצב בריאן למיני עצים שונים.
- הבדיקה מבוצעת במספר נקודות בהיקף העץ בחלקו התחתון.

2. בדיקה באמצעות גלי קול (Recording sonic data)

- חישנים מונחים בהיקף העץ.
- גל קול נשלח מצידו האחד לצידו השני.
- לכל עץ יש מהירות העברת קול אופיינית.
- אם רקמת העץ מלאה גל הקול עבר ישירות ונקלט ברגש מצד הנגדי של הגזע. אם ישם חללים, גל הקול "מטיל" בגזע וועבר מסלול ארוך יותר עד קליטתו ברגש.
- הבדיקה נלקחת מספר נקודות בהיקפו.
- ניתן לקבל נתונים מודפסים או על גבי צג.
- המכשיר מיועד לאיתור כיבים, ריקבון, נוכחות פטריות וחללים בגזע.

הערה: בניסוי השוואתי שנערך באוסטרליה נמצא, כי לריזיסטוגרפ' יעילות גבוהה יותר מבדיקה באמצעות גלי קול באיתור כיבים, ריקבון וחללים בגזע (Johnstone, 2009).

3. בדיקה באמצעות אוטות חשמליים (Electrical Impedance Tomograph)

- רגשים מונחים בהיקף העץ.
- אוטות חשמלי נשלח מהצד האחד לצידו השני.
- הבדיקה נלקחת מספר נקודות בהיקפו.
- ניתן לקבל נתונים מודפסים או על גבי צג.
- המכשיר מיועד לגילוי סדקים וחללים בגזע.

4. מצלמת אינפרא אדום

- מצלמת עד לעומק של 70 ס"מ אל תוך העץ.
- ניתן לקבל נתונים מודפסים או על גבי צג.
- המצלמה מיועדת לאיתור כיבים, ריקבון, נוכחות פטריות וחללים בגזע.



5. בדיקת עמידות עצם בפני כוחות חיצוניים (כגון רוחות) (Tree Pulling Test)

- העץ נמשך בכוח חלש, שלא גורם לו נזק, אך מאפשר למדוד את התנגדותו לכוחות חיצוניים ולהעריך כיצד יגיב באירועים חריגיים יותר.

6. פרקטומטר (Fractometer)

- מכשיר המודד במקטע (פרקציה) שנקדח מליבת העץ (בקוטר 5 מ"מ ובאורך הרצוי), שני פרמטרים:
 - התנגדות ללחץ (עמידות לגזירה/קריעת).
 - חוזק הcipוף.
- בדיקת חוזק הרקמות שעברו דהידרציה (יציאת מים/התיבשות).

