

הערכת סיכונים בעצים

מאמר שפורסם בעיתון האינטרנטי "יער" של קק"ל, נובמבר 2011 (גיליון 12)

<http://www.kkl.org.il/yaar-periodical>

אביגיל הלר, תחום הנדסת הצומח וגנים בוטניים, שה"מ, משרד החקלאות ופיתוח הכפר,
avigailheller1@gmail.com

ישראל גלון, אגף פרחים והנדסת הצומח ואגף פקיד היערות, שה"מ, משרד החקלאות ופיתוח הכפר,
isgalon@shaham.moag.gov.il
דני אלמליח, כרכור, elmalich@zahav.net.il
יצחק הל-אור, רחובות, helor@netvision.net.il
חיים גבריאל, אגרונום אגף שפע, עיריית תל-אביב, gavriel_1@mail.tel-aviv.gov.il
תקציר

בארץ ידועים כמה מקרים של נזק כתוצאה משבר בענפי עצים או גזעים או מהתהפכות של עצים שלמים על נופם. נזקים אלה מתבטאים לרוב ברכוש, אך לעתים רחוקות גם בגוף, ואף במוות. במאמר זה מוצגת הגישה שפותחה בארץ להערכת סיכונים בעצים, והיא מבוססת על בחינת סימנים חיצוניים בעץ, כמו התנוונות נוף, השפעת פתוגנים והשתייכות העץ לקבוצת סיכון, כלומר היותו חסון או נוטה מטבעו לשבר. כמו כן, נבדקת ההשפעה הסביבתית על העץ, דוגמת השקיה והשפעת רוחות. בסוף המאמר מוצגים מכשירים ואמצעים שונים המצויים בשימוש בעולם כולו להערכת סיכונים בעצים ולביצוע בדיקות פנימיות. אנו סוברים כי באמצעות הידע הקיים כיום בארץ, ובעיקר בהסתמך על הניסיון המצטבר, ניתן להעריך את הסיכונים הקיימים באופן טוב ומדויק למדי, ובכך להקטין חלק ניכר מהם, ובעיקר את השכיחים ביניהם, דוגמת שבר ענפים. עם זאת, עדיין קיים טווח מסוים של חוסר דיוק בהערכה ואי ודאות באשר לכושר החיזוי למקרה של נפילה או שבר.

מבוא

תחום הערכת סיכונים בעצים הוא נושא העומד עתה על הפרק ממגוון סיבות: התבגרות העצים והגידול בממדיהם הפיזיים, צפיפות המגורים בקרבת העצים, הפיתוח המואץ המשפיע באופן דרמטי על מערכות השורשים ועל בית הגידול של העצים וכמובן הסביבה האורבנית והתרבותית, אשר בה להשקיה, לטיפול ולהתערבות בגיזום העצים יש לא פעם תפקיד שלילי ומכריע.

במציאות הנדל"נית הצפופה של חיינו "המפגש" עם עצים בוגרים וגדולים בעלי פוטנציאל סיכון לשבר ענפים ונפילה הוא עניין יומיומי. לפיכך, אנו מחויבים בראש וראשונה להכיר בקיומן של הסכנות הללו ולערב בנושא את אנשי המקצוע, מה שכרוך בפן מעשי וכספי כבד משקל. בנוסף לכך, שיפור היחס להגנת אילנות מחייב מתן חוות דעת מקצועית ואמינה בעת הגשת בקשה לכריתת עצים, אם בתואנה אמתית ואם בתואנת שווא של 'עץ מסוכן'. בארץ ידועים מקרים אחדים שבהם נגרם נזק כתוצאה משבר בענפי עצים או מהתהפכות עצים. לרוב ניזוק רכוש, אך היו גם אירועים אחדים שבהם נגרמו נזקים לגוף, ואף מוות.

בהיעדר כללים מגובשים או מוסדות המופקדים על הבטיחות בקרבת עצים, כל העוסקים בנושא ומעורבים במקרה, כמו גורמים מוניציפאליים, בעל השטח (ציבורי או פרטי) שהעץ מצוי בשטחו ואנשי מקצוע בתחום (אגרונומים, גוזמים, מנהלי גנים ושמורות טבע, גנים מן השורה ועוד) צריכים לדאוג לכך שאף אדם לא ייפגע ושלא ייגרמו נזקים לרכוש. יש להבחין בין אנשי המקצוע, שהם האחראים מבחינה מקצועית לנושא ותפקידם

לגבש מדיניות מקצועית ולהנפיק הנחיות מדויקות עד כמה שניתן, לבין זה הבעלים של השטח שבו העץ נמצא, והם הנושאים באחריות המשפטית לשלום הציבור, ולצורך כך עליהם להיוועץ בבעל המקצוע. כאן עולה השאלה, אם יש בידינו כלים להערכת סיכונים בעצי תרבות או יער ואם ניתן למנוע שבר ענפים ונפילת עצים, וכמובן להשיג בכך את המטרה העליונה של מניעת פגיעה בנפש.

המומחה הנדרש להעריך אפשרות של שבר או התהפכות וגרימת נזק בעתיד הקרוב או הרחוק – כמוהו כמהנדס הניצב בפני מבנה ישן לשימור; אך בעוד שלמהנדס יש כלים הנדסיים ומתמטיים לחישוב המקרה, בידי האגרונום אין די כלים, מאחר שהעץ הוא חומר חי ומשתנה והכלים הללו אינם מדויקים דיים. גם אם מבחינים בעץ בסימני ריקבון, נזק או שברים גדולים קודמים, ויש להניח שקיימת סכנה, עדיין קשה להעריך מתי בדיוק ייגרם הכשל ותהיה שבירה.

מאידך, יכול להיות עץ חלול שעדיין ישמור על יציבות רבה. קיום חלל בעץ עשוי להעיד על פעילותן של פטריות הפוגעות בעצה התומכת את העץ או על היעלמות ספונטנית טבעית של עצת הגלעין הפנימית. אולם בין התהליכים הללו לבין קריסת העץ תחלופנה לעתים שנים רבות מאוד, שכן במקביל, מצמיח העץ מדי שנה טבעת שנתית נוספת בהיקף הגזע מבחוץ.

הכלים העומדים לשימושו של המאבחן:

- א. בדיקת סימנים חיצוניים
- ב. שיוך העץ לקבוצת סיכון
- ג. השפעת הסביבה על העץ
- ד. בדיקות פנימיות

אנו סוברים כי באמצעות הידע הקיים היום בארץ, ובעיקר בהסתמך על הניסיון המצטבר, ניתן לבצע הערכת סיכונים טובה ומדויקת למדי ולהקטין חלק ניכר מהסיכונים הקיימים, בעיקר את השכיחים שביניהם, כמו שבר ענפים. עדיין ישנו טווח מסוים של חוסר דיוק בהערכה ואי ודאות באשר לכושר החיזוי למקרה של נפילה או שבר. העץ הוא יצור חי ומשתנה בכל עת. הוא מושפע מתנאי הסביבה, כך שיכול להיווצר מצב שבו זמן מה לאחר שנסקר, נוצר סיכון שלא אובחן או שלא היה קיים במהלך הסקר, כדוגמת ריקבון שורשים כתוצאה מעודף מים, פגיעה במערכת השורשים או פגיעת פטריות וחרקים שהיו מוסתרים בעת הבדיקה.

ראוי להדגיש כי האבחנה והערכת הסיכונים הן רק תחילתו של התהליך בהקטנת הסיכון, וכי טיפול ואחזקה מקצועיים ושגרתיים הם הכלים המעשיים החשובים למניעה או לצמצום הסיכונים שאובחנו. התודעה והמודעות לקיומם של אותם סיכונים הם השלב הראשון בכל הקשור לטיפול בגורמי הסיכון בעצים. הקפדה על טיפול מקצועי חוזר ונשנה ומעקב להערכת סיכונים בשיטות המוצעות - יש בהם להקטין בוודאות נזקי שבר ונפילה באופן משמעותי.

במאמר זה ננסה להציג את הגישה שפותחה בארץ להערכת סיכונים בעצים. בסוף המאמר אפרט את המכשור הקיים בעולם בנושא זה, המאפשר גם את ביצוען של בדיקות פנימיות בעצים.

אלו עצים עשויים להיות מסוכנים?

כמו בכל אורגניזם חי, גם בעצים חלה הזדקנות טבעית ויורדת חיוניותם. לעתים תורמים לכך תנאי הסביבה, ולעתים פגעים כמו מחלות ומזיקים ופגעים מכניים. לעתים קרובות בעצים הגדלים בתרבות קשורה הסיבה לכך, למרבה הצער, באחזקה לקויה. עם השנים אנו מבחינים בריקבון של עצת הגלעין הפנימית, המקנה לגזע את חוזקו המכני, בהתנוונות של ענפים ובתמותת שורשים חיוניים. כתוצאה מכך, לאחר שנים רבות מתמוטטים עצים או גזעים. ישנם מינים הנוטים להזדקן מוקדם יותר מאחרים, ותוחלת החיים שלהם קצובה לעשרות שנים, כמו אזדרכת מצויה (*Melia azedarach*), רוביניה בת-שיטה (*Robinia pseudo-acacia*), מיני בוקיצה (אולמוס *Ulmus spp.*) ועוד; מינים אחרים מארכי חיים מאות שנים (מיני אלון *Quercus Spp.*), מיני אלה (*Pistacia spp.*) ומיני מֵיש (*Celtis spp.*).

גיל העץ: ישנם מיני עצים, כמו מיש דרומי (*Celtis spp.*) או אורן הצנובר (*Pinus pinea*), הנוטים להישבר רק בהגיעם לגיל רב שנים. מיש דרומי עלול להתחיל להישבר לאחר כ-50 שנות גידול, ואורן הצנובר - לאחר כשמונים עד מאה שנה. באורן הצנובר התופעה קשורה במבנה האופייני של ענפי השלד המרכזיים, שהם בעלי זווית חדה. לעומתם, אזדרכת מצויה (*Melia azedarach*) או צפצפה מכסיפה (*Populus alba*) עלולות להישבר כבר לאחר עשרים או שלושים שנה, ובעצים אלו התופעה קשורה בדרך כלל בריקבון.

גודל העץ: ככל שהעץ גדול וגבוה יותר ומשקלו רב - יש לנקוט משנה זהירות בשיקול הדעת לגביו, שכן אם ייגרם כשל, הנזק העלול להתרחש בעטיו יהיה לעתים מסוכן מאוד.

מין העץ ושיוכו לקבוצת סיכון: אחת הפעולות הבסיסיות והחשובות בהערכת סיכונים בעצים היא זיהוי הסוג והמין ושיוכו לקבוצת סיכון נמוכה, בינונית או גבוהה, לפי תכונותיו של אותו סוג ומין.

עצים הנוטים לשבר ספונטני: ישנם עצים הנוטים במידה רבה לשבר ענפים, גם אם ענפים אלו בריאים לחלוטין; לדוגמה, גרווילאה חסונה (*Grevillea robusta*) או איקליפטוס המקור (*Eucalyptus camaldulensis*), ואילו אחרים מאופיינים בעצה חסונה, כגון מיני ארז (*Cedrus spp.*) או מיני אלון (*Quercus spp.*).

חשוב לציין כי אין להקיש מכך שמינים בעלי חזות דומה יהיו בעלי תכונות דומות; כך לדוגמה, מיני מיש (*Celtis spp.*) חסונים הרבה יותר ממיני בוקיצה (אולמוס *Ulmus spp.*), הדומים להם בחזותם.

עצים הנוטים לשבר בעקבות פצעי גיזום וחדירת פטריות פתוגניות - לדוגמה מיני אשל (*Tamarix spp.*), מיני קזוארינה (*Casuarina spp.*) או חרוב מצוי (*Ceratonia siliqua*). מטבע הדברים, תכונה זו של שבר בעקבות ריקבון אופיינית יותר לעצים בוגרים וגדולים, ונדירה בעצים צעירים.

בעצים בעלי עצה חסונה אין בריקבון או בגזע חלול (המאפיין לעתים גם עצים בריאים) כדי להצביע בהכרח על סכנה מידית של שבר, ומובן שנדרש במקרה זה ניסיון רב לאמוד זאת.

לא יהיה זה מוגזם לקבוע כי גיזום מקצועי, ובמיוחד הימנעות מפצעי גיזום גדולים, הוא הגורם החשוב ביותר להפחתה בגורם סיכון זה. גם מריחת פצעי הגיזום במשחת גיזום - יש בה תרומה חשובה נוספת.

עצים הנוטים לשבר בעקבות פעילות פתוגנים:

לעתים מתעוררת רגישות לפתוגנים, גם אם לא נגרמו פצעי גיזום; כך למשל, מיני מילה (*Fraxinus spp.*) או כליל החורש (*Cercis siliquastrum*) רגישים לחדירה של סס הנמר; מיני תות (*Morus spp.*) או אלמוגן רחב-עלים (*Erythrina corallodendrum*) רגישים לפטריות הגורמות לריקבון בגזע.

בטבלה 1 שבהמשך מדורגים העצים על פי נטייתם לשבר או להתהפכות.

השפעת הסביבה על העץ

שכיחותם של שברים או נפילה של עצים עשויות להשתנות בהתאם לתנאי האקלים, לחשיפה לרוחות, לסוג הקרקע ולעומקה ולתנאי ההשקיה או הקרבה למקור מים קבוע.

שבר

בארץ נוטים עצים רבים להישבר כאשר הם מקבלים השקיית יתר או כאשר הם סמוכים למקורות מים או מי תהום גבוהים, שאז צימוח הנוף נמרץ ביותר; לדוגמה איקליפטוס המקור (*E. camadulensis*), פיקוס חלוד (*Ficus rubiginosa*) או אדר סורי (*Acer obtusifolium*).

מיני עצים רבים נשברים מעומס שלג, למשל: מכנף נאה (*Tipuana tipu*), אלון השעם (*Quercus suber*), קטלב מצוי (*Arbutus andrachne*) או זית אירופאי (*Olea europaea*) - כאשר הללו גדלים באזורים שבהם אירועי שלג הם נדירים, הם עלולים להישבר כאשר אירוע כגון זה מתרחש. בישראל אמנם עקירה ונפילה בעקבות רוחות חזקות אינה שכיחה, אולם אירועי שברים ונפילה של ענפים שכיחים הרבה יותר. מין עץ הגדל באזור משופע ברוחות יהיה בדרך כלל עמיד לרוחות ולשבר יותר מעץ שגדל באזור מוגן ונחשף לפתע לרוח עזה. חוזק זה נובע כנראה מהתחזקות רקמת העצה המשנית כתוצאה מתנודות הענפים במהלך גידולם.

למינים מסוימים נטייה מובהקת להיעקק על פני מינים אחרים. אורן ירושלים (*Pinus halepensis*) נוטה לעתים קרובות להתהפך על שורשיו, בעוד שאורן הצנובר (*P. pinea*) - אף שהוא שייך לאותו הסוג, אינו נוטה ליפול. עץ נעקר כתוצאה ממערכת שורשים שטחית וקטנה בעוד שנופו צומח לממדים ולגובה משמעותיים. לתנאי הקרקע, כדוגמת קרקע סלעית ושכבת קרקע רדודה או מי תהום גבוהים, עשוי להיות תפקיד מכריע בשכיחות מקרי ההתהפכות.

לפיכך, משתמעת מהאמור לעיל החשיבות הרבה שיש להקפדה על נטיעת עצים באזור אקלימי ובקרקע המתאימים לתכונותיהם.

נזקי פיתוח

עבודות פיתוח הגורמות לחיתוך מערכות השורשים בעצים או לשינוי בניקוז או במפלס הקרקע בקרבת בסיס הגזע עלולות להשפיע באופן דרמטי על נפילת עצים, גם כאשר הם חסונים ובריאים. תופעה זו שכיחה יותר באותם מיני עצים שמטבעם נוטים ליפול, כדוגמת ברוש מצוי (*Cupressus sempervirens*) ואורן ירושלים (*P. halepensis*), ותתרחש גם כאשר הנזק "קל" לכאורה. כאשר חיתוך השורשים משמעותי, הרי שנפילה עלולה לקרות גם במינים הנחשבים עמידים. לגודלו הפיזי של העץ יש משקל רב בתופעה זו. עבודות פיתוח בקרבת עצים חייבות להתלוות בפיקוח לבחינת האיזון ביחס בין הנוף לשורש וכן לטיפול בשורשים שנחתכו - חיוני לבצע את הפעולות כלהלן: חתך ישר וחלק, חיטוי, מריחת הפצע במשחת גיזום ותוספת השקיה זמנית. הדוגמאות שהוצגו לעיל הן מן הדוגמאות השכיחות יותר, אך יש לזכור שבשטח אין ספור מצבים ותנאים, שכל אחד מהם יכול להשפיע על מידת הסיכון לשבר או לנפילה.

מהלך סקר העצים

בדיקת סימפטומים חיצוניים במראה העץ ובענפיו

מבט מרחוק: הסתכלות על צמרת העץ וענפיו בעין או במשקפת תאפשר להעריך אם העץ גדל כשהוא נוטה על צדו ועלול להתהפך (למשל באורן ירושלים *P. halepensis*) או אם הוא מתחיל להתנוון (למשל באיקליפטוס המקור).

ההתנוונות עשויה להתבטא בדלילות העלווה ובהצהבה או בהתייבשות של ענפים בנוף (dieback). תופעה זו מצביעה במקרים רבים על עקה שמקורה בשורשים, ועשויה לרמוז על חיתוכם בעבר הלא רחוק.

מבט מקרוב: בחינת העץ מקרוב תספק תשובות לסדרת שאלות שמהן נובעת הערכת מצב, כלהלן.

- האם יש חללים בצוואר השורש, בגזע או בענפי השלד (לעתים הדבר ניתן לבדיקה באמצעות דקר המוחדר לחורים בעץ או בהקשה בפטיש על גזע העץ וזיהוי אזורים חלולים)?
 - לימוד ואבחון ההיסטוריה של העץ - האם העץ עבר טיפולים וגיזומים קודמים (בלתי מקצועיים וללא טיפול חוזר) שגרמו לפריצת ענפים רבים, ארוכים וכבדים על גדות פצעים?
 - האם ישנו ריבוי ענפים היוצאים מאותה נקודה?
 - האם קיימים ענפים ארוכים, באופן יחסי, ועבים?
 - האם להערכתנו משקלם של ענפים מסוימים כבד במידה רבה?
 - האם ישנם ענפים הנושאים משקל כבד ביחס לקוטרם (כלומר נושאים מספר רב של ענפוני משנה ועלווה)?
 - מהו קוטר החיבור של ענפי השלד ביחס לגזע המרכזי?
 - האם ישנם ענפי שלד וענפים ראשיים בזווית חדה כלפי הגזע או כלפי הציר האנכי?
 - האם ישנם ענפים שמוטים (הנוטים כלפי מטה)?
 - האם ישנם סדקים, כיבים ופצעים (בגזע, בענפים, פצעים גם כתוצאה מגיזום)?
 - מהו מיקום הפצעים, הסדקים או הכיבים? (יש להבחין בין סדקים מטיפוסים שונים; למשל, סדקים הנגרמים כתוצאה ממכת ברק)
 - במקרה של חלל בגזע - מה מידת עובייה של דופן קליפת הגזע (shellwall thickness)?
 - האם ישנם חתכים שאינם ישרים ונקיים?
 - האם יש זיבת שרף המעידה לעתים על סכנת שבר? (לעומת זאת, יש מיני עצים שבהם זיבת השרף יכולה להימשך שנים רבות ללא הופעת שבר, כמו במיני ינבוט (*Prosopis spp.*)).
 - האם ישנה גדילה לא מבוקרת או מעין "גידולים סרטניים" על עצים כמיני בוקיצה (אולמוס) או מיני תות? במקרים רבים גדלים העצים במשך שנים רבות עם ה"גידולים הסרטניים", ואלו לכשעצמם, אינם מרמזים בהכרח על סכנה.
 - האם מבחינים בפטריות מדף, המבצבות מהגזע (מהוות סימן לפעילות רבת שנים של ריקבון בתוך הגזע)?
 - האם מבחינים ברטיבות בגזע (רמז לאילוח ע"י פטרייה כמו פיטופתורה)?
 - האם נודף ריח רע מהפצע או מהלחלוחית על הגזע והענפים?
 - האם יש סימנים לפעילות מזיקים, נסורת, חורים, קליפה חסרה?
- במקרים רבים הסימנים, שעליהם נשאלות השאלות, מרמזים על פוטנציאל לשבר. לפיכך, התבוננות ובדיקה של סימפטומים אלו יאפשרו הערכת סיכונים טובה יותר.
- יש לבדוק את העץ מרחוק ומקרוב מכל הכיוונים, כיוון שיש סוגי ריקבון שניתן לראותם רק מכיוון אחד, והסוקר עשוי להחמיצם, אם לא יסייר מסביב לעץ.
- נוסף לכך, אם מבחינים כי במרומי העץ בוצע בעבר גיזום חזק, ייתכן שבפצע הגיזום התפתח ריקבון. מלמטה לא תמיד ניתן לראות ריקבון שכזה גם במשקפת, לכן יש לבקש מ"גוזם מומחה" לטפס על העץ או לעלות לצמרתו

במנוף, כדי לסקור את המצב מקרוב ולוודא שאין סיכון או לתאם ולהתכונן לגיזום בטיחות במועד הבדיקה ולבצעו.

השפעת גיזומים קודמים

במקרים רבים גיזומים בלתי מקצועיים קודמים או גיזום ללא טיפול חוזר הם הסיבה לשבר עצים. כך לדוגמה, כאשר נוהגים לגזום עצי איקליפטוס המקור (*E. camaldulensis*) עד לגזע (הקצרה או גרדום), פורצים מגדות הפצע ענפים רבים מהירי צימוח שבסיסם חלש ("ענפי מים"). עם הזמן מתעבים ענפים אלו ומתארכים. משקלם עולה והם מתחרים זה בזה. אם לא יבוצע בעצים אלו טיפול המשכי, כגון דילול וקיצור חוזר של ענפים בזמן, רבים הסיכויים לשבר. גיזום נוסף העלול להיות בעייתי לעתים, הוא גיזום המכונה "זנב אריה" או "מטאטא", שבו מסלקים את ענפי המשנה לאורך הענף עד לקצהו ומותירים את מרבית העלווה בקצה הרחוק מהגזע. דבר זה גורם למשקל יתר בקצה הענף, וכתוצאה מכך עלול להיגרם שבר.

גורמי שבר בענפים

אנשי מקצוע מתלבטים עדיין בשאלה אם זווית הענף משפיעה על הנטייה לשבר. מרבית העוסקים בתחום גורסים כי ככל שזווית הענף חדה יותר, הן יחסית לזוויות שהעץ נוטה להצמיח והן באופן מוחלט, חיבור הענף לגזע חלש יותר, והסיכוי לשבר עתידי גדול יותר. הסיבה לכך נעוצה בכך שבצימוח בזווית חדה, בעת יצירת העצה המשנית נוצר בבסיס הענף לחץ בין הענף לגזע, והדבר מגדיל את הסיכוי לשבר הענף הצדדי. חלק מאנשי המקצוע גורסים כי זווית חדה אינה בהכרח משמעותית בגרימת שבר, ויש מדדים חשובים יותר, כמו קוטר בסיס הענף. מכל מקום, קיום כל גורם נוסף, בעיקר סוג העץ, זיבת שרף מזווית החיבור, ענף כבד הפורץ בזווית חדה - יש בהם להקל על ההחלטה ולקבוע כי הענף מסוכן או לכל הפחות, מחייב טיפול להקטנת משקלו.

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 נבע הכשל כתוצאה משבר ומנפילות ענפים, ובשאר המקרים נגרם בשל נפילת העץ כולו או שבר בגזע. במחקר נמצא מתאם ביחס בין קוטר בסיס הענף שנשבר לקוטר הגזע שממנו הוא מסתעף. ענפים שבהם יחס זה היה גבוה מ-0.8 - צפויים להישבר. לעומת זאת, ההתאמה בין זווית ענפים חדה וסיכוי הענף להישבר לא הייתה משכנעת. עם זאת, המגמה במחקרם של King et al אינה מובהקת. כדי לאשש טענה זו, חשוב לבצע מחקר דומה במיני העצים הגדלים בארץ.

Elliason 2009 טוען כי לא תמיד נפילת ענפים מוסברת בגורמים הקלאסיים כזוויות ענפים או משקלם. הוא מציג לדוגמה נפילת ענפים קיצית במיני איקליפטוס, המוסברת, לדבריו, בכך שעם הזדקנות הרקמה היא אינה מצליחה להעביר מים לענפים. ישנה התייבשות של הקליפה עד שהיא הופכת לפריכה ולשבירה, ואז קורסת. לדברי Elliason, קיימת בענפי העצים "נקודה חמה" בעלת רגישות לשבר. נקודה זו, שבה נשברים מרבית 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 מציין כי בעץ בוגר הגזע מאבד מגמישותו וכמעט שאינו נע. הענפים מתקשים להעביר את התנועה אל הגזע, האנרגיה נשארת בהם והם נשברים.

בדיקות באזור צוואר השורש והשורשים

בשורש ובצוואר השורש יש לוודא שאין ריקבון או בעיות אחרות. לשם כך, נדרש לעתים הבדוק לפנות את הקרקע מסביב לבסיס העץ ולשורשיו וכן לבדוק באמצעות דקר שאין חלל או ריקבון בצוואר השורש.

התרוממות קרקע

לעתים כאשר נוטה העץ על צדו, מבחינים בהתרוממות הקרקע או השורשים בצד ההפוך לכיוון נטיית העץ, דבר המעיד בדרך כלל על תהליך שסופו התהפכות.

חיתוך שורשים

מרבית העצים ייפגעו כתוצאה מחיתוך שורשיהם, והם עלולים להתהפך. הסיבה לכך היא בעיקרה השינוי באיזון בין צמרת העץ למערכת השורשים, אך בטווח הרחוק גם ריקבון החודר מהשורש וגורם להיחלשות העץ ולקריסתו. מינים מסוימים, כאראוקריה רמה (*Araucaria heterophylla*), מגלים עמידות יחסית לחיתוך שורשים.

גורמים המחלישים את העץ

מחלות הנגרמות ע"י פטריות המופיעות בעלים (כמו קימחון בדולב מזרחי *Platanus orientalis*), גורמות לעתים לנשירה של מרבית העלווה. לעין לא מקצועית נראה לעתים כי הנזק עלול להיות חמור יותר. לנשירת עלים ממושכת יש משמעות שונה בעונות השונות: אם היא מתרחשת מדי שנה באביב, למשל במקרה של קימחון בדולב, העץ לא יצליח לקיים הטמעה (פוטוסינתזה) ברמה נאותה, ויתנוון עם השנים; אם היא מתרחשת רק לפני הסתיו, אזי כבר נוצרו סוכרים להמשך הקיום, והסכנה בכך אינה רבה.

לעומת זאת, מחלה הנגרמת על ידי פטריות בגזע (פטריות מדף במיני אשל - *Tamarix spp.* או בחרוב מצוי *C. siliqua*) עלולה לגרום לשבר הגזע או ענפים כבדים. הנזק נגרם כתוצאה מחדירת הפטרייה לגזע ולצוואר השורש ומפגיעה ברקמת העצה המשנית (רקמת החוזק של העץ).

הסוקר והאנליזה של האבחנה

ביסודה הערכת הסיכונים בעצים היא סובייקטיבית ומבטאת את ניסיונו, השכלתו וידיעותיו של הסוקר המומחה, ולכן, לכאורה, כל סוקר יכול להתייחס או לפרש באופן שונה את אותו סימן או מאפיין בעץ. עם זאת, אם הסוקר הינו בעל מקצוע מיומן ומנוסה, סביר שמסקנותיו והמלצותיו יהיו בעלות ערך ממשי ומעשי בהפחתת הסיכונים, ולרוב הן יהיו מקובלות על מומחים נוספים, במיוחד בעצים שבהם הסיכון ברור. במקרים מסוימים, כאשר נדרשת קבלת החלטות במצב של חוסר מידע אובייקטיבי או מספק, הרי שלניסיונו של הסוקר משקל רב עוד יותר. במקומות שונים בעולם נהוג להשתמש במכשור מסוגים שונים במטרה לברר מה מתרחש בתוך העץ. בנספח א' יוצגו בפני הקוראים המכשירים השונים שפותחו לשם כך. אמנם בארץ אין הציוד הנדרש והכלים הטכנולוגיים המתקדמים המאפשרים לבצע בעצים בדיקות פנימיות, אך כפי שידוע גם מחו"ל, בדיקות אלה מהוות רק אחד האמצעים, ואין לראות בהן הכלי העיקרי בהערכת סיכונים. בעולם מקובל כי גם הדרך שבה מבוצעת הבדיקה במכשירים השונים סובייקטיבית במהותה ונקבעת על ידי הבודק. קיימת אפשרות לבדיקה פנימית הנעשית באופן חלקי באמצעות קידוח במקדחה מיוחדת והוצאת רקמה מחלל העץ, ולאחר מכן בדיקת תוכן הרקמות, צבעם ומצבם. בנוסף לכך, כאשר יש פצע פתוח, ניתן לבצע בדיקה פנימית של הרקמות בעין ובמישור, ובמקרים מסוימים גם לשלוח את החומר לבדיקה מעבדתית. ניתן גם לנקוש על הגזע כדי להעריך אם חלקו הפנימי חלול. עם זאת, הערכת הסיכונים מתבצעת במרבית המקרים באמצעות בדיקת סימנים חיצוניים, והשתייכות הסוג והמין לקבוצת סיכון גבוהה או נמוכה, כמתואר להלן בטבלה 1.

חשוב ביותר לתעד את תהליך הסקר, המסקנות, קבלת ההחלטה וההמלצה הקשורים בגורמי הסיכון לכל עץ, הן למען ההערכות העתידיות של אותם עצים (התיעוד יאפשר להשוות את מצב העץ במועדים השונים שבהם תבוצענה ההערכות) והן לצורך הסקת מסקנות והפקת לקחים במקרה של הערכה שגויה, או מנגד, הערכה טובה. מההיבט הביטוחי והמשפטי חשוב שתהיה אסמכתא מתועדת על כך שנעשתה פעולה למען שמירה והגנת הציבור מנזקים אפשריים.

מיקום וסיכון

בביצוע סקר הערכת סיכונים לעצים רבים, כשהמשאבים מוגבלים, תינתן עדיפות למקומות שבהם יש פעילות של קהל רב, כמו ליד מוסדות חינוך בגני ילדים או חורשה המשמשת כחניון לילה. עצים אלה ייסקרו וייבדקו לפני סקירת עצים המצויים בחורשה, בשטח הפתוח או בשולי הגן.

קיום בדיקות חוזרות

עצים שנמצאו ע"י הסוקר כבעייתיים במיוחד, עצים שקיימת ביחס אליהם אי-ודאות באבחון או עצים שיש לבצע בהם גיזום חריף - יש לבדקם שוב ולערוך מעקב חוזר בטווח זמן קצר של שנה או שנתיים. כך לדוגמה, במקרים שבהם נראים סימני ריקבון מרובים, קיים חשד ליציבות העץ או לנפילתו או אם ידועה צמיחה נמרצת של ענפי מים בעקבות גיזום - מתחייבת הנחיה להמשך הטיפול. קשה להגדיר את משך הזמן לתקפותו של הסקר, אך לרוב יש לצפות שממצאי הסקר ויישום ההמלצות והטיפול בעקבותיו יהיו בעלי תוקף של שנים אחדות; דבר זה מותנה במין העץ, באזור ובתנאי הגידול של העצים. עם זאת, עצים מסוימים יבוקרו אחת לשנה, אחרים - אחת לשנתיים, וכך הלאה.

דחיפות הטיפולים

מטבע הדברים, הסקר קובע מי הם העצים "המסוכנים" ביותר, והם אלה שיזכו לטיפול המידי או יוצבו במקום גבוה בסדר העדיפות לטיפול. משהוחלט לבצע סקר ונקבעה דרגת הסיכון לעץ, ולו גם נמוכה, הרי שאין דרך חזרה וחייבים לטפל בעץ, גם אם בסדר עדיפות נמוך יותר.

המלצות לטיפול

דני אלמליח, אחד מכותבי המאמר, הציג בעבר גישה לטיפולי מניעה ואחזקה, שלפיה ההנחיות לטיפול בעצים יגובשו בהתאם לזיהוי מדויק של מין העץ והכרת תכונותיו (או השתייכותו לקבוצות סיכון). בחלק מן הסקרים שבוצעו על ידו, ניתנו הנחיות לטיפול, על פי החלוקה שלהלן:

- 1- מיני עצים שבהם הסיכוי לשבר מועט, גם ללא טיפול כלשהו באמצעות גיזום
- 2- מיני עצים שבטיפול נכון בשנים הראשונות הסיכוי לשבר עתידי מועט
- 3- מיני עצים שבהם צפויה שכיחות בינונית לשבר, המחייבת התערבות בגיזום באופן מידי ואחת לכמה שנים
- 4- מיני עצים שבהם ידועה שכיחות גבוהה לשבר, המחייבת עיצוב קפדני ופעילות קבועה של בקרה וגיזום תכוף בנוסף, כאשר מבצעים סקרים, כדאי להתייחס גם למינים שלהלן:
- 5- מיני עצים הנוטים להתהפך על שורשיהם, שבהם יש לשקול טיפולים להקטנת משקל, תמיכה או קשירה
- 6- מיני עצים המגלים סימני מחלה או מזיק העלולים לגרום לתופעות התנוונות שבר או התהפכות ובהם יש לבחון אם קיימים פתוגנים ולטפל בהתאם.

חשוב לטפל באופן סדיר ומונע בעצים, כדי לשלול עד כמה שניתן אפשרויות סיכון. טיפולי גיזום להפחתת משקל ודילול ענפים (פתיחת נוף ו"חלונות") בצמרת העץ למשל, עשויים להפחית או למנוע סיכון. כך גם קשירת ענפים באמצעות כבלים או חיבורם במוטות. כמו כן, ניתן לתמוך בענפים כבדים או בגזעים שיש חשש לקריסתם, באמצעות "קביים" מלאכותיים. טיפולים מונעים ומשמרים – גיזומים, קשירה בכבלים, חיבור במוטות או תמיכה – עשויים להקטין את הסיכון ולאפשר את קיומו של העץ לעשרות שנים נוספות. מנגד, כאמור, במקרים רבים, גיזומים לא מקצועיים הם אלו שמסבים נזק עתידי, ולכן גם גיזומים שגרתיים צריכים להתבצע על פי מפרט ברור, בליווי של אגרונום ועל ידי "גוזם מומחה".

סיכום

העץ הצעיר אינו צפוי להיות מסוכן. כאשר העצים מתבגרים ומזדקנים החיוניות שלהם פוחתת והם נפגעים ממזיקים ומגורמי מחלות, מגיזומים לא מקצועיים, מתנאי סביבה שאינם מיטביים ומהצטברות נזקים במהלך השנים. כשם שיש הבדלים גנטיים באורך החיים של בני האדם ובתגובתם לגורמי מחלה, 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 עשויים לאבד מהחיוניות שלהם, להינזק ע"י גורמי סביבה ולהוות סיכון. למרות האמור לעיל יש לתת משקל רב כבר לאחר 15-20 שנה לסיכון בעצים גדולים ומהירי צימוח.

הניסיון מלמד שלא ניתן למנוע לחלוטין שבר או נפילת עצים ואף מקרים טרגיים של פציעה ומוות. עם זאת, בשנים האחרונות גופים שונים הבינו את הצורך בהתמודדות עם הערכת הסיכונים בעצים, והם מקיימים סקרים והתייעצויות עם בעלי מקצוע להערכת אותם סיכונים.

בארץ לא נתן המחוקק את דעתו לקביעת כללים בכל הקשור להערכת סיכונים בעצים, לא באמצעות מכשור ולא באמצעים אחרים. אף שסקרי בטיחות מבוצעים בפועל על פי אותם מדדים וכלים שתוארו כאן, הרי שלמעשה לא קיימות תקנות, מפרט או הנחיות מקובלים בדבר אופן ביצוע סקר הערכת סיכונים בעצים.

כותבי מאמר זה סבורים שהגברת המודעות והחינוך לנושא, לצד פרסומים נאותים, ריכוז הידע המצטבר, גיבוש נהלים ברורים להערכת סיכונים בעצים, ביצוע סקרים והעסקת גוזמים מקצועיים - יש בהם בסופו של דבר לאפשר את קיומם של עצים בוגרים בעיר ובשטחים הפתוחים ועדיין ליצור סביבה בריאה ובטוחה.

טבלה 1. הצעה להערכת דרגת השבירות בגיל מבוגר של מיני עצים שכיחים בתחום 1-10. מין עץ, שלהערכתנו, הוא בעל נטייה שכיחה לשבר או להתהפכות (מין מסוכן) קיבל את הציון 10; מין עץ שבדרך כלל אינו נוטה לכך דורג בציון 1.

שם העץ	דרגת שבירה	הערות
אגוז המלך Juglans regia	6.5	בעל משקל ענפים רב, רגיש לפגעים (סס, אפאטה, מרסונינה) הפוגעים בחוזקו המכני. עצה רכה. במקרים רבים חשוף לריקבון
אגוז שחור Juglans nigra	6	רגישות לפגעים (סס)
אגון גמיש Agonis flexuosa	6	במיוחד בהשקיה, וכאשר הנוף סבך
אגס סורי Pyrus syriaca	4	שביר בהשקיה
אגס קלרי Pyrus calleryana	6	סס נמר
אגס תרבותי Pyrus communis	6	
אדנסוניה מאוצבעת Adansonia digitate	4	
אדר מילני Acer negundo	8	בעל משקל ענפים רב, רגיש לפגעים (סס, אפטה, מרסונינה) הפוגעים בחוזקו המכני
אדר סורי Acer obtusifolium	2.5	השקיה מרובה מעלה את דרגת השבירות
אורן ארוך-עלים Pinus roxburghii	3.5	
אורן הצנובר Pinus pinea	7	שבר בין ענפים מובילים בעצים בוגרים ביותר
אורן ירושלים Pinus halepensis	8	שבר ענפים שכיח בעצים סבוכים, בצימוח נמרץ ובהשקיה, נטייה להתהפכות
אורן קנרי Pinus canariensis	3.5	
אורן קפריסאי Pinus brutia	6.5	בעל משקל ענפים רב, מעט זוויות חדות
אזדרכת מצויה Melia azedarach	8.5	קצר חיים, ריקבון בגזע
אילנתה בלוטית Ailanthus altissima	6	
אינגה אמתית Inga vera	6.5	
איקליפטוס המקור Eucalyptus camadulensis	9	משקל ענפים רב, שבירות יתר בהשקיה
איקליפטוס לימוני - ראה/י קורימביה לימונית		
איקליפטוס הצווארון Eucalyptus torquata	6.5	עצה רכה, בתנאי השקיה מגיע לגודל רב והסיכוי לשבר עולה
אלביציה ורודה Albizia julibrissin	4.5	
אלביציה צהובה	8	משקל ענפים רב, שביר בהשקיה לעתים זוויות חדות

		Albizia lebbeck
	2	אלה אטלנטית Pistacia atlantica
	1.5	אלה ארץ ישראלית Pistacia palaestina
	2.5	אלה סינית Pistacia chinensis
רגיש לאמברוזיה	4	אלון אנגלי Quercus robur
רגיש לאמברוזיה	4	אלון ארוך-עוקצים Quercus pedunculiflora
נשבר בשלגים	1.5	אלון הגלעין Quercus ilex
נשבר בשלגים	2	אלון השעם Quercus suber
	2	אלון התבור Quercus ithaburensis
	1.5	אלון התולע Quercus boissieri
	1	אלון מצוי Quercus calliprino
	1	אלון שסוע Quercus cerris
משקל ענפים רב, שביר בתוספת השקיה, רגישות לפצעי גיזום, רגישות לפטריות בגזע	6.5	אלוקזוארינה (קזוארינה) אשונה Allocasuarina verticillata
	7.5	אלמוגן הודי Erythrina variegata
	7	אלמוגן כרבולתי Erythrina crista-galli
רגיש לפצעי גיזום, לעתים ריקבון בגזע	7.5	אלמוגן רחב-עלים Erythrina corallodendrum
משקל ענפים רב, שביר הן בהשקיה והן בחוסר השקיה, רגיש לפצעי גיזום, זוויות הענפים חדות	7	אנטרולביום כפוף-פרי Enterolobium contortosiliquum
	3	אפרסמון (פרסימון) אמריקני Diospyros kaki
נפילת פירות מגובה	1	אראוקריית בידוויל Araucaria bidwillii
נפילת פירות מגובה	2	אראוקריה רמה Araucaria heterophylla
	1	ארז אטלנטי Cedrus atlantica
	1	ארז הימלאי Cedrus deodara
	1	ארז הלבנון Cedrus liban
	1	ארכי-תמר אלכסנדרה Archontophoenix alexandrae
שביר בעודף השקיה, רגיש למחלות, רגיש לפצעי גיזום, נוטה להתהפך	8	אשל הפרקים Tamarix aphylla

מסקל יתר בהשקיה	4	בוהיניה מגוונת Bauhinia variegata
זוויות חדות	4.5	בולוסנתוס נאה Bolusanthus speciosu
	3	בומבק ציבה (הודי) Bombax ceiba (malabaricum)
רגישות לפצעי גיזום, רגישות לפגעים	7.5	בוקיצה (אולמוס) נמוכה Ulmus pumila
רגיש לפצעי גיזום	6.5	בוקיצה (אולמוס) קטנת-עלים Ulmus parvifolia
נשבר בשלגים, רגיש לפצעי גיזום, נוטה להתהפך	5	ברוש אריזוני Cupressus arizonica
	3	ברוש בכות Cupressus funebris
	4	ברוש גדול-איצטרובל (ברוש גדול-פירות) Cupressus macrocarpa
נוטה להתהפך, רגיש למחלות, לעתים יש שבר של ענפים יבשים	4	ברוש מצוי Cupressus sempervirens
	3	ברוש פורטוגלי Cupressus lusitanica
	3	ברוש קשמירי Cupressus cashmeriana
	3.5	ברכיכטון אדרי Brachychiton acerifolius
	6	ברכיכטון אוסטרלי Brachychiton australis
שבר אפשרי בענפי שלד כבדים ובהשקיה מרובה	4	ברכיכטון דו-גוני Brachychiton discolor
לעתים הגזע מתבקע	2	ברכיכטון הסלעים Brachychiton rupestris
שבר אפשרי בענפי שלד כבדים ובהשקיה מרובה	4.5	ברכיכטון צפצפתי Brachychiton populneum
	2	גינקו דו-אונתי Ginkgo biloba
	3	גלדיציה תלת-קוצית Gleditsia triacanthos
שבר ענפים הן בהשקיה והן בחוסר השקיה, פטרייה, רגיש לפצעי גיזום, זוויות צרות, לעתים בעל שני גזעים מובילים בזווית חדה	8	גרווילאה חסונה Grevillea robusta
	6.5	דולב x אדרי Platanus acerifolia
	6.5	דולב מזרחי Platanus orientalis
	6.5	דולב מקסיקני Platanus mexicana
	6.5	דולב קליפורני Platanus racemosa
	6.1	דיפסיס (ניאודיפסיס) משולש Dypsis decaryi
בעודף השקיה, ברוחות	7.5	דק-פרי ערמוני Tecoma castanifolia
	1.5	הדר החושחש

		Citrus aurantium
	6	הוניה מתוקה Citrus aurantium
	2	הטרומלס קטלבי Heteromeles arbutifolia
	7	היביסקוס רם Hibiscus elatus
בעודף השקיה, ברוחות	7	היביסקוס טילייתי 'סתריה' Hibiscus tiliaceus 'Sitriya'
	2	ושינטוניה חוטית Washingtonia filifera
	2	ושינגטוניה חסונה Washingtonia spp.
שביר בשלגים ו/או בהשקיה מרובה	2.5	זית ארופאי Olea europaea
	4	זלקובה משורית Zelkova serrata
	8	חאיה ניאסית Khaya nyasica
רגיש לפטריות מדף, אופייני בעצים בוגרים; עצים שלא נגזמו בבגרותם כמעט שאינם שבירים	6	חרוב מצוי Ceratonia silique
נשבר בעודף השקיה	6	טבבוית איפה Tabebuia impetiginosa
	6	טטראקליניס מפריק Tetraclinis articulate
	5.5	טקומן סיני Radermachera sinica
	3	טקסודיון דו-טורי Taxodium distichum
	1	טרכיקרפוס פורטון Trachycarpus fortune
משקל ענפים, שביר במיוחד בעודף השקיה, רגיש לפצעי גיזום	8.5	ינבוט לבן Prosopis alba
	3	כוריזיה בקבוקית - ראה צייבא בקבוקית
	3	כוריזיה הדורה - ראה צייבא הדורה
	4	כיטלפת טשקנט X Chitalpa tashkentensis
שביר כתוצאה מתקיפת סס או בשלגים	5	כליל החורש Cercis siliquastrum
	5	כנוף-זרע אדרי Pterospermum acerifolium
	5	כסיית האבוב Cassia fistula
	7	כרבל לביד Alectryon tomentosum
	9	לבנה רפואי Styrax officinalis
	3	לגונריית פטרסון Lagunaria patersonii
	1	לגרסטרמיה הודית Lagerstroemia indica

	4	ליגוסטרום יפני Ligustrum japonicum
	1	ליוויסטונה סינית Livistona chinensis
	5	ליקווידמבר לבני Liquidambar styraciflua
	6.5	מגלון אפריקני Harpephyllum caffrum
בארץ שבירה מעט	3	מגנוליה גדולת פרחים Magnolia grandiflora
	7	מורינגה מכונפת Moringa oleifera
	8	מורינגה רותמית Moringa oleifera
	2	מטסקווייה סינית Metasequoia glyptostroboides
	6	מילה אמריקנית Fraxinus americana
רגישות לסס	7	מילה ירוקת-עד Fraxinus uhde
רגישות לסס	7	מילה סורית Fraxinus syriaca
רגישות לסס	7	מילה פנסילוניית Fraxinus pennsylvanica
ריקבון בעצים בוגרים ובמקרה של פצעי גיזום גדולים	3	מייש בונגה Celtis bungeana
	3	מייש דרומי Celtis australis
בהשקיה מרובה ובאזורים מושלגים יקבל ציון: 9	6	מכנף נאה Tipuana tipu
	3	מנגו הודי Mangifera indica
	2.5	מקדמיה רבועה Macadamia tetraphylla
סכנת נפילה באזורים המועדים לקרה	7	מתחלית פעמונית Spathodea campanulata
	1	סבל פלמטו Sabal palmetto
	6	סטיפונולוביון (סופורה) יפני Styphnolobium japonicum
	5	סיגלון עלה-מימוזה Jacaranda mimosifolia
נשירת נדנים במיוחד בתנאי השקיה, התהפכות איטית	1	סיגרוס (ארקית) רומנזוף Syagrus romanzoffiana
	4	סיזיגיון ימבולן Syzygium cumini
	6.5	סיסם הודי Dalbergia sissoo
	5.5	ספיון השעוה Sapium sebiferum
	2	עוזרר אדום Crataegus azarolus
סכנת ריקבון בעצים מרובי גזעים	4	ער אציל

		Laurus nobilis
בעל משקל ענפים רב, רגיש לפגעים (קפנודיס, אפטה, מרסונינה) הפוגעים בחוזקו המכני	8	ערבת בבל Salix babylonica
	2	ערער רם Juniperus excelsa
	5	פודוקרפוס גדול-עלים Podocarpus macrophyllus
	6	פולובניית פורטון Paulownia fortunei
	4	פונגמיה מנוצה Pongamia pinnata
בהשקיה מרובה	7	פיטולקה דו-ביתית Phytolacca dioica
	3	פיטוספורום גלוני Pittosporum undulatum
	3	פיקוס אזני Ficus auriculata
	3	פיקוס בנגלי Ficus benghalensis
	4	פיקוס בנימינה Ficus benjamina
	5	פיקוס הגומי Ficus elastica
רגיש לפצעי גיזום ועלול להישבר בנוכחות פטריית מדף, משקל ענפים רב	5.5	פיקוס השדרות Ficus microcarpa
	6	פיקוס גדול-עלים Ficus macrophylla
רגישות לפצעי גיזום, שביר בנוכחות פטרייה, משקל ענפים רב	4	פיקוס השקמה Ficus sycomorus תת-מין לביד-פרי ssp. gnaphalocarpa (שקמה ותיקה) ותת-מין השקמה (שקמה אפריקנית) ssp. sycomorus
שביר בנוכחות יקרונית	5.5	פיקוס התאנה Ficus carica
משקל ענפים רב	7.5	פיקוס חלוד Ficus rubiginosa
	3	פיקוס כינורי Ficus lyrata
שביר בתנאי השקיה, משקל ענפים רב	7.5	פיקוס מעוקם Ficus oblique
אין די ניסיון, לפרטים הקיימים בארץ עדיין אין מסה של משקל	5	פיקוס צר-עלים (תאילנדי) Ficus binnendykii
	3.5	פיקוס קדוש Ficus religiosa
	8	פלפלון בכות Schinus molle

	7	פלפלון דמוי אלה Schinus terebinthifolius
שביר בנוכחות אפטה	5.5	פנסית דו-נוצתית Koelreuteria bipinnata
	5	פנסית מכבדית Koelreuteria paniculata
נטייה להתהפכות, בנוכחות פטריית מדף, ריקבון צוואר השורש	6.5	צאלון נאה Delonix regia
	3	כוריזיה בקבוקית - ראה צייבא בקבוקית
	3	כוריזיה הדורה - ראה צייבא הדורה
רגישות גבוהה למזיק קפנודיס	8	צפצפה מכסיפה Populus alba
	8.5	צפצפה מקוצעת Populus deltoids
	7	צפצפה שחורה 'איטלקי' 'Populus nigra' Italica
	7	צפצפת הפרת Populus euphratica
	8	קופן אנקרדי Cupaniopsis anacardioides
משקל ענפים, שביר מאוד בהשקיה	9	קורימביה (איקליפטוס) לימוני Corymbia (Eucalyptus) citriodora
	8.5	קורימביה (איקליפטוס) טורל Corymbia torelliana
		קזוארינה (אשונה - ראה אלוקזוארינה אשונה
	7	קזוארינה שבטבטית Casuarina equisetifolia
	8	קזוארינה דקיקה Casuarina cunninghamiana
שלגים	2	קטלב מצוי Arbutus andrachne
	4	קיגליה מנוצה (אפריקנית) (pinnata) Kigelia africana
	(5)	קינמון הקמפור Cinnamomum camphora
	7.5	קליטריס כחלחל Callitris columellaris
	6.5	קליסטמון הנצרים Callistemon viminalis
	7	קליסטמון אדום Callistemon phoeniceus
זוויות חיבור צרות, בהשקיה שביר יותר	6	קסילוסמת זלצמן Xylosma salzmannii
משקל ענפים, פטריית מדף, רגישות לפצעי גיזום, זוויות ענפים חדות	8	קריית הפקן (פקן תרבותי) Carya illinoensis
	4	קתרוסיית מרובעת Citharexylum spinosum
רגישות לפצעי גיזום, פרטים מורכבים עלולים להישבר במקום	7	רוביניה בת-שיטה

ההרכבה (מתחת ל"כדורי")		Robinia pseudo-acacia
	3	רימון מצוי Punica granatum
	6	שוטיה רחבת-עלים Schotia latifolia
רגישות לסס הנמר	6.5	שזיף הדובדבן 'ארגמן-כהה' Prunus cerasifera 'atropurpurea'
	6.5	שזיף פעמוני Prunus campanulata
	70	שיטה משולשלת Acacia pendula
בהשקיה נשברת יותר	8.5	שלטית מקומטת Peltophorum dubium
	7.5	שלטית אפריקנית Peltophorum africanum
	6.5	שסע פריהיבי Schizolobium parahyba
	3	שסק יפני Eriobotrya japonica
רגישות למזיקים	7	שקד מצוי (שזיף מצוי) Amygdalus communis Prunus (communis)
רגישות לפצעי גיזום, לעתים ריקבון בגזע	7	תות לבן Morus alba
רגישות לפצעי גיזום, לעתים ריקבון בגזע	5	תות שחור Morus nigra
	3	תמר מצוי Phoenix dactylifera
	2	תמר קנרי Phoenix canariensis
רגישות לפצעי גיזום	9	תספזיה צפצפתית Thespesia populnea

Ellison Mike. 2009. The Hot Spot – Why Trees and Branches Fall Beyond their Point of Attachment. ISA Conference & Trade Show. Providence, RI, USA

Johnstone Denise. 2009. Quantifying Wood Decay in Living Trees. ISA Conference & Trade Show. Providence, RI, USA

King Fong Yok, Sim Eng Koon, Voon Chin Seng, Ow Siew Ngim AND Smily Tom. 2009. Tropical Branch Attachment Strength Study in Singapore. ISA Conference & Trade Show. Providence, RI, USA

מכשור לבדיקת סכנות (המקובל במקומות שונים בעולם)

1. רזיסטוגרף - Resistograph

- אל גזע העץ מוחדרת באמצעות מכשיר מיוחד מחט, הנתקלת במסלולה בעוצמת התנגדות שונה (בהתאם למשקל הסגולי של העץ ולמצבו - יבש, רקוב או חלול).
- הנתונים מתורגמים באמצעות מחשב ומראים על הצג את עוצמת ההתנגדות.
- ישנו גרף ייחוס במצב בריא למיני עצים שונים.
- הבדיקה מבוצעת במספר נקודות בהיקף העץ בחלקו התחתון.

2. בדיקה באמצעות גלי קול - Recording sonic data

- חיישנים מונחים בהיקף העץ
- גל קול נשלח מצדו האחד לצדו האחר
- לכל עץ יש מהירות העברת קול אופיינית
- אם רקמת העץ מלאה, גל הקול עובר ישירות ונקלט ברגש בצד הנגדי של הגזע; אם ישנם חללים, גל הקול "מטייל" בגזע ועובר מסלול ארוך יותר עד לקליטתו ברגש
- הבדיקה נלקחת מכמה נקודות בהיקף העץ
- ניתן לקבל נתונים מודפסים או על גבי צג
- המכשיר מיועד לאיתור כיבים, ריקבון, נוכחות פטריות וחללים בגזע

* **הערה**: בניסוי השוואתי שנערך באוסטרליה נמצא כי לרזיסטוגרף יעילות גבוהה יותר מיעילות הבדיקה באמצעות גלי קול באיתור כיבים, ריקבון וחללים בגזע (Johnstone 2009)

3. בדיקה באמצעות אותות חשמליים - Electrical Impedance Tomograph

- רגשים מונחים בהיקף העץ
- אות חשמלי נשלח מצד אחד לצד האחר
- הבדיקה נלקחת מכמה נקודות בהיקף העץ
- 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 עץ בפני כוחות חיכוניים (כגון רוחות) - Tree Pulling Test

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

• פרקטומטר - Fractometer

- מכשיר המודד במקטע (פרקציה) שנקדח מליבת העץ (בקוטר 5 מ"מ, אורך בהתאם לבדיקה) את הפרמטרים:
- התנגדות ללחץ (עמידות לגזירה/קריעה)
- חוזק הכיפוף
- בדיקת חוזק רקמות שעברו דהידרציה (יציאת מים/התייבשות)