קריטריונים להגדרת צמחים פולשים בישראל ולהערכת הסיכון

עודד כהן, מכללת כנרת, המכון לחקר הגולן – קצרין, אוניברסיטת חיפה. odedic@gmail.com
יוסי ריוב, המכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות ע"ש רוברט ה. סמית, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות. riov@agri.huji.ac.il

תקציר: במהלך השנים הוצעו הגדרות שונות למונח מינים פולשים. ההגדרות השונות כללו מספר קריטריונים ובכלל זה גם את ההשפעות ההרסניות על הסביבה. בישראל מקובל להשתמש במונח מינים פולשים כדי לתאר מינים זרים המשפיעים באופן הרסני כלשהו על הסביבה. במאמר זה אנו מציעים להשתמש במונח מינים פולשים כדי להגדיר מינים זרים, שמתפשטים בקצב מהיר בשטח רציף או במספר רב של מוקדים, ומעמידים אוכלוסייה צפופה בכל מוקד. הגדרה זו אינה כוללת את השפעת הצמח הפולש על הסביבה כקריטריון להגדרתו כפולש. נעשתה הבחנה בין הקריטריונים להגדרה של צמחים פולשים מצד אחד, לבין הקריטריונים להערכת הסיכון שלהם מצד שני, שמהם ניתן לגזור סדרי עדיפות בטיפול כנגדם. היכולת לחדור לשטחים טבעיים, ההשפעה השלילית על המינים הטבעיים, היכולת לשנות את הסביבה והיכולת ליצור עומדים צפופים מהווים קריטריונים להערכת סיכון, ועליהם מוצע להוסיף גם את פוטנציאל התפוצה הגלובלי של המין הפולש ואת הדמיון האקלימי-אקולוגי בין הסביבה החדשה לסביבת המקור וסביבות נפלשות אחרות בעולם.

רקע

הפלישה הביולוגית (biological invasion), שמשמעותה התפשטות מינים זרים מעבר לתחום תפוצתם הטבעי, נחשבת לאחת הבעיות החמורות בין השינויים הגלובליים המשפיעים באופן שלילי על רווחת החיים ושמירת הטבע (Vitousek et al. 1996, 1997, Mazza et al. 2014). בארץ ידועים מספר מינים פולשים דומיננטיים המתפשטים בהיקפים נרחבים וגורמים לנזקים עצומים, לדוגמה **חדקונית הדקל האדומה** *Rhynchophorus ferrugineus*, הנחשבת לאחד המזיקים הקשים של הדקלים, **אמברוסיה מכונסת** *Ambrosia confertiflora*, המתפשטת בקצב מהיר בשומרון, בשרון ובבקעה, ומהווה עשב רע ממדרגה ראשונה (דופור-דרור 2014) ו**נמלת האש הקטנה** *Wasmannia auropunctata* שמקורה בדרום אמריקה, והיא פוגעת ברווחת החיים ובמגוון הביולוגי (פדרמן וכרמל 2012). "כלנית" מקדיש מדור לסקירה מעת לעת של מיני צמחים הנמנים

על הגרים והפולשים בישראל, כמו לדוגמה **אמברוסיה מכונסת** (דופור-דרור 2014), **חמציץ נטוי** *Oxalis pes-caprae* (דופור-דרור 2015), **עשנן רפואי** *Fumaria offinalis* (שמידע 2015) ו**צחר כחלחל** *Leucaena leucocephala* (דופור-דרור 2015). הגדרות הצמחים הפולשים בישראל מבוססות על עבודתו של דופור-דרור (2010), שסקר רשימה של 50 מינים זרים בישראל (דופור-דרור 2010; Doufor-Dror, 2012) ותיעד את תכונותיהם ומאפייני הפלישה שלהם בארץ ובעולם. עניין ההגדרה חשוב, הן מההיבט המדעי, כדי ליצור שפה משותפת בין קבוצות מחקר בארצות שונות, והן מהצד המעשי, של קביעת מדיניות פעולה כלפי המינים הללו. מאמר זה סוקר את שלבי הפלישה הביולוגית ומציג גישות שונות של חוקרים בעולם להגדרת מינים פולשים בדגש על קבוצת הצמחים. לבסוף מוצגת גישה שונה להגדרת הצמחים הפולשים מזו המקובלת כיום בישראל, וכמו גם הצעה לעדכון הקריטריונים להערכת הסיכון של פלישת מינים זרים על בסיס מאמרים חדשים.



מיני צמחים פולשים בישראל בדרגת סיכון גבוהה
מימין לשמאל –
טיונית החולות. צילם: ישי שמידוב ©
שיטה כחלחלה. צילם: גדי פולק ©
אמברוסיה מכונסת. צילם: ישי שמידוב ©
פרקינסוניה שיכנית. צילמה: שרה גולד ©, באדיבות אתר צמח השדה.
להגדלה – לחצו על התמונות

התקדמות הפלישה הביולוגית והמינוח המקובל להגדרת השלבים השונים

במהלך ההיסטוריה הגיאולוגית התפתחו מכשולים ביו-גיאוגרפיים, כמו ימים, נהרות, רכסי הרים וחגורות האקלים, אשר קבעו את גבולות התפוצה של המינים. חציית גבול ביו-גיאוגרפי התרחשה עוד טרם בריאת האדם, כאשר מינים היגרו מסביבתם הטבעית בעזרת גורמי הפצה (vectors) טבעיים, כמו נדידת ציפורים וציפה על גזרי עץ באוקיינוסים. פלישה ביולוגית (biological invasion), היא תופעה הקשורה בהתפשטות של מינים זרים מעבר לתחום תפוצתם הטבעי. עם התפתחות דרכי התחבורה באוויר, בים וביבשה, גדלו קצב והיקף המעבר של מינים זרים לאזורים חדשים. חלקם של המינים מיובאים לסביבתם

החדשה במכוון, וחלקם הינם בגדר "סוכנים סמויים שתפסו טרמפ" על אמצעי התחבורה. פלישה ביולוגית מתחילה בשבירת המכשול הביו-גיאוגרפי בפני מעבר של מין מסוים מחוץ לתחום תפוצתו הטבעי.

החל מהרגע שמין זר מגיע לסביבה חדשה, הפלישה הביולוגית מתקדמת במספר שלבים עוקבים (Williamson, 1996, Williamson and Fitter, 1996, Richardson et al. 2000, MacIsaac and Colautti, 2004). ההתקדמות בשלבי הפלישה הביולוגית מחייבת את המין הזר להתגבר על מכשולים שונים בדרך. מין שנכשל ולא הצליח להתגבר על אחד מן המכשולים האלו, לא יגיע למעמד של מין פולש (invasive species).

מהגרים "טרמפיסטים" שהגיעו לסביבתם החדשה באקראי, צריכים להתגבר על המכשולים האקולוגיים על מנת לשרוד, וכן להתגבר על מכשולי הרבייה כדי להתרבות ולהעמיד אוכלוסייה עצמאית. המועד שבו המין אותר בסביבה החדשה שלא יועדה לו מראש מכונה **שלב ההופעה** (arrival stage), ולעתים גם **אינטרודוקציה** (introduction). מינים שהובאו במכוון נהנים מעזרת האדם בהתגברות על המכשולים האקולוגיים ועל מכשולי הרבייה, וההפצה שלהם מחוץ לגבולות שיועדו להם מראש (escaping stage). משלב ההגעה ואילך, האתגרים העומדים בפני המינים שהובאו במכוון או באקראי דומים. פרק הזמן שבו פרטים בודדים מתרבים ומבססים אוכלוסייה בת-קיימא (המתרבה באופן עצמאי) בשטחים חדשים מכונה **שלב ההתבססות** (establishment). מקובל להשתמש במונח **התאזרח** (naturalized) כדי לתאר מין שביסס אוכלוסיה בת-קיימא בסביבתו החדשה. רוב המינים המופיעים בסביבה שלא יועדה להם מראש, הינם בגדר אפיזודה חולפת, מאחר ואינם מצליחים להתגבר על מכשולי הרבייה וההישרדות לאורך דורות ולבסס אוכלוסייה בת-קיימא. מינים אלו מכונים **מינים מזדמנים** (casual species). הצלחת ההתבססות של מין זר בסביבה חדשה תלויה בתכונות המין, בתכונות בית הגידול ובמספר הפרטים שחודרים לבית הגידול בזמן ובמרחב.

שלב ההתפשטות (spreading) מתחיל כאשר אוכלוסיות מבוססות מתגברות על מכשול ההפצה ומרחיבות את תפוצתן מן האתר בו המין הופיע לראשונה למוקדים נוספים. **פלישה מלאה** (full invasion) מתרחשת כאשר מין זר מבסס אוכלוסיות רבות וצפופות ובשטחים נרחבים (Blackburn et al., 2011). הנחת היסוד היא**,** שמעטים מבין המינים הזרים מתקדמים להיות מינים פולשים (Williamson, 1996). אף-על-פי-כן, בספרות מדווח שגם השפעתו של מין בודד על המערכת האקולוגית עלולה להיות דרמטית מבחינת השלכותיה על האדם והסביבה (Parker et al., 1999, Simberloff et al., 2013).



תמונה 1. טיול בחיק הטבע בחברת צמחים מתאזרחים, מתפרצים ופולשים צילם: עודד כהן © לסיפור המלא – לחצו כאן

הקריטריונים להגדרת מינים פולשים

תחום המדע העוסק בהתפשטות מינים פולשים, השלכותיהם על האדם והסביבה ודרכים להתמודדות ומניעה של התפשטותם מכונה "אקולוגיה של הפלישה" (invasion ecology). תחום זה נולד ב-1958 עם פרסום ספרו של צ'ארלס אלטון (Charles Elton:*The Ecology of Invasions of Animals and Plants*). חוקר זה, שהשיק את המחקר השיטתי של אקולוגית הפלישה, הקדים את זמנו, שכן המחקר בתחום זה נותר רדום למשך עשרות שנים, וההאצה הגדולה בהתפתחות התחום חלה רק בשנות התשעים (Davis et al., 2001; Richardson and Pysek, 2008). כיוון שתחום זה הוא חדש יחסית, הוא סובל אולי יותר מכל תחום מדעי אחר מחוסר בהירות ומחוסר הסכמה באשר להגדרת המונחים המקצועיים של אקולוגיית הפלישה, ובעיקר בהגדרה של המונח "מין פולש" (MacIsaac and Colautti, 2004). המונחים הבאים aliens, exotic, non-naturalized, non-indigenous, non-native, imported, introduced, immigrants, הם העיקריים מבין אלו שנעשה בהם שימוש לתיאור מינים פולשים בתחום האקולוגיה של הפלישה (MacIsaac and Colautti, 2004; Valéry et al., 2008). תחום זה הוא רב תחומי , הוא עוסק במגוון רחב של קבוצות טקסונומיות ומערכות אקולוגיות ונחקר על-ידי חוקרים מכל העולם, המייצגים אידיאולוגיות ומאפייני תרבות שונים. כל אלו לא אפשרו עד כה להגיע להסכמה גורפת באשר להגדרתם של מינים פולשים

(Davis, 2005). אחד המאפיינים של התפתחות הטרמינולוגיה במחצית השנייה של המאה העשרים (Pysek, 1995; Davis, 2005), הוא מעבר משימוש במילים מתונות בעלות רקע פוליטי, כמו **מין שהוחדר** (introduced species), **לא טבעי** (non-natural) ו**לא מקומי** (non-indigenous), למילים שהן בעלות אופי יותר לוחמני, כמו **זרים** (alien) ו**פולשים** (invaders). הדיון סביב המינוח המקצועי הוא חשוב**,** כיוון שהוא משרת את מקבלי ההחלטות לגבי מדיניות הטיפול במינים הזרים.

הגדרת המינים הפולשים מבוססת לרוב על מספר קריטריונים: מקור המין (מקומי/זר), הגדרת סטטוס הפלישה ביחס לשלביה, מרחק ההפצה, גודל השטח הנפלש, צפיפות הפרטים והשפעות סביבתיות. להלן מוצגות מספר גישות דומיננטיות להגדרת מינים פולשים והתייחסות סובייקטיבית לגישות אלו. כיוון שתחום האקולוגיה של הפלישה בישראל התפתח בעיקר רק בעשור האחרון, מצאנו לנכון להביא בפני הקוראים את הציטוטים במקורם באנגלית (טבלה 1), כאשר ההסברים מופיעים בהמשך לטבלה.

טבלה 1. גישות להגדרה של מינים פולשים (הסבר פרטני מפורט בטקסט מתחת לטבלה, לפי שמות החוקרים).

(Pysek (1995	*For an alien whose distribution and/or abundance in the area is increasing*
Williamson and (Fitter (1996	*A part of what makes most pests a pest is, of course, a high population density.*
Davis and Thompson ((2000	*Type 4: These are short-distance (diffusion) colonizers, novel to the region (range expantsion), with a large impact on the new environment. Such colonizers would include dominant or keystone species incrementally expanding their range. In most cases, dispersal by these species is occurring without significant human assistance.* *Type 8: These are long-distance (saltation) colonizers, novel to the region (range expansion), with a large impact on the new environment..... These are quintessential invaders, arriving from great distances (often, if not usually, due to human facilitation), and rapidly spreading through-out the new environment, often via both diffusion and saltation dispersal, usually with ecological and economic consequences deemed undesirable by human.*

Richardson et (al. (2000	*Naturalized plants that produce reproductive offspring, often in very large numbers, at considerable distances from parent plants (approximate scales: > 100 m; < 50 years for taxa spreading by seeds and other propagules; > 6 m/3 years for taxa spreading by roots, rhizomes, stolons, or creeping stems), and thus have the potential .to spread over a considerable area*
MacIsaac and Colautti (2004)	*It would clear that the 'invasive' species include those that are widespread.*(IVa and V). IVa = widespread but rare. .V = Widespread and dominant
Valery et al. ((2008	*A biological invasion consists of a species' acquiring a competitive advantage following the disappearance of natural obstacles to its proliferation, which allows it to spread rapidly and to conquer novel areas within recipient .ecosystems in which it becomes a dominant population*
Blackburn et al. ((2011	*D1 = Self-sustaining population in the wild, with individuals surviving a significant distance from the original point of introduction.* *D2 = Self-sustaining population in the wild, with individuals surviving and reproducing a significant distance from the original point of introduction.* *D3 = Fully invasive species, with individuals dispersing, surviving and reproducing at multiple sites across a greater or lesser spectrum of habitats and extent of .occurrence*
IUCN (downloaded at (09.09.2015	*Animals, plants or other organisms introduced by man into places out of their natural range of distribution, where they become established and disperse, .generating a negative impact on the local ecosystem and species*

Pysek (1995) סקר את הקריטריונים להגדרת צמחים פולשים במחצית השנייה של המאה העשרים, וסיכם כי חוקרים השתמשו במונח פולשים כדי לתאר מינים זרים, המגדילים את שטח המחיה שלהם ואת צפיפות האוכלוסייה בסביבה חדשה. ההגדרה אינה כוללת התייחסות להשפעות המינים על סביבתם.

Williamson and Fitter (1996) ייחסו את המונח "מינים פולשים" אך ורק למינים זרים (המאמר עוסק במינים זרים ובהגדרת מעמדם, אך המונח מין זר לא מופיע בו במפורש).

המונח "הפך למזיק" (becoming a pest), מציין את השלב שבו המין השלים את שלבי הפלישה הביולוגית, ומתפשט בהיקף נרחב ובצפיפות רבה (Williamson 1996). חוקרים אלו הניחו, על בסיס עבודות קודמות (Williamson 1996), שמינים זרים אשר השלימו את שלבי הפלישה הביולוגית וכבר נמצאים בתהליך של התפשטות בשטחים גדולים ובצפיפות פרטים גבוהה, משפיעים באופן שלילי על רווחת החיים ו/או על בריאות הסביבה. לכן, אין לדעתם צורך לציין את ההשפעה כקריטריון, ודי להסתפק בהערכת קצב ההתפשטות וצפיפות הפרטים.

Davis and Thompson (2000) הציעו הגדרה לצמחים מתנחלים פולשים (invasive colonizers) המבוססת על שלושה קריטריונים בלבד: **א**) טווח ההפצה (קרוב/רחוק); **ב**) נוכחותו של המתנחל בשטח בעבר (היה/לא היה); **ג**) השפעות על הסביבה. שלושת הקריטריונים מספקים שמונה אפשרויות להיות מין מתנחל, אך רק שתיים מתוכן מתייחסות למתנחלים פולשים: מינים שהופצו משטח קרוב (type 4) או משטח רחוק (type 8), חדשים בסביבתם (לא היו קיימים בה בעבר) ושלהם השלכות שליליות על המערכות האקולוגיות. מין הראוי לציין**,** שהגדרה זו מכילה בתוכה גם מינים מקומיים שהרחיבו את תפוצתם ב"זחילה" (diffusion dispersal) לסביבה סמוכה**,** שלא התקיימו בה קודם לכן.

Richardson וחובריו (2000) הגדירו צמחים פולשים כצמחים בעלי אוכלוסיות מבוססות המעמידות צאצאים פוריים, לעתים במספרים גדולים, ובמרחק משמעותי מצמח האם. חוקרים אלו אף הציעו כקריטריון סדרי גודל למרחקי התחדשות מצמח האם. החוקרים לא ייחסו חשיבות להשפעות המין על הסביבה כקריטריון להגדרה.

Colautti and Maclsaac (2004) ייחסו את המונח מינים פולשים למינים זרים (המאמר עוסק במינים זרים ובהגדרת מעמדם, אך המונח מין זר לא מופיע בו במפורש). פלישה מלאה להגדרתם היא פלישה בה המין נפוץ במספר רב של מוקדים ומבסס אוכלוסיות צפופות בכל אתר. הדרך לפלישה מלאה משלב האוכלוסיות המבוססות יכולה להתקדם בשני דגמים: "נפוץ ודליל" (Iva) לעומת "זוחל וצפוף" (V). בדגם הראשון, המין מפיץ פרטים במספר רב של מוקדים, אך בכל מוקד מספר הפרטים קטן, ולכן המין נדרש להתגבר הן על התנאים הסביבתיים כדי לשרוד על מכשולי הרבייה הנובעים מהגודל הקטן של האוכלוסייה. מינים המצליחים להתגבר על המכשולים הללו בדגם זה ידועים כפולשים. ישנם מקרים שבהם התפשטות המוקדים מהשוליים החוצה יוצרת רצף טריטוריאלי של המין הפולש. הדגם השני מייצג אוכלוסיות המתפשטות בזחילה משולי הכתם החוצה. הרבייה אינה מהווה מכשול בפני המינים האלו, הן בשל גודל האוכלוסייה והן בשל שיטת הריבוי הווגטטיבית האופיינית להם. מינים שקצב ההתפשטות שלהם מהיר עלולים להשתלט על

הסביבה, בעיקר אם מנגנון ההפצה שלהם כולל גם מרכיב של הפצה למרחקים.
Valery וחובריו (2008) ניתחו את הקריטריונים בהם משתמשים חוקרים להגדרת מינים פולשים לפי שלושה קריטריונים: גיאוגרפיה, השפעות ואופן הפלישה. החוקרים מציעים הגדרה ששמה דגש על קצב והיקף ההתפשטות של המינים הזרים. להגדרתם, מינים פולשים הם תמיד מינים זרים, שלהם יתרון תחרותי המתבטא בהעדר מכשולים המאפשרים להם לשגשג, להתפשט במהירות ולהעמיד אוכלוסיות צפופות. החוקרים פוסלים במכוון את קריטריון ההשפעה כקריטריון להגדרה, אך יחד עם זאת רואים בו נושא למחקר בזכות עצמו וכגורם המקל על הממשק, כפי שיוסבר בהמשך.
Blackburn וחובריו (2011) הגדירו את אוכלוסיות המינים לפי שלבי הפלישה הביולוגית, ואף הציעו ממשק מתאים לכל שלב (גם מאמר זה עוסק במינים זרים ובהגדרת מעמדם, אך המונח מין זר לא מופיע בו במפורש). החוקרים השתמשו במונח "מינים פולשים" כדי לתאר מינים המעמידים אוכלוסיות מבוססות בסביבתם החדשה ובמרחק רב מהוריהם. החוקרים מתייחסים אליהם כאל פולשים בין אם הצאצאים הללו שורדים בלבד (D1) או שורדים ומתרבים (D2). להגדרתם פלישה מלאה (D3) מתרחשת כאשר האוכלוסיות הללו מתרבות בשטח נרחב ובצפיפות רבה, תהליך שבסופו מביא להשפעות שליליות על האדם ו/או על המערכות האקולוגיות.
הגדרת האיגוד הבינלאומי לשימור משאבי הטבע (IUCN) חשובה במיוחד כיוון, שהארגון כולל קבוצת חוקרים המתמקדת בנושא המינים הפולשים בעולם (ISSG), שתפקידם בין השאר ליצור שפה מקצועית משותפת בין קבוצות המחקר השונות. הגדרת הארגון מבוססת בחלקה הראשון על התהליכים האקולוגיים והביו-גיאוגרפיים המאפיינים את התקדמות הפלישה הביולוגית, כפי שמדווח בספרות המדעית (Williamson 1996; Richardson et al. 2000; MacIsaac and Colautti 2004; Blackburn et al., 2011), ובחלקה השני מושם דגש על כך שהתהליך מלווה בהשפעות שליליות על המערכות האקולוגיות ועל המינים המקומיים.

בחינת הרלוונטיות של הקריטריונים הנפוצים להגדרת צמחים פולשים בישראל

<u>קריטריון ראשון – אזרחות: (זר/מקומי)</u>: המונח מינים פולשים מיוחס כמעט תמיד למינים זרים ולא למינים מקומיים. מינים דומיננטיים מקומיים עלולים אף הם לשנות את הנוף באופן ניכר ולהפחית את מדדי העושר והמגוון בדומה למינים דומיננטיים זרים (Houlahan and Findlay 2004). ריבוי פתאומי של מינים מקומיים קשור לרוב להפרעות בבית הגידול שמקורן באדם (Simberloff et al. 2012). השפעת האדם על הקצנת השינויים בתנודות

המפלס של הכנרת לדוגמה, הביאה להתבססות ולהשתלטות של מיני אשלים *Tamarix* לאורך החופים (מרקל 2012). האשלים גורמים למגוון בעיות תפעוליות באגם, משנים את המערכות האקולוגיות ומביאים לירידה בשפע ובעושר של מיני צמחים מקומיים (טרם פורסם). **קנה מצוי** *Phragmites australis*, שהוא צמח מקומי בישראל, הרחיב את תפוצתו לאורך גדות נחלים, כפי הנראה כתוצאה של פגיעה במבנה הפיזי של הגדות (מימי רון, מידע אישי). הקנה מתפקד כ"עשב רע" לאורך הנחלים בכך שהוא סותם מעברי מים וגורם להצפות (ראו תמונה 2). לא תמיד הגורמים לריבוי אוכלוסיות ידועים לגמרי, ולעתים מדובר ביותר ממין אחד עקב האצת הסוקצסיה והשתלטות מספר מינים (לרוב מעוצים), כפי שמתרחש בחולות מישור החוף בעשרות השנים האחרונות (Kutiel et al. 2003). עקב הדמיון הרב בהשלכות ההתפשטות של צמחים דומיננטיים מקומיים לאלו של צמחים דומיננטיים זרים, יש הקוראים שלא לאפיין את המינים על-פי מוצאם הגיאוגרפי (Valéry et al. 2008, Davis 2011).



תמונה 2. וויסות אוכלוסיה של קנה מצוי בשמורת עינות גבתון. צילם: עודד כהן © לסיפור המלא – לחצו כאן.

למרות ההשפעות הדומות של מינים דומיננטיים מקומיים לאלו של מינים דומיננטיים זרים,

מוצע ליחס את המונח **מינים פולשים** למינים זרים בלבד. ראשית, רוב הספרות המדעית העוסקת במינים פולשים מתייחסת למינים זרים. שנית, בשל העובדה שתמיד נוכחותם של הפולשים הזרים בסביבה החדשה קשורה בפעילות האדם. על בסיס ההנחה שאף בר-דעת אינו חפץ בהכחדתם המוחלטת של מינים מקומיים, ניתן לעשות שימוש במונח **מינים מתפרצים** (native-invasive) כדי לתאר מינים דומיננטיים מקומיים.

קריטריון שני – מאפייני הפיזור: מאפייני הפיזור המקובלים בהגדרות של מינים פולשים הם גודל השטח הנפלש וצפיפות הפרטים. פלישה מלאה מתרחשת כאשר מין מתפשט בשטח נרחב, כלומר במספר רב של מוקדים, ומעמיד בכל מוקד אוכלוסייה צפופה. הדוגמאות לפלישה מלאה בארץ הן רבות (דופור-דרור 2010), וביניהן **טיונית החולות** (*Heterotheca subaxillaris*) המתפשטת בחולות מישור החוף, **אמברוסיה מכונסת** *Ambrosia confertifolia* המתפשטת בשומרון, בבקעה ובשרון, **כנפון זהוב** *Verbesina encelioides* המתפשט באדמות קלות במישור החוף ו**לכיד הנחלים** *Xanthium strumarium* המתפשט בבתי גידול לחים. לאור העובדה שביעור מינים פולשים יעיל בעיקר בשלבים המוקדמים של הפלישה (Rejmánek and Pitcairn 2002), הקריטריון של מאפייני הפיזור מגלם בתוכו כשל בטיפול במינים הפולשים. הכשל נובע מכך, שפרק הזמן בין שלב ההופעה לבין שלב ההתפשטות הוא קריטי לטיפול, ומכאן ברור שיש צורך לאתר את המינים הפולשים ולטפל בהם עוד בטרם הוגדרו ככאלו. לאור האמור, הערכת הסיכון להצלחת הפלישה הביולוגית היא אחד מענפי המדע המרכזיים בתחום אקולוגית הפלישה. באורנים לדוגמה נמצא, שמבין המינים שניטעו מחוץ לתחום תפוצתם הטבעי, מינים פולשים הם אלו המסוגלים להעמיד נבטים במרחק הגדול מ-100 מ' מצמח האם (Richardson and Williamst 1994). כיוון שפוטנציאל ההישרדות של נבט קטן מזה של עץ בוגר, Richardson וחובריו (2000) שמים דגש בהגדרה על צאצאים פוריים, כלומר כאלו ששרדו הן את המכשול הסביבתי והן את המכשול הרבייתי, והם מתרבים במוקדים המרוחקים מצמח האם. כיוון שההגדרה מבוססת בעיקר על קבוצה טקסונומית קטנה (הסוג אורן), והואיל ומרחק ההפצה עשוי להשתנות כתלות בתכונות המינים ונוכחות אקראית של וקטורים מקומיים (הצפה, רוח חזקה, נוכחות בעלי חיים), קשה לקבל את הקצב המוצע (100 מ' בפחות מ-50 שנה) כמדד רלוונטי להגדרת מינים פולשים, ובייחוד בארץ קטנה וצפופה כישראל, שבה גם האדם ממלא תפקיד דומיננטי בהפצת זרעים ממקום למקום**,** לדוגמה על ידי שימוש בכלי תחבורה וכלים חקלאיים.

מומלץ להגדיר מינים פולשים כמינים זרים המתפשטים בשטח נרחב, גדול ורציף, או במספר רב של מוקדים, ויוצרים אוכלוסיה צפופה בכל מוקד. איור 3 מדגים היווצרות של אוכלוסיה

צפופה של **פרקינסוניה שיכנית** במוקד אחד. כאמור, אין להתנות את הטיפול במינים הזרים בעצם הגדרתם. מתוך עקרון הזהירות, מומלץ למגר כל התפשטות של צמח זר שהוחדר לארץ כ"סוכן סמוי", כלומר שחמק מן הפיקוח ההדוק על ייבוא הצמחים לארץ, גם אם הוא לא הוגדר כפולש. לחלופין, מומלץ למגר כל נוכחות של צמח זר שהובא במכוון, שנפוץ לשטחים שלא יועדו לו מראש. סדרי העדיפות לטיפול ייקבעו ביחס למכלול האתגרים העומדים מול העוסקים בחקלאות, בייעור, בנוי ובשמירת הטבע.



תמונה 3. מוקד של פרקינסוניה שיכנית ליד בית השיטה. צילם: עודד כהן ©. לסיפור המלא – לחצו כאן.

קריטריון שלישי – השפעות: כפי שנאמר לעיל, קריטריון ההשפעה אינו רלוונטי, בעיקר כיוון שיש מתאם בין שלב ההתפשטות לבין ההשפעות. כלומר, מינים זרים המתפשטים בשטח נרחב ומעמידים אוכלוסיות צפופות צפויים להשפיע באופן שלילי על האדם ו/או על המערכות האקולוגיות (Williamson 1996). במקרים רבים השפעת המינים הפולשים אינה מדווחת. העדר הדיווח אינו מעיד על העדר השפעות, אלא בעיקר על העדר מחקר בתחום ההשפעות. בעוד שזיהוי אוכלוסיות צפופות בשטח הינה פעולה פשוטה יחסית, אפיון ההשפעות הוא פעולה מורכבת, הדורשת משאבים רבים של זמן, ידע מקצועי וכסף שחסר

לרוב. נוסף לכך, בחינת ההשפעות בשלבים מוקדמים של התופעה עלולה להביא לתובנות מוטעות לגבי השפעות העתידיות של התופעה. מין פולש עשוי להגדיל את מדדי המגוון של הצמחייה המקומית בשלבי פלישה ראשוניים, כתוצאה מהתווספות נישות אקולוגיות בבית הגידול, בעוד שבהמשך הפלישה המין עלול להשתלט על בית הגידול ולהפחית את מגוון הנישות ועקב כך גם את מדדי המגוון. לבסוף, ההשפעה הינה מדד הנתון לפרשנות. לאור האמור, מקובלת עלינו הדעה של Valéry וחובריו (2008), שההשפעה אינה קריטריון מתאים להגדרה של מינים פולשים, אך בהחלט היא מאפיין של התופעה ויכולה לשמש כמנחה של סדרי עדיפות לטיפול. **אמברוסיה מכונסת** ו**לכיד נחלים** לדוגמה, שניהם צמחים פולשים אשר מתפשטים בבתי גידול דומים, אך ההשפעה שלהם על האדם והסביבה שונה. ההשפעה של **אמברוסיה מכונסת** חמורה יותר, כיוון שהצמח הוא מזיק חקלאי גרוע יותר וכמו כן אלרגני, ועלול לפגוע ברווחת החיים של התושבים. לכן הגיוני שהעדיפות לטיפול באמברוסיה מכונסת תהיה גבוהה יותר מאשר בלכיד נחלים.

הגדרה מחודשת לצמחים הפולשים בישראל

רשימת הצמחים הפולשים בישראל הוגדרה על-ידי דופור-דרור ופורסמה בספר "צמחים פולשים בישראל" שיצא לאור בשנת 2010 על-ידי רשות הטבע והגנים (דופור-דרור 2010) ובמהדורה מחודשת ומתורגמת באנגלית (Dufour-Dror 2012). הגדרת הצמחים הפולשים מוצגת במבואות הספר, והיא מאמצת את ההגדרה של (Wilson 2002): **"מין של צמח שהוא גם זר לסביבה שבה הוא חי וגם הרסני בצורה כלשהי לסביבה ולאורגניזמים המקומיים."** ההגדרה מורכבת משני קריטריונים, קריטריון האזרחות (מקומי/זר) וקריטריון ההשפעות (אופן ההשפעה על הסביבה). **אקליפטוס המקור** (*Eucalyptus camaldulensis*) לדוגמה, נכלל ברשימת המינים הפולשים בישראל (בעיקר בנחלים), כיוון שהוא זר בארץ, וכמו גם בעל יכולת אללופתיה המביאה לפגיעה במגוון המינים מתחת לחופת העצים (Ruwanza et al. 2014). מאידך, לאללופתיה של עצי יער ידועות גם יתרונות לניהול יער בר-קיימא של היער, ולכן השפעתה ניתנת למחלוקת. אללופתיה של עצי יער תורמת למיגור העשבים הרעים המקומיים והפולשים (Cummings et al, 2012), ולכך חשיבות בשני מישורים: ראשית בהפחתת השימוש בחומרי הדברה בשטחים הנטועים, ושנית במניעה של שטחי היער המופרים מלשמש כ"קרש קפיצה" להתנחלות צמחים פולשים בשטחים הטבעיים. כיוון שרוב עצי היער האללופתיים הזרים אינם מצליחים להתגבר על המכשולים השונים ולבסס אוכלוסיות צפופות מחוץ לגבולות הנטיעה, האללופתיה חסרת משמעות כאחד הבסיסים להגדרת מינים כפולשים, כאשר אין התייחסות למאפייני

ההתפשטות, קרי היקף ההפצה וצפיפות האוכלוסיות מחוץ לגבולות היער הנטוע. יש לציין שהפחתה של מדדי העושר והמגוון של מיני הצומח המקומיים צפויה להתרחש מתחת לכל חורשה או יער הנטועים בצפיפות, בין אם עצי היער מקומיים או זרים, והן אם הם בעלי יכולת אללופתית ובין שאינם בעלי יכולת כזו (Manor et al. 2008). כפי שצוין לעיל, ההשפעה היא קריטריון הנתון לפרשנות, ולכן אינה יכולה לדעתנו לשמש בסיס להגדרת המינים הפולשים. בנוסף, ההשפעה יכולה להיות תהליך ממושך, ולכן קשה לאבחנה.

מכל האמור, מוצע לאמץ בישראל את הגדרת המינים הפולשים באופן הבא: **"מינים זרים, שמתפשטים בקצב מהיר בשטח רציף או במספר רב של מוקדים, ומעמידים אוכלוסייה צפופה בכל מוקד,"** וללא תלות בקריטריון ההשפעה. כאמור, אין להתנות את הטיפול במינים הפולשים בהגדרתם, שכן ההגדרה מיוחסת לאוכלוסיות בשלבי פלישה מאוחרים, בעוד שעדיף שהטיפול יעשה בשלבים מוקדמים. לכן, יש לקדם את ענף **הערכת הסיכון** בישראל ולזהות את הפוטנציאל של המינים החשודים כבעלי פוטנציאל לפלישה עוד בשלבים מוקדמים.

קריטריונים להערכת הסיכון של צמחים זרים בישראל

הערכת הסיכון (risk assessment) להצלחת הפלישה הביולוגית חשובה מאוד, כאמור, מההיבט של מניעה וקביעת סדרי עדיפות לטיפול בבעיה. הערכת האיום של רשימת המינים המופיעה בספר "צמחים פולשים בישראל" (דופור-דרור 2010), כוללת התייחסות לשלושה קריטריונים: יכולת לחדור לשטחים טבעיים, דחיקה תחרותית, יכולת אללופתית או יכולת לשנות את הסביבה (transformer), ויכולת ליצור יחידות צפופות.
היכולת לחדור לשטח טבעי היא קריטריון חשוב מאוד בקביעת דרגת הסיכון, שכן המשמעות היא שהמין הפולש מצליח להתגבר על החסינות הביוטית (biotic resistance) של בית הגידול, ועקב כך גדלים סיכוייו להתקדם הלאה בפלישה במספר רב של מוקדים, בבתי גידול שערכם האקולוגי גבוה (רמת טבעיות גבוהה). עם זאת, חשוב לציין, שריבוי ההפרעות בבתי הגידול בישראל, מביא לכך שמינים פולשים, אף שאינם מצליחים לחדור לסביבה הטבעית, מנצלים את ההפרעה כהזדמנות להתנחל בשטחים אלה. לכאורה אפשר היה לחשוב, ש**שיטה כחלחלה** מתפשטת על דיונות החול הטבעיות בחוף ניצנים, אך מעקב אחר ההיסטוריה של הפלישה מלמד שהשיטה התפשטה בשטחים שבהם התקיימה כריית חול. למעשה השיטה ניצלה את ההפרעה כדי להתפשט במרחב ניצנים (Kutiel (Bar) et al. 2004). היסטוריית הפלישה של **שיטה כחלחלה** לא נחקרה במקומות אחרים, ובכל

זאת לא יהיה זה מפתיע, שברוב המוחלט של המקרים, השיטה מנצלת הפרעות זמניות כדי לחדור למערכות הטבעיות. למרות זאת, השיטה משגשגת כיום הן בשטחים ברמת טבעיות גבוהה והן בשטחים ברמת טבעיות נמוכה. מסיור בשומרון ובמורדותיו (אגני ניקוז אלכסנדר ותרצה) עולה, ש**אמברוסיה מכונסת** מתפשטת בצדי הדרכים ואינה מופיעה כמעט על גבי מדרונות מכוסים בצומח טבעי. ה**אמברוסיה** מנצלת את התנאים שההפרעה יוצרת בצדי הכביש ומתפשטת שם, כמו גם לאורך גדות נחל מופרעות. שיטת ניצול ההפרעות להתנחלות, הופכת את ה**אמברוסיה** לאחד מהצמחים הפולשים המאיימים ביותר על המערכות האקולוגיות בישראל, בייחוד לאור העובדה, שמשטר ההפרעות בנחלים ולאורך כבישים הוא גבוה יחסית. כמו כן, השפעת מינים פולשים הנפוצים בשטחים מופרעים עלולה להסתבר כקשה יחסית, בעיקר ביערות קק"ל, בגינות נוי ובשטחים חקלאיים. לבד מהיותה של **אמברוסיה מכונסת** פולש המאיים על בתי גידול טבעיים, מין זה הוא עשב רע ממדרגה ראשונה בשטחים חקלאיים, שהם שטחים מופרעים ביסודם.

אין ספק שגם היכולת לשנות את הסביבה מהווה קריטריון חשוב להערכת סיכון (אך לא בהכרח להגדרת מין כפולש), שכן הפלישות הביולוגיות הקשות ביותר ידועות ככאלו, שבהן המין הפולש הוא גם "מהנדס סביבה" (Parker et al., 1999) (transformer). עם זאת, תכונה זו היא בעלת משמעות אך ורק אם המין ניחן גם בתכונות המסייעות לו להתפשט בסביבה החדשה.

היכולת ליצור יחידות צפופות גם היא**,** כאמור**,** קריטריון חשוב להערכת הסיכון, שכן הצפיפות היא שהופכת את המין למזיק (Williamson and Fitter 1996). עם זאת, יש להבדיל בין הצטופפות בשטח שיועד למין מראש (בגבולות השטחים הנטועים, בחקלאות ובנוי), פעולה המצריכה תחזוקה לויסות האוכלוסייה, לבין התפשטות להרבה מוקדים והצטופפות בהם, פעולה המחייבת בלימה אקטיבית. מינים שאינם מצליחים להעמיד באופן ספונטני אוכלוסיות צפופות במוקדים חדשים – אינם מתגברים על מכשולי ההפצה ו/או אינם מתגברים על המכשולים האקולוגיים המשפיעים על שרידות הצמח במוקדים החדשים. מין שהתפשט בהרבה מוקדים ובצפיפות רבה בכל מוקד, פירושו של דבר, שהוא התגבר הן על מכשולי הרבייה, הן על מכשולי ההפצה ולבסוף גם על המכשולים האקולוגיים בסביבתו החדשה. מכאן שהערכת הסיכון במקרה זה יותר גבוהה. שילוב אסטרטגיית הפצה לטווח רחוק בשילוב עם תכונת הצמח ליצור יחידות צפופות, יכולה לשמש קריטריון טוב להערכת פלישה של הצמחים הפולשים בשלבים מוקדמים.

מלבד הקריטריונים המצוינים לעיל המופיעים בספר "צמחים פולשים בישראל" (דופור-דרור 2010), אנו מציעים קריטריונים מקובלים נוספים להערכת סיכון של מינים פולשים, בהם

מושם דגש על פוטנציאל ההתפשטות של המינים בבתי הגידול החדשים.

1. **פוטנציאל תפוצה גלובלי** (potential global ranges): לאחרונה נמצא, שעל אף שהצלחת הפלישה תלויה בתכונות המינים הפולשים וביחסי הגומלין שלהם עם תכונות בתי הגידול הנפלשים, הקריטריון של פוטנציאל תפוצה גלובלי על בסיס תכונות אקו-פיזיולוגיות, מסייע להערכה טובה של פלשנות המינים (Higgins and Richardson 2014). הקריטריון נבדק על קבוצה של 749 מיני שיטה ואקליפטוס אוסטרליים. החוקרים ניתחו אירועי פלישה בעולם, שבהם הייתה נוכחות של המינים בשלבים שונים של הפלישה, מינים שהופיעו בסביבה הטבעית אך לא הצליחו לבסס אוכלוסיה עצמאית, מינים שביססו אוכלוסיה עצמאית ומינים שצלחו את כל שלבי הפלישה והם מוגדרים כפולשים בסביבתם. התכונות הפיזיולוגיות שנבדקו כללו מדדי צימוח, נשימה וצריכת פחמן וחנקן בתנאים סביבתיים שונים של טמפרטורה, לחות קרקע, עוצמת קרינה ונוכחות חנקן בקרקע. פוטנציאל ההתקדמות בשלבי הפלישה הביולוגית הייתה במתאם חיובי עם שטח התפוצה העולמי הפוטנציאלי שלהם (על בסיס תכונות פיזיולוגיות ותנאי בתי הגידול).
2. **הנישה האקלימית האקולוגית** (climate niche ecology): הקריטריון מבוסס על רמת הדמיון בין תכונות האקלים בסביבה החדשה בהשוואה לתכונות האקלים באזור התפוצה הטבעי של המין ובאזורים נוספים בהם הוא פולש בעולם. הקריטריון הזה מהווה בסיס טוב להערכת סיכון, שכן הוא משלב הן את התכונות הפיזיולוגיות של המין והן את תכונות בית הגידול הנפלש (Jiménez-Valverde et al. 2011). הערכה דומה נעשתה לגבי נמלת האש הקטנה בישראל (פדרמן וכרמל 2012). תוצאות ההערכה מראות, שמין זה עלול לפלוש לכל בתי הגידול באקלים ים תיכוני, ואף להתפשט דרומה, תוך ניצול שטחים מושקים כשטחי מחיה.

שימוש בקריטריונים הגיאוגרפיים, כלומר שטח תפוצה עולמי פוטנציאלי והנישה האקלימית האקולוגית, שבשילוב עם הקריטריונים הפיזיולוגיים של תכונות המינים והאינטראקציה שלהם עם התנאים האקולוגיים בארץ יוכלו לספק תמונה מהימנה יותר להערכת הסיכון של הצמחים הפולשים בישראל.

סיכום

תחום האקולוגיה של הפלישה הוא תחום מתפתח בעולם ובישראל וסובל מאי הסכמה לגבי הגדרת מונחים בסיסיים בתחום, וביניהם ההגדרה של מין פולש. אנו מניחים שהסכמה על הגדרת המינים הפולשים יש בה כדי לפתור מחלוקת לגבי מדיניות הפעולה ביחס למינים הזרים, שבחלקם הם בעלי ערך רב לאדם. במאמר זה מוצע להגדיר את המינים הפולשים כדלקמן: **"מינים זרים, שמתפשטים בקצב מהיר בשטח רציף או במספר רב של מוקדים, ומעמידים בהם אוכלוסייה צפופה"** וללא תלות בקריטריון ההשפעה. כיוון שההגדרה מתייחסת למינים זרים בשלבי פלישה מתקדמים, נובע מכך שיש צורך לשפר את יכולת הערכת הסיכון של מינים פולשים פוטנציאליים עוד בשלבים מוקדמים. לאור האמור, מוצע להשתמש בשני קריטריונים נוספים, שטח תפוצה עולמי פוטנציאלי והנישה האקלימית-אקולוגית. שני הקריטריונים הללו משלבים בין התכונות הפיזיולוגיות של המינים לבין תכונות בתי הגידול, ולכן הם עשויים לשפר את יכולת ההערכה לגבי פוטנציאל הפלשנות של המינים הזרים בישראל. הערכה, זיהוי וטיפול מהיר במינים הזרים בשלבי פלישה מוקדמים עדיפים מההיבט המעשי מאשר איתור וטיפול בפולשים בשלבי פלישה

מאוחרים.





מימין – תלמידי העיר חולון עוקרים את טיונית החולות בחוליות שליד ביתם. צילם: עודד כהן ©. הפעולה נעשית כחלק מקמפיין של החברה להגנת הטבע להעלאת המודעות כנגד מינים פולשים.
משמאל – טיונית החולות בפריחה. צילם: ישי שמידוב ©

ספרות:

דופור-דרור ז מ 2010 הצמחים הפולשים בישראל. העמותה לעידוד וקידום שמירת הטבע במזרח התיכון. אחווה, ירושלים, 186 עמודים.

דופור-דרור ז מ 2014 אמברוסיה מכונסת – צמח גר פולש בישראל. כלנית 1 https://www.kalanit.org.il/?p=1408

דופור-דרור ז' מ 2015 פלישת חמציץ נטוי בשטחים טבעיים: האם החל שלב הפלישה המואצת? כלנית 2 /https://www.kalanit.org.il/index.php/2175

דופור-דרור ז מ 2015 צחר כחלחל – האם מתחיל לפלוש בישראל? כלנית 2. /https://www.kalanit.org.il/index.php/4103

שמידע א 2015 עשנן רפואי – מין חדש לישראל הדוחק את מיני העשנן הנפוצים?. כלנית 2

מרקל ד 2012 הצמחייה החופית בכנרת – רקע, בעיות ופתרונות. דו"ח של תחום כנרת, רשות המים.
http://www.water.gov.il/Hebrew/ProfessionalInfoAndData/Kinneret-monitoring/DocLib2/kineret-beaches-plants.pdf.

פדרמן ר וכרמל י 2012 השקיה כגורם חשוב בחיזוי תפוצה של מינים פולשים – התבססות נמלת האש הקטנה בישראל כמקרה מבחן. אקולוגיה וסביבה 4, 312-319.

———————————-

Blackburn TM Pyšek P Bacher S Carlton JT et al. 2011 A proposed unified

framework for biological invasions. Trends in Ecology and Evolution 26: 333–339.
Cummings JI Parker and Gilbert G 2012 Allelopathy: a tool for weed management in forest restoration – ProQuest. Plant Ecology 213: 1975–1989.
Davis MA 2005 Invasion biology 1958-2004 The pursuit of science and conservation. Pages 35–64 in Cadotte M McMahon S and Fukami T (eds.) Conseptual ecology and invasion biology. Kluwer Publishers, London.
Davis MA Chew MK Hobbs RJ Lugo AE et al. 2011 Don’t judge species on their origins. Nature 474: 4-153.
Davis MA Thompson K and Grime JP 2001 Charles S. Elton and the dissociation of invasion ecology from the rest of ecology. Diversity and Distributions 7: 97–102.
Dufour-Dror JM 2012 Alien Invasive Plants in Israel. The Middle East Nature Conservation Promotion Association, Ahva publishing.
Higgins SI and DM Richardson 2014 Invasive plants have broader physiological niches. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 111: 10610–10614.
Houlahan JE and CS Findlay 2004 Effect of invasive plant species on temperate wetland plant diversity. Conservation Biology 18: 1132–1138.
Jiménez-Valverde A Peterson AT Soberón J Overton JM et al. 2011 Use of niche models in invasive species risk assessments. Biological Invasions 13: 2785–2797.
Kutiel (Bar) P Cohen O and Shoshany M 2004 Invasion rate of the alien species Acacia saligna within coastal sand dune habitats in Israel. Israel Journal of Plant Sciences 52: 115–124.
Kutiel P Cohen O Shoshany M and Shub M 2003 Vegetation establishment on the southern Israeli coastal sand dunes between the years 1965 and 1999. Landscape and Urban Pl. 2046: 141–156.
MacIsaac HJ and Colautti RI 2004 A neutral terminology to define’invasive'species. Diversity and Distributions 10: 135–141.

Manor R Cohen O and Saltz D 2008 Community homogenization and the invasiveness of commensal species in Mediterranean afforested landscapes. Biological Invasions 10: 507–515.
Mazza G Tricarico E Genovesi P and Gherardi F 2014 Biological invaders are threats to human health: an overview. Ethology Ecology and Evolution 26: 112-129.
Parker IM Simberloff D Lonsdale WM Goodell K et al. 1999 Impact : toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. Biological Invasions 1: 3–19.
Pysek P 1995 On the terminology used in plant invasion studies. in P Pysek P Parch K Rejmanek M and Wade M (eds.) Plant Invasions – General Aspects and Special Problems. SPB Academic Pblishing, Amsterdam, The Nethelands. pp.71–81.
Rejmánek M and Pitcairn MJ 2002 When is eradication of exotic pest plants a realistic goal? in Veitch C R and Clout M (eds.) Turning the tide: the eradication of invasive species. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, Gland, Swizerland and Cambridge, UK. pp. 249–253.
Richardson DM and Pysek P 2008 Fifty years of invasion ecology – the legacy of Charles Elton. Diversity and Distributions 14: 161–168.
Richardson D Pysek MP Rejmánek M Barbour MG et al. 2000 Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. Diversity and Distributions 6: 93–107.
Richardson DM and Williamst PA 1994 Pine invasions in the Southern Hemisphere: determinants of spread and invadability. Journal of Biogeography 21: 511–527.
Ruwanza S Gaertner M Esler KJ and Richardson DM 2015 Allelopathic effects of invasive *Eucalyptus* camaldulensis on germination and early growth of four native species in the Western Cape, South Africa. Southern Forests 77: 91–105.
Simberloff D Martin JL Genovesi P Maris V et al. 2013 Impacts of biological invasions: What’s what and the way forward. Trends in Ecology and

Evolution 28: 58–66.
Simberloff D Souza L and NUnez M 2012 The natives are restless, but not often and mostly when disturbed. Ecology 93: 598–607.
Valéry LH Fritz JC Lefeuvre D and Simberloff D 2008 In search of a real definition of the biological invasion phenomenon itself. Biological Invasions 10: 1345–1351.
Vitousek PM D'Antonio M Carla L Loope L et al. 1997 Introduced species: A significant component of human-caused global environmental change The scope and distribution of invasions. New Zealand Journal of Ecology 21: 1–16.
Vitousek PM DAntonio CM Loope LL Westbrooks R et al. 1996. Biological invasions as global environmental change. The American Naturalist 84: 468-478.
Williamson M 1996 Biologial invasions. 244 pp. Champman and Hall, London, UK.
Williamson M and Fitter A 1996 The varying success of invaders. Ecology 77: 1661–1666.
Wilson EO 2002 The future of life. P. 216. Abacus, London, UK.

==========

כל הזכויות שמורות ל"כלנית" ©

ציטוט: כהן ע וריוב י 2015. קריטריונים להגדרת צמחים פולשים בישראל ולהערכת הסיכון, כתב-עת "כלנית" מספר 2.

==========