



---

## פרק מתוך הספר "קרב מוחות" (ההיסטוריה הזדונית של וירוסים המחשב)

מאת רן לוי

---

### היום שבו מת האינטרנט

"לרוב אנחנו מדמיינים שמחשבים יגברו על האדם על ידי כך שיהיו הרבה יותר חכמים ממנו. יכול להיות שאנחנו נפסיד למשהו שהוא ממש ממש מטומטם."

**מארק לודוויג, "הספר השחור הענק של וירוסים למחשב", 1995**

כל מי שצפה בכמה סרטים הוליוודיים בימי חייו, מכיר את הקלישאה. אם בסרט כלשהו מופיע וירוס מחשבים, מי שכתב אותו נופל כמעט מיד לתוך אחד מתוך כמה טיפוסים "האקרים" קבועים: למשל, נער מתבגר ומרדן שניחן באינטליגנציה גבוהה, או מדען אקסצנטרי מבריק אך בעל מוסר מפוקפק. תהא הדמות אשר תהא, דבר אחד אינו משתנה: כותב הווירוס הוא גאון, אדם מוכשר משכמו ומעלה.

הקלישאה ההוליוודית הזו נשענת על הנחה סמויה נפוצה מאוד בקרב הציבור הרחב, שלפיה וירוס הוא דבר מורכב ומתוחכם ביותר, ולכן מי שמסוגל לכתוב וירוס למחשב הוא בהכרח אדם יוצא דופן. אחרי ככלות הכול, לא מדובר בתוכנה ככל התוכנות: וירוס צריך לדעת לפעול באופן עצמאי בתוך המחשב, והוא מסוגל גם ליצור לעצמו העתקים חדשים. צאצאים, אם תרצו.

נכון, יש וירוסים בעלי רמת תחכום יוצאת דופן - ואת חלקם אף נפגוש בספר זה. נכון גם שכדי לכתוב וירוסים למחשבים נדרשת השכלה מסוימת בתחום המחשב: ידע בסיסי בתכנות, לכל הפחות. אך גאונות אינה חלק מהעניין.

בפרק זה נספר את סיפורם של כמה מהווירוסים המוקדמים ביותר, ושל האנשים שכתבו אותם. חלקם היו אנשים חכמים ומוכשרים ללא ספק, אבל איש מהם לא היה "מיוחד במינו". כפי שנגלה מיד, הווירוסים לא באו לעולם כתגלית מרעישה של מדען מחשבים מבריק, אלא הומצאו שוב ושוב לאורך עשרות שנים, בידי אנשים שהגיעו מרקע מקצועי, חברתי והשכלתי מגוון ביותר.



## משחק של הישרדות

שלושה מדענים צעירים ישבו במשרדו של אחד מהם ושוחחו. השנה הייתה 1961, והמקום - מעבדות בל, בקומפלקס גבעת מורי שבניו ג'רזי.

מעבדות בל ריכזו אליהן, עוד מאז שנות השלושים של המאה העשרים, את מיטב המוחות המבריקים של המדע וההנדסה בארצות הברית. החידושים וההמצאות שזרמו משערי המעבדות שנה אחרי שנה - הטריזיסטור והלייזר הם רק דוגמאות בודדות - קבעו את הכיוון שאליו יתקדם עולם הטכנולוגיה כולו לאורך עשורים רבים. בתחילת שנות השישים היה המחשוב תחום המחקר הלוהט ביותר - וזה גם היה עיסוקם של השלושה.

באותו היום גלגלו השלושה שיחה סתמית על הא ועל דא. כפי שקורה לעתים קרובות אצל אנשי מחשבים נלהבים, השיחה פנתה עד מהרה לנושא לא כל כך רציני אבל מושך מאוד: משחקי מחשב. למרות שגודלו של מחשב ממוצע תפס אז חדר שלם, עלה מיליוני דולרים והיה פשוט להפעלה רק אם אתה דוקטור - היו קיימים כבר כמה משחקי מחשב. איקס-עיגול ושחמט היו הנפוצים ביותר, ומשחקי יריות בסיסיים החלו להופיע בערך באותה התקופה. עם זאת, בכל המשחקים המחשב היה משתתף פסיבי בלבד: לא יותר מאשר דף נייר מתוחכם מאוד, אם תרצו.

אחד מהשלושה, ויקטור ויסוצקי (Vyssotsky), העלה רעיון שונה בתכלית: מה אם, תהה ויסוצקי בקול, נוכל לגרום למחשב לשחק את המשחק בעצמו? להיות באמת ובתמים חלק מהמשחק?

מחשבותיו גירו את סקרנותם של שני עמיתיו, דאגלס מקלרוי (McIlroy) ורורברט מוריס (Morris), והם האזינו בקשב רב לתוכנית ששטח בפניהם.

זירת ההתמודדות תהיה זיכרון המחשב, החלק שבו מאוחסן המידע. ה"גלדיאטורים" יהיו תוכנות שיילחמו ביניהן על השליטה בשטח אחסון זה: הן ינסו להשמיד זו את זו - או במילים אחרות, למחוק זו את זו מהזיכרון. הקרבות יתנהלו ללא מגע יד אדם: מרגע שסיים המתכנן האנושי לכתוב את התוכנה ולטעון אותה לתוך זיכרון המחשב, עליה להתמודד עם גורלה לבדה. אם התוכנה כתובה היטב, וליתר דיוק, כתובה טוב יותר מהתוכנה המתחרה, היא תשרוד ותזכה להילחם בסיבוב הבא מול מתמודד נוסף. ואם לא? אז לא.

כשסיים ויסוצקי לשטוח את רעיונותיו, כבר היו כל השלושה נלהבים וקצרי רוח לנסות את כוחם במשחק. ריח עז של תחרותיות עמד באוויר.

שלושתם היו אשפי תוכנה, ובשנים שלאחר מכן ישפיעו רבות על עולם הטכנולוגיה, כל אחד בדרכו: ויקטור ויסוצקי, הוגה המשחק, יהפוך לראש חטיבת מחקר במעבדות בל. דאגלס מקלרוי יהיה אחד מהחוקרים החשובים בתחום מערכות ההפעלה ויזכה לעיטורים ולפרסי הצטיינות רבים, ורורברט מוריס עתיד להיות

פרק מתוך הספר "קרוב מוחות" (ההיסטוריה הזדונית של וירוסי המחשב)

[www.DigitalWhisper.co.il](http://www.DigitalWhisper.co.il)

מדען בכיר בסוכנות הביטחון האמריקנית הסודית, ה-NSA. המשחק היה אמנם ניסוי מדעי שביקש לבחון רעיון חדשני בעולם המחשב, אך בעבורם הוא היה גם הזדמנות לראות מי מהם הוא המתמטיקאי והמתכנת הטוב ביותר - ומי יוכל לבנות את התוכנה האולטימטיבית שתמחץ את מתחריה.

בבוקר שלמחרת הגישו השלושה למנהליהם בקשה רשמית לקבל הקצבת זמן מחשב, שכן שעות מחשב היו באותם הימים עניין יקר. סביר להניח שהשם שנבחר לפרויקט גרם לכמה מנהלים לגרד בראשם בתימהון:

### **"דארווין: משחק של הישרדות ו(בשאיפה) אבולוציה."**

הבקשה אושרה: המנהלים במעבדות בל הכירו את המדענים שלהם, וידעו שגם לרעיונות המשונים והבלתי שגרתיים ביותר יכולות להיות השלכות בלתי צפויות. ואכן, "דארווין" עמד להיות ציון דרך משמעותי בתולדות המחשב: הפעם הראשונה שבה תוכנה שכפלה את עצמה באופן עצמאי.

החוקים שקבעו השלושה למשחק היו בסיסיים למדי, והזכירו מאוד את המשחק המוכר "צוללות". נניח, לצורך ההסבר, שזיכרון המחשב בנוי מרצף של תאים מחוברים, כמו דף חשבון משופץ. כל תוכנה תופסת כמה וכמה תאים: תוכנה קטנה ופשוטה תתפוס כמה תאים בודדים, ותוכנה מתוחכמת יותר תשתרע על מרחב גדול יותר של משבצות.

המשחק מתנהל בתורות, ובכל תור יכולה תוכנה לנסות ולתקוף את יריבתה. "פעולה התקפית", בהקשר הזה, שקולה לשיגור טיל על משבצת כלשהי, ופגיעת הטיל מוחקת את כל מה שנמצא במשבצת באותו הרגע. אף אחת מהתוכנות היריבות אינה יודעת היכן נמצאת יריבתה, ולכן הירי נעשה "על עיוור" - ניחוש מושכל ותו לא. כמו ב"צוללות", לכל תוכנה מותר שיהיו כמה וכמה עותקים פעילים בו זמנית, מעין צי של צוללות זהות.

אולם להבדיל מ"צוללות", התוכנות נהנות מ"מטריית הגנה" בגודל של עשרים משבצות. המשמעות היא שאם תוכנה תופסת שלושים משבצות, למשל, עשרים מתוכן יהיו חסינות מפני פגיעה, והעשר הנותרות - אלה שמבצבות מחוץ למטרייה - חשופות בצריח.

הבדל נוסף בין "דארווין" ל"צוללות" הוא שהתוכנות מסוגלות לנוע על לוח המשחק. התזוזה נעשית על ידי העתקה של המידע ממקום למקום, כמו מרבה רגליים שמרים ומוריד כל רגל בתורה.

ויקטור ויסוצקי פתח את המשחק ברגל ימין. התוכנה שכתב הייתה קטנה יותר מאלה של מקלרוי ומוריס, ולכן רק חלק קטן ממנה נותר חשוף ופגיע מחוץ למטריית ההגנה, והיא ניצחה את התוכנות האחרות בסבבים הראשונים.

אך לא לעולם חוסן, ודאג מקלרוי תפס את ההובלה עד מהרה. בשנים מאוחרות יותר, הסטודנטים של מקלרוי סיפרו עליו בהערצה שהוא "חולם בבינארי", וכישוריו המעולים כמתכנת באו לידי ביטוי גם פרק מתוך הספר "קרב מוחות" (ההיסטוריה הזדונית של ירוסי המחשב)

ב"דארווין". הוא כתב תוכנה שהייתה מסוגלת לתקוף ולזוז, ועם זאת, תפסה רק 15 תאי זיכרון. מטריית ההגנה, נזכור, נפרשת על פני עשרים תאים, כך שהתוכנה של מקלרוי הייתה בלתי ניתנת להשמדה.

כדי להמשיך במשחק החליטו השלושה להקטין את מטריית ההגנה כך שהתוכנה הזעירה של מקלרוי תהיה בכל זאת חשופה חלקית. במשך כמה וכמה סיבובי משחק נותר הגלדיאטור הקטן בלתי מנוצח, עד שהצליחו מוריס וויסוצקי, בקושי רב, להקנות לתוכנות שלהם את התחכום הנדרש כדי להתמודד עמו.

ייתכן שבשלב זה נדמה היה שלמשחק לא יהיה סוף נראה לעין. על פניו, כל אחד מהמדענים הצעירים היה מוכשר דיו כדי לשכלל ולפתח את התוכנות שלו כדי שיתמודדו בהצלחה עם כל טריק שהעמיד מולם מישהו מהמתחרים האחרים. אך אז הגה רוברט מוריס רעיון מפתיע.

האתגר הגדול שניצב בפני כל תוכנה הוא לנסות ולנחש היכן נמצאים התאים החשופים והלא מוגנים של התוכנה היריבה. מכיוון שבכל סיבוב ניצבה התוכנה כנגד מתמודדת חדשה ובלתי מוכרת, כל שיכלה לעשות היה לנסות ולנחש את מיקום התאים החשופים ולהתפלל שהניחוש יהיה נכון.

אך רוברט מוריס הבין שההנחה שלפיה אין דרך לדעת מראש את זהותו של היריב הבא אינה נכונה תמיד. אוהדי כדורגל כבר יודעים ש"קבוצה מנצחת לא מחליפים": התוכנה שניצחה בסיבוב לא תשתנה, מכיוון שהיא כבר מוצלחת מספיק. התוכנות המפסידות, עם זאת, חייבות להשתפר כדי להתאים את עצמן ולשרוד בסיבוב הבא. זהו גם אחד מעקרונות היסוד של האבולוציה הביולוגית: הברירה הטבעית מנצחת את שרק יצורים שמסוגלים להתאים את עצמם לסביבתם ישרדו וישגשו. כמו באבולוציה הביולוגית, המפתח להתאמה טובה יותר לסביבה הוא תורשה.

מוריס יצר תוכנה סתגלנית, אדפטיבית בלעז, תוכנה המסוגלת ללמוד את יריבתה תוך כדי הקרב ולהשתנות כדי לנצל את נקודת התורפה שלה.

בפעם הראשונה שהתמודדה מול תוכנה בלתי מוכרת, היא תקפה משבצות באופן אקראי, אך הקפידה לזכור מה הייתה תוצאת התקיפה. אם הבחירה הייתה שגויה והמשבצת הייתה ריקה, בסיבוב הבא ידעה לבחור משבצת אחרת. אם ההתקפה הייתה מוצלחת והתוכנה היריבה "הושמדה" (נמחקה מהזיכרון), התוכנה של מוריס הייתה יוצרת עותקים משוכפלים חדשים של עצמה, שהיו מצוידים בידע שאותו ירשו מאמם, דהיינו - איזו משבצת צריך לתקוף כדי להשיג ניצחון מהיר.

התוכנה של מוריס, אם כן, ידעה להתאים את עצמה ליריבותיה באופן דינמי, תוך כדי משחק, ללא התערבות יד אדם. מקלרוי וויסוצקי ניסו נואשות למצוא את הדרך להתמודד עם היצור החכם, אך ללא הועיל: לא משנה מה ומי השליכו השניים לזירת ההתמודדות, בתוך זמן קצר מצאו את עצמם מול צי של לוחמים זריזים ויעילים, שידעו בדיוק היכן צריך לפגוע כדי לנצח. "דארווין" הגיע לכדי סיום, והמנצח לא היה יכול להיות ברור יותר.

עשרים שנה חלפו, וויסוצקי, מקלרוי ומוריס המשיכו כל אחד לדרכו. ספק אם הקדישו מחשבה מרובה למשחק הבלתי שגרתי שהגו.

אך "דארווין" לא נשכח לגמרי. משהו ברעיון שלפיו ניתן לכתוב תוכנות אשר יילחמו זו בזו בתוך זיכרון המחשב וייצרו לעצמן צאצאים חדשים, לכד את דמיונם של חובבי המחשב המעטים ששמעו עליו - רעיונות מרתקים ומזרזים כמו "דארווין" אינם מתים בקלות. הסיפור על אודות המשחק המרתק והמשונה שהמציאו שלושת המדענים במעבדות בל עבר מפה לאוזן, ובחלוף השנים הפך למעין "אגדה אורבנית", מיתולוגיה מודרנית שמקורותיה נעלמו בערפילי הזמן.

אגדה נוספת נולדה ב-1971.

לאורך תקופה ארוכה באמצע המאה העשרים, היה הצבא האמריקני גורם דומיננטי וחשוב מאין כמוהו בהתפתחותם של המחשבים. האמריקנים ניחשו, וצדקו בכך, כמובן, שלמחשב תהיה חשיבות עליונה בשדה הקרב העתידי, ועל כן השקיעו סכומי עתק במחקרים אקדמיים ובטכנולוגיות חדשניות לצורכי פיתוח מערכות נשק. תוצאות המחקרים והפיתוחים זלגו במקרים רבים גם אל השוק האזרחי, ואחד מאותם פרויקטים היה "ארפה-נט" (ARPANET) - טכנולוגיה שפותחה בשנות השישים ואפשרה לחבר מספר רב של מחשבים לרשת תקשורת גדולה. "ארפה-נט" הייתה מאוחר יותר לבסיס רשת האינטרנט המודרנית.

בוב תומאס (Thomas) היה מהנדס מחשבים בחברה אזרחית שסייעה לצבא האמריקני בפיתוח ה"ארפה-נט". הוא וחבריו לקבוצה עמלו על כתיבת תוכנת הדמיה של בקרת תעופה: תוכנית שתדמה את המסכים שרואים מולם פקחי טיסה במגדל הפיקוח.

מערכת ההדמיה הייתה מורכבת מכמה מחשבים אשר חלקו ביניהם את השליטה על המרחב האווירי: מחשב אחד, למשל, עקב אחרי מטוסים שטסו מעל וושינגטון הבירה, ומחשב אחר פיקח על השמים מעל העיר ניו יורק. כל עוד המטוסים בווינגטון הסכימו להישאר בסביבה של הבית הלבן, הכול היה בסדר ולא היו שום בעיות, אבל מדי פעם העלו הנוסעים במטוס את הדרישה "הבלתי סבירה" לטוס דווקא אל מחוץ לעיר, לניו יורק למשל. האתגר של תומאס היה למצוא דרך להעביר את כל הנתונים על המטוס (מהירותו, גובהו וכדומה) ממחשב אחד למחשב השני באופן חלק וללא תקלות, כדי שהמערכת תוכל להמשיך ולעקוב אחר מסלול הטיסה ללא הפסקה.

הפתרון שהגה תומאס היה לכתוב תוכנה קטנה ופשוטה יחסית, אשר תהיה מסוגלת לדלג באופן עצמאי ממחשב למחשב ברשת המחשבים של מערכת בקרת התעופה. הדילוג בין המחשבים היה, למעשה, יצירת עותק חדש וזהה של התוכנה במחשב היעד ומחיקה של העותק במחשב המקור. בכך הדגים תומאס את היכולת העקרונית להעביר מידע בין מחשבים, כמו נתוני הטיסה של מטוס העובר מהמרחב האווירי של וושינגטון לשמי ניו יורק.

---

פרק מתוך הספר "קרב מוחות" (ההיסטוריה הזדונית של וירוס המחשב)

[www.DigitalWhisper.co.il](http://www.DigitalWhisper.co.il)



התוכנה של תומאס הייתה אב-טיפוס ראשוני בלבד, ולכן הוא הרשה לעצמו להשתמש קצת על חשבונם של חבריו לעבודה. בכל מחשב שאליו דילגה התוכנה, הופיעה על המסך ההודעה הבאה:

### "אני הקריפר, תפוס אותי אם תוכל!"

"קריפר" (Creaper) פירושו "מתגנב" בתרגום חופשי. ובאמת, לא היה פשוט לתפוס את הקריפר. לפני שהספיק המשתמש המופתע אפילו למצמץ מול ההודעה שעל המסך, כבר היה הקריפר אורז את המזוודות, אפשר לומר, ומעביר את עצמו למחשב הבא ברשת.

אחד מעמיתיו של תומאס היה מתכנת בשם ריי תומלינסון (Tomlinson), והוא החליט להיענות לאתגר. היו אלה חדשות רעות מאוד בעבור הקריפר. ריי תומלינסון היה מתכנת מעולה. למעשה, הוא האדם שהמציא את הדואר האלקטרוני. אם מישהו היה יכול לתפוס את הקריפר, ריי היה האיש.

תומלינסון כתב תוכנה אחרת שהייתה מסוגלת גם היא לעבור ממחשב למחשב ברשת וקרא לה "ריפר" (Reaper, "מלאך המוות"). כמו תום וג'רי בסרטים המצוירים, ה"קריפר" וה"ריפר" דילגו ממחשב למחשב עד שנפגשו, ואז ה"ריפר" היה מוחק את ה"קריפר". מלאך המוות, כמו תמיד, אמר את המילה האחרונה.

לבוב תומאס לא היו כל ספקות לגבי סיכויי ההצלחה של ה"קריפר" שלו כנגד ה"ריפר" של תומלינסון: "אף פעם לא הקדשתי זמן לשנות את ה'קריפר' כדי שיגן על עצמו, או לאפשר לו להתחמק. גם אם הייתי עושה כן, אני לא בטוח שהוא היה מסוגל לברוח מה'ריפר'. ריי היה [מתכנת] מוכשר מאוד, כנראה המתכנת הטוב ביותר שאי פעם הכרתי."

ריאיון עם המחבר

### זוחל, אוכל מילים ומתפשט

ה"קריפר", מסתבר, לא מת לחינם. כמו "דארווין", היו בו כל האלמנטים הדרושים כדי להסעיר את דמיונם של מתכנתים רבים: שכפול עצמי, יכולת עצמאית "לרדוף" אחר מטרה כלשהי וכו'. הסיפור על ה"ריפר" וה"קריפר" עבר מפה לאוזן והיה נדון אולי להישכח ולהיעלם ברבות הימים, אלמלא הגיע לאוזניו של המתמטיקאי הקנדי אלכסנדר דודני (Dewdney).

דודני, בנוסף לעיסוקיו המתמטיים, היה גם חובב מחשבים וסופר. בשנות השמונים והתשעים כתב טור קבוע ב"סיינטיפיק אמריקן", אחד המגזינים המדעיים החשובים והנפוצים ביותר לקהל הרחב. הטור עסק בחידות ובאתגרי מחשבה בתחומי המתמטיקה והמחשב.

כששמע דודני על ה"ריפר" וה"קריפר", התעוררה סקרנותו. הוא ניסה לברר פרטים נוספים על הסיפור, אך העלה חרס בידיו, אולי מכיוון שחלק גדול מהמידע על פרויקט "ארפה-נט" היה עדיין חסוי באותה

---

פרק מתוך הספר "קרב מוחות" (ההיסטוריה הזדונית של וירוסי המחשב)

[www.DigitalWhisper.co.il](http://www.DigitalWhisper.co.il)

התקופה. דודני הגיע למסקנה (השגויה) שהסיפור הוא מיתוס שאין לו אחיזה במציאות, אך גישושו הביאו אותו לגלות את הסיפור על "דארווין" של ויסוצקי, מקלרוי ומוריס. הוא קרא מכתב ששלח אלמוני למגזין מחשבים כלשהו בשנת 1972, ובו תוארו "דארווין" וחוקיו בפירוט רב, וגם הוא, כמו רבים לפניו, נשבה בקסמיו של רעיון השכפול העצמי ו"קרבות התוכנה".

ב-1984 כתב דודני טור ב"סיינטיפיק אמריקן", שבו הציע להחזיר לחיים את "דארווין", בתוספת כמה שינויים בחוקי המשחק אשר יעשו אותו פשוט יותר. באופן זה, קיווה דודני, יוכלו גם חובבי מחשב רגילים, ולא רק מדעני מחשב מנוסים, להשתתף בו ולהנות מהאתגר. הוא כינה את הגרסה שלו ל"דארווין" בשם "מלחמת הליבה" (Core War).

"סיינטיפיק אמריקן", כאמור, זוכה לתפוצה אדירה, והמאמר של דודני נגע בנקודה רגישה אצל קוראים רבים.

המושג "יורוס מחשבים" במובן העכשווי שלו של תוכנה זדונית המתפשטת ממחשב למחשב וגורמת לנזק, הופיע לראשונה רק בתחילת שנות השמונים. בפרק הבא נדון בנושא זה באופן מעמיק יותר, אבל חשוב להבין שבאותם ימים ראשונים, רק משתמשי מחשב בודדים נתקלו בוורוס או נדבקו בו בעצמם. "יורוס" היה יצור מיתולוגי-למחצה, כמו המפלצת מלוך-נס: כולם ידעו שהוא מפחיד, אבל אף אחד לא ראה אותו במו עיניו.

אך כל מי שקרא את המאמר של דודני לא יכול היה שלא לראות את הקשר הברור שבין התוכנות הלוחמות של "דארווין" וה"ריפר" וה"קריפר" - ובין הווירוסים שהחלו אז להטיל את חיתתם על משתמשי המחשב. הראשונים היו אבות-הטיפוס של האחרונים, וניחנו באותה תכונה בסיסית שכל יורוס מחשבים ניחן בה: היכולת לשכפול עצמי.

דודני קיבל מכתבים מקוראים רבים שסיפרו לו על ניסיונותיהם הפרטיים ליצור תוכנות המסוגלות לשכפול עצמי. אחד מהם, פרדריק סטאל (Stahl), תיאר כיצד יצר עולם וירטואלי בזיכרון המחשב שבו חיו והתרבו יצורים, ממש כמו חיידקים בצלחת פטרי:

"היצור תוכנת לזחול ב[מרחבי] היקום שלו, כשהוא אוכל מזון (מילים) ויוצר העתקים חדשים של עצמו כשצבר מספיק מזון. [...] יצרתי תוכנה שעקבה אחרי היצורים ובדקה מי מהם עדיין חי... כיניתי אותה 'ידו השמאלית של אלוהים'."

סטאל אפילו ניסה לחקות את מנגנון האבולוציה הטבעית: הוא גרם לכך שבכל שכפול עצמי של יצור, ייפלו שגיאות העתקה זעירות, מוטציות, כך שהיצור החדש יהיה שונה במעט מאבותיו. לעתים יצרו המוטציות יצורים שהיו טובים במעט מקודמיהם, והם התחרו בהם בהצלחה על מזון - המילים שביקום הזיכרון.

זוג קוראים אחר, איטלקים, סיפרו לדודני שמצאו דרך לכתוב וירוס שהיה מסוגל להתפשט ממחשב למחשב, ואפילו להשמיד בקלות את כל המידע השמור על המחשב הנגוע. הם היו משוכנעים שגילו דרך איזוהי ונראה להזיק למחשבים שאיש לא גילה לפניהם, נטשו את תוכניתם בחלחלה, ונשבעו שלא לדבר על כך עם איש לעולם, שמא יגלה מישהו קצת פחות מוסרי מהם את השיטה. רק כשקראו את המאמר של דודני, הבינו שהם לא היחידים שהעלו במוחם את הרעיון.

דודני, שהיה מופתע מעוצמת התגובה של קוראיו, כתב את הדברים הבאים במרס 1985: "כשכתבתי את הטור אודות 'מלחמת הליבה' במאי האחרון, לא היה לי מושג עד כמה רציני הנושא שהעליתי. התיאורים שהבאתי על תוכנות הנעות במרחבי הזיכרון ומנסות להשמיד זו את זו, השפיעו עמוקות [על הקוראים]. לדבריהם של קוראים רבים, שאת סיפוריהם אביא כאן, יש אינספור דוגמאות לתולעים, וירוסים ועוד יצורי תוכנה אחרים, החיים בכל סביבת מחשב שניתן לדמיין. כמה מן האפשרויות הן כה מחרדות, עד שאני מהסס אם להעלותן על הכתב בכלל."

דוגמה נוספת לוירוס מוקדם, שככל הנראה לא הייתה מוכרת לדודני בזמן שכתב את מאמריו, היא של וירוס שכונה "חיה" ("Animal").

בתחילת שנת 1974, עבד מתכנת בשם ג'ון ווקר (Walker) בחברת הנדסה גדולה בארצות הברית. החברה רכשה, שנים ספורות לפני כן, כמה מחשבים חזקים ומהירים מסדרת UNIVAC. במהלך עבודתו נתקל ווקר בכמה גרסאות ממוחשבות של משחק הילדים הנפוץ "עשרים שאלות". במשחק זה מטרתו של המחשב הייתה לנחש, באמצעות לא יותר מעשרים שאלות, על איזו חיה חושב המשתמש. המחשב היה שואל שאלות בסגנון "האם לחיה יש ארבע רגליים?" והמשתמש היה מאשר או מכחיש, עד שהמחשב היה מצליח (בשאיפה) לנחש את החיה המתאימה.

ברוב המקרים הצלחתו של המחשב הייתה מוגבלת למדי מכיוון שהיו המון חיות, והמחשב גם לא היה חכם במיוחד. היום מנסים לפתור את הבעיה באמצעות הכחדה המונית של זני בעלי חיים, אבל בתקופה ההיא ניסה ווקר פתרונות סופניים פחות. הוא החליט לכתוב מחדש את המשחק, כך שהפעם המחשב יוכל ללמוד משגיאותיו ממשחק למשחק. אם, בתום עשרים השאלות, לא הצליח המחשב לנחש נכונה את החיה, ביקש מהמשתמש לגלות לו את התשובה ולספק לו פיסת מידע אחת הנכונה לגבי החיה הנבחרת, אבל לא לגבי חיה אחרת. למשל, רק סוס יכול להתחרות במירוץ סוסים.

ווקר כינה את המשחק שלו "חיה", וזה הפך למיני-להיט בקרב עובדי ההייטק המשועממים של אמצע שנות השבעים. כה מוצלחת הייתה ה"חיה", עד שג'ון ווקר קיבל בקשות רבות מאנשים בחברות אחרות לשלוח גם להם עותק. בהיעדר דואר אלקטרוני, משלוח של תוכנה היה מסורבל מאוד: ווקר היה צריך להעתיק את התוכנה על גלגל של סרט מגנטי, לארוז אותו בזהירות ואז לשלוח בדואר רגיל. כמו שווקר הגדיר את זה בעצמו - "באסה".

---

פרק מתוך הספר "קרב מוחות" (ההיסטוריה הזדונית של וירוסי המחשב)

[www.DigitalWhisper.co.il](http://www.DigitalWhisper.co.il)



כדי להקל על עצמו, החליט ווקר לפנות לשיטה שניתן לכנותה, בהיעדר מינוח מתאים יותר, "שיווק ויראלי". במקום שהוא עצמו ישלח את המשחק אל המשתמשים, ה"חיה" תמצא את דרכה אליהם בעצמה. הוא הכניס שינוי שגרם למשחק ליצור עותקים של עצמו ברחבי זיכרון המחשב - אבל לא באקראי, כי אם במקומות מסוימים מאוד.

מידע במחשב בכלל, וגם במחשבי היוניבק של ווקר בפרט, מאורגן לרוב במבנה היררכי של תיקיות. אפשר להבין את מבנה התיקיות אם נדמה אותו לעץ: הקבצים מסודרים בתוך תיקייה כמו עלים על ענף בודד, והענפים מסתעפים במבנה היררכי עד הגזע, או תיקיית העל. במקרה של היוניבק, לכל משתמש הייתה תיקייה, או מספר תיקיות מוגבל, ואליה הוא היה רשאי לגשת. שאר התיקיות, על פי שיקול דעתו של האחראי על המחשב, היו חסומות בפניו.

בזמן שהמשתמש היה משחק "עשרים שאלות" מול המחשב, ה"חיה" הייתה פועלת בחשאי ברקע ובודקת לאילו תיקיות יש לו הרשאות גישה. בכל אחת מתיקיות אלו הייתה ה"חיה" שותלת עותק חדש של עצמה. לעתים קרובות הייתה תיקייה אחת משותפת לשני משתמשים ויותר. המשתמש החדש היה בודק את התיקיות שלו ומגלה קובץ חדש ולא מוכר בשם "חיה". הסקרנות האנושית היא דבר נפלא ואמין - כמעט כולם מיהרו לבדוק מה פשר הקובץ המסתורי, וכשגילו שמדובר במשחק, גם שיחקו כמה סיבובים מול המחשב, מתפעלים מחוכמתו ומיכולתו ללמוד משגיאות העבר.

ושוב, בזמן המשחק, הייתה ה"חיה" בודקת את ההרשאות של המשתמש החדש, ומעתיקה את עצמה לתיקיות חדשות, וכן הלאה. באופן זה הייתה ה"חיה" עוברת מענף לענף, עד שלבסוף הגיעה אל הגזע - אל תיקיית העל. תיקייה זו הייתה שייכת לאחראי על המחשב ("האדמיניסטרטור"), ולו הייתה גישה לכל המחשב כולו, כלומר עכשיו יכולה הייתה ה"חיה" להעתיק את עצמה לכל תיקייה ותיקייה בזיכרון המחשב. הכיבוש הושלם בהצלחה.

בתוך שבוע קיבל ווקר דיווח על עותקים של הווירוס שצצו בצדה השני של היבשת הצפון-אמריקנית: ה"חיה" "תפסה טרמפ" על קלטות מגנטיות שהעובדים העבירו ביניהם בדואר. קשה לומר בוודאות מוחלטת, אבל קיים סיכוי סביר שבתוך חודש כל מחשבי היוניבק בארצות הברית (ואולי בעולם בכלל) הכילו עותקים של ה"חיה". זהו פרק זמן קצר עד להדהים, בהתחשב בעובדה שרובה המוחלט של התקשורת בין המחשבים התנהל באמצעות דואר רגיל.

תכונה מעניינת של מחשבי היוניבק באותם הימים הייתה זו: אם משתמש ניגש לתיקיית מידע, המחשב היה מריץ כברירת מחדל את התוכנה האחרונה שנוספה לאותה התיקייה (דבר זה נועד, בוודאי, כדי לחסוך בזמן). דמיינו לעצמכם את המצב הבא: מהנדס מתיישב אל מול המחשב, אולי כדי להפעיל תוכנת בדיקה או לפתור נוסחה מסובכת. הוא ניגש לתיקייה שלו. לפתע מופיעה על המסך השורה הבאה:

### "תחשוב על חיה."

פרק מתוך הספר "קרב מוחות" (ההיסטוריה הזדונית של וירוסי המחשב)

[www.DigitalWhisper.co.il](http://www.DigitalWhisper.co.il)

מעניין היה לראות את תגובתו באותו הרגע.

המשתמשים במחשבי היוניבק לא ראו ב"חיה" איום כלשהו אלא שעשוע בלתי מזיק בלבד. ג'ון ווקר, עם זאת, הבין את המשמעות האמיתית של ליקוי האבטחה הזה, כשנכח במו עיניו עד כמה מהירה הייתה התפשטותה של ה"חיה": לו הייתה לווקר כוונת זדון, שינוי פעוט יחסית בקוד ההפעלה של התוכנית היה מאפשר לו למחוק את כל המידע על המחשב באבחה אחת.

בשלב כלשהו החל ווקר לחשוב על רעיונות שיאפשרו לו למחוק את ה"חיה" ולעצור את התפשטותה. אחד מהפתרונות האפשריים היה ליצור וירוס נגדי, כמו ה"ריפר" של ריי תומלינסון, אבל למזלו של ווקר לא היה בכך צורך. כשנה לאחר תחילת הסיפור הופיע עדכון למחשב, שבאופן מקרי לחלוטין מנע מה"חיה" לקבל את המידע על הרשאות הגישה. המשחק עצמו התנהל כרגיל, אבל כעת כבר לא יכלה החיה להתרבות ולשכפל את עצמה מתיקיה לתיקיה. עדכון זה סימן את סופה של ה"חיה", והיא עברה להיות חלק מדפי ההיסטוריה.

נראה, אם כן, שיצירת "חיים מלאכותיים", לפחות ברמה הפשוטה ביותר, אינה כה מסובכת כפי שניתן היה לחשוב בתחילה. למעשה, היא כל כך פשוטה, עד שאפילו נער מתבגר היה יכול להמציא אותה בעצמו.

### היא תיכנס, היא תסתנן, היא תידבק

המחצית השנייה של שנות השבעים וראשית שנות השמונים היו תחילתו של עידן זהב עבור עולם המחשבים. ממוסך קטן בחוף המערבי של ארצות הברית יצאה הבשורה: סטיב ג'ובס וסטיב ווזניאק, שני נערי פלא, יצרו מחשב קטן, ביתי ואישי. לא עוד מחשבים גדולים כמו ארון ויקרים כמו בית - ה"אפל" (Apple) היה "מיקרו מחשב", פשוט, נוח להפעלה ובעיקר זול.

הגרסה השנייה של מחשב האפל, אפל-2, הייתה הצלחה מעוררת קנאה גם בקנה מידה עכשווי. מיליוני יחידות נחטפו מהמדפים בארצות הברית ובעולם כולו. עסקים קטנים רצו מחשבי הנהלת חשבונות, וילדים קטנים רצו לשחק במשחקי חלליות מול המסך. האפל-2 התאים לכולם.

ב-1982, ריץ' סקרנטה (Skrenta) היה נער מתבגר בן 15 בפיטסבורג, ארה"ב. כמו רבים מחבריו, הוא אהב להשתעשע עם מחשב האפל-2 שלו, ובעיקר לשחק במשחקים הרבים שנכתבו עבור המחשב. ריץ' הסקרן חקר את נבכי המחשב לעומקם, ונעזר בעובדה שהאפל-2 היה נגיש ונוח לתפעול בצורה בלתי רגילה ביחס למחשבים אחרים באותם הימים. בעוד שיצרני המחשבים המסורתיים נטו לשמור בסוד את כל הפרטים הטכניים על המחשבים שלהם, ווזניאק וג'ובס עשו בדיוק את ההפך: יחד עם המחשב קיבלו המשתמשים גם חוברות הסבר מפורטות על כל חלקיק ותא זיכרון במחשב. מי שרצה והיה מוכן להשקיע זמן בלימוד החוברות, יכול היה לכתוב תוכנות ומשחקים לאפל-2 בקלות רבה.

---

פרק מתוך הספר "קרב מוחות" (ההיסטוריה הזדונית של וירוסי המחשב)

[www.DigitalWhisper.co.il](http://www.DigitalWhisper.co.il)



ריץ' השקיע את המאמץ הנחוץ, ולמד בכוחות עצמו לתכנת את האפל-2. בתור בדיחה, הוא כתב תוכנה קטנה שגרמה לכיתוב הבא להופיע על המסך:

"אלק קלונר [הדישון המשכפל, Elk Cloner]: התוכנה עם האישיות

היא תיכנס לך לדיסקים  
היא תסתנן לך לתוך הצ'יפים  
כן, זהו הקלונר!

היא תידבק אליך כמו דבק  
היא תשנה לך את הזיכרון  
שלחו את הקלונר!"

הקלונר היה, כמובן, מתיחה נחמדה ולא מזיקה. הבעיה של ריץ' הייתה לגרום לחבריו להחדיר את התוכנה אל מחשבי האפל-2 שלהם: כולם מסביבו ידעו שריץ' אוהב מתיחות ולא מיהרו לתת לו גישה חופשית למחשבים שלהם. על כן הוא ישב וחשב על דרך להחדיר את הקלונר למחשבים אחרים מבלי לעורר חשד. ברגע של הארה הבין לפתע איזה שינוי יצטרך לעשות בתוכנה, כדי לתת לה את יכולת השכפול העצמי הנדרשת להתפשטות ויראלית:

"הרגע של ה'אה הה!' היה כשהבנתי שאני יכול בעיקרון לגרום לתוכנה שלי לנוע מעצמה. אני יכול להעניק לה כוח מניע, על ידי כך שאגרום לה להתחבא... וואו! זה יהיה קול!"

העברת מידע בין מחשבי אפל-2 נעשתה באמצעות דיסקטים: ריבועי פלסטיק קשיחים ודקים, שהכילו בתוכם משטח מגנטי עדין שעליו נשמרו הקבצים. הקלונר ידע להסוות את עצמו כך שלא הופיע ברשימת הקבצים, ולהעתיק את עצמו מהדיסקט אל המחשב ללא התערבות המשתמש. מכאן ואילך, בכל פעם שהוכנס דיסקט חדש לכונן המחשב, קלונר היה יוצר עליו עותק של עצמו. רק אחרי חמישים הדלקות של המחשב הופיעה ההודעה על המסך, והמשתמש ידע שמשוהו לא בסדר במחשב, אבל בזמן שחלף סביר להניח שהקלונר כבר הדביק כמות נכבדה למדי של דיסקטים חדשים.

הקלונר עשה עבודה מצוינת, הרבה "בזכות" ההרגלים הרעים של חבריו של ריץ', שנהגו להחליף ביניהם דיסקטים ועליהם עותקים פיראטיים של משחקים. בזמן שיא הסתנן הקלונר למחשביהם של כמעט כל מי שהכיר ריץ' (כולל, באופן מפתיע, מחשבו של המורה שלו למתמטיקה!), ומשם למספר בלתי ידוע, אך ללא ספק גדול מאוד, של מחשבים בעולם כולו. הקלונר נחשב לווירוס המחשבים הראשון שהצליח לצאת מגבולות המעבדה או חדר העבודה שבו נוצר, ולהדביק כמות גדולה באמת של מחשבים.

---

פרק מתוך הספר "קרב מוחות" (ההיסטוריה הזדונית של וירוסי המחשב)

[www.DigitalWhisper.co.il](http://www.DigitalWhisper.co.il)



כשהתבגר, המשיך ריץ' לעשות חיל בעולם המחשבים. הוא עסק בפיתוח משחקי מחשב, כתב את הגרסה הראשונה של תוכנה שהפכה (לאחר כמה גלגולים) לאתר האנציקלופדיה הפופולרי "ויקיפדיה", ואף ייסד חברה משלו. אבל לגורל יש רצון משלו: דווקא התוכנה הקטנה והפשוטה ביותר, הווירוס הראשון אי פעם עבור המחשב האישי, היא זו שתיזכר לו לתמיד. כפי שכותב ריץ' עצמו:

"כתבתי הרבה דברים עבור האפל-2... [אבל] הקוד הכי מטופש שאי פעם יצרתי הוא זה שעורר הכי הרבה עניין, וממשיך לעשות כן עד עצם היום הזה."

## מתקפת מוריס

כפי שנוכחנו לדעת, כתיבת וירוסים אינה מורכבת ומסובכת כפי שהיא נדמית ממבט ראשון, והרעיון הבסיסי של תוכנה בעלת היכולת לשכפול עצמי והתפשטות ממחשב למחשב הומצא שוב ושוב פעמים רבות.

אך מה בדבר הנזק שגורם הווירוס? אחרי ככלות הכול, מחשבים מתוכננים ונבנים על ידי אנשי מקצוע מומחים בתחומם. סביר להניח שהגנה על המידע השמור במחשב היא בראש סדר העדיפויות שלהם, שכן מהו מחשב אם לא מכונה לעיבוד מידע? גם אם כל אחד (כמעט) יכול לכתוב וירוס, האם לא נדרשת רמה גבוהה יותר של מיומנות וכישרון כדי ליצור וירוס המסוגל לגרום לנזק אמיתי למערכות מחשב?

הסיפור הבא ימחיש את התשובה לשאלה זו. בנוסף, הוא גם יוכיח לנו שלעתים, לגורל יש חוש הומור ציני ואירוני במיוחד.

רוברט טאפאן מוריס (Morris) היה סקרן.

השנה הייתה 1988, ומוריס בן ה-23 היה סטודנט לתואר שני במדעי המחשב באוניברסיטת קורנל שבארצות הברית. כמו רבים מבני דורו, הוא הוקסם מהפוטנציאל הטמון באינטרנט וביקש לחקור ולגלות את העולם החדש הזה. הוא היה מרותק בעיקר לשאלה עד כמה הוא חסין בפני השפעתם של וירוסים.

מוריס בילה ימים וילות בחיפוש אחר חולשות שונות של מערכות המחשב, והצליח לאתר שגיאה, "באג", בתוכנה שהייתה נפוצה מאוד והותקנה על מחשבים רבים. הוא פנה לאחראי המחשבים באוניברסיטה שלו ודיווח לו שהבאג שגילה עשוי לאפשר לתוקף חיצוני להשתלט על המחשב דרך הרשת ולעשות בו ככל העולה על רוחו. אחראי המחשבים לא לקח את הדיווח ברצינות, אך מוריס לא ויתר. כדי לבחון את ההשערה שלו לגבי חומרתו של הבאג, הוא כתב תוכנה שתכליתה הייתה להתפשט ולהשתלט על המספר הרב ביותר של מחשבים ברשת, מהר ככל האפשר: זהו סוג של וירוס שמוכר לנו כיום בשם "תולעת מחשבים". תולעת משתמשת בקווי התקשורת שבין המחשבים כדי להתפשט, בדומה לנגיפים ביולוגיים שנעזרים בכלי הדם של הגוף כדי להתפשט בתוכו.

---

פרק מתוך הספר "קרב מוחות" (ההיסטוריה הזדונית של וירוס המחשב)

[www.DigitalWhisper.co.il](http://www.DigitalWhisper.co.il)

מוריס תכנן את התולעת שלו כך שתנצל את הבאג המדובר - ועוד שלוש חולשות אבטחה נוספות שגילה - כדי לחדור למחשב, ליצור עותקים חדשים של עצמה ולהפיץ אותם לכל המחשבים שהיו מחוברים אליו. כדי לוודא שכל מחשב יידבק בעותק אחד בלבד של התולעת, הוא שילב בתוכה מנגנון בדיקה פשוט: לפני כל ניסיון הדבקה התולעת הייתה בודקת אם המחשב הקורבן כבר מכיל בתוכו עותק קודם. אם התשובה הייתה חיובית, תהליך ההדבקה הופסק והתולעת הייתה פונה לחפש קורבן אחר.

לא הייתה כל כוונת זדון בתוכניתו של מוריס; הוא לא ביקש להזיק למחשבים, אלא רק לבחון את פוטנציאל ההתפשטות של התולעת. אף על פי כן, הוא שילב בתוכה מנגנון פשוט להגנה עצמית. הוא ידע שאם התולעת תתגלה לפני שתספיק להתפשט בכל רחבי הרשת, הדרך הפשוטה ביותר להתגבר עליה תהיה לעצור את תהליך ההדבקה בשלב שבו התולעת בודקת אם המחשב כבר מכיל עותק קודם שלה. אם המחשב הקורבן ישיב ב"כן" כל הזמן, גם אם הוא נקי מתולעים, הוא יהיה חסין מפני השתלטות. כדי למנוע מצב כזה, תכנן מוריס את התולעת כך שבפעם השביעית שתקבל תשובת "כן", תהליך ההדבקה ימשיך בכל זאת. בסופו של דבר, אמר מוריס לעצמו, רשת האינטרנט כל כך גדולה, מה הסיכוי שאותו המחשב ייתקל ביותר מתולעת אחת או שתיים?

לרוע מזלו, מוריס שגה כאן שגיאה חמורה: הנחת היסוד שלו לגבי הסיכוי הקלוש שאותו המחשב ייתקל בתולעת כמה פעמים, הייתה שגויה לחלוטין. האינטרנט אמנם רחב ידיים, אבל הקשרים בין המחשבים הם ענפים ומרובים יותר משיער, וכל מחשב הותקף עשרות ומאות פעמים. מכיוון שכל ניסיון הדבקה שביעי היה בהכרח מוצלח, הצטברו בתוך זמן קצר עשרות תולעים פעילות בתוך כל מחשב נגוע, והתוצאות היו הרסניות.

מוריס ידע היטב שמה שהוא מתכוון לעשות כנראה אינו חוקי. כדי להסתיר את עובדת היותו סטודנט של קורנל, מצא דרך להתחבר לאינטרנט דרך אוניברסיטת MIT, ששימשה כמעין תחנת ממסר. בשניים בנובמבר, יום רביעי, בשעה שש בערב, שחרר מוריס את התולעת לרשת דרך החיבור ל-MIT. מוריס קם מכיסאו, מרוצה שהצליח להוציא את הפרויקט שלו לפועל, והלך לאכול כשהוא שמח וטוב לב. לו ידע איזו דרמה התחוללה בחוץ באותו הזמן, הוא כנראה לא היה מסוגל ליהנות מארוחת הערב שלו.

בשעה תשע ועשרים בערב, קצת יותר משלוש שעות לאחר שהפיץ מוריס את התולעת שלו, קיבל האחראי על המחשבים בפקולטה למדעי המחשב של אוניברסיטת יוטה תלונות מכמה אנשים שדיווחו כי המחשב המרכזי של הפקולטה עובד לאט מהרגיל. האחראי (אדמיניסטרטור, כפי שהוא מכונה בעגה המקצועית) ניגש לבדוק את פשר העניין. בדיקה קצרה גילתה לו מיד את הסיבה לאיטיות.

כמו מחשבים רבים באותם הימים, גם המחשב המרכזי של הפקולטה למדעי המחשב שירת כמה וכמה משתמשים בו זמנית, אשר כל אחד מהם ישב מול מסוף מחשב משלו. כמו מלצר העובר משולחן לשולחן במסעדה, המחשב המרכזי הקדיש תשומת לב לכל משתמש בתורו, ומהירות העיבוד הגבוהה שלו יצרה

---

פרק מתוך הספר "קרב מוחות" (ההיסטוריה הזדונית של וירוסי המחשב)

[www.DigitalWhisper.co.il](http://www.DigitalWhisper.co.il)

את האשליה כאילו כולם עובדים במקביל זה לזה. אך כפי שגילה האדמיניסטרטור, כמות חריגה של תוכנות בלתי מוכרות פעלה כרגע על המחשב. משמעות ריבוי התוכנות היא שעבר זמן ארוך מדי עד שה"מלצר הווירטואלי" השלים סבב בין השולחנות וחזר אל הלקוח הראשון, ולכן האשליה התפוגגה והמשתמשים החלו לחוש באיטיות התגובה של המחשב.

התוכנות הבלתי מוכרות היו, כמובן, עותקים זהים של התולעת של מוריס, שהדביקו את אותו המחשב כמה וכמה פעמים.

כל עותק של התולעת היה תוכנה עצמאית אשר דרשה תשומת לב מהמעבד.

העומס המוטל על המחשב, כך הבחין האדמיניסטרטור של אוניברסיטת יוטה, היה גבוה פי-שלושה מהרגיל. בזמן שלקח לו לבדוק את העניין, גבר העומס פי-שמונה: נדמה היה שכמות התוכנות הבלתי מוכרות עולה מדקה לדקה. האדמיניסטרטור לא נתקל בתופעה שכזו מימיו. בצעד של ייאוש הוא כיבה את המחשב והדליק אותו מחדש. עשרים דקות מרגע ההדלקה כבר הייתה רמת העומס גבוהה פי-עשרה, והאיטיות הפכה את המחשב לבלתי שמיש כמעט.

שוב כיבוי, ושוב הדלקה. הפעם רמת העומס כבר זינקה לפי שנים-עשר.

אוניברסיטת יוטה לא הייתה היחידה שחשה את נחת זרועה של התולעת. בסביבות חצות הופיעה ההודעה הבאה באחת מקבוצות הדיון באינטרנט. קבוצות הדיון היו דומות למדי לפורומים המוכרים לנו היום, מעין לוחות מודעות וירטואליים שכל אחד יכול לכתוב בהם ולקרוא את תוכנם, והיו מקום המפגש המקובל של מרבית קהילת מהנדסי המחשבים. ההודעה הראשונה בלוח המודעות שהצביעה על כך שמהו אינו כשורה הייתה המסר הבא שנשלח על ידי פיטר יי (Peter Yee), עובד סוכנות החלל האמריקנית, נאס"א. ההודעה הופיעה על לוח המודעות בסביבות חצות, כשש שעות מרגע התפרצות המגיפה.

"אנחנו כרגע תחת התקפה של וירוס אינטרנט [ההדגשה במקור]. הוא פגע באוני' ברקלי, אוני' סן דייגו, מכון מחקר לורנס ליברמור, בסטנפורד ובנאס"א-איימס..."

פיטר הגדיר את ההתרחשות כ"התקפה" מכיוון שהבין שרק משהו חריג באמת יכול להפיל בבת אחת את המחשבים של מוסדות מחקר גדולים וחזקים כמו ברקלי, סטנפורד ונאס"א. בהמשך ההודעה נתן פיטר כמה רעיונות ועצות איך לנסות ולהתמודד עם האיום הפתאומי הזה, אבל הזמן הקצר שחלף מאז שנתגלתה ההתקפה לא אפשר לו לנתח את התולעת ברצינות, והעצות שנתן לא מנעו את התפשטות התולעת (אם כי, למען ההגינות, הן בהחלט היו בכיוון הנכון).

הסצנה שהתרחשה באוניברסיטת יוטה חזרה על עצמה בכל רחבי הרשת. מהנדסים ואדמיניסטרטורים באלפי אוניברסיטאות, מכוני מחקר, בסיסים צבאיים ומתקנים ממשלתיים נאבקו במחשבים שקרסו תחת גל אחרי גל של תולעים. טלפונים בהולים צלצלו באישון לילה בבתיים רבים, מזעיקים מומחים ממיטותיהם כדי לנסות להתמודד עם האויב הבלתי נראה.

בדיקה ראשונית העלתה שאחת מצורות החדירה העיקריות של התולעת הייתה דרך מנגנון הדואר האלקטרוני. על כן, התגובה האינסטינקטיבית של רבים מהאדמיניסטרטורים בארגונים השונים הייתה פשוט לכבות את הדואר האלקטרוני לגמרי. בדיעבד, מסתבר, פעולה זו הייתה, בעוכריהם: מוריס, כזכור, תכנן את התולעת כך שתנצל ארבע חולשות במערכות המחשבים, והחולשה בדואר האלקטרוני הייתה רק אחת מהן. ניתוק הדואר לא מנע מהתולעת להתפשט, אבל הוא מנע זרימה יעילה של מידע בין המומחים, ולמעשה הקשה על ההתמודדות מול התולעת.

בינתיים, בקורנל, התחילו השמועות על ההמולה והבלגן ברשת האינטרנט להגיע גם אל רוברט מוריס. מתיאור הנזקים ודרכי החדירה למחשב הבין מוריס מיד שהתולעת שלו היא שאחראית לכל המתרחש. אפשר רק לדמיין איזו אימה מילאה אותו כשתפס את ההשלכות של מעשיו. הוא, הסטודנט בן ה-23, הפיל במכה אחת רשתות מחשבים של הצבא, הממשלה והאקדמיה בכל רחבי ארצות הברית. הוא ניחש שה-FBI ושאר רשויות החוק האמריקניות כבר פתחו במצוד נרחב אחריו. הוא צדק.

מוריס מיהר להתקשר לחבר טוב מאוניברסיטת הארוורד בשם אנדי סודו (Sudduth). הוא הסביר לו את המתרחש וביקש ממנו לשלוח (בעילום שם) הודעה לאחת מקבוצות הדיון עם הוראות כיצד למנוע את התפשטות התולעת. אנדי, ככל הנראה, לא השתכנע לחלוטין שמוריס לא מנסה למתוח אותו, אבל הסכים בכל זאת לשלוח את ההודעה.

"דיווח על וירוס אפשרי:

ייתכן שווירוס מסתובב חופשי באינטרנט.

הנה תמצית ההודעה שקיבלתי:

אני מצטער.

הנה כמה צעדים כדי למנוע הדבקה עתידית:

[פרטים טכניים]

אני מקווה שזה עוזר, אבל יותר מזה, אני מקווה שזו מתיחה."

אבל איתרע מזלו של מוריס: התולעת שלו השביתה גם את המחשבים של אוניברסיטת הארוורד, וכתוצאה מכך ההודעה של אנדי סודו "נתקעה" בדרך. חלפו יומיים עד שההתנצלות וההסברים הופיעו לבסוף על לוח המודעות של קבוצת הדיון - עיכוב טרגי שהפך אותם ללא רלוונטיים כלל.

## המלחמה על שלום כדור הארץ

---

פרק מתוך הספר "קרוב מוחות" (ההיסטוריה הזדונית של וירוסי המחשב)

[www.DigitalWhisper.co.il](http://www.DigitalWhisper.co.il)

במקרה לגמרי, באותו השבוע התכנסו כארבעים מומחי מחשבים מכל רחבי ארצות הברית לוועידה מקצועית שגרתית באוניברסיטת ברקלי שבקליפורניה.

הוועידה כבר עמדה להינעל, למעשה, כשהגיעה הבשורה על התקפת התולעת. אט אט התבררו ממדיו האמיתיים של האירוע, ומרבית המשתתפים בוועידה התקשרו כדי לבטל את הטיסות חזרה הביתה. אוניברסיטת ברקלי הפכה, בזכות ריכוז המוחות, הניסיון והידע שהיו שם באותו הרגע, למרכז העצבים של המלחמה בתולעת של מוריס.

האווירה בברקלי, כפי שתיאר אותה אחר כך אחד המשתתפים, הייתה מחשמלת. תכנות הוא מקצוע "אפור" למדי, ומתכנתים רגילים לעבוד לבד או בקבוצות קטנות. שיא ההתרגשות שמור, בדרך כלל, שליוח הפיצה הדופק בדלת. לפתע פתאום הם מצאו את עצמם בתפקיד קו ההגנה היחיד כנגד פלישה של אויב לא מוכר למחשבים ממשלתיים נושאי מידע רגיש וסודי. ככל שידעו באותו הרגע, התולעת עשויה להתחיל ולהשמיד מידע בסיטונות בכל רגע נתון ולפגוע בביטחון הלאומי של ארצות הברית. הם היו הקומנדו, יחידת העילית להגנת האינטרנט. הכול מסביב היה בקריסה, טלפונים בהולים זרמו מכל רחבי העולם, והם היו במרכז העניינים. הם היו על קו העונשין בזריקה המכרעת לאליפות. הם עמדו בשער בפנדל האחרון של הגביע העולמי. זו הייתה חוויה שאיש מהם לא ישכח לעולם.

בתום עשרים וארבע שעות של עבודה מאומצת הצליחו המומחים בברקלי לנתח את התולעת של מוריס במלואה. הם הצליחו לזהות את כל המנגנונים שבהם השתמש מוריס כדי להדביק את המחשבים, תוך שהם עובדים בשיתוף פעולה עם מומחים מאוניברסיטאות נוספות. מרגע שהבינו המומחים את דרך פעולתה של התולעת, הם יצאו בשורת הנחיות לכל מרכזי המחשבים במדינה כיצד לחסל את התולעת ולהפסיק את התפשטותה. שלושים ושש שעות מרגע תחילת האירועים נסתיים למעשה העניין, והחל תהליך שיקום הנזקים והסקת המסקנות.

הידיעה על המתרחש ברשת האינטרנט תפסה את הכותרות הראשיות בכל כלי התקשורת, אבל עד שהבינו שם את מה שהתרחש, כבר היה מאוחר מדי, והעיתונאים נותרו עם הרבה דיווחים "בדיעבד". למזלם, עדיין היו כמה כותרות עסיסיות למצות מהעניין, במיוחד כשנתבררה זהותו של כותב התולעת וזהותו של אביו.

רוברט מוריס נתפס יומיים לאחר שהתולעת שלו נעצרה סופית. מוריס, שלא היה בדיוק אב-הטיפוס של הפושע המשופשף, לא ניסה לרדת למחתרת או להתחמק מרשויות החוק. הוא הניח שה-FBI יתפוס אותו במקדם או במאוחר, והעדיף לטוס בחזרה הביתה, שם שכר עורך דין טוב ולא הוציא את האף מהדלת.

אז גם גילו העיתונאים שרוברט מוריס הוא למעשה בנו של רוברט מוריס האב, מיודענו ממשחק "דארווין" של שנות השישים, ובאותו הזמן אחד מבכירי המומחים לנושא אבטחת מידע ב-NSA, הסוכנות להגנה

---

פרק מתוך הספר "קרב מוחות" (ההיסטוריה הזדונית של וירוסי המחשב)

[www.DigitalWhisper.co.il](http://www.DigitalWhisper.co.il)





לאומית. האירוניה שבייחוסו של מוריס הבן לא נעלמה מעיניהם של העיתונאים, והם אזכרו אותו בהנאה שוב ושוב בכל דיווח. מוריס האב, מצדו, שמר על ממלכתיות. הוא הודה שייתכן כי בנו אחראי לאירוע - מוריס הבן עצמו לא הודה רשמית באחריותו, בשלב זה - אך ציין שהמקרה עשוי להניב רווח מסוים לציבור.

"[האירוע] העלה [את עניין אבטחת המידע] לתודעת הציבור באופן ניכר. סביר להניח שזה יגרום לאנשים להיות זהירים יותר וקשובים יותר לסכנות כאלה בעתיד."

מעניין לציין, בהקשר הזה, את השוני בין גישותיהם של אנשי המקצוע וכלי התקשורת לאירוע. הדיווחים העיתונאיים ציירו את מוריס כסטודנט צעיר ופוחז, ילד מחשבים מבריק אך פזיז שצריך לעשות לו "נו נו נו" מצד אחד, אבל גם אפשר, בזכותו, להתגאות בדור הצעיר והמתוחכם של ארצות הברית. הציטוט הבא לקוח מתוך כתבה עיתונאית שהתפרסמה מיד לאחר שנודעה זהותו של מוריס הבן.

"...בקורנל, נציג הפקולטה למדעי המחשב של אוניברסיטת קורנל צחקק ואמר, 'אנחנו מנסים לשמור עליהם [על הסטודנטים שלנו] שלא ישתעממו יותר מדי. כנראה לא השתדלנו מספיק...'"

כפי שניווכח לראות בהמשך הספר, יחס אמביוולנטי זה של הצלפה שהיא גם טפיחה על השכם, שכיח למדי כשמדובר בכותבי וירוסים שנתפסים.

אנשי המחשב, לעומתם, "קטלו" את מוריס ללא רחמים, ואפילו הפגינו כלפיו איבה מסוימת. לדידם, הוא חילל את המקדש, הוא פגע באינטרנט "שלהם". הם כעסו עליו. למעשה, נדירות הן פיטות התוכנה שעברו בדיקה, ניתוח ופירוק לגורמים בצורה כל כך אינטנסיבית כפי שעברה התולעת של מוריס. אלמלא הנסיבות שבהן התרחש האירוע, היה הדבר משול להשפלה פומבית אכזרית למדי: כל שגיאה וכל טעות טיפשית שעשה מוריס בקוד התוכנה שלו נחשפו במלואן ונותחו בפרוטרוט, כשכל בודק נהנה לנעוץ בו סכין חדה. כך נכתב, לדוגמה, באחד מאותם ניתוחים טכניים:

"...נראה שהקוד הוא תוצר של מתכנת לא מנוסה, לחוץ בזמן או מרושל. האדם (או האנשים) שבנו את התוכנה הזו הם, כנראה, חסרי כל הבנה בסיסית..."

אך עם מבחן התוצאה לא ניתן היה להתווכח: התולעת של מוריס הייתה אולי "טרנטה", אבל לפניך. עבור קהילת אנשי המחשבים, "התולעת הגדולה" של "יום חמישי השחור" הייתה קריאת אזהרה ברורה מאין כמוה, דלי מים קרים שהעיר אותם באחת לתוך מציאות מצמררת. השגיאות הרבות של מוריס בכתיבת התולעת וחוסר הניסיון הבולט שלו רק הדגישו את העובדה שכל אחד, כל אחד, יכול ליצור כלי

משחית אימתני שכזה. תם עידן ימי התום, ונעלמו הימים שבהם רק יחיד סגולה היו בעלי גישה אל ארון התקשורת הקדוש שבחדר השרתים באוניברסיטה.

המהירות שבה התפתחה והתפשטה רשת האינטרנט בשנות השמונים הייתה בעוכריה. מאות אוניברסיטאות, בסיסי צבא וחברות מסחריות התחברו לרשת הצעירה בתוך שנים ספורות בלבד, ללא יד מכוונת או פיקוח של רשות מרכזית כלשהי. בהיעדר פיקוח, כל אחד היה חופשי להגדיר את האופן שבו הוא מאבטח את רשת המחשבים שלו. חלק מהרשתות, הצבאיות בעיקר, היו מוגנות היטב וכל התעבורה האלקטרונית הנכנסת והיוצאת מהן עברה סינון קפדני, בעיקר לצורך מניעת ריגול, מן הסתם. רובן המוחלט של הרשתות האזרחיות, לעומת זאת, היו פרוצות למדי. אבטחת המחשבים הייתה, אם כן, בהתאם לשיקול דעתם האישי של מאות אלפי מהנדסי המחשבים ברחבי הרשת, שרובם המכריע בכלל לא הבין את הסכנות שאורבות מעבר לפינה.

התולעת של מוריס הביאה לכך שבן לילה קמו ועדות רבות שבחנו את נושא אבטחת המחשבים לעומקו, ומדינות רבות בארצות הברית החלו בתהליכי חקיקה מזורזים של חוקים ותקנות שמטרתם לשמור על ביטחונה של רשת האינטרנט.

את ההבנה הפתאומית לגבי החשיבות שבאבטחת המידע, היטיב לנסח יוג'ין ספאפורד, אחד מהמומחים שניתח את התולעת של מוריס:

"הרבה מומחי מחשב בכירים החלו את הקריירה שלהם, לפני שנים רבות, בפריצה למחשבי הפקולטות במכללות שלהם או במקומות העבודה שלהם, כדי להדגים את כישוריהם. אבל הזמנים השתנו... עסקים שלמים תלויים לחלוטין, בחוכמה או שלא בחוכמה, במערכות מחשב. כסף של אנשים, הקריירות שלהם ואולי אפילו חייהם תלויים בהתנהלות תקינה של מחשבים..."

רוברט מוריס הבן הועמד לדין באשמת חדירה וגרימת נזק במזיד למערכות מחשב קריטיות. כבר מתחילת החקירה התברר שקשה מאוד להעריך את הנזק האמיתי שגרמה התולעת שלו. כפי שצינתי קודם, לאף אחד אין שליטה מרכזית על מה שמתרחש ברחבי הרשת, כך שלמעשה כל ההערכות לגבי מידת הנזק היו ניחוסים. מומחי המחשב ציינו מספר סביר של כשש אלפים מחשבים (אולי) שנפגעו באירוע, מתוך כשישים אלף מחשבים שהיו מחוברים לאינטרנט (כנראה). שווי הנזק הכספי שהוצמד לכל מחשב שנפגע בהתקפה נע בין מאתיים דולר לחמישים אלף דולר, תלוי את מי שואלים.

מוריס הורשע. הוטלו עליו שלוש שנות מאסר על תנאי, ארבע מאות שעות עבודה קהילתית וקנס בסך עשרת אלפים דולר. אף על פי כן, גורלו של מוריס שפר עליו: אוניברסיטת קורנל השעתה אותו, אמנם, אך הקפידה שלא להטיל עליו עונש מחמיר שיפגע ממש בקריירה האקדמית שלו. לאחר שריצה את עונשו בעבודות שירות, הוא חזר למסלול הלימודים וסיים אותו בהצלחה מרובה. כיום, רוברט מוריס הוא

---

פרק מתוך הספר "קרוב מוחות" (ההיסטוריה הזדונית של וירוסי המחשב)

[www.DigitalWhisper.co.il](http://www.DigitalWhisper.co.il)



פרופסור בכיר למדעי המחשב באוניברסיטת MIT, באופן אירוני, אותה האוניברסיטה שבמחשביה עשה שימוש כ"תחנת ממסר" עבור התולעת שלו.

הנזק שחוללה התולעת של מוריס הבן היה לקח חשוב, אבל אולי היו אלה דווקא משובותיו של מוריס האב בשנות השישים, המשחק "דארווין" שהגה יחד עם ויקטור ויסוצקי ודאג מקלרוי, שלימדו אותנו לקח בסיסי ופשוט בהרבה. מוריס האב סיכם אותו כך:

"אולי התובנה הגדולה ביותר שהרווחנו [מהמשחק] היא ששכפול-עצמי, תכונה מחוכמת ככל שתהיה, היא פשוטה עד מאוד."

כשחוקרים... כתבו אודות וירוסים [למחשב] בשנות השמונים, הם אימצו לעצמם גלימה של 'כהן גדול', וחשבו שהנושא הוא מסתורי ומסוכן מכדי שניתן יהיה לחשוף אותו לעיניהם של פשוטי העם. זה היה טטויות במיץ עגבניות, אבל העיתונות אכלה את זה.

"...אין שום דבר מסתורי בוירוסים למחשב. ניתן ליצור וירוס פשוט ועובד, בלא יותר מכמה שורות של קוד..."

## על הספר

הספר לוקח את הקוראים למסע משעשע, מרתק ומטריד בעקבות ההיסטוריה העולמית של התוכנות הזדוניות. זהו, למעשה, הסיפור הלא יאומן מאחורי וירוסי המחשב. מתברר שההיסטוריה של וירוסי המחשב עתיקה כמעט כמו המחשבים עצמם. בתוך שלושים שנה בלבד הפכו הווירוסים במחשבים משעשוע בלתי-מזיק לתוכנות זדוניות רבות עוצמה, שמטילות איום מוחשי על שלומם של גולשי האינטרנט, ארגונים עסקיים ומדינות שלמות. הכוח העצום והזדוני הזה יכול, למעשה, להרוס את העולם – כפי שאנחנו מכירים אותו כיום. הספר נשען על אינספור ראיונות שקיים המחבר עם גיבורי פרשות הווירוסים המרתקות ביותר בעולם, מספר בין השאר על סטודנט צעיר שהשבית את רשת האינטרנט כולה ליומיים, ועל הרמזים המרתקים המסתתרים בתוך "סטוקסנט", התולעת שתקפה את הכור האיראני.

## על המחבר

רן לוי, מהנדס מחשבים במקצועו, מפקד דבור בעברו, ומחברם של "פרפטום מובילה" (ספריית מעריב) ו"האוניברסיטה הקטנה של המדעים" (גורדון) הוא בעל התוכנית האינטרנטית "עושים היסטוריה" - שזכתה בלמעלה ממיליון הורדות ובקהל מאזינים נלהב. ספריו הקודמים זכו בביקורות נלהבות.

## הנחה בקניית הספר לקוראי המגזין

קוראי המגזין המעוניינים לרכוש את הספר במלואו יכולים לעשות זאת ב-39.90₪ (במקום 98₪ קטלוגי, הנחה רק לקוראי המגזין), לא כולל דמי משלוח. הזמנות דרך החנות של כתר ב: 02-6557837 (בין השעות 10:00 ו-18:00) או במייל:

izik@keter-books.co.il



פרק מתוך הספר "קרוב מוחות" (ההיסטוריה הזדונית של וירוסי המחשב)

[www.DigitalWhisper.co.il](http://www.DigitalWhisper.co.il)