

פרופסור זאב תדמור:

מטרת ההקלטה הזאת היא להתחקות מעט אחר המקורות האקדמיים של תעשיית ההיי-טק הישראלית שפרצה לתודעתנו ולתודעה בעולם בסוף שנות ה-80' ובשנות ה-90' לערך, והיא תופעה מדהימה בכל קנה מידה. ישנן סיבות מדוע התרחשה תופעה זו דווקא באותה תקופה ומהו צירוף האירועים שהביא את ההתפרצות הזאת של ההיי-טק. בין הסיבות והגורמים ניתן לציין בראש ובראשונה את הידע הטכנולוגי בדיסציפלינות הרלוונטיות - אלקטרוניקה, מחשבים, ותקשורת - שהצטברו בצבא ובמערכת הביטחון והגיעו לרמה וליכולת כזאת, עד שהתחילו לעבור דיפוזיה לשוק האזרחי. במקביל, הייתה עלייה רוסית גדולה, שהכפילה את מספר המהנדסים והמדענים בארץ; היו הסכמי אוסלו שפתחו את העולם בפני התעשייה הישראלית, והיתה רוח יזמית גדולה והוקמה תעשיית קרנות הון סיכון. כל אלו התרחשו על רקע תהליך היסטורי ארוך טווח, שלא אפרט כאן, שהביא למיזוג המדע והטכנולוגיה לישות אחת והצית מהפכה מדעית-טכנולוגית אדירת ממדים, שהיא אבי אבות כל ההיי-טק בעולם.

ההצלחה הגדולה של ההיי-טק הישראלי, מיוחסת כאמור בדרך כלל ובצדק רב למערכת הביטחון. מדינת ישראל השקיעה במערכת הביטחון הון עתק במו"פ, עד שהגיע לפרקו, החל לזלוג לשוק האזרחי והחל להביא פירות כלכליים. אבל אין זה הנושא שלנו היום. מה שמעניין אותי הוא להבין את המקורות האקדמיים של ההיי-טק. היכן באקדמיה התחיל הדבר הזה? מה האקדמיה תרמה לנושא הזה? באומרי "אקדמיה" כוונתי למעשה לאוניברסיטאות המחקר.

ההיי-טק מורכב ממספר דיסציפלינות מרכזיות: אלקטרוניקה, תקשורת, מדעי המחשב ואווירונאוטיקה, במידה לא קטנה. האחרון היווה כוח מניע, מתוך צרכים ביטחוניים, לפיתוח מטוסים וטילים.

עד כה ראינתי והקלטתי את יעקב זיו, את משה זכאי ואת ישראל בר דוד, שחוללו מהפכה בטכניון, עת עברו בתחילת שנות ה-60' מרפא"ל לטכניון. השלושה שינו לחלוטין את הפקולטה להנדסת חשמל בטכניון והפכו אותה מהנדסת חשמל קלאסית להנדסת אלקטרוניקה ותקשורת מודרנית. במשך השנים הם הכשירו אלפי בוגרים, בעלי רמה גבוהה מאוד ובעלי יכולת רבה. בוגרים אלה מהווים את כוח האדם העיקרי של תעשייה ההיי-טק הישראלית. תרומתם של השלושה מדהימה, כיוון שמדובר בשלושה אנשים (ביחד עם פרופסור צדראום ז"ל, שקדם להם במעבר מרפא"ל לטכניון), שהצליחו להביאו לשינוי כה דרמטי במישור הלאומי. הפקולטה הזאת מתנהלת עד היום ברמה בינלאומית גבוהה מאד.

השלושה סיפרו את סיפורם במשך שלוש שעות: מה היה ברפא"ל שהביא להתפתחויות האלה, מדוע זה קרה, מה הם עשו. זהו סיפור מרתק, שיופיע באתר מוסד נאמן.

המרכיב הנוסף למקורות האקדמיים של ההיי-טק הישראלי, חשוב לא פחות, הוא מדעי המחשב. גם זו תופעה מדהימה, כי בלי מדעי המחשב אי אפשר היה לעשות מה שנעשה. אני רוצה להבין ממך מה גרם לכך שמדינת ישראל הפכה להיות מעצמה של מדעי מחשב? מה ההיסטוריה של הדבר הזה? איך זה קרה? מאיפה זה צמח ואיך הוא נשמר לאורך השנים? הסתכלתי קצת על מה שקרה במכון ויצמן, בניית המחשב הראשון, הוויזק, אחר כך גולם 1 וגולם 2 ע"י הקבוצה של פרופסור פקריס. (אגב, יש הקלטה עם כל אלה שעסקו בזה ב-IEEE). אבל זה לא כל הסיפור, אולי זה חלק קטן מהסיפור. מה שהייתי רוצה לשמוע ממך, שהיית החלוץ והכוח המניע לכל הנושא הזה, לבסיס הזה, איך הדבר הזה קרה? מה הביא את ישראל להיות מובילה בשטח הזה?

פרופ' מיכאל רבין:

תודה רבה שהזמנת אותי, ואני חושב שיש באמתחתי כמה סיפורי רקע או חומר רקע מעניינים מאוד ורלבנטיים מאוד לעניין הזה. ואני אתחיל בפן האישי שלי עצמי, מפני שבסופו של דבר יש לו גם השלכה על התמונה הכללית. אני הייתי סטודנט באוניברסיטה העברית בתחילת שנות ה-50' והתעניינתי באלגברה. עשיתי עבודת גמר באלגברה בנושא איזוטרי, חוגים קומוטטיביים. באותו זמן קראתי את המאמר של אלן טיורינג על חישוביות, ובמאמר הזה הוא מתאר את המכונה הזאת שהיום נקראת מכונת טיורינג. במקרה או שלא במקרה אנחנו חוגגים בשנה הזו את יובל המאה להולדתו של אלן טיורינג. יהיה אירוע בארץ, באנגליה ובארצות הברית, ובתור זוכה בפרס טיורינג אני מוזמן לכולם. כשקראתי את המאמר הזה הבנתי שהנה מתפתחת טכנולוגיה של מחשבים, אבל יש מקום וגם צורך לביסוס מדעי למה שנקרא היום מדעי המחשב. המרכז העולמי באותו זמן לעניין הזה, התיאורטי יותר, היה פרינסטון. מצד אחד היה שם ג'ון פון-נוימן, שבנה את המחשב שקראו לו ג'וזיאק. הוא אבי הוויזאק, שהוא עצמו בנוי לפי הדגם האינטלקטואלי של מכונת טיורינג. כי זה המחשב הראשון האמיתי מהסוג שנקרא סטורג' פרוגרם קומפיוטר, כלומר יוניברסל קומפיוטר. דיברתי עם אנשים בפרינסטון כשהייתי שם והם אמרו לי שפון-נוימן הושפע ישירות ועמוקות מעבודתו של טיורינג. הם גם היו ביחד, לפחות שנה או שנתיים בפרינסטון באמצע שנות ה-30. ומצד שני היו שם גרדל, גם הוא מאבי החישוביות והאישי שנהיה המורה שלי, אלונזו צ'רץ', אחד משלושת האנשים שייסדו את תורת החישוביות. ואז החלטתי, שאחרי שאני מסיים פה, אני רוצה לנסוע לפרינסטון. בתור סיפור משעשע לרקע העניין הזה, יש לי קרוב רחוק שהוא ביולוג די ידוע פה בארץ, הוא עדיין בחיים. הוא פגש אותי ואמר לי: "מיכאל, שמעתי שאתה רוצה לנסוע לפרינסטון ללמוד שם. מה אתה רוצה

לעשות שם? במה אתה רוצה לעסוק?" ואני אמרתי לו בדיוק מה שאמרתי לפני רגע: "הנה הטכנולוגיה של המחשבים מתפתחת, ויש צורך לביסוס מדעי של העניין הזה, ופרינסטון הוא המקום." אז הוא הסתכל עליי ואמר לי: "בשביל מה מחשבי טורינג? בשביל לעשות חישובים גדולים במספרים? בשביל לעשות אינוונטרים ומשכורות בחברות? אמרתי לו: "אתה יודע, אתה ביולוג, יבוא יום שישתמשו במחשבים כדי לנתח ולתכנן מולקולות ביולוגיות גדולות." ואז לא ידעו על ה-DNA. אני חשבתי על פרוטאינים. "והנה, זה למשל שימוש שיעניין אותך." אז אמר האיש הזה, הסתכל עליי כך בלגלוג ואמר: "זה אף פעם לא יקרה." אני הייתי אז בן 21. על כל פנים נסעתי לפרינסטון ועשיתי שם דוקטורט שמקשר בין בעיות של חישוביות לבעיות באלגברה. הדוקטורט הוא במתמטיקה כי אז לא היו מדעי המחשב. לא היה דבר כזה בכלל. ועוד לא היו שפות, פורטרן עוד לא היה קיים. עוד לא היו שפות תכנות, תכנתו במכון ללימודים מתקדמים, תכנתו בשפת מכונה. אז עשיתי דוקטורט שמקשר בין שני הדברים, ולאחר מכן, כשסיימתי את הדוקטורט בשנת '57, IBM החליטה לייסד את מעבדות המחקר שלה והם רצו לגייס בחורים. זה היה אז בעיקר מוכשרים שיעבדו שם במחקר שקשור למחשבים. אז הם באו וגייסו קודם כל לקיץ, אבל מתוך תקווה שאנחנו נישאר איתם. הם גייסו מישהו בשם בן אסקורס, שלמד אתי, בחור גאוני, ואותי, את עבדך הנאמן. הלכנו למעבדת המחקר של IBM, שהבניין הנוכחי הגדול שלהם, המפואר הזה, עוד לא היה קיים, ואנחנו היינו באופן מאוד הולם במקום שנקרא THE LAMB ESTATE, שלפני כן היה בית משוגעים, ושם היו מעבדות המחקר האלה, הגרעין של מעבדת המחקר. ואנחנו החלטנו לבלות את הקיץ ולחקור את מה שנקרא תורת האוטומטים. האוטומטים האלה ישנם בבסיס המעבדים. בפרוסטורים של המחשב ישנם שני סוגי מעגלים. ישנם מעגלים שהם קוראים להם קומבינאטורים, שלוקחים שתי מילים, כלומר, סדרות של אפסים ואחד, ומצרפים אותם למשל, מחשבים את הסכום שלהם כמספרים. וישנם מעגלים סדרתיים שמקבלים כל הזמן INPUT ועל כל INPUT משנים את המצב הפנימי שלהם ועוברים למצב חדש. ועוד פעם מקבלים INPUT. אלה הם המעגלים הסדרתיים. המודל המתמטי שלהם הוא האוטומטים הסופיים. כתבנו אז מאמר שנהיה לאחד המאמרים המצוטטים ביותר במדעי המחשב, ובמשך לפחות 15 שנים היה הבסיס להרבה מאוד מחקרים שהתנהלו בארצות הברית ובכל העולם. בין השאר הכנסנו שם מושג שהוא מאוד חשוב עד עצם היום הזה, וזה המושג של חישובים נו-דטרמיניסטיים. כלומר, חשבו באותו זמן על המעגלים הסדרתיים, שעל כל קלט נתון יש למעגל זהה מעבר אחד מסוים, מוכתב על ידי המבנה של המעגל הסדרתי, ואנחנו הכנסנו את האפשרות שיכולה להיות התפצלות לא הסתברותית, אלא התפצלות של בחירה ללכת למצב אלף או למצב בית, או למצב גימל. והמושג הזה של חישוב לא דטרמיניסטי ומה שאפשר לעשות על ידי בחירה מסוימת של ההתפצלויות האלה, זה יהיה הפתרון. אנחנו תרמנו את מטבע הלשון NON DETERMINANTIC COMPUTATION. הוא עכשיו

הבסיס לבעיה המפורסמת הזאת של פיבר, האם חישובים נון דטרמיניסטיים פולינוריים שקולים לחישובים דטרמיניסטיים שמתבצעים בזמן פולינוריאלי. עכשיו, לפני שאני עובר לדבר נוסף שמקשר אותנו ישירות למה שקרה אחרי שחזרתי ארצה, אני רוצה להזכיר מה שהיה בקיץ השני. בקיץ השני, בן אסקוט לא רצה להגיע שוב. הוא החליט כנראה שהוא לא מעוניין להמשיך ב-IBM במערכת המחקר, ורק אני נסעתי שוב. ואז כתבתי מאמר שהיה המאמר הראשון, במה שנקרא היום סיבוכיות של חישובים. טיורינג עשה את ההבחנה בין דברים שניתנים לחישוב, נקרא לזה חישוב אוטומטי, על ידי אחת מהמכונות שלו, ודברים שאינם ניתנים לחישוב. דברים שהם בלתי פתירים מבחינה חישובית. ואני גיליתי שם ב-IBM שבתוך הדברים הפתירים מבחינה חישובית, בתוך הדברים שהם מה שקרה TOURING DISIDABLE, עדיין ישנה היררכיה שלמה של סיבוכיות ויש בעיות שהן פתירות. אבל מעבר להן יש בעיות שהן פתירות, אבל הרבה יותר קשות. כלומר, הן עדיין פתירות מבחינה חישובית, אבל כל דרך חישובית או כל תוכנה כדי לפתור אותן, תיקח הרבה יותר זמן מאשר הפתרון. אז הפתרון לבעיה ב' ייקח הרבה יותר זמן מאשר הפתרון לבעיה א'.

עכשיו, וזה עוד משתייך להיסטוריה הכללית של מדעי המחשב. כאשר אני הגעתי למעבדת המחקר של IBM בעקבות חשיבה קודמת, חשבו שמדעי המחשב הם תת מקצוע של תורת האינפורמציה. והמחלקה שהייתי בה נקראה INFORMATION PRIMING DEPARTMENT ורוב האנשים שם היו אנשי תורת האינפורמציה, במובן אפילו תלמידים של שנון. אז היו עוד אנשים שעבדו אתו בליידס, במעבדת המחקר של ETNT.

פרופסור זאב תדמור:

באותו הזמן ל-IBM עוד לא היו מחשבים. הם עסקו בציווד משרדי מסוג אחר. מה הביא אותם עוד בשלב כל כך מוקדם להתעניין בנושא הזה?

פרופ' מיכאל רבין:

למעשה, שוב, זו ההיסטוריה הכללית של החישובים ושל תורת החישובים וטכנולוגיית המחשבים. למעשה, הם כבר בנו את המחשב שקראו לו "שממות וארובה". היה ב-IBM איש בשם הרמן גולדשטיין, שעבד יחד עם פון-נוימן במחקר עבור הצבא האמריקאי במלחמת העולם השנייה. הוא ידע על עבודתו של פון-נוימן בפרינסטון, על המחשב שנקרא ג'וניאק. גולדשטיין הביא את פון-נוימן לייעץ ל-IBM, לבנות משהו שהוא מעבר למכונות האלה של כרטיסים מנוקבים, לבנות מחשב שאף הוא בעצם סטוק פרוגרם. ב-IBM חשבו לבנות כמה מחשבים למרות שעדיין הם לא הבינו אפילו את הפוטנציאל של הטכנולוגיה הזאת, שלא לדבר על כך שלא היה מדע לבסס אותה, למרות שב-IBM אולי התייחסו אז למחשבים קצת כמו האיש הזה שדיבר אתי פה בארץ. הם חשבו שאולי הם יבנו ארבעה או

חמישה ממחשבי הענק האלה - ענק במובן של אז - ושזה יספק את צורכי התעשייה והמדע של כל ארצות הברית. הם חשבו שזה אף פעם לא יהיה משהו מאוד גדול, אפילו בתוך IBM. מצד שני, היו שם דברים מעניינים, בעלי צפי היסטורי מעניין. כשניסו לפתות אותי ואת דרה סקופ לעבוד שם, לקחו אותנו **לקוקיפסים** במקום, שבנו את המחשב 704, ושם היה בן אדם שלימד את המחשב הזה לשחק דמקה ולנצח בדמקה שחקנים טובים מאדם. כלומר, היתה גם מחשבה של מה שאנחנו קוראים לו היום אינטליגנציה מלאכותית. אבל זה נחשב למשחק. על כל פנים, אם נחזור לעניין של הסתכלות על מדעי המחשב בתור חלק מתורת האינפורמציה, זה היה גם בהשפעתו של נורדוי טווינר, שכתב ספר על הנושא הזה, ספר שהתפרסם בכל העולם, ושגם אני קראתי אותו בירושלים. הספר הזה היה על מסלול לחלוטין בלתי נכון מבחינת מה שמהווה את מדעי המחשב. מפני שתורת האינפורמציה, במובן החשוב מאוד של שנותן ושל יעקב זיו עוסק ב-INFORMATION CONTENT של הודעות, שנניח שולחים אותן בתקשורת. אז אם אתה שולח בתקשורת את הסדרה, 1,0,1,0,1,0 לא חשוב אם אתה חוזר על זה מיליון פעמים, תוכן האינפורמציה של זה הוא בסך הכול שני ביטס. זה חוזר לאפס ואולי אתה גם צריך להוסיף איזה מספר שנותן לך את האורך של ההודעה הזאת. אני שולח לך שני מיליון זוגות, 1,0,1,0. הדחיסה דוחסת אותו. מצד שני, וזה כבר שם המגילה, וזה היה היסוד של תורת האינפורמציה שלו: אם אתה לוקח סדרה אקראית של אפסים ואחדים, כי אז תוכן האינפורמציה הוא כאורך הסדרה. מסיבות טכניות לוקחים את זה בתור אלוגריתם של אורך הסדרה ואלה הדברים החשובים מאוד שבהם עסקו זיו, למפל ואחרים. למשל בדחיסה. כלומר, סדרה אקראית - אין שום אפשרות לדחוס אותה. ואפשר להוכיח את זה שאין שום אפשרות לדחוס אותה. כעת, כשאתה עושה חישובים גדולים, כשאתה לוקח נאמר מטריצה גדולה, משוואה ליניארית של אלף משוואות עם אלף נעלמים ואתה פותר אותה, תוכן האינפורמציה של הפתרון הוא אפסי. מפני שברגע שנתת את הנתונים, ניתן לחשב כמו בעניין של 0, 1 וכו'. ניתן לחשב את הפתרון בלי שום ידיעה נוספת. אתה לא זקוק לשום שידור נוסף של מידע כדי לקבוע מהו הפתרון. והוא הדין בכל עיבודי המידע האחרים. ולמעשה, המושג הבסיסי שם הוא הסיבוכיות של החישוב הזה. כמה צעדי חישוב דרושים כדי לבצע את החישוב הזה.

קצת לפני חזרתי ארצה, בתקופה שבה עשינו את המחקר על אוטומטים סופיים ושרה המצאנו בעיקר את המושג של אוטומטים וחישובים נון דטרמיניסטיים, עמד נעם חומסקי מ-MIT על התורה המתמטית של הבלשנות והמציא את המושג CONTEXT FREE LANGUAGES, כלומר, "דקדוק חסר הקשר". על פי התיאוריה של חומסקי, אין זה משנה באיזו שפה מדובר, עברית, ערבית, לטינית או אנגלית. ישנן קטגוריות בסיסיות שבעזרתן בונים משפט, בלי לחקור זאת בשיטות המקובלות איך מטים את הפעלים ואיפה שמים נקודות ופסיקים, בערבית, בעברית ובטורקית, אתה מתחיל בתור נושא ונושא אחר כך הנושא יכול להיות שם עצם, ושם עצם יכול להתפלג לשם פרטי ולשם תואר וכו'.

פרופסור זאב תדמור:

אז זה משהו מולד?

פרופ' מיכאל רבין:

זהו חלק מהתיאוריה שלו לגבי היישום של הדקדוקים האלה לאופן שבו אנו לומדים שפות. חומסקי חשב, כיום מקובל לחשוב שבצדק, שיש לנו במוח מבנה טבעי ללמוד שפות ולהשתמש בשפות על פי יישומים או מימושים של הדקדוקים חסרי ההקשר של חומסקי. באופן מקביל ב-IBM, כאשר אני הייתי שם, פיתחו את השפה של פורטרן, שפה עילית. לשפה העילית הזו היה דקדוק, סינטקס, שעל פיו אתה בונה תוכנות. אולי יתברר שהסינטקס של שפת פורטרן היה מקרה פרטי של השפות חסרות ההקשר של חומסקי, בשינויים קטנים, אבל בסיסית זה היה הדבר. וחומסקי, ב-MIT, המציא אוטומט אחר, שנקרא PUSH DOWN STOROROMATON שבאמצעותו אתה יכול ליצור, כשנתנו לך "דקדוק חסר הקשר" מסוים, עם כללים מסוימים - כמו למשל הדקדוק של שפת פורטרן - אתה יכול ליצור עם האוטומט הזה את הפסוקים של הדקדוק הזה. במקרה אחר, בסדרה כלשהי של סמלים, האוטומט יוכל לזהות האם הסדרה הזאת היא פסוק בדקדוק של השפה המסוימת הזו. היה חיוני מאוד, שהמבנה של האוטומטים הללו שחומסקי בנה יבצעו את החישוב בצורה לא דטרמיניסטית. כלומר, לאוטומט יש סדרה של מהלכים שהוא בוחר ימינה, שמאלה וכו', שעל פיה ועל פי כללי הדקדוק נבנה הפסוק המסוים הזה. כלומר, אם אתה מחליט שאתה בונה פסוק בתור נושא ונשוא, ואז אתה מחליט שאת הנושא אתה רוצה לקלוט בתור שם עצם ושם תואר, כי הנושא למשל, יכול להיות שם עצם בלי שם תואר. נושא יכול להיות ארון, אבל הנושא יכול להיות גם ארון גדול. או אפילו ארון גדול בצבע חום וכו'. אלה הן ההתפלגויות הלא דטרמיניסטיות, שהן חלק מכללי הדקדוק המסוים הזה, של השפה העברית, למשל. חומסקי ידע על העבודות שלנו והוא לקח מאיתנו את הרעיון של חישובים לא דטרמיניסטיים.

פרופסור זאב תדמור:

חומסקי היה בקשר אישי אתך?

פרופ' מיכאל רבין:

כן, אבל לא באותו זמן, הוא היה איתי בקשר אישי הדוק מאוד לאחר מכן. באותו זמן ישב ב-MIT יהושוע בר הילל. אני לא ידעתי אז על עבודתו של חומסקי, אבל יהושוע בר הילל היה אחד האנשים הראשונים שנחשף לרעיונות הלינגוויסטיים של חומסקי. יהושוע הגיע ארצה כשנה שנתיים לפני שאני הגעתי, בשנת '58 כמרצה צעיר באוניברסיטה העברית,

במחלקה למתמטיקה. נפגשנו שם ואז יהושוע בר הילל אמר לי: "אתה יודע, יש קשר בין האוטומטים הסופרים של רבין וסקוט לבין האוטומטים של חומסקי." ואכן, יש קשר, כיוון שאנחנו דיברנו שפות. כלומר, קבוצות של סטרינגס, שקראנו להן שפות רגולריות מוגרות על ידי האוטומטים הסופיים, וחומסקי הגדיר שפות שנקראות שפות הקשר, שהן כלליות יותר. יהושוע בר הילל חשף אותי וקבוצה של סטודנטים, שכללה בין השאר את אלי שמיר, את חיים גייפמן ואת מיכה פרלס, לעבודות של חומסקי. כולם עדיין חיים איתנו, חלקם פעילים מבחינה מדעית עדיין.

פרופסור זאב תדמור:

מה החזיר אותך ארצה?

פרופ' מיכאל רבין:

כשקיבלתי את הדוקטורט שלי, היה לי מינוי בפרינסטון, במחלקה למתמטיקה, מדעי המחשב - דבר שלא היה קיים. במקביל, קיבלתי הצעות גם מברקלי ומהאוניברסיטה של שיקגו, מה-MIT וכמובן מ-IBM, אבל היה ברור לי שאני חוזר ארצה. אלו אותן השנים בלי "הנפולת של נמושות" של יצחק רבין, שהוא אגב לא קרוב שלי, אבל הכרנו היטב זה את זה. לא הייתה בכלל אופציה אחרת, אלא לחזור ארצה. ברגע שמינו אותי כמרצה באוניברסיטה העברית היה ברור לי שאני חוזר. המינוי הזה בזמנו נחשב למשרה יוצאת מן הכלל. פרט נוסף ששייך גם להיסטוריה של מדעי המחשב וגם להיסטוריה האישית שלי, הוא העובדה, שפרט לאברהם רובינסון, שהיה אז בירושלים, עזב לצערינו ונפטר בגיל צעיר יחסית, בגיל 60, לאף אחד לא הייתה שום הבנה לחשיבות של העבודות האלה על האוטומטיים הסופיים ועל חישובים לא דטרמיניסטיים - על מה שנקרא היום תורת הסיבוכיות של חישובים. היו באוניברסיטה העברית מתמטיקאים טובים מאוד, אבל כאמור, פרט לרובינסון לאף אחד לא הייתה הבנה בנושא. קיבלו אותי, העלו אותי בדרגה והפכתי פרופסור בגיל 33. העלו אותי מדרגה לדרגה אך ורק על בסיס העבודות שדיברנו, שלא היה להן שום קשר לתורת החישוביות.

לא הייתה כל הבנה והערכה לתורת הסיבוכיות של חישובים בארץ בכלל ובאוניברסיטה העברית בפרט. אני מתאר לעצמי שגם במשך הימים, במאמר מוסגר, גם כשקיבלתי פרס ישראל וגם כשהתקבלתי כחבר לאקדמיה שלנו פה, לאקדמיה הלאומית, **הרותיימרז** האלה ודאי עיקמו את האף על הדברים המשונים האלה שהאנשים האלה, המדעי המחשב, שהפכו את העולם כמובן, הדברים האלה שאנחנו עושים. אני למשל, קיבלתי את פרס טיורינג, 10 שנים לפני שהתקבלתי כחבר באקדמיה הזאת, זהו פרס ששקול לפרס נובל. את פרס טיורינג קיבלתי על העבודות האלה עוד ב-IBM על אוטומטים סופיים ומורכבות.

ובכן, היה לי הסמינר הקטן הזה, שהיו בו תלמידים בלתי רגילים. יש לי עדיין את הרשימה של עשרת התלמידים שהיו אתי באותו סמינר ועל מה כל אחד מהם הירצה. החבר'ה האלה, בעיקר שמיר, גייפמן ומיכה פלרס, המשיכו לעבוד גם בפני עצמם וגם אתי ועם יהושע בר הילל, ופירסמו מאמרים שנהיו למאמרי יסוד ממש בתורה של CONTEXT FREE LANGUAGES, של שפות חסרות הקשר. הם הוכיחו משפטי יסוד ממש. דוגמה אחת, למשל, ממשפט לא שלי ולכן אני יכול להתפאר בו, הוא על החשיבות של שפות חסרות הקשר עבור שפות תכנות. הייתה שאלה, שאם נתונים לך שני דקדוקים של חומסקי בשביל שפות חסרות הקשר, על אותו אלף בית, כלומר, נניח על האותיות ABC, או למשל על הסמלים הבסיסיים של שפת תכנות, המשתנים, XYZ קטן או שווה, פלוס וכו' - אז אם נתונים לך שני דקדוקים כאלה - האם הם מגדירים את אותה שפה? כלומר, האם הקבוצה של המילים, של הפסוקים של השפה, שתקבל מהדקדוק האחד היא אותה קבוצה? וזו שאלה בעלת חשיבות מעשית גדולה. כי אני בא ומציע איזה בידוק חסר הקשר בשביל פורטרן, ואתה בא ומציע דקדוק חסר הקשר, והשאלה אם אנחנו מגדירים את אותה שפת תכנות. וסיפרו לי אנשים, סיפר לי קנות, אחד מהענקים שעבד במשך שנתיים וניסה למצוא אלגוריתם שעונה על השאלה הזאת, והחבר'ה בירושלים, ואני לא זוכר מי מהם, אני חושב שגייפמן, אבל יכול להיות שאלי שמיר, הוכיחו שהבעיה הזאת היא בלתי פתירה במובן של טיורינג. לא רק שאין שיטה יעילה, אין בכלל במקרה הכללי שיטה חישובית לענות על השאלה הזו. זה ממש היה דבר בסיסי ביותר שיצא מירושלים.

לאט לאט הנושא התפתח בטכניון ובמכון ויצמן. בטכניון היה גינזבורג, שהפך לימים לנשיא הראשון של האוניברסיטה הפתוחה, והוא היה זה שעבד על אוטומטים. הוא עשה עבודות מאוד מאוד טובות. במכון ויצמן היה פקריס, שכמובן היה לו קשר לויציאק. הוא הבין את החשיבות של הדברים האלה.

פרופסור זאב תדמור:

אבל פקריס עשה את זה מתוך צורך לעבודה חישובית רבה מאוד במחקר שלו.

פרופ' מיכאל רבין:

אבל הוא ראה גם את התמונה הכללית. אז זה לא היה גינזבורג, זה היה נתניהו לפי דעתי, כי הזמינו אותי להיות פרופסור אורח בטכניון. זה הדוד של מי שהיה המורה שלי בבית הספר התיכון. הוא השאיר לי בילדותי, כשהייתי בן 15, ספרים ברמה אוניברסיטאית, במתמטיקה. כשאני באתי לאוניברסיטה, נכנסתי מיד לשנה שנייה או שלישית, כי את כל החומר הקודם כבר ידעתי. ואז הייתי בסך הכל בן 18. אז נתניהו כנראה הזמין אותי ואני נתתי שם קורס על תורת האוטומטים לשפות פורמליות. אני לא זוכר מי היו התלמידים שלי שם, אבל אני יודע שחלק מהם הפכו לימים לאנשים מפורסמים מאוד. זה היה בשנות ה-60.

אותו הדבר קרה גם במכון ויצמן, כשפקריס הזמין אותי בשנות ה-60'. נתתי גם כן קורס על תורת האוטומטים ושפות פורמליות. באחד משני המקומות האלה היה לפי דעתי פנואלי, תלמיד שלי, אני לא זוכר. והיו עוד כמה אנשים שהפכו מאוחר יותר מפורסמים מאוד. הטכניון התחיל אז עם מחלקה או חוג למדעי המחשב.

פרופסור זאב תדמור:

בהתחלה, מתמטיקה שימושית ואחר כך זה התפצל לחוג מדעי המחשב.

פרופ' מיכאל רבין:

כן, אבל בטכניון התחילו את זה בשנות ה-60' לפי דעתי. אלי שמיר ואנוכי התחלנו חוג ללימודי מדעי המחשב בשנת 1970 באוניברסיטה העברית. אני חושב שבאותו זמן כבר היו מדעי המחשב גם בארצות הברית, מפני שקיבלתי את אחת המחלקות הראשונות, שהייתה בסטנפורד. היא הוקמה על ידי מתמטיקאי שימושי, והוא הציע לי שם משרה. עדיין לא רציתי לעזוב את הארץ, אבל אם הייתי מחליט אחרת, הייתי אחד משניים או שלושה האנשים הראשונים בסטנפורד בתחום הזה. אנחנו הקמנו את החוג למדעי המחשב באוניברסיטה העברית, ואני הייתי ראש החוג הראשון של החוג הזה, גם כן בתוך המכון למתמטיקה באוניברסיטה העברית. זה היה בשנת 1970. שוב, ללמדך מה היה ה- STATE OF MIND בכלל, אבל באוניברסיטה העברית בפרט.

היו ויכוחים מרים בתוך החוג למדעי המחשב. אני חושב שלפחות מחצית האנשים התנגדו לזה, הם חשבו שזה לא עניין רציני בכלל, לא כתחום נפרד, שבו יקבלו תואר במדעי המחשב ואפילו לא בתור חוג משני - שהרי באוניברסיטה היה לך חוג ראשי, נאמר במתמטיקה, ושני חוגים משניים, בכימיה ובפיסיקה, למשל. באותו זמן, מה שהיום נקרא מדעי המחשב, צריך היה להיות חוג משני.

אחר כך היה דבר אחר, משעשע. לא אזכיר את שמה, אבל בראש ועדת ההוראה בפקולטה למדעי הטבע עמדה גברת אחת מביולוגיה. החוג למטאורולוגיה, שכמעט לא היו לו תלמידים, הציע באותו זמן את המטאורולוגיה, או מדעי האטמוספירה בתור חוג משני. תלמידים רבים בחרו בזה כיוון שזה היה מאוד קל וזה אפשר להם למנות אנשים. ראש החוג למדעי האטמוספירה היה חבר של הגברת, שהייתה ראש ועדת ההוראה של הפקולטה למדעי הטבע. היא נלחמה בציפורניים בישיבת הפקולטה נגד כינון חוג למדעי המחשב כחוג משני, כדי לשמור על זרם התלמידים שהלך למטאורולוגיה. החוג הזה תוקן.

כמעט שלא היו לנו מורים. שכרתי שני אנשים. כלומר, אלי שמיר ואנוכי לימדנו, ואני חושב שגם מיכה פרליס, שכבר היה אז בסגל, וכמובן היה קרוב לדברים האלה. לימדנו שם דברים

כמו אלגוריתמים, אוטומטים, CONTEXT FREE LANGUAGES, דברים יותר תיאורטיים, אבל לא היו לנו אנשים שילמדו את הצד המעשי, כמו תכנות למשל. אז היה מישהו, אני לא אזכיר את שמו, ששקל משהו כמו 150 ק"ג, שהיה דוקטורנט באוקספורד ושעשה שם דוקטורט. במה שאחר כך נקרא מדעי המחשב. הוא לא סיים את הדוקטורט, אבל עמד על סף הסיום. איכשהו התברר לי שהוא זמין ושכרתי אותו. אחר כך היה מישהו שהיה לו דוקטורט, זה היה טיפוס מטורף לגמרי. אחריו היה מישהו שהיה לו כבר דוקטורט, מהאוניברסיטה של פנסילבניה, שגם היה טיפוס היסטרי מאוד. המומחיות שלו הייתה גרפיקה מחשבית. הוא היה איש טוב במקצוע הזה, אבל היה מטורף מכל שאר הבחינות. האדון הזה ששקל 150 ק"ג לפחות היה גאון. למשל, נכנסתי פעם למשרד שלו ומישהו בא לשאול אותו שאלה על פונקציות מסל, משהו מתמטי, לא מחשבים, מאוד מאוד ספציפי. האיש ניגש ללוח ונתן הרצאה מושלמת על פונקציות בסל, מסוג ראשון ושני, והמשוואות הדיפרנציאליות שלהן והפיתוח שלהן לחזקות, משהו מדהים. והדבר האחר שהיה עם המטורף הזה. שהתברר שהוא קלפטומן שנהג ללכת לחנויות ספרים בירושלים ולגנוב שם ספרים. בחנויות כבר ידעו על זה, הם היו שולחים לי את החשבונות ואני הייתי צריך לשלם. במשך שנתיים שלוש הוא משך אותי שאו טוטו הוא מקבל את הדוקטורט, אחר כך אמר שהמחשב שהוא עבד עליו באוקספורד התקלקל ושהוא לא יכול לסיים את הדוקטורט. בקיצור, בסוף פיטרתי אותו. והמטורף האחר, בסופו של דבר גם עזב את האוניברסיטה העברית, אני לא יודע לאן הוא הולך. עם זה התחלנו, אבל יחד עם זה התחיל כבר זרם של תלמידים שלנו, וחלקם וגם של הטכניון ושל מכון ויצמן. הם גם הקימו מאוחר יותר חוג למדעי המחשב והביאו בן אדם יוצא מן הכלל, שחייבים להזכיר את שמו בהיסטוריה של מדעי המחשב, את שמעון אבן, שניהל את החוג בהתחלה. אחר כך, כנראה, הוא לא היה שבע רצון במכון והוא עבר לטכניון. שם בין השאר, כמו שלאיינשטיין היתה שנה קסומה, שבה הוא כתב את ארבעת המאמרים, לשמעון אבן הייתה שנה אחת קסומה, שבה היו לו תלמידים. בין השאר היו לו את אבי ויגדרסון ואת גולדרייך ועוד איזה שני תלמידים ברמה הזו, שהפכו כוכבים בינלאומיים. הוא עצמו כמובן היה איש מאוד רציני. ולנו ביחד, גם מהמכון, גם מהטכניון וגם מהאוניברסיטה העברית, התחלנו להוציא זרם של תלמידים, שחלקם, גם אחרי שהם קיבלו אצלנו מוסמך, הלכו לאמריקה וקיבלו דוקטורט. באותם ימים רבים מהם גם חזרו ארצה. גינזבורג קיבל גם כן דוקטורט, אבל הוא המשיך לעבוד ואחרי שנה אני יצרתי עם בן אסקוט את האוטומטים הסופיים, הלא דטרמיניסטיים, ושנה לאחר כמן יצרתי משהו שקראתי לו אוטומטים הסתברותיים. גינזבורג עבד על אוטומטים הסתברותיים, שהפך גם כן למקצוע חשוב והיה בסיס מדעי לאחד מהדברים שסביבם גם מעלים חלק מהפרסום שלי. מדובר באלגוריתמים הסתברותיים, בהכללה של האוטומטים ההסתברותיים. כלומר, שימוש לחישוב בצעדים אקראיים. זה שונה, זו לא השיטה של פון-נוימן, שאתה עושה סימולציה של תהליך פיסיקלי על ידי צעדים הסתברותיים. למשל, על התפרקות אטומית ולפי זה אתה עוקף, אלא

אתה נעזר בהטלות מטבע כדי לעשות את זה. אחד ההישגים הראשונים היה לקבוע אם מספר גדול מאוד הוא ראשוני או לא. ואתה עושה את זה.

פרופסור זאב תדמור:

כל התלמידים המצוינים האלה שהגיעו אליך, שרובם היו בעצם מתמטיקאים מעולים, בחרו בכיוון מדעי המחשב בגלל החלוציות והחדשנות של השטח?

פרופ' מיכאל רבין:

גם זה וגם זה. היו אנשים מעולים, שהלכו ישר, מפני שהייתה להם משיכה למה שכבר אז היה מדעי המחשב, כמו שהייתה לי כשמדעי המחשב עוד לא היו קיימים. והיו גם מתמטיקאים מצטיינים, שנמשכו לכיוון הזה, ואחרי זה עשו דברים רציניים מאוד. אני חושב שחלק גדול מההצלחה של ישראל בתחום טכנולוגיית המחשבים, הסטארטפים וכך הלאה, יש לזקוף לזכותם. כמובן, קשה מאד לתת לזה משקלים מספריים, אבל אני הייתי אומר שהתרומה של מערכת הביטחון היא אולי 25 אחוז, והתרומה של מכון ויצמן, הטכניון, האוניברסיטה העברית ולאחר מכן גם אוניברסיטת תל אביב, היא בכל זאת 75 אחוז. חלק נוסף של ההצלחה, שחשוב מאוד להזכיר, היא לזכותו של דב פרומן, שהקים את המעבדה של אינטל בחיפה. עשו שם דברים בלתי רגילים בתכנון של מעבדים ושפות תכנות בשביל המעבדים האלה. עד כמה שאני יכול לראות מרחוק, המעבדה אוישה על ידי אנשי הטכניון, בעיקר. אנשים שהיו שם ממערכת הביטחון עשו דברים חשובים, אבל הם היו יותר בצד הפרגמטי. כשזה הגיע לדברים, שמאוחר יותר הפכו לחזית, הייתה להם לדעתי פחות הכנה.

פרופסור זאב תדמור:

דווקא בוגרי הטכניון בהנדסת חשמל, מאז הצטרפותם של יעקוב זיו, משה זכאי, ישראל בר דויד ורבים אחרים אחריהם בסגל הפקולטה, עד היום הזה, הם מקבלים הכשרה מדעית בסיסית ומקיפה, ובזה כוחם.

פרופ' מיכאל רבין:

בלי ספק. אבל המרכיב האקדמי, בדרך כלל האנשים במערכת הביטחון אומרים, אלה הם יוצאי ממר"מ. אנשי ממר"מ הם אנשים מצטיינים, שהגיעו עם תעודת בגרות ושבעצם עסקו בתכנות בעיקר. זה היה בסיס פחות טוב לדברים המתקדמים יותר, ואנחנו רואים את אותו הדבר גם בארצות הברית וגם אצלנו. גיל שווייד היה סטודנט באוניברסיטה העברית כשהוא הלך וייסד את החברה שלו.

פרופסור זאב תדמור:

גיל שווייד הוא יוצא יחידת 8200. אני חושב שהיחידה הזאת, ודומיה מהסוג הזה, תרמו רבות להיי-טק הישראלי, מפני שלוקחים לשם צעירים מאוד מוכשרים, נותנים להם את כל הכלים, מקבלים בעיות חשובות מבחינה לאומית, הם עובדים כמו משוגעים על זה, עם חופש מחשבה מוחלט, בעבודת צוות, וזה הופך להיות בית יוצר "כחול-לבן" ליזמים. בוגרי יחידות אלה, עם סיום שירותם, הקימו חברות סטרט-אפ רבות.

פרופ' מיכאל רבין:

8200 עושים כמובן עבודה חשובה, אבל לדעתי החשיבות העיקרית של היחידה היא בזיהוי הכישרונות האלה. אם אתה מסתכל על אנשים כמו נגה אלון ושורה ארוכה אחרת נוספת של אנשים, 8200 זיהו אותם, גייסו אותם, נטעו בהם את התיאבון ואת היכולת האמיתית.

עכשיו, מה הייתה החשיבות הנוספת של המערכת האקדמית שלנו? שכל האנשים האלה, כולל עבדך הנאמן ושמעון אבן ואנשים שבאו יותר מאוחר, אדי ויגדרסון, בזמן שהוא עוד היה איתו וכך הלאה – לכל האנשים האלה היו קשרים אמיצים מאוד עם ארצות הברית. כשאני מנסה להשוות, אני חושב: כמה חוקרים אנגלים, גרמנים או צרפתים ראיתי בשנות שבתון ב-MIT ובסטנפורד ובברקלי? כמעט כלום. אנחנו, אולי מפני שהרגשנו מעין בידוד... אני עצמי, אפילו לפני שהיה לי המינוי המשותף עם הרווארד, ביילתי לפחות שליש מהזמן כאורח ב-IBM, כאורח ב-MIT, בברקלי, בייל וכו'. כל האנשים האלה שמרו כל הזמן על קשר הדוק, ולכן, בזמן שהחוקרים האירופיים היו אולי מבחינת החומרים שעסקו בהם, 10 שנים אחרי החזית, האנשים שלנו תמיד היו בחזית וגם יצרו את החזית.

פרופסור זאב תדמור:

זאת עובדה מאוד מעניינת, ויש לה הקבלה בהונגריה של שלהי המאה ה-19 ותחילת המאה ה-20. היו אז בבודפשט שני בתי ספר תיכוניים מדעיים, שמהם יצאה סדרה של מדענים מבריקים Theodor von Karman, Leo Szilard, Eugene Wigner, John von Neumann Edward Teller, ואחרים. נוהגים לייחס את הצלחתם לחינוך התיכוני המדעי המעולה שקיבלו. אבל, פעם פגשתי את אדוורד טלר בניו יורק, שהוא בוגר של אחד מבתי הספר הללו, ושאלתי אותו, אם אכן בתי הספר הללו הביאו להצלחת הקבוצה הזאת? אז הוא אמר, לא. שם קיבלנו אמנם בסיס טוב, אבל הצלחת הקבוצה נעוצה באוניברסיטאות הגרמניות, שכולנו למדנו בהן, ושהיו אז בשיא פריחתן. היו שם מדענים מהשורה הראשונה,

והיה חופש מוחלט לסטודנטים לדוקטורט לבחור נושאים שעניינו אותם, ולשוחח עם מי שהם רצו בסגל. המגע עם חזית הידע והחופש הם שדרבנו למצינות.

פרופ' מיכאל רבין:

בדיוק, המקבילה היא ממש מדויקת, מפני שבשנות ה-20 ותחילת שנות ה-30 בפסיקה, האוניברסיטאות הגרמניות יצרו את תורת הקוונטים, וכל מיני אנשים, גם מרוסיה וממקומות אחרים, מפולין וכו', באו לשם. וכמובן, גם פון-נוימן היה שם, לידנר היה שם, טלר היה שם, זינב היה שם, כולם היו שם. ולכן, אתה יודע, המקבילה האחרת, בתי הספר המוצלחים האלה שדיברת עליהם, הם היו מוצלחים, אבל הם היו בעיקר בתי ספר למוצלחים. כלומר, הם זיהו את האנשים שאחר כך הצטיינו כל כך. כמו שאצלנו, בתקופה מאוד ממושכת, זה היה בית ספר ריאלי, הגימנסיה העברית והרצליה.

פרופסור זאב תדמור:

היה עוד מרכיב אחד בבודפשט באותם הימים. רובם היו יהודים. הייתה קהילה יהודית עשירה. פתאום הקהילה היהודית הזאת התחילה להתעניין במדע ובתחרויות במתמטיקה, ותחרויות אלה היו בלב העניין. אז הקהילה מאוד תמכה והתלהבה מהמדע. וזה גם היה זרז רציני כי סביבה תומכת גם משפיעה.

פרופ' מיכאל רבין:

גם ויגנר היה שם. היה לו הרעיון שתורת החבורות תשמש כלי בתורת הקוונטים, בעיקר כדי לחקור את רמות האנרגיה של האלקטרונים באטום. בעיקר, בתורת הספקטרום, כי זה קשור מאוד בסימטריה. אבל הוא לא ידע כמעט שום דבר על תורת החבורות והיה תקוע. אז ויגנר, שהכרתי אותו בפרינסטון, סיפר לי שהוא היה תקוע, ופון-נוימן בא לבקר אותו בחדרו. ויגנר אמר לו: "אני תקוע בעניין הזה של תורת החבורות וזה לא הולך לי. זה קשור למה שנקרא תורת ההצגות." אז פון-נוימן אמר לו: "מה הבעיה?" והסביר לו. הוא הלך לפינה עם הפנים אל הקיר ודיבר אל עצמו במשך 5 או 10 דקות, ככה מילמל. אחר כך הסתובב ואמר לויגנר: "אתה זקוק ל'אנמה של שור'". שור היה מתמטיקאי יהודי מאוד מאוד דגול, שעסק בתורת ההצגות והיה גם פרופסור בברלין. ויגנר שאל: "מה זה ה'אנמה של שור'?" ופון-נוימן השיב: "לך וקרא את המאמרים." וזה פתר לו את הבעיה.

פרופסור זאב תדמור:

יש ספר ששמו "The Martians of Science – Five Physicist who changed the 20th Century" שכתב מדען הונגרי לא מזמן, ששמו Istvan Hargittai על החבורה הזאת. הוא מספר את סיפורם ויש שם הרבה אנקדוטות עליהם.

פרופ' מיכאל רבין:

אם נחזור לעניין הזה, אז יש לי רק עוד סיפור אחד או שני דברים שאני רוצה להזכיר: בסוף, שנות ה-80 ותחילת שנות ה-90 נסעתי לכנס בארצות הברית. על המטוס היו רבים מראשי ההיי-טק, לאו דווקא מאוניברסיטאות. כאלה שהיו תלמידים שלי. כשהם גילו שאני במטוס, כל אחד בא בתורו וסיפר לי מה הוא עושה. אחד היה ראש המעבדה של אינטל, שני ראש מעבדה אחרת וכו'. אחר כך הם אמרו שנמצא על המטוס גם יעקב משהו, שהוא ראש מעבדה. הייתה אז בארץ חברה שאחר כך סגרה את המעבדה הזאת. הם אמרו לי שהיעקב הזה לא יבוא לדבר איתי. שאלתי למה והם סיפרו: "מפני שהוא לקח את הקורס שלך בתורת האלגוריתמים וקיבל 94. לכן הוא קיבל רק טוב מאוד ולא מעולה והוא חושב שזה לא בצדק.

אני הייתי הראשון שקיבל את פרס ישראל במדעי המחשב. יעקב זיו ישב בוועדה ועוד שני אנשים מאוד מאוד טובים. הם הזכירו בישיבה כל מיני תגליות מדעיות של ישראל וגם ציינו שהמקום החשוב של ישראל בהיי-טק הוא במידה רבה הודות לי. דבר נוסף לגבי ישראל באופן כללי, בנוגע להיותה גורם חשוב, עלה בשיחה שקיימתי עם לס מייילנט חוקר אמריקאי שנולד בהונגריה, גדל באנגליה והלך לקיימברידג'. הוא עצמו איש מצוין, שקיבל את פרס טיורינג לאחרונה היינו יחד בהרווארד. שוחחנו על "מדוע הישראלים והאמריקאים כל כך מצטיינים במדעי המחשב לעומת האחרים?" אני אמרתי שאחד הדברים הוא החוצפה הישראלית ושלנו היו שלושה פרופסורים: אמיר פנואלי, עדי שמיר ואנוכי וגם זה שישראל שמרה על קשר כל כך הדוק עם מדענים מרחבי העולם. אני הייתי במגע עם מדענים יפנים, מדענים סינים. האחרים, לעומתנו, בכל מקום שיש להם איזן דמות אוטוריטרי, איזה פרופסור, הם לא יעזו באמת ללכת לנסות לפרוץ ולעשות משהו שהפרופסור שלהם לא עסק בו ושהוא לא נותן להם את החותם של הכשרות. האמריקאים והישראלים, ואחר כך כמובן איש ההיי-טק הישראלי - מה שהיה מקודם לא מעניין אותו. הוא למד מה שהוא למד, יש לו הידע ועכשיו הוא רואה משהו חדש ולא אכפת לו אפילו ללכת נגד איזו שהיא דעה מקובלת או טכנולוגיה מקובלת וללכת ולהגיד, אנחנו נעשה משהו שונה לגמרי.

פרופסור זאב תדמור:

אבל זה היה כאשר הטכניון והאוניברסיטה העברית בעצם עברו למבנה האוניברסיטה האמריקאי, שבו כל חבר סגל יכול להתקדם לדרגת פרופסור מן המניין, ואין בעל קתדרה אוטוריטרי ששולט בצעירים. שוב המפתח זה חופש פעולה וחופש אקדמי.

פרופ' מיכאל רבין:

גם. אבל בנוסף זה גם האופי הישראלי הכללי. הצבר הישראלי עם החוצפה שלו. זה נכון, אתה צודק שזה גם מאוד מאוד תלוי במבנה האקדמי. בהיררכיה שהיא פחות נוקשה, אבל זו החוצפה הכללית גם. זה שעשו בצבא ובכל מיני תחומים אחרים - אנשים אמרו, אנחנו מדינה חדשה. בעוד שבסין יש להם המסורת שחוזרת לקיסרים הסיניים, לא חשוב שהם קומוניסטים, היום כי זה אותו מבנה היררכי. וביפן ובאנגליה ובגרמניה.

פרופסור זאב תדמור:

זה אולי גם יונק מתוך התעוזה של התנועה הציונית להקים מדינה נגד כל הסיכויים. זה הרי טבוע בנו.

פרופ' מיכאל רבין:

התעוזה, בעיקר הבן גוריונית, זה בדיוק זה. והאנשים שהקימו את הצבא, אנשים כמו ידין ויגאל אלון. מכלום עשו בעצמם.

פרופסור זאב תדמור:

אלה נקודות מאוד חשובות. אבל כפי שצינת קודם, גם שיתוף הפעולה המדעי ההדוק והממושך עם ארצות הברית, שהיא בחזית ברוב המדעים, תרם רבות לקידום השטח מבחינה מערכתית. בנוסף, ואולי בראש, יש את המדענים הבודדים הבולטים, שלהם תפקיד מרכזי בתהליך הזה. לבסוף, נראה לי שהחדשנותיות של מדעי המחשב משכה כישרונות, והעובדה שניתן היה לעסוק בו ללא משאבי מחקר, שלא היו אז, הקלה על התהליך.

פרופ' מיכאל רבין:

ראה דן צוקרברג. ושוב, אם לדבר על מרכיב החוצפה הזאת, צוקרברג וגרין ובייטס, שעשו מה שעשו ויצרו את גוגל וביל גייטס שהיה סטודנט בהרווארד והתחיל לתכנת וכו' וכו'.

אתן לך דוגמה להבדל בין להיות בחזית ולא להיות בחזית. וההבדל בין ארצות הברית לישראל מצד אחד לבין אירופה מצד שני. לפני 6 או 7 שנים, איכשהו החליטו שזה 50 שנה לתורת האוטומטים וקיימו מין סימפוזיון כזה בקנדה. הזמינו את כל האנשים שהיו מהטובים, הראשונים, וכמובן, אני הייתי אחד מהמרצים. התחלתי את הרצאתי מתורת האוטומטים ועברתי לאוטומטים הסתברותיים ולא לגוריתמים הסתברותיים וכו' וכו', כל הדברים עד עצם היום הזה. אבל באו אנשים מאנגליה, גרמניה וצרפת, שדיברו על אותן

בעיות שסקוט ואני דיברנו עליהן בשנות ה-50' ונשארו שם דברים פתוחים. אז הייתה לו עוד תרומה אחת או שתי תרומות, או אולי הוא הצליח לפתור עוד משהו שם. בשיא הרצינות. בשעה שאני החלפתי את תחום ההתעניינות ארבע או חמש פעמים.

פרופסור זאב תדמור:

מבחינתי לקח חשוב של סיפור מקורות ההיי-טק האקדמיים, הוא ההכרה שמספר מדענים בודדים מסוגלים לשנות מדינה, ובאותו זמן לתרום תרומה מדעית לעולם כולו. בהסתכלות אחורה, אתה ודאי יכול לשאוב סיפוק רב והנאה מרובה מהמסע המדעי שלך ומהשפעתו על מדינת ישראל והמדע עצמו. בשבילי הייתה זאת זכות גדולה לראיין אותך.

אז תודה רבה לך מיכאל.