



בכל שניים גם אין הן פחותות – חישיבות מכל שפה מצויה.

החקירה של לשונות העולם, העתיקות והחדשות, היווקרטיות והנדחות, הנפוצות והণידות, שלמוניות אשר צפונותיהם ראיות לתשותמאות-לב מלאה – חקירה כזאת היא מבחן מתמיד נחוץ לכל הכללה. היא גם מעין ביטוח מפני ניון דמיון המדעי של החוקרים, אשר בו הוא מסתכן אם יהיה נתון במאץ רוזקציניסטי חד-צדדי. חקירה כזאת מבוטחת מפני טעות גמורה שבסיטה כולה ומפני השעומים, והיא לא תגיעה למבוי סתום. השפות השמיות מלאות בעניינים רבים; אנחנו יכולים להבין מותן את האפי הקואלייציוני של צורות הפעול, התואר ובנויות אחרות או לעמוד על מובנו האמתי של הקשר החבורי או מושג היחסה במלוא גמותו, אבל חשוב מכל: שפותינו אלה, ובכלן הנידחות שבחן, מאפשרות לנו הבנה עמוקה ומקיפה, כי אנו מכירים את לשונות המשפחה כולה על-פי עדויות נאמנות ועם עומק קרונולוגי, בבר, יודעים על הקריםם, על השכנים ועל החברים, ולמדנו להקשיב להן אף לטעד שיחות חולין שבחן. בשbillנו אפוא גם השפות הללו אין ידשות.

לו שיתקבר", כדייבור מודומה: "הם נמלטו באמרים ירגלי הושעינו!!" במקום "הם נמלטו על נפשם", או "הכسف אומר לי לא אצטבר!!" כדי לבטא "איןני מצליח לחסוך" [השי "הדבר אומר קְרַשְׁנִי"], עם בסיסים מיוחדים: כך למשל (בגרמנית) אמר *däss* = "שמעה", אמר *käff'* = "היה גבורה", אמר *zammaz* = "שתק" וכד'.

ההמ אמר ה'גניל' הו הא הרצאת הבכורה של פרופ' גולדנברג חבר האקדמיה באספה הכללית הפתוחה נקבעת תשצ'ז

יובל נאמנו

חדשן מחקר האסטרונומי בארץ-ישראל

עשרים וחמש שנה למצפה הכוכבים ע"ש פלורנס וג'ורג' וייז ליד מצפה רמון

בראשית המאה התשעשרה שתרם רבות לחישוב מסלולים ואינטלי. עתה נזדמנה לנו הזכות לחדש את המסורת הזאת.

בנובמבר 1971 נחן מצפה הכוכבים ע"ש ויז' ליד העיירה מצפה רמון שבחר הנגב. בטקס נכחו יאסטרונום המלכותי (התואר עדיין בריטניה, עם בעשור האחרון נושא מתמנה מדי חמיש שנים), והמתמנים באים מכל תחומי האסטרונומיה והאסטרופיזיקה) סיר ריצ'רד וויל (Sir Richard Woolley), שהיה נאם מנהל מצפה גורניין; פרד ויפל (Fred Whipple), מנהל מצפה החאסטרופיזי של מוסד הסמיתוניאן (מערכת מצפים הorzוסה על פניו כמה יבשות, שהחלה באנגליה אוניברסיטת הארווארד); ג'ון בקל (John Bahcall) מן המכון ללימודים מתקדמים בפרינסטון ומיל שילמים ביצע, יחד עם רעייתו היישראליות נתע, את התגלית החשובה הראשונה במצפה ע"ש ויז' ; ג'ף ברביג מאוניברסיטת קליפורניה בל荷 הוהי (סן דייגו) ואוזוון סלפטר (Edwin Salpeter) מאוניברסיטת קורנוול (שניהם מחובבי האסטרופיזיקאים ביותר); ג'ון טול (John Toll), פיזיקאי ונגיד אוניברסיטת חילוניאים; מרילנד, ורבים אחרים מבכירים האסטרונומיה בעולם.

החותוכן המלכוטי רשם בספר האורחים של המצפה שנחנך בגבג:
 יכאן צרייך היה להציג את הטלסקופ על שם איזייך ניוטון" (הלווא
 הוא גודל הטלסקופים הבריטיים שבשעתו היה מוצב בגריניץ' זוכה
 במומוצע לתשעה לילות ללא ענינים בשנה... בינייטים בחזרה להציגו
 באים הנקיריים). לבבוד הקמת המצפה נערכה סדרת הרצאות
 מדועתיות שסבירמו את הנושאים "הגודלים" של התקופה - קוואזרים,
 פולטראים, גרעיני גלקסיות פעילים, וכיו"ב. האירוע השתלב בטקסי

בימי המשנה בארץ-ישראל היה עיסוק חשוב של יהודים באסטרונומיה, שהתמקד בעיקר בשאלות הלווי והעיבור. יתרה מזו, כמו באנגליה, במערב צרפת ובדנמרק, גם בגולן ובבשן יש ממצאים פרה-היסטוריה מראטיבים מראשית האלף השני לפנה"ס, הולא הם מעגלי אבני גודלו שפותחו ממכוונים אל השימוש בעת האקווניטקס. כך גם נוצרו האגדות על עוג מלך הבשן, על הרפאים, על החזירים ועל האמילים על רקע החתפלוות שעוררו גלי האבנים הגדולים בתקופת השופטים והמלך[[11]].

גם בימי היבנינים תרמו היבנינים רבים לאסטרונומיה. בלטו במיוחד ר' אברהם בר-חיה, הברגוני (مبرצלונה) ותלמידו ר' אברהם אברעורה. בידי אלפונסו העשורי, מלך קסטיליה וליאון, עמדו ר' יצחק אברסעדיך ור' יהודה בן-משה הכהן בראש קבוצת תוכנים נוצרים יהודים שחישבו את טבלאות אלפונסו שהחליפו את חישוביו של תלמי איש אלכסנדריה, חי כ-1300 שנה קודם לכן. גודל האסטרונומים בימי היבנינים היה, לדעתו, ר' לוי בן גרשום (רב'ג). הוא המציא את הסקסטנט (*טמות יעקב*), שכלל את יתא החושך' (*camera obscura*), חלוא הוא 'אם המצלמה', ואף הפריך במידותתו את מנתן היפוייקלים שתלמי נזקק לה כדי להתחאים את תנועת כוכבי הלכת כפי שנערכה על מודל מערכת המשם המציב את הארץ במרכזה וסבירה נעים השמש וכוכבי תבלת הארכאים.

למעשה הרלביג סלל את הדרך לקופרניקוס. אסטרונום חשוב אחר היה ב'ברם אב' זוכתא

האיגוד אסטרטגי הבינלאומי הנציח את התוכנים מימי-הbinning
(אברהזרא, הרלביג וזכות) וקרו מאכתשים גדולים על חירה על
שם,צד יעקובי (מתמטיקאי ופיזיקאי עיוני יהודי ברגמן)



למצוא חסר במקור האנרגיה האדריר של הקוואזרים, ומצאתו את עצמי לוקח חלק במאיצים אלו. בדצמבר אותה שנה התקיים בдаллас שבtekst הסכם הבינלאומי הראשון באסטרופיזיקה רלטיביסטיית, שהיה תורה אסטרופיזיקלית המבאה בחשבונו אפקטים של תורת היחסות הכללית, כולל שדות כבידה חזקים. הוועידה החזת פתחה את סדרת הכנסים הבינלאומיים הנערכים עד היום. (בשנת 1996 חתקים בשיקגו המפגש ה-18). מאז 1963 הני חבר פעיל בגוף המאגרן הבינלאומי, ובשנת 1983 אף קיימנו את הוועידה בירושלים.

הוועידה הפותחת בDALAS נערכה בסימן הקוואזרים [4], וסיעעה לי בהבנת הרקע התכופתי והעוני. כעבור שנה הצבעתי על אפשרות קיומים של יוחרים בניינים - חור שחור במתחף - ככלומר חומר הופיע מנקודות ריכוך צפופה מאוד והוא כלל חדש (בזומה לתורה השם הפוך הגדל). ראייתי לצד עיניי קוסטומלוגיה שמתארחים בה הרבה מפעמים גדולים בעותות שונות, וחשבתי שהקואזרים הם גלעניים המתופיצים במאוחר (מודל דומה הציע האסטרונום הרומי אגנוס נוביקוב). במרוצת השנים התברר שכינראה אין זה החסרן לקוואזרים, ואולם הרעיון העיוני התקבל ומשמש מגנון למודל הקוסטומולוגי המקובל מאז שנת 1982, הלאו הוא מודל 'היקום האינפלציוני הנכחי' [5]. בסיסו המודול עמד הרעיון שהיקום הנכחי הנוכחי גובל כלו ממץ אחד, אך הוא ממץ אחד מני רבים בקנה מידה גדול בהרבה, בקיים אינטנסיבי השורי מוחץ לתהום הנכפה. יש כמה דרכי לדוק את המודל, בעיקר על ידי פרופיל גלי הכבידה שנוצר בospace ישלי (וניסויים יתקיימו בעשור הקרוב בעזרת 'אנטנות' בחלל בארץ' של כמה שנים-או').

בעת שהותו בחו"ל הרהרתי בהבאת המחקר האסטרונומי ארצת. קיבלתי על עצמי להקים את החוג לפיזיקה באוניברסיטה תל-אביב, וחחלתי להקיםו כחוג לפיזיקה ואסטרונומיה, שהפך לימים לבי-חכר לפיזיקה. בארץ שרו אחדות ותעניתנות באסטרונומיה דוקא מוחוץ למסגרות האקדמיים. במשך שנים היה באז אגד צפיטנים חברים, שאף ייסד את האגודה האסטרונומית הישראלית. בהנהגתו הדינמית של ד"ר זי'ץ'ק זיל הסתנפה האגודה הזאת לאיגוד העולמי לאסטרונומיה (International Astronomical Union), איגוד מקצועני שעיקר עיסוקו במחקר ובפיתוח בתחום זה. אני מכיר מידינה אחרת שבוחבים הצלטרפו לאיגוד העולמי לפני אנשי המקצוע. אני עצמאי (יחד עם בני) הפktוי הנאה רבה מטלסקופ 3 אינץ' שהבאתי מאנגליה בשבי הארץ בשנת 1961, אך אל האגודה האסטרונומית התודעת רק כעבור כמה שנים.

בשנותו המחקר בפיזיקה גרעינית בארץ היה מעולח, אך לא היה מלאה ביישומים אסטרופיזיים; ביוכיאמים וביפויקאים עסקו בראשית החיים, דהיינו בתהליכי אבולוציוניים בתרכובות אורגניות, אך בלי עיסוק מקביל בחומר הבין-כוכבי או בתאטמוספריות חלופניות - האתרים שאוותן תרכובות המוליכות לחים יכולו לנבוע מהם. הדוגמאות האלה מבליטות את העובדה שהיעדר מחקר באסטרונומיה פגט בשלמותה התמונה המדעית, וכך גרע מן התהומות הקרובים. עוזדתי אפוא חוקרים ישראלים לחדר לישומים אסטרונומיים, למשל את גיורא שביב (כיום פרופסור בטכניון) צירפתי ל专家组 פאולר, ואחריו גם את בן-צ'ון קולובסקי (כיום פרופסור באוניברסיטת תל-אביב). מנו הראוי לציין שהיום אין בארץ מחלהה לפיזיקה במוסד אקדמי שאיננה כוללת חוקרים באסטרופיזיקה העיונית. פעילות זו החלה כבר במחצית שנות השישים באוניברסיטה העברית (רכבי, ברקן ואחרים), בטכניון (פינצי) ובאוניברסיטת תל-אביב (יבין, שביב, קולובסקי, תאובר, יהל, ואחרים); וכן נוצר לאחר מכן גם במכון וייצמן (ミילגרום, אבני ועוד); בשנות השבעים באוניברסיטת בגין-גוריון (בקנטשיין).

כניסטי לתפקיד הנשיא של אוניברסיטת תל-אביב, לאחר פרישתו של נשיאו הראשון ד"ר גיורא וייז.

ראשיתו של ספר זה בספר נחדר שחתגנגל בבית הורי בintel התעניינות חולפת של אבי במדעים. היה זה ספרו של האסטרונום היושע, האב ואופיל חלקים: 'מנין אנו באים?', 'היכן אנו מצויים?', 'מי אנו?' ו'אנה אנו חולכים?'. הספר, שנכתב בראשית המאה, עסק במדעי הטבע השונים כגון אסטרונומיה, גיאולוגיה, בiology, והיה מעורר באורים מתאים: כוכבי הלכת, כפי שנצפו במכשורי חמהת התשע-עשרה; 'ערפיליות'; טרם נודע אז שאלה גלקסיות חיuzzיות לשיביל החלב'. בחיוות בן נתתיים הרביתי להתבונן בספר על כל איוין, ואגב כך גם קראני אותו... וזה אחד הספרים הראשונים שקרהתי כאשר למדתי קרוא וכותב.

שנתיים חlapו, ואף שלבי חלק אחריה המדע, וביחוד אחרי האסטרונומיה והקוסטומלוגיה, לממדיהם הנדסת מכונות וחשמל בטכניון. בימי מלחמת העולם השנייה ומלחמת הקוממיות, מכורה הנסיבות נעשו/as איש צבא. את תורת היחסות הכללית של איינשטיין על חשלכותיו הקוסטומולוגיות למדתי בכוחות עצמי בעת השירות בהונגרי ובצ'כיה, ב-1958, נבייל 33, כאשר פניתי ללימודי פיזיקה, קיויתי לעסוק בנושאים אלו - אלא שלא רקם הtagלו הדברים [3,2]. מצאתי את עצמי חוקר ומחדש דואק בחזיות שעסקה במרכבי החומר הקטנים והולכים - מון המולקולה אל האטום ואל גרעינו וממנו אל חלקיקו ואל קוּרט (Quark), שהוא חלקיק ורבד חדש במבנה החומר שאני עצמי חשבתי. בשנות 1963, אגב חקר החלקיקים הגנטי אל המכון הטכנולוגי של קליפורניה (CALTEC) קלט'יק. הייתה שם גם מחלה מצוינת לאסטרונומיה, שאף הפעיל את מצעי הcocktails, שהיו בהם הגדלים שבטלסקופים באותו התקופה - האחד בחר וילסון (100 Einz), והאחר בחר פאלומר (200 Einz). עד מהרה שילבתי את פעילותם בפיזיקה של החלקיק וקוּרט בזו של הקוסטומוס ומרקביו. שניים מן התוכנים שם - מרטון שמידט (Maarten Schmidt) וגסי (יש) גריינשטיין (Jesse Greenstein) ממש באוטם ימים את הקואזרים (Quasar). היה שם גם אלן סנדג' (Allan Sandage), שאולי אפשר לראותו כדמות המוביל בתכיפות הקוסטומולוגיות ובחקור החלל המהופשט. בלחש בני בן העשן ארוגני ביקר בשביבו ובשבילו במצפה שבחור פלומר, ואלו סנדג' האסטרונום, חציג את מערכת המכשירים שם.

באותה תקופה (עד היום) במחלה לפיזיקה גרעינית שבנויהו של ויליאם פאולר (William Fowler) ובחשראתו של פרד הויל (Fred Hoyle) היו משלבים חקר הגרעין, מכאנון, וחקר הנוקלאיסיטונזה, דהיינו חקר הדרך שנוצרים בה האלמנטים הכימיים (נון המין) בכוכבים, מכאן. בשנת 1948 נמונה הוויל עם מציעו משנת 'המצב העממי' בקוסטומלוגיה, השיטה הגורסת כי היקום נוצר לא על ידי חומף הגדולי אלא על ידי יצירה מתמדת של חומר חדש ברוחות הבינגלקטיים. התורה הופרכה אשר בשנות 1965-1970 ייל פנזייס ווילסון (Penzias, Wilson) את 'קרינת רקע' ששרה מונט פאולר (Penzias, Wilson) את 'קרינת רקע' (לימים מנהלת מצפה גריינץ) והתוכנת החשובה, מרגוט ברביגי (לימים מנהלת מצפה גריינץ) והתוכנת רינשטיין פורסמו באותה עת מאמר משותף שסייעם את כל תהליכי המסעופים של הנוקלאיסיטונזה. יש לציין כי בשנת 1983 זכתה קרן נובל את פאלר ואת צ'נדrasekar (Chandrasekar) בפרס נובל בפיזיקה על מחקרים אלו, מבלתי חמיה בחשון את חלקו של הוויל, שהיה גם הוגם חריעין וגם תרם תרומה עיקרית להוכחתו בניסוי מעבדה. בשנת 1963 ניסו הוויל ופאולר



שתרכז חוקרים קרובים לתחום. המהלים העיקריים שננקטו בשנים 1971-1982 נידונו בועדה לאסטרונומיה של האקדמיה.

באותה תקופה שלחתי כמה ציירים שהשלימו את לימודייהם בפייזיקה להשתלם וללמוד לתארים גבוחים באסטרונומיה בклט'יק ובגריניצ' (למשל חגי נצר, שהוא היום פרופסור באוניברסיטת תל-אביב). והוא גם כמה ציירים ישראליים ייחשוניים, שעוד לפנוי 1965 רפאל שטייניץ (כיום יצאו ביוזמתם שלחם למד בחולנד, חוץ ארץ), פרופסור באוניברסיטת בגין-גורוון (בנגב) למד בולסוק, ואליה ליבוביץ' והצטרף לסלג המכלה באוניברסיטת תל-אביב. אליה ליבוביץ' (כיום מנהל מצפה ויז' ופרופסור באוניברסיטת תל-אביב) למד בהרווארד, בהדרcht ליאו גולדברג, אסטרונום יהודי חשוב ששימש בראש המחלקה בהרווארד שנים רבות.

שטייניץ סייר שהולנדים בונים טלסקופ גדול ומתחשים אחר מתאים בשביבו, שהראות בו טובות יותר מות השנה (בחולנד יש כתריסר לילות בחורפים לשנה). באתי במנג' עם התוכנים ההולנדים והצעתי להם לחקים במשותף מצפה עצמוני. ההולנדים הסתכלו במפות, וכעבור זמן מה הודיעני שאנו לנו הרים גבוחים דיים לצורך זה. nisieti לدوا בדרכים גם עם הבריטים בעניין הקמת מצפה בישראל, נדמה היה שבעזרתו של הולנד ויקטור רוטשילד זיל היה סיכוי כלשהו למימוש התוכנית, עד שהסתבר שהם מבקרים בארץים באוקיינוס (האיים הקרנריים, איי האוואי, מכיוון שהאטמוספרה מעלהים וגועה והראות פחות מופרעת על ידי טורבולנציה. בלית ברירה נעזרנו במצפה גרייניצ', אם בהדרcht נתנו לתלמידינו ואם ביעוץ ובסיוע שקיבלו מברנרד פיגל (Pagel), אסטרונום יהודי מבכירי המצפה.

בשנת 1968 התחלתי בחכונות להקמת מצפה ואת המדידות באטרים השונים שעדנו לרשותנו ביצעו רפאל שטייניץ ורודה בר. מלחמות ששת הימים הושיפה לנו הרים גבוחים בחרמון (1900 מטר) ובסיוני (2400 מטר) [6]. השיקול הזה היה אף אחד מארבעת הנורומים שהביאו לחוז על משה דיין ביום האחרון של המלחמה לחירות על תפיסת כתף החרמון. מדענו את הר שני - עדיין אפשר לראות על ראשו את המבנה ששימש את אבות (Abba) מהרווארד במדידת קבוע השימוש בשנת 1900 - את החרמון, את הר מנון שבנגב (כ- 1000 מטר), את גירמק ולצורך חקר השמאנך את אשקלון ואת תל-אביב. התברר כי החנותנים הטוביים ביותר היו לח'ר שני, אך הלוגיסטיקה הייתה מסובכת וקרה בגל הרוחק. החלתו של עוז איננו קבוצה גדולה ומונחת, אין הצדקה לחזאה הדזילה. לאחר החרמון נדחה מלחמת ריבוי הענינים. נראה אפוא שהר רמון שברנו בגב הגיה המתאימים ביותר לצרכיינו בשלב הראשון.

בשנת 1969 בעת שיחה עם י' גינשטיין, ראש המחלקה לאסטרונומיה בклט'יק, נודע לי שהמחלקה עומדת לחץ מין טלסקופ רפלקטורי בקוטר 40 אינץ' (1 מ') מטיפוס 'רייצ'י-ברטליין' (Ritchie Chretien) לחר פאלומר, ככל משלים לטלסקופ הגדל (200 אינץ' - 5 מ'). מטבח הדברים טלסקופ הגדל צוית ראייה צרה ביותר, ובכך החדשה הכוונה הייתה לחסוך מכשור בעל תוכנה משלימה, ככלומר מצלהה במפתח רחב; מכשור כזה מתאים לעיריכת סקרים וחיפויים, למשל. טלסקופ החדש שני מוקדים, עם אפשרות לחסוך מוקד בזווית (coude). התכנון היה של בון (Bowen), איש מנוסה מאד. "מה מחיר?" שאלתי. "330,000 דולר", ענה גינשטיין. "ואם יומנו שניים?" שאלתי, "יודאי נחסך עשרה אחוזים", ענה גינשטיין. ברור היה לי שהפעם מצאת את הכלים המתאימים - צנוע למדי ובכל זאת עצמותו מספקה לעיריכת תכפיות חשובות.

פעילות עיונית בתחום מתנהלת היום אף באוניברסיטה הפתוחה ובכמה מכללות עלי-תיכוניות.

אין קושי מיוחד בבנייה קבוצת מחקר עיוני, אך לא כן הוא באשר לתכפיות. בחים האקדמיים קבוצת מחקר נבנית בדרך כלל סביר וoker בכיר ומונוסה. בשעתו, לא היה לנו חוקר כזה בתחום האסטרופיזיקה, והסיכויים ליבא אותו היו קלים, שכן, מצד אחד, אין אסטרונום מנוסה יבוא למקום שאין בו טלסקופ ראוי לשימושו; ומצד שני, לא איש בכיר המתוחה יכולן מוגדר מה טעם לרכוש (או לבנות) טלסקופ, כאשר הסיכויים שהטלסקופ הזה אמן יהלו את צורכי המחקר המיוחדים של החוקר הבכיר, לכשיימצא, קלים למדים!

חיפשתי אפוא דרכים לפיתוח הדרמטי של התהום, ידונם מה דונם שם, ואחת מהן מצאתה בפרויקט בתחום האסטרונומיה של המש. החתורשיות בשדות המגנטים שבאטמוספירה המשמש מהירות יחסית, ובכל בוקר נראה מבנים שלא ניתן לקבוע כיצד נוצרו מן התכירות של היום הקודם. יתר על כן, חקר השימוש יש לו חשיבות גם לפעולות בחול ולחקיר 'רוח המשמי' וחגורות הקרים הרولد זירין את כדור הארץ. בשיתוף פעולה עם התוכן ההפוך הרולד זירין (Harold Zirin), אף הוא איש קלט'יק ומהן מצפה הבלתי הנדר (Great Bear Lake) (בקליפורניה, הגינו אפוא את רעיון 'כיסוי השימוש ללא הפסקה', ובראשית יוני 1967 בא זירין ארכץ, והתקין טלסקופ מעקב על גן בנין קפלון באוניברסיטת תל-אביב. ביום הראשון להתקינה עוד סובבו אותו כמה מתלמידינו שייעודיו אותו לעבודה במכון החקיר השימוש, אלא שירין המופתע ראה את הקבוצה מצטמקת והולכת מיום ליום, עד שב-6 ביוני, יום פרוץ מלחמת ששת הימים, הסתבר לו שכולם נקראו לשרת במילאים...

אכן, המעקב אחר השימוש (הנמשך עד היום)קידם את הבנת החתורשיות באטמוספירה, אך לכתנית שלנו לא היה המשך מעניין בישראל מסוימות שאמונה בהמשך.

עודדתי את החוקרים בפייזיקה ניסויים שגייסו למחלקה החדשה באוניברסיטה תל-אביב להרחב את תחום פעילותם גם לנושאים אסטרופיזיים. פרופ' דודר שדה זיל, שעסק עד אז (במרכו למחקר גרעיני בנחל שורק) בקרינת גמה במעבדה, חטיב מעטה מכשור כזה על בלוניים או לוויינים של נאס"א ואחרים. לימים הרחיב את פעילותו ועסק גם באיתור גלי כבידה, אלא שהמכשור שהיינו בקרים המצוית בחלל (מחורים, מסופרנובות או מן המפע הגדל), והמצאים שאיתר בשנת 1972 היו, כפי הנראה, תוצאות של פים כדור הארץ. אורי פלדמן, שעסק בארכזות-הברית בחקר נחומי קריניות גמה ורנטגן בחולל, חזר עיידוזי ארץ ופיתח פעילות ישראלית בתחום זה. יzion שהאגודה העולמי לאסטרונומיה הקים אז סטיביה לאסטרונומיה בארגזות גבוחות. אפשר לשיעיך לטהום זהה את חקר הקרים הeosmotites, שעסקו בו בישראל בטכניון ובמכון וייצמן בשנות החמשים, ואת אוניברסומיט הונטירני, שפרופ' ישראל דוסטרובסקי ממון וייצמן, בבחינות כימי גרעיני, תרם לה את מונה הגלויים-גרומניים שפיתח בשנות השמונים במעבדה שבמנזר Gran Sasso שבאיטליה.

בשנת 1968, כאשר במחלקה לפיזיקה באוניברסיטה תל-אביב כבר הייתה פעילות עיונית ניכרת והחלתה בה גם פעילות אסטרונומית (חקר השימוש וקריניות באנרגיות גבוהות), הפקה המחלקה רשמית למחלקה לפיזיקה ואסטרונומיה. האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים וויר החטיבה למדעי הטבע דז', פרופ' א"ד ברמן זיל, קיבל את הצעתי לכון ועדעה לפיתוח האסטרונומיה בישראל



ספקטראוסקופיות מון העשור הקודם שערך במעבדה, באדי מים מיוניינס ובטפרטוורה נוכחת, גරרד הרצברג מקנדיה (זוכה על עבודתו זו בפרס נובל). והינגר-ויקוף טלפנו ממצפה רמון להרצברג באוטואוה ומסרו לו על ממציאותם, וכן על שני הקווים שלא הופיעו ברישנותו. חלה חזרה למעבדה ומדדשוב, והפעם אימתה את הממצא היישרלי. חפסום יצא במשותף: והינגר וויקוף ממצפה מון, הרצברג ולוי (עוורן) מאוטואוה והרביג ממצפה ליק בקריפורניה, שחזר ואים את הממצא [9]. את התרגילים השלישיות עשו כבר היקומיים, ארינה קופו, יורי מקלר ואחרון אבניר. הם מדדו ספקטראה בסביבתו של כוכב הלכת צדק והבחינו בקובים של נתן וגפרית במסלולו של הירח איי [5]. הממצא נתקבל בספקנות רבה אצל המומחים, עד שללוינו נאס"א הגיעו לשם וצימלו את הרי הגעש המעשנים המכיסים את פניו הירח איי. מאז ברור מניין נובעים אותם עננים [10]. ארינה קופו נפטרת זמן קצר לאחר הגלילוי הזה, פניתי לאיגוד האסטרונומי הבינלאומי בהצעה לקרה על שם אמרנס, לפני כשתה התגשם הדבר, ומישור אחר במערכת השמש. ואמנם, לבני תקווה הצעה נקראה על שמה. יזכיר כי זה האתר לחיה עלי הירח נגניד נקראה על שמה. בshort year הימי השמי של חילוץ יישרלי השני במערכת השמש: בשנת 1976, במאיצ' משותף עם אסטרונומים איטלקים, שכנוו את האיגוד לקרה למכתש יפה במרכזה הגד הנדר של הלבנה על שמו של פרופ' יואל רקח ז"ל, מאבות הספקטראוסקופיה האוטומית וממיסדי הפיזיקה בישראל: מכאנן ואילך נמשכו הצלחות המדעיות של הstag המוקמי הצער: בשנת 1978 הצליחו נוח ברוש ואליה לייבוביץ בניטור נובה ובמקube אחריה, ובכלל זה בעריכת מדידות מודיעות שקידמו את הבנת התחלכים בחתפות ציוויליזציות אלו [11]; בשנת 1979 גילו איליה לייבוביץ וצבי מזאייה את המזרע בן 13 הימים באובייקט המזרע SS443 [12]; בשנת 1989 בתוצאות באינפרה-אדום גילהה שרה בק (תוכנת שעלתה מריאצוט-חברית) גלקסיה נוספת בסביבתני, וחושטהה על ידי אבק בשבייל החלב [13]. בתפקידי כשר המדע וכיו"ר סוכנות הצלול בשנים 1992-1990 חיפשתי תכנית לניסוי מדעי מרכזי שייערך בשבייל הסוכנות לחקר החלל. את הניסוי שנבחר הצעו תוכנים באוניברסיטת תל-אביב. הדברים אמררים בפרויקט TAUVEK UV Explorer (Tel-Aviv University), והיינו ערכית סקר שמים מكيف כדי לגלו קוואזרים וגופים אחרים בתחום האסטרונומיות של שלושה טלקופים באולטרא-סגול. את מערכת הניסוי אמרו לשאת בשנת 1998 לוין רוסי יחד עם כשר מערכות ניסויי אירופאים ואמריקניים [14].

האסטרונומיה האופטית עלהה יפה, וכך גם הפעולות המדעי הצלול. אך היו לי כישלונות צורבים בשני ניסיונות להרחיב את היריעת. בתחום חקר השמש (שהתאנם האקלימיים בישראל הולמים אותו החיטט) זכור הטלקופ הפעול מאז 1967 בשילוב עם מצלף יהודוב הגדול בקריפורניה. בסוף שנות השישים נפתח לנו פתח חדש: בשנות החמישים במסגרת חקר האקלים הפעיל פרופ' נתן רובינזון ז"ל בטכניון טלקופ שמדד בליות באטמוספירה. עם פירתו הוריש לנו את הכללי. נעצתי באחד האנשים המרכזיים באסטרונומיה של המשם, החוקר הגרמני קיפנהויר (Kippenheuer). הצלח ביקר בארץ, ראה את המכשור והשאיר ביידיזנו תכנית לשיפורו ולהבאתו לרמה מתאימה לפחותות בחזית המחקר. רפאל שטיינץ קיבל על עצמו את בניית המערכת החדש, ונמצא לנו גם מועמד - אסטרונום ישראלי שarker במצפה ממש צפטני - שהצהיר על נכוונו לשוב ארצת ולהפעיל את הטלקופ המשופר לכשייה מוכן. בנינו את המערכת - בכלל זה מבנה דמי סולס פיקוד באינאי, שנבנה על גג בניין קפלון - ואז הסתבר שהחור חתך ונשאר בצרפת, ואילו הטלקופ לא הופעל עד שהתיישן.

כעבור כעשר שנים חקרה ופיתוח קרייפורניה שהשלימה משימת מחקר שמומנה על ידי השלטונות הצעעה לנו עוד טלקופ שמש מצוין שפועל בסיסי מחקר של. שוב גיסטי אמצעים ועשינו

התחלתי לחפש תורם. ליאו גולדברג קישר אותנו עם היצרע היהודי של מצלמות פולראOID, והלה היה אמרו לרכוש בעבורנו את הטלקופ הודעת על כך לגרינשטיין, והמכשייר חזמן (עם ההנחה המקויה). במערכות מצפה הסמיתסוניאן פיתוחתני קשורים ושיתפות פועלה עם האסטרופיזיקי היהודי מיכאל לcker. אז - וכך גם חיום - היה מהচור כלי חמור בזמנו לציפוי. תמורה הבתוחת חלק מזמן התצפיתה לתצפיתנים אמריקאים - שעבודתם תהיה קשורה במחקריהם של לcker ובלשי [7] - חסכמה הנהלת הסמיתסוניאן להוצאות 500,000 דולר לציוו (בעיקר בשבייל חשוב מושכלל). פניות לש האוצר או פנס חספיר ז"ל, הסבירו לנו את חשיבות הקמת המצפה והשגת מיליאן ל"י להקמת המבנה (השלמה לששתיפות הסמיתסוניאן). כמו כן שוחחתינו עם יעקב צור ז"ל, שעמד אז בראש החק"ל. בשנת 1956, כאשר הייתה סן רוש אגן המודיעין במטכ"ל, והותל עלי לחקים את הקשרים החשאיים עם צרפת, שגירנו שם היה יעקב צור. שיתפנו פעולה וייחס האמון שוצרכו בינוינו הקלו עלי לשכנעו עתה בחשיבות המצפה בנגב. בסופו של דבר החק"ל קיבל עלי עצמה לסלול את הדרכן מן העיירה מצפה רמון לאט.

והנה, ברגע האחרון התורם מחברת 'פולראOID' התחרט. בלית ברירה התקשרתי עם נשיא האוניברסיטה, ששמעתי אז סנו, וסייעתי לו על התקלה, בתקווה שיוכל לאתר תורם חלופי. לחרתת התקשר עמי הנשיא ואמר: "שותפות פולרנטס [רעניאון] ואני היינו שמחים לתרום את חלכנו ולקשרו את שמו במעשה האסטרונומי...".

כך זכינו למצפה ע"ש פולרנטס [תל"יא] ווירג'ין. בשנת 1969 בעצה אותה עם אורי פלדמן, לימודי מנהלו הדריל זלמן עיבר, שהתנסה בבניית מצפה סייסמולוגי באטמוספירה בשבייל מוסד הסמיתסוניאן. בקייז 1971 הסתיממה בניית הטלקופ בקריפורניה, והוא הועבר ברכב Cbd לשיקגו; מיד לאחר הפרשת השלאים והקלה באגים שבמעל הסנט-לורנט, הוועס הטלקופ על אנייה והגיע לבסוף לנמל אשדוד, ומשם למצפה רמון.

המצפה נחנך אפוא ומחקר בו החל מיד. הואיל ואנשיו לא היו מנוסים דיים, דאגתי להזמין תוכנים מנוסים מהם, כדי שיוכלו לסייע בהוכנות הפעולות בתקופה הראשונה. באסטרונומיה נפוצים המקרים של חוקרים שהם בני זוג, שאם לא כן, האסטרונומים באשר הוא עובד בלילה וישן ביום עלול שלא לפגוש את בנה/בת זוגו בעולם. שלושה זוגות הגיעו למצפה שנחנק זה לא כבר: בקייז 1972 - חזוג Peter (Wehinger & Susan Wyckoff) מצרפת באו-مارיאזות-חברית וורון (Philippe & Suzanne Veron) מצרפת באו-לשוש שנים. באותו תקופה החלה עלית המדענים מברית-המוסדות, שאני עצמי ניהלה את המאבק להתרות יציאתם ולקליטותם. שני עולים, ארינה קופו וורי מקלר, שבערו ניסיון בעבודתם במקומות בקרים ובמרץ אסיה, העטרפו לעליות במצפה רמון. הם שיתפו פעולה עם אחרון אבניר, ישראלי ותיק שעסק בארכזות-חברית בחקר מערכת השמש. תוך שלוש שנים זכינו שלוש תגליות חשובות שנעו במצפה.

גון ונטע בכל הצליחו בקייז 1972 לוחות אופטיות את הפלסר (בקריינ רנטגן) הרקולס LX עם הכוכב המשתנה 'חלתי-סידיר החקולס HR. היה זה חזוחיו האופטי הראשון מסוגו [8], שזכהו הובן ממנה מערכת פולסר חרנגן. חזוג והינגר-ויקוף הצליח בשלהי מלחמת ים הים כהיפויים לצלים ולמדו את הספקטרום בשוביל של שבית קוותוק ולאמת לאראשונה את השערת יפל מלפני שלושים שנה, האומרת ששובל השביט עשויי מים. הם הבחינו בשישה קווים ספקטוריים, שארבעה מהם תאמו מדידות



זה. ואננס ביקשתי לכון לגיליל ולהרמוני קבוצת חוקרים ברמה מעולגה שעלו מברית-המוציאות כדי שיקימו שם מצפה ומרכז נתוני קריינה קוסמית. התוכנית עמדה לדרך בשנת 1993, אך בעקבות חילופי המנכ"ל במשרד המדע ושינוי מדיניות המשרד התוכנית נבלמה. האנשים עדין מפוזרים באזור, ואלי יוגש להם בכל זאת הסיווג הנחוץ אם תשנה גישת משרד המדע.

הכנות לתנופה מחודשת בכיוון חקר השימוש. ואולם אז ממשלת קליפורניה התרבה בתכניות ופסקה שהמஸיר, שנבנה חלקי בימיונה, לא יועבר לחוקרים מוחוץ לקליפורניה אלא אם כן יסתבר שאין איש רוצה בו 'בביתה'. והנה קולgi של מדינת קליפורניה הביע עניין בניצול המכשיר לצורכי הוראה, והמסיר הועבר אליו. עוד בשנות השישים, בעת הפעילותם עם קיפנהויר, ניצלת הזרמתו לצרף את ישראל אל JOSO, ארגון אירופי לחקר השימוש שהוקם אז Joint Organisation for Solar (Observation). הזרמתו פועל בענין זה לאחר שנתגברה מוסגת פועלתו. בשנת 1967 יומתאי את הקשר של ישראל עם ארגון המאגר הגרעיני האירופי CERN בכניסה; חוות לשילובם של חוקרים מישראל - החלק 매우 נחמת בשנות 1971-1972. רק בשנת 1991 נתקבלה ישראל לארגון במועד יחרה נלוית, ובשנת 1996 נשלחה לראשונה חיבורת המלהה בו. בינוויים קידמנו גם את סקר החටרים [15]. עתה גם ארגון JOSO במסגרת>Ifoshow' אחר אחר לטלקופ שמש אירופאי, טרוח לשגר נציג מטעם כדי למדוד ולבוחן את האටרים הישראלים [16], אלא שדזוקה כאן לא הצליחה היומה האירופית לצאת דרך כלל.

Y. Ne'eman, 'Astronomy in Israel, from Og's Circle to the Wise observatory' in *Cataclismic Variables and Related Topics* (M. Livio and G. Shaviv eds.), Dordrecht 1983, pp. 323-330

1

Y. Ne'eman, in *Symmetries in Physics 1600-1980* (M.G. Doncel et al. eds.), Barcelona 1987, pp. 449-540

2

Y. Ne'eman, *Proceedings of the Israel Academy of Sciences and Humanities*, 21 (1983), 26pp.

3

Y. Ne'eman, *Proceedings of the Israel Academy of Sciences and Humanities*, 18 (1971), 18pp.

4

י' נמן, 'יחסים האינפלאציוני חנוך', רחובות: הוצאות מכוון ויצמן למדע, חידודה לפועלות נוער. 1995.

5

V. Bar, U. Feldman, A. Kovetz & G. Shaviv, *Meteorological Conditions at the Mizpe Ramon Observation Site*, Jerusalem 1972, 10pp.

6

M. Lecar & Y. Ne'eman, 'An Astronomical Observing Program in Israel', Smithsonian Institution Grant SPC-0-3005 (1970)

7

J.N. & N.A. Bahcall, *Astrophysical Journal*, 178 (1972), L1

8

P.A. Wehinger et al., *Astrophysical Journal*, 190 (1974), L43

9

I. Kupo, Y. Mekler & A. Eviatar, *Astrophysical Journal* 205 (1976), L51

10

N. Brosch et al., *Astrophysical Journal Letters*, 236 (1980) L29

11

J.C. Kemp et al., *Astrophysical Journal Letters*, 238 (1980), L133

12

S. Beck, N. Brosch, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 232 (1988), 27p.

13

N. Brosch, 'UV Sky Surveys', *Proc. IAU Symp.* 179, (1966), in press

14

V. Bar, *Solar Seeing in Israel and Sinai*, Jerusalem 1972, 24pp.

15

L. Staveland, *Solar Site Testing in Mizpe Ramon and Caesarea*, Jerusalem 1975

16

כישלון אחר היה בתום הרדיו-אסטרונומיה. מאו גילוי הקואזרים בשנת 1963 היה הרדיו לתחום הגלים החדשני ביותר באסטרונומיה. בסוף שנות השישים הזרמתי לאוניברסיטת תל אביב את ארנו פניאס, אשר גילתה בשנת 1964 את קריינת היקע הeosטומולוגית. (את פניאס, יהודי חס, יגייסטי גם למאבק למען מסורבי העלייה בברית-המוציאות, וכן כאשר זכה בפרס נובל בפיזיקה בשנת 1979, נסע מיד אחר הטקס בשוטחותם למוסקבה והזיר והרצה שוב את הרצאות הנובל שלו בסמינר המсорבים). עשר שנים קודם בילה פניאס סטטוט בארץ, ולפי בקשי היכון הצעה לשילובו של ישראל במחקר בתחום רדיו-אסטרונומיה. באותוים ימים פותחו לראשונה אמצעים לקליטת גלים באורך מייליטרי, ופניאס חיציע שנהיה בין הראשוניים בתחום החדש הזה. החוצה על אנטנת הצלחת המתאימה הייתה של כמה מיליון דולר. איתורתי תורמים פוטנציאליים, אך נדרש גם כוח-אדם מותאים להפעלה. בהרhti שלושה צעירים ושיגרתיו אותם למרכזים הטובים ביותר: האחד להולנד, השני למעבדות חברת 'בל', שיובוד בצדו של פניאס, השילישי לקלטיק. כמו כן היו בארץ שני חוקרים ברפא"ל, שעסקו באנטנות (בדומה לעיסוקו של פניאס בחברת 'בל'), והוא קרובים אףוא לפרויקט מצד המכשור. המתנית שנתיים לשובם של משתמשים. לפי החמלצות היה החוקר שנשלח להשתלם בהולנד מותאים לעמוד בראש הקבוצה. ואננס הוא שבארצה, אך בזכות הידע הרחב שცבר בתחום טכנולוגיית התקשורות והאנטנות פנתה אליו חקרה תעשייתית שאות העצמה - שהייתה מן הסתams מפנה מזו של האוניברסיטה - הוא קוא. באפן דומה, גם האחים פנו בדרך אחרת, ואף שחלפו שנתיים מאו, מסתבר שאנו עומדים במקום שהתחלנו בו.

עד לשנות התשעים היו צפיטני אוניברסיטת תל-אביב היחידים שעסקו באסטרונומיה אופטית באופן מקצועי, מלבד אותנו חובבים שיצדי כוכבי שביטים (תחום מדעי שלם שהמדעניים בעולם השאירו בידי חובבים, והוא שף הצלחו יפה בכך). עם גל הعليיה מברית-המוציאות לשעבר בשנים 1992-1989 שוב הגינו ארצה אסטרונומיים. כשר המדע, וודזתי את מכללת עמק הירדן שבסמוך לקלוט נרעין של שלושה עד חמישה אסטרונומיים. המכלה קלטה יפה את הקבוצה, שאף מצאה עצמה פינה למחקר החולמת את מיעוט האמצעים. אחת התוצאות היא עליה נכרת ברכות הלימודים באזור זה. ניסיון קליטה דומה נכשל עד כה. סברתי שקבוצת חוקרים בעלי כישוריים בפיזיקה ואלקטרוניקה שתשב בקרית-שמונה, יש בה כדי ליצור כלים לקידום התיעוש וחשכלת במרחב