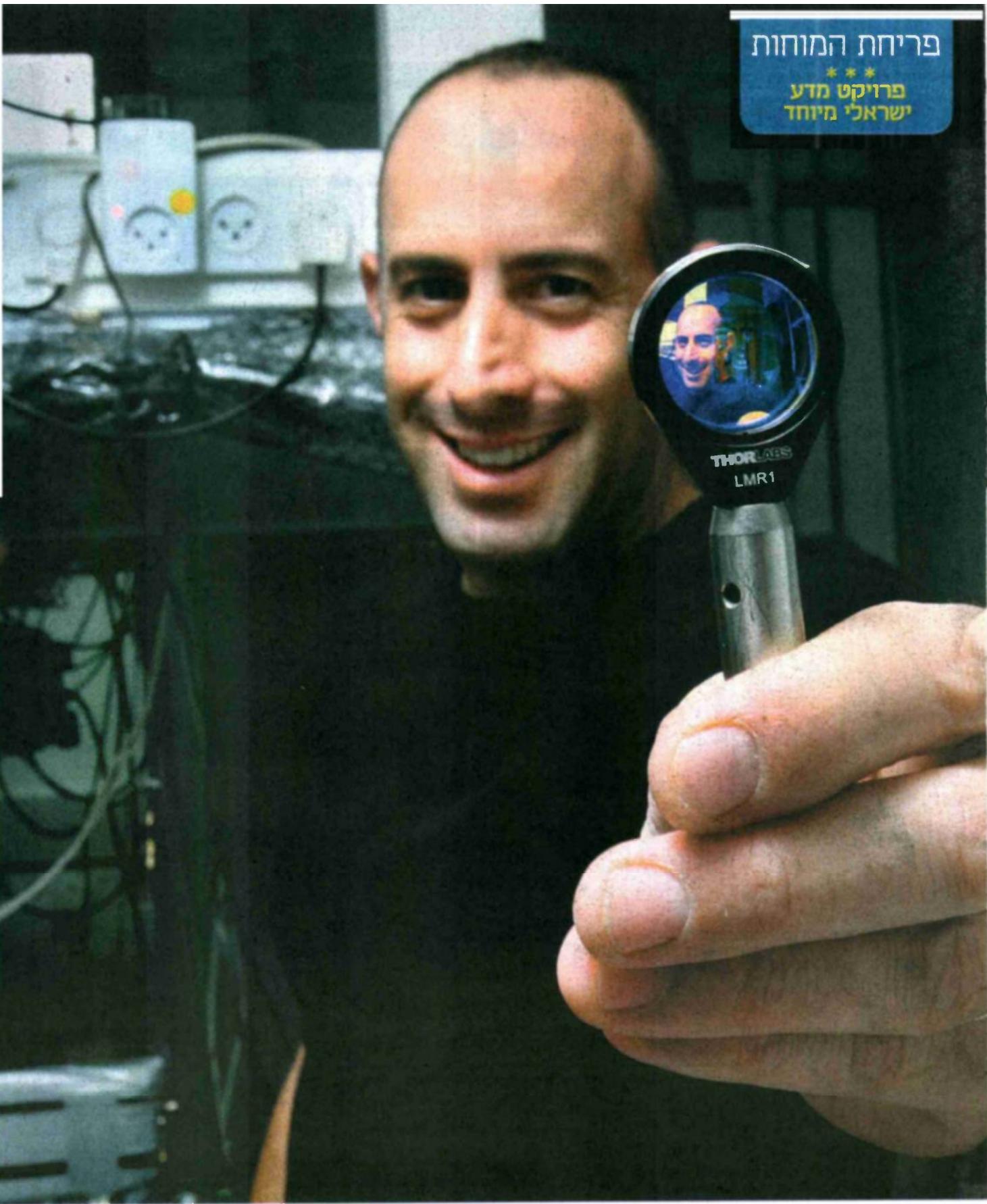


26.4x34.73	1	11	עמוד	פסח - מוסף	28/03/2010	22066039-8
מכון ויצמן מכון ויצמן למד - 12033						

**הידעת?**

כמו כל מחשב, גם המחשב הקוואנטי זקוק לשעון. כל אחד מהאטומים הלכודים במעבדתו של ד"ר עוזרי מכיל בחוכו שעון פנימי. שעונים של אטומים הם השעונים המדויקים ביותר בעולם - הם יצברו במשך 10 מיליארד שנה פיגור של כשנייה אחת בלבד



**פריחת המוחות**  
\*\*\*  
פריקט מדע  
ישראלי מיוחד

## ד"ר רועי עוזרי בונה את המחשב הראשון שיהיה מהיר ומדויק כמו הטבע עצמו

### פיזיקה של "מסע בין כוכבים"

לפני שמפרידים ביניהם, ואז כל העברה של אינפורמציה לאחד מהם משועתקת לשני. זה לא הרס מוחלט של אטום אחד ובנייתו מחדש, כמו ב'מסע בין כוכבים'.

ההישג האחרון של עוזרי הוא מערכת קירור שמסוגלת לכלוא חלקיקים, ולקרר אותם באמצעות לייזרים לטמפרטורה הגבוהה בכמיליונית מהאפס המוחלט, 273.15- מעלות צלזיוס, שבו גם האטומים קופאים. מערכת זאת תוכל לסייע לשלוט בחלקיקים ולארגנם. בנוסף, עוזרי וקבוצתו מפתחים נוסחאות לתיקון טעויות ושחזור מידע במחשבים קוואנטיים - צעד יסורי בתכנונו של כל מחשב.

"ד"ר עוזרי הוא איש מבריק שנמצא בחזיתו של אחד התחומים החמים ביותר במדע", אומר פרופ' ירון זילבר-ברג, לשעבר דקאן הפקולטה לפיזיקה במכון ויצמן. "הוא מקים כיום מעבדה טכנולוגית שאני מצפה שתהפוך לאחת מחמש המובילות בעולם בתחום". "אמנם כשהמחשבים הקוואנטיים יגיעו תהיה מהפכה אדירה", מסכם עוזרי, "אבל אנחנו עדיין רחוקים משם. השאיפה שלי כרגע היא רק לעשות פיזיקה מגניבה".

**רועי עוזרי, מכון ויצמן**

**גיל:** 40

**מצב משפחתי:** נשוי + 3

**מקום מגורים:** רחובות

**תחום:** פיזיקה

**המחקר:** פיתוח המחשב הקוואנטי הראשון

**פרסים ומענקי מחקר:** 400 אלף דולר מהקרן הלאומית למדע, מלגת רוטשילד למימון מחקרו במכון NIST

לרעיון תיאורטי יפה, אבל לא מעשי. מאז נמצאה התיאוריה שטוענת שזה אפשרי, מספר עוזרי. "כעת נותר לנסות ולבנות גופים גדולים שפועלים באותו העיקרון שמאפיין חלקיקים קוואנטיים קטנים.

"ה'שיגור' של האטום ממקום למקום הוא למעשה שיע' תוק של מצב. זה מתאפשר כשמקשרים בין שני האטומים

בשנת 2004 הצליח ד"ר רועי עוזרי, יחד עם צוות חוקרים במכון NIST האמריקאי, לגרום לאטום בודד להיעלם במקום אחד ולהופיע במקום אחר - תופעה שעד אז נצפתה רק בסרטי מדע בדיוני דוגמת "מסע בין כוכבים". ההישג תואר בעיתונות העולמית כצעד בדרך לשיגור בני אדם ממקום למקום. אך עבור עוזרי, שמבחר שלעולם לא נוכל לשגר יצורים חיים, היה זה צעד קטן בדרך להגשמה של חזון מדעי גדול אחר: יצירת המחשב הקוואנטי.

מדובר במחשב עתירי שיהיה מהיר ומדויק כמו הטבע עצמו. המחשב, שנהגה במקור ב-1981 על ידי הפיזיקאי זוכה פרס נובל ריצ'רד פיינמן, ינצל את התכונה המזרחית של חלקיקים תת-אטומיים, שיכולים להימצא ברזמנית בכמה מצבים שונים. כך, כשהוא משתמש בחלקיקים הללו כרכיבי עיבוד חיכוך, הוא יוכל לייצג בזמנית אפשרויות שונות, לחשב את כולן במקביל, ולהגיע לתוצאה במהירות שהמחשב כיום הקיימים כיום לא יגיעו אליה לעולם. מחשב כזה, שכיום הוא רק בגדר רמיון, יוכל להציע את האנושות להישגים מדעיים וטכנולוגיים שכיום נראים כבלתי אפשריים.

"בתקופת הלימודים שלי החישוב הקוואנטי עדיין נחשב

22066200-8	28/03/2010	כלכלי סט - מוסף פסח	עמוד 14	2	26.59x20.63
מכון ויצמן מכון ויצמן למד - 12033					



## ד"ר ענת לוין מפתחת את העדשה שתשנה את פני הצילום הדיגיטלי לצלם תמונה מושלמת

כדין (מימין).  
יהעדשה הזאת  
תאפשר לצלם  
לעשות יותר דברים  
וביתר קלות. אם  
אפשר, כמה לא?

### ענת לוין, מכון ויצמן

- תחום:** מתמטיקה שימושית ומדעי המחשב
- השכלה:** דוקטורט במתמטיקה ומדעי המחשב באוניברסיטה העברית, פוסט-דוקטורט בנושא צילום חישובי ב-MIT בארה"ב
- פרסים ומענקי מחקר:** נבחרה לאחת מ-35 הממציאים הצעירים המצטיינים ל-2009 של MIT "Technology Review" ולאחת מעשרת המדענים המובילים בתחום הבינה המלאכותית של כתב העת "IEEE - Intelligent System Magazine"

יצירת צילומים תלת-ממדיים שבהם יהיה אפשר לקבל עומק בכל אחת מהנקודות שצולמו, דבר שעשויות להיות לו בעתיד אפליקציות צבאיות ורפואיות מתקדמות, אומר פרופ' רונן בצרי מהמחלקה למדעי המחשב ולמתמטיקה שימושית במכון ויצמן. "יש עוד רב ליכולתה של לוין לתרגם אנליזה וניתוח מתמטי ליצירת חומרה ותוכנה שלא היו קיימות בעבר".

הברים ובני משפחה מתייעצים איתה לגבי צילום? לוין: "לא כל כך. אני לא חושבת שבוה יש לי מה לתרום. אם אני מתכננת מערכת שמזוהה את העדשה תוך כדי צילום, אין לתברים שלי מה לעשות בזה".

האם ייתכן שהטכנולוגיה שאת מפתחת תקטין את תפ"קידו של הצלם המקצועי? לוין: "בכלל לא. העדשה הזאת לא תוכל להחליף את הד"ר כמה של הצלם. היא רק תחסוך את הקשיים הטכניים, ותאפשר לו לעשות יותר דברים ובקלות. אם אפשר, כמה לא?".

לפני עשר שנים, כשד"ר ענת לוין עוד היתה סטודנטית לתואר ראשון במדעי המחשב באוניברסיטה העברית, היא קנתה את המצלמה הדיגיטלית הראשונה שלה. "לא כתחביב. אני לא מצלמת הרבה. זה היה במסגרת קורסים שלמדתי על תמונות ממוחשבות באוניברסיטה", היא מספרת. הידק הצילום מעולם לא תפס אותה, אבל האפשרויות שטמונות בצילום הדיגיטלי העסיקו אותה יותר ויותר – מאז התואר הראשון, דרך לימודי הפוסט-דוקטורט שלה במכון MIT האמריקאי, ועד היום, לאחר שויתרה על הצעות להישאר בארה"ב וחזרה ארצה, למכון ויצמן.

חיישן הצילום האלקטרוני שונה לחלוטין מהפילם הישן, מסבירה לוין, אולם כיום המצלמות הדיגיטליות מתוכננות לפי העקרונות של מצלמות הפילם הישנות. אם פוטנציאל הצילום הדיגיטלי ינוצל כהלכה, מצלמות יוכלו לבצע דברים שלא היו אפשריים בעבר: הן יוכלו לצלם תאים מיקרוסקופיים בפירוט כשל דיוקו אנושי, יפיקו צילומי לילה חדים כצילור מים שנעשו ביום ואף יוכלו להפיק צילומים שיעובדו לתמונת תלת-ממד מדויקת ומפורטת. האתגר הנוכחי של לוין הוא ליצור טכנולוגיה שתאפשר להפיק תמונות חדות וברורות גם בתנאים פיזיים בעייתיים – רעידות, תנועה, תאורה וגודל זעיר מדי. הטכנולוגיה שלוין מפתחת היא עדשה שתורכב ממקטעים זעירים רבים בעלי ארכי מיקוד שונים, ושתוכל לסנן חלק מקרני האור, לפי הצורך. אלה, יחד עם האלגוריתם המתמטי שאותו היא מפתחת במקביל, יוכלו להפיק תמונות חדות גם כשהצילום נעשה ללא פוקוס. "הרבה מהפתרונות האלה קיימים, אבל רחוקים מלהיות מושלמים, ונחוץ מחקר שחודר ליסודות".

"המחקר של ד"ר לוין יוכל לאפשר בעתיד דברים כגון



27.17x36.62	1	18	עמוד	פסח	מוסף	28/03/2010	22066249-1
מכון ויצמן מכון ויצמן למד - 12033							

10 המדענים  
הצעירים המצטיינים

פריחת המוחות  
פריקט מדע  
ישראלי מיוחד

חאיק. "מדען טוב אינו רק בעל חוש מדעי מפותח, הוא קודם כל אדם טוב, המחובר לקהילה שבה הוא חי"



## ד"ר חוסאם חאיק פיתח אף מלאכותי שמריח סרטן

### ריח הפה יציל חיים

מחלות סרטניות, אך שימוש בכלבים למטרה זו באופן קליני אינו מעשי. מכאן בא הרעיון לדמות את מערכת ההרחה של הכלב. במעברתו של ד"ר חאיק החלו לצבור מידע על התרכיב ברת הכימיות השונות של הבל הפה של חולים ולהשתמש בהן כדי לבנות חיישנים ננומטריים שיכולים להריח.

לפני כשנה חצו חאיק החלו ניסויים קליניים באף המלאכר תי בבית החולים רמב"ם, בהשתתפות 400 חולים מהמחלקה האונקולוגית ו-400 אנשים בריאים. התוצאות, לדברי חאיק, היו טובות מאוד. "אני מאמין שתוך שנים לא רבות, המכשיר כבר יהיה בשימוש מסחרי נרחב", הוא אומר. "הצלחנו להתגבר על המכשולים הטכנולוגיים המרכזיים, והוכחנו שניתן לאבחן סרטן באמצעות חומרים כימיים הנמצאים בנשיפת אודור מהריאות. בנוסף, זיהינו מספר בסיסי של סוגי סרטן, אם כי לא מספיק, ואנחנו עובדים כדי להרחיב את המגוון". חאיק מוסיף כי האף המלאכותי יכול להריח גם מחלות כלייתיות, ומחקר קליני דומה מבוצע עתה במחלקה הנפרולוגית ברמב"ם.

כאשר משוחחים איתו על הטכניות, עיניו בורקות: "קיימת אמנם בעיה של תקצוב בכל האוניברסיטאות, אך הטכניות שהן כיל לחלק את התקציב בדרך יעילה. יש אוניברסיטאות שהן ליטו לבנות משרדים נוצצים. בטכניתי החליטו להשקיע בחברי סגל צעירים בפרופיל גבוה, ואין ספק שבעתיד ההשקעה הזו תחזיר את עצמה". אבל חאיק מודה שזו לא הסיבה שבגללה חזר לארץ, ומציין כי מכל חבריו הישראליים שעובדים בחו"ל אולי אחד בלבד שב לישראל. "אם הייתי נשאר בארה"ב ייתכן שהייתי מצליח, אבל הייתי חש מבודד. מדען טוב אינו רק בעל חוש מדעי מפותח, הוא קודם כל אדם טוב, המחובר לקהילה שבה הוא חי. ורק כאן אני מרגיש שלם."

#### חוסאם חאיק, הטכניון

- גיל: 34
- מצב משפחתי: נשוי + 1
- מקום מגורים: חיפה
- תחום: הנדסה כימית ונווטטכנולוגיה
- המחקר: פיתוח אף מלאכותי שיועד להריח סרטן
- פרסים ומענקי מחקר: מענק של האיחוד האירופי בסך 1.7 מיליון יורו, פרס ברגמן, פרס ישראל-צרפת למדענים מצטיינים, פרס הרשל ריץ' לזימות וחדשנות

הנדרסה, אומר חאיק בחיך. אחיו הבכור עובר כמהנדס באינטל בחיפה, שתי אחיות הן מורות למתמטיקה ושפות, ואילו אחותו הצעירה מסיימת לימודי רפואה בטכניון.

חאיק כתב את עבודת הדוקטורט שלו בטכניון, ומשם עבר למכון ויצמן למחקר באלקטרוניקה מולקולרית. בתחום האפים האלקטרוניים השתלם במכון הטכנולוגי של קליפורניה, Caltech, שם עשה את עבודת הפוסט-דוקטורט שלו ופי"ת חיישנים שבהם משתמשים במעבורות החלל של נאס"א. הוא קיבל הצעות מפתח בחו"ל, כולל את מנאס"א, אך חזר ארצה ב-2006 והקים בטכניון את קבוצת המחקר שלו, המונה כיום צוות רב-לאומי של 26 חוקרים וחוקרות מסינגפור, סין, גרמניה, הודו ורוסיה. בבסיס ההמצאה של הצוות עומד הגילוי שהתרכיב הכימית של הבל הפה של חולי סרטן שונה מזו של אנשים בריאים – מסקנה שהתקבלה באמצעות שיטות ספקטרוסקופיה מתקדמות, שבעקבות סודיות הפטנט אי אפשר לפי"ת. ד"ר חאיק מסביר כי יש ערויות שכלבים מסוגלים להרח

ה מטופל נכנס לחדר הרופא. "אף אלקטרוני מוגש אל פיו ומרחח את נשימתו במשך 15-30 שניות. תוך דקות מתקבלת התוצאה: האם הפ-

ציינט סובל ממחלת סרטן כלשהי, ומאיזה סוג. אם המצאתו של ד"ר חוסאם חאיק מהטכניון תוכיח עצמה, כך ייראה תהליך אבחון הסרטן העתידי. וכל עוד הגורם המרכזי המשפיע על סיכויי ההישרדות מסרטן הוא גילוי מוקדם – הרי שמדובר במהפכה שתשנה את פני הרפואה האונקולוגית, ואולי הרי פואה בכלל. לא לחינם בחר כתב העת המדעי היוקרתי MIT's Technology Review לכלול אותו ברשימת 35 המדענים הצעירים המובילים בעולם ב-2008.

"הדרך שבה מאבחנים כיום סרטן היא מסורבלת ובלתי יעילה", מסביר חאיק, יליד נצרת. "החולה מגיע בדרך כלל כשהוא כבר סובל מתסמינים מתקדמים של המחלה. הוא מר פנה למחלקה האונקולוגית, שם נקבע לו תור לאבחון, בדרך כלל רק כעבור כמה חודשים. לאחר מכן הוא נבדק על ידי מכשור יקר וכבד, כגון סי.טי.

או ממוגרפיה, שעלותו נעה בין מיליון ל-10 מיליון דולר ושהדיוק באבחון שהוא מספק הוא גס". לעומת כל אלה, המשאף האלקטרוני של חאיק, שנמצא בשלבי פיתוח מתקדמים, יהיה קטן ונייד ומחיי"תו לא יעלה על 1,000 דולר, הוא אומר, כך שכל רופא יוכל להחזיקו בקליניקה ולהשתמש בו בבדיקות של מטופליו.

ד"ר חאיק נולד בנצרת למשפחה ערבית-נצרית. אביו, מרצה להנדסת מכונות באורט בראודה בכרמיאל, דחה אותו ואת ארבעת אחיו ואחיותיו ללימודים ריאליים. "הוא הציב לנו אפשרויות בחירה רבות, בתנאי שנלמד

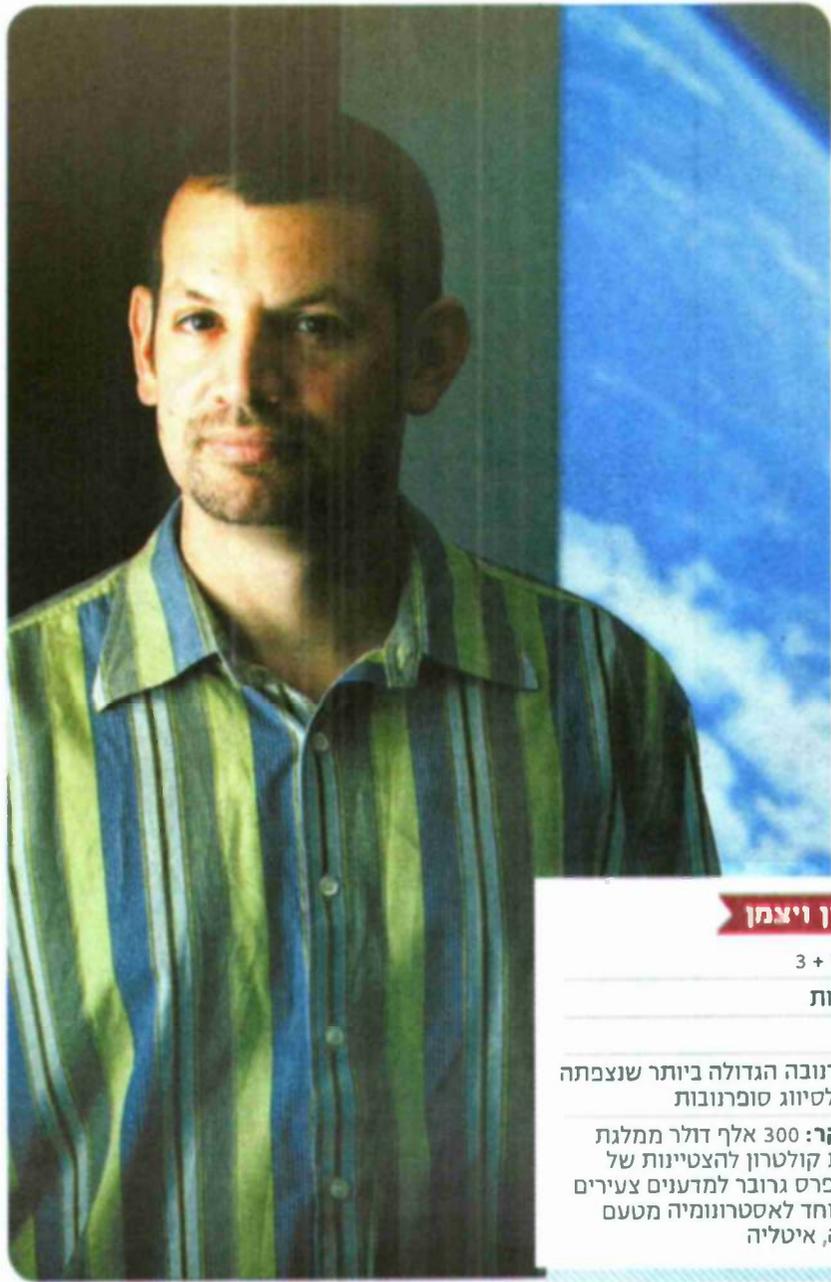
**הדודה**

חוקרים שונים קיבלו שניתן לייצר כלבים לחיפה סוגי סרטן שונים כמו סרטן שלבנות השות, סרטן הריאות, סרטן העור וסרטן השד. עם זאת, תוצאים אלה שונים במחלות, ועדיין לא ברור אם ניתן להיעזר בכלבים באבחון שלם בנשימת המחלה.

26.2x21.44	1	עמוד 22	מוסף פסח	28/03/2010	22066278-3
מכון ויצמן מכון ויצמן למד - 12033					



10 המדענים הצעירים המבטיחים



גל"ים. "כשאני יושב בבית קפה בערב מלא כוכבים אני לא אומר 'איזה לילה יפה', אלא 'איזה לילה של תצפיות טובות אני מפספס. איפה הטלסקופ?'"

## ד"ר אבישי גל"ים מתבונן בסופרנובות ולומד מהן את סודות היקום למה כוכבים מתפוצצים

אין כוכבים. "בהתחלה סופרנובות עניינו אותי רק ככלי למדידת היקום", גל"ים אומר, "אבל אחרי שהתברר לי כמה מעט ידוע בתחום, החלטתי לנסות להבין את הפיזיקה של צימם - למה כוכבים מתפוצצים והאם כל הפיזיקה הזו היא אותה דבר. מאז אני עובד על זה כבר 11 שנה, וכל הזמן אנחנו מגלים דברים חדשים."

"ד"ר גל"ים הוא אחד מהחוקרים המובילים בעולם במחקר הסופרנובות", אומר פרופ' אלי וקסמן, ראש מח' לקת פיזיקת החלקיקים והאסטרונומיה במכון ויצמן.

### אבישי גל"ים, מכון ויצמן

מצב משפחתי: נשוי + 3

מקום מגורים: רחובות

תחום: אסטרונומיה

המחקר: גילוי הסופרנובה הגדולה ביותר שנצפתה אי פעם, וקידום שיטה לסיווג סופרנובות

פרסים ומענקי מחקר: 300 אלף דולר ממלגת האבל של נאס"א, מלגת קולטרון להצטיינות של אוניברסיטת תל אביב, פרס גרובר למדענים צעירים של מכון ויצמן, פרס מיוחד לאסטרונומיה מטעם העיר Chelalu בסיציליה, איטליה

כל פעם שד"ר אבישי גל"ים עושה את דרכו בלי להלצה הכוכבים במצפה רמון הוא מתאמץ לא להביט לשמיים. "זה כלל שקבעתי לעצמי, כי ההתבוננות לשמיים הפכה אצלי לרפלקס. ואני לא נהנה מזה. כשאני יושב בבית קפה בערב מלא כוכבים אני לא אומר 'איזה לילה יפה', אלא 'איזה לילה של תצפיות טובות אני מפספס. איפה הטלסקופ?'"

באפריל 2007 גל"ים גילה את התפוצצות הכוכב הגדולה ביותר שאי פעם נצפתה על ידי מדען. כוכב ענקי שמסתו גדולה פי 200 ממסת השמש קרס לתוך עצמו והפך לסופרנובה בתוך גלקסיה ננסית ומרוחקת שגודלה כשל מאית משכיל החלב. גודלו של כוכב זה הוא כשל הכוכבים שלפי התיאוריה הרווחת כיום, התפוצצו בראשית ימיו של היקום, ושמאבק הכוכבים שהפיצו נוצרו רוב הגלקסיות, וכן החיים שעל כדור הארץ. עד התגלית, הקהילה המדעית האמינה כי לא נותרו ביקום כוכבים כה גדולים.

הסופרנובה הענקית היא רק אחת משורת תגליות של גל"ים. לאחרונה גילה סוג נוסף של סופרנובות, שהתפרצותן היא ככל הנראה המקור לכמה סוגים של סידן וטיטניום ביקום. כמו כן, הוא מצא בעבודת הדוקטורט שלו עדויות לכך שישנם כוכבים בורדים המתקיימים בין גלקסיות - מה שמרמז שיכולים להתקיים עולמות שבשמיים

מסייעת משמעותית לסגירת הפערים. הוא אף תרם משמעותית לזיהוי תיבת ליכולת של המדע לסווג סופרנובות לפי סוג הכוכב שהתפוצץ, וגם הקים תוכנית שאפשרה לסטודנטים גישה לאמצעים תצפיתיים בחזית הטכנולוגיה בעולם - דבר שכלל אינו טריוויאלי בישראל."