

# הירופי במדע

# جمال العِلْم

האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים  
المجمع الوطني الإسرائيلي للعلوم والآداب  
THE ISRAEL ACADEMY OF SCIENCES AND HUMANITIES



הירופי במדע  
جمال العِلم  
The Beauty of Science

---

האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים  
المجمع الوطني الإسرائيلي للعلوم والآداب  
THE ISRAEL ACADEMY OF SCIENCES AND HUMANITIES



אוצר ועורך: יבשם עזגד

קשרי ציבור האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים: נעמה שילוני

עריכה לשונית אנגלית: דבורה גריינימן

תרגום לערבית: וסאם גבר – מחשבי אלגוריסטים

עיצוב הקטלוג: נאות קצמן-כדרור

הדפסה: רותם הפקות בע"מ

תجميع המודד והمحרר: יוסם עזגד

العلاقات العامة، المجمع الوطني الإسرائيلي للعلوم والآداب: نعمة شيلوني

التحرير اللغوي للغة الإنجليزية: دفوره جريينمن

الترجمة: وسام جابر - حواسيب الوسام

تصميم الكتالوج: نأوي كتسمن - كدوري

طباعة: إنتاج روتם.م.ضـ

## הירפי במדע

## جمال العِلْم

The Beauty of Science



[www.academy.ac.il](http://www.academy.ac.il)

المجمع الوطني الإسرائيلي للعلوم والآداب

شارع جوتنيسكي 43

دوار أبلرت أينشتين، ص.ب. 4040، القدس 9104001

هاتف 02-5666059، فاكس 02-5676222

البريد الإلكتروني [info@academy.ac.il](mailto:info@academy.ac.il)

האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים

רחוב צ'בוטינסקי 43

יכר אלברט איינשטיין, ת"ד 4040, ירושלים 9104001

טלפון 02-5666059, פקס 02-5676222

דוא"ל [info@academy.ac.il](mailto:info@academy.ac.il)

## פתח דבר / פרופ' נילי כהן

היש זיקה בין יופי למדע? האם הערכים העומדים ביסודו של התורה האסתטית וביסודו של התורה המדעית זהים אלו לאלו? יש הטוענים כי כל תאוריה מדעית מוכחת היא בעלת סמנים של יופי. טענה זו לא הוכחה באופן מדעי. תהא הסבראה אשר תהא, יופיו של המדע הוא במהותו, ככלומר ביכולתו להעשיר את חיינו בתובנות על עצמנו, על תרבותנו ועל העולם שבו אנו חיים. ביטוי מוחשי לירופו של המדע משתקף בתعروכה שלפניינו, הפתוחה לציבור, המציגת מופעים של המדע באופן חזותי.

עם לידתה בחירה האקדמית הלאומית הישראלית לממדים בתפיסה כוללית של המדע המוצג בה. באספה שנערכה בשנת 1960, שבה נבחר מרtin בובר לנשיאו הראשון של האקדמיה, הוא ציין כי האקדמיה לממדים שנולדה בשעה זו עשויה לשמש כלי למגע ממין חדש בין המדעים, מדעי הרוח ומדעי הטבע. הוא הוסיף והגדיש כי האקדמיה מבקשת להציג עטרה לירושנה ולהתגבר על הפיצול בין המתודות ובין המדעים. וכך וכך – כולנו שבים ונוכחים לדעת כי שם שבחים ובועלם אין גבולות דיסציפלינריים, כך אין גבולות במדע. מרבן מלאיו אף או כי תعروכה זו, המיחזקת לירופי במדע, כוללת מופעים מתחומי המדע השונים, הדרים כאן בכפייה אחת.

הנghostו של המדע לעיבור היא חיל מפקדיה של האקדמיה. האקדמיה מקיימת זאת מספר שנים סדרת מפגשים בគורת "בשערי האקדמיה", שבה נפגש הציבור הרחב, לרבות תלמידי תיכון, עם גдолי המדע בישראל כדי לדון בצורות בסוגיות כגון גבולות המדע, שפות מדיעיות ותגליות במדע. בבית האקדמיה מוצגות בשנים האחרונות תערוכות הפתוחות לציבור הרחב, דוגמת התערוכה שציינה שנה להצרת בלפור והתערוכה שעסוקה במסגריות שונות כמו שפה, זמן וזיכרון.

תערוכת "היופי במדע" תשלב היבט בנושאו של היכינוס הרבת-תחומי לשנת תש"ף – "ירופי". ביכינוס יבחן חוקרים מתחומים שוניםסוגיות כמו תפיסת היופי, הכוח המהפכני של היפה, היופי במתמטיקה והיופי כבשרה. באירוע יוכלו להתרשם מה贊נות זו מירופו של המדע המוצג פניהם בתערוכה.

אני מבקשת להודות לכל אלה שאלמלא הם לא היונו זוכים לחזות בשפעת היופי זהה: החוקרים שתרמו את פירות מחקרים, אוצר התعروכה יבשם עדג', שפעל בכישرون רב להגשמה, סגן נשיאת האקדמיה דוד הראל, מנhalb האקדמיה גליה פינצ'י, הממונה על קשרי הציבור של האקדמיה נומה שילוני וכל צוות האקדמיה – לכלכם תודה על המחשבה, על ההשקשה ועל המסייעות.

נילי כהן

נשיאת האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים  
 מרץ 2019, נובמבר 2019



## افتتاحية / بروفسور نيلي كوهن

هل هناك علاقة بين الجمال والعلم؟ هل القيم الأساسية للنظرية الجمالية والقيم الأساسية للنظرية العلمية متماثلة؟ هناك من يدعي أن كل نظرية علمية مثبتة لها مظاهر جمالية. هذا الادعاء لم يبرهن بطريقة علمية. مهما كان التفسير، جمال العلم موجود في جوهره و Mahmithه، وهذا يعني بقدرته على إثراء حياتنا بمفاهيم وأفكار جديدة عن أنفسنا، ثقافتنا، والعالم الذي نعيش فيه. أما منا معرض مفتوح للجمهور، وهو يعكس جمال العلم وظواهره بشكل بصري.

منذ ولادته، اختار المجمع الوطني الإسرائيلي للعلوم والآداب التصور العام للعلم المعروض فيه. في الاجتماع الذي أُجري سنة 1960، تم انتخاب مارتين بوير أول رئيس للمجمع، وقال: إن مجمع العلوم والآداب الذي ولد في هذه الساعة، قد يكون أداة جديدة للتواصل بين العلوم، العلوم الإنسانية والعلوم الطبيعية. أضاف وأبرز أن المجمع يسعى لإعادة المجد للعلوم، ويرغب في التغلب على الانقسام بين الطرق العلمية والعلوم. كما هو الحال الآن - كلنا نعرف أنه في الحياة وفي العالم لا توجد حدود بين التخصصات، وكذلك الأمر لا توجد حدود في العلم. من الواضح أن هذا المعرض الخاص للعلم يشمل عروض من مختلف مجالات العلوم التي تتعالى معاً.

تقديم العلم للجمهور هو إحدى وظائف المجمع. يعقد المجمع منذ عدّة سنوات سلسلة لقاءات عنوانها "في أبواب المجمع". حيث يلتقي جمهور واسع، بما فيه طلاب مدارس ثانوية، مع كبار العلماء في إسرائيل للحوار معًا حول قضايا مختلفة، مثل: حدود العلم، لغات علمية واكتشافات علمية. عُرِضت في مركز المجمع، في السنوات الأخيرة، معارض مفتوحة للجمهور الواسع، مثل: معرض الذكرى المئوية لبعد بلفور، والمعرض الذي تناول تطور البشرية. بالإضافة إلى كل ذلك، يعقد المجمع، كل سنة، مؤتمر علمي متعدد المجالات يتناول قضايا مختلفة، مثل: اللغة، الزمن والذاكرة.

يندرج معرض "جمال العلم" جيداً في موضوع المؤتمر المتعدد المجالات لسنة 2019-2020 حول "الجمال". يتناول باحثون من مجالات مختلفة، في هذا المؤتمر، قضايا، مثل: مفهوم الجمال، القوة الثورية للجميل، الجمال في الرياضيات والجمال كبشري. يستطيع المشاركون، في هذا المؤتمر، أن يأخذوا فكرة عن جمال العلم الذي يعرضه المعرض.

بودي أن أشكر جميع الذين بدونهم لم نحظى في غزارة هذا الجمال: الباحثون الذين ساهموا في ثمار بحثهم، أمين المعرض بيسם عزجاد، الذي عمل بموهبة كبيرة جدًا لإنجازه، نائب رئيسة المجمع دافيد هريل، مدير المجمع جالية بينبني، المشرفة على العلاقات العامة للمجمع نعمه شيلاني وجميع طاقم المجمع - شكرًا لكم جميعًا على التفكير، الجهد والإخلاص في العمل.

نيلي كوهن  
رئيسة المجمع الوطني الإسرائيلي للعلوم والآداب  
نوفمبر 2019



## היווי במדע / רבסם עזגד

תאי העצב במוח, השולטים בחושינו ובתחשושותינו, אלה שיודעים לזהות אסתטיקה בשטף המידע המציגו אותנו, אינם מודעים לעולמו של האור המשחק משחק קונוני מורכב עם החומר. החוקים השולטים במערכות אטמוספריות – בצדอร הארץ או בכוכבי לכת אחרים – אינם מתחשבים בעולמים של הגנים, המקיים ביןיהם רשת מורכבת,בעל חוקים משלה.

תאי הצמחים המשמשים באנרגיות השימוש ומיצרים את החמצן שאנו חנו נושמים חיים בעולם אחר לחלוינו מעולמים של חלקיקים המגיעים מ��אות היקום, חודרים דרך גוףנו, חולפים בצדอร הארץ לעומקו – ונעלמים עמוקקי החלל כלעומת שבאו. ההתקפות העוברית מתנהלת בעולם משלה, אליו כוכבים אינם מתחפצים למרחק מילוני שנות אור.

מה מאחד את כל אלה? אילו חוקי טבע מונחים בסיס הקיום של כל התופעות, מעצם קיומו של חומר דומם ועד למערכות חיוט תבוניות? אלה השאלות הבסיסיות והעומקות שהמדע מנסה לעונת עליהן. הבנה טובה יותר של "חוקי המשחק" עשויה לאפשר לנו להגשים את אחת משאיותינו הגדלות ביותר: לחזות טוב יותר את העתיד.

לאורך הדרך אנחנו מפתחים תאוריות, בודקים אותן בניסויים, ואז, לפי הצורך, מעדכנים או מחליפים אותן. זה המקום הראשון שבו היוי נקרא אל דגל המדע. תאוריה, כך האמינו ומאימים מדענים ופילוסופים רבים, נכון לשתיה יפה. היוי מלווה את המדענים ברגעים הגדולים של פריצות דרך מחשבתיות, הוא מציע אליהם מבעד לעדשות המיקרוסקופים והטלסקופים, עולה ופורח מחישוב מורכב של נתוני ניסוי ומתבआ ברישום גրף של תħilik כימי או ביולוגי ולגס בפיתוח "צעדי הריקוד" של תאוריות חדשות.

במקרים רבים – אם כי לא תמיד – מתברר שאכן יש קשר והתחמה בין יווי לאמת. על המקדים שבhem "עובדת קטנה ומכלולת מהסלת תאוריה יפהפייה" יש האמורים שמדובר במצב זמני, שיתקיים עד לפירצת הדרך הבאה שתמצא את האמת העמוקה והיפה יותר. אולי צעד הניצחון הזה יתאפשר רק בעוד זמן רב מאוד, אבל במקרה שבו המדע חושף את יוויו של הטבע נובעת התקווה ומשגחת.

התعروכה הזאת מביאה כמה רגעים של גילוי ותובנה שמשמעותם ביויי חזותי בתוצרי המחקר של חברי האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים ושל חברי האקדמיה הצעירה הישראלית. הצגת הדימויים – כפי שהתקבלו במחקר המדעי ולא עיבוד – היא עוד דרך שבה המדענים חולקים עם הציבור את התרגשות והתרומות הרוח שמלואות את המאבק המתמיד להרחבת גבולות הידע האנושי.



## جمال العلم / بسم عزجاد

الخلايا العصبية، في دماغنا، تسيطر على حواسنا وأحاسيسنا، وتميز جماليات المعلومات التي تغمرنا، وهي لا تعرف عالم الضوء الذي يلعب لعبة كوانية معقدة مع المادة، القوانين التي تسيطر على الاضطرابات في الغلاف الجوي - في الكورة الأرضية أو في كواكب سيارة أخرى - لا تأخذ بالحسبان عالم الجينات التي يوجد بينها شبكة معقدة وقوانين خاصة.

خلال النباتات التي تستخدم الطاقة الشمسية وتنج الأكسجين الذي نتنفسه تعيش في عالم مختلف تماماً عن عالم الجسيمات التي تصلنا من أنحاء الكون، تتغلغل عبر أجسامنا، تمز في أعماق الكرة الأرضية وتحفي في أعماق الفضاء كما جاءت.

ما الذي يوحد كل هذه الظواهر معاً؟ ما هي القوانين الطبيعية المسؤولة عن وجود جميع هذه الظواهر، من وجود المادة الجماد حتى أنظمة حية معقدة حكيم؟ هذه هي الأسئلة الأساسية العميقه التي يحاول العلم الإجابة عنها. قد يتيح لنا فهم "قوانين اللعبة" أن نحقق إحدى طموحاتنا الكبرى: تنبأ المستقبل بشكل أفضل.

خلال مسيرتنا العلمية نطور نظريات، نفحصها بواسطة التجربة، وحسب الحاجة نعدلها أو نغيرها. هذا هو الجمال الأول من جماليات العلم. يؤمن العلماء وفلسفه كثيرون أن النظرية كان من المناسب لها أن تكون جميلة. الجمال يرافق العلماء في لحظات الاكتشاف والتفكير، وهو ينظر إليهم عبر عدسات الميكروسكوبات والتلسكوبات، يعلو ويزدهر من حساب نتائج تجربة معقدة، يظهر في تسجيل بيان لعملية كيميائية أو بيولوجية، ويظهر في تطوير نظريات جديدة.

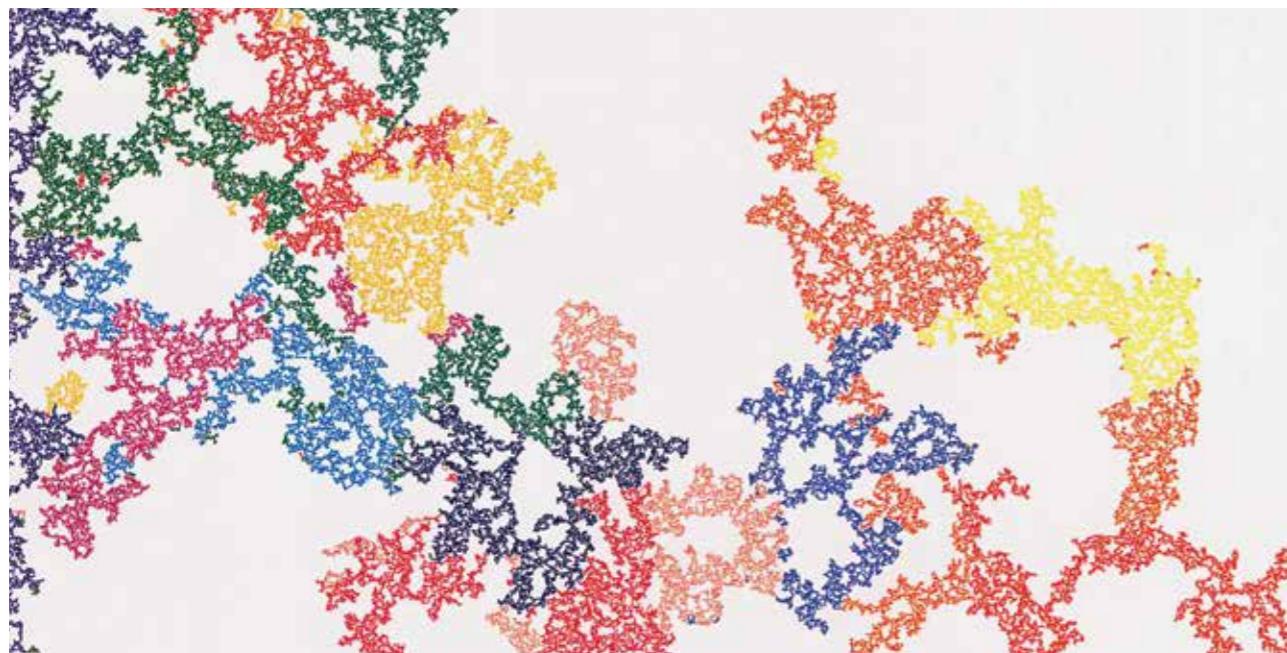
في حالات كثيرة - لكن ليس دائماً - يتضح أن هناك علاقة ملائمة بين الجمال والحقيقة. يقولون عن الحالات التي فيها "حقيقة صغيرة وقيحة تدمر نظرية جميلة": إنها مؤقتة وتبقى حتى الاكتشاف القادم الذي يجد الحقيقة الأعمق والأكثر جمالاً. ربما يحدث هذا النصر بعد مرور مدة زمنية طويلة، لكن بدأ من أن يكشف العلم جمال الطبيعة ينبع الأمل ويزدهر.

يقدم هذا المعرض عدة لحظات من الاكتشاف والفهم التي تتعكس بمحال بصري لأبحاث أعضاء المجمع الوطني الإسرائيلي للعلوم والآداب وأعضاء الأكاديمية الشابة الإسرائيلية. عرض الصور - كما نتجت في البحث العلمي دون معالجة - هو طريقة أخرى يشارك فيها العلماء الجمهور بالإثارة والابتهاج الذي يرافق الصراع المستمر لتتوسيع حدود المعرفة البشرية.

**פרופ' אמנון אהרוןி / אוניברסיטת תל אביב**

**פרופסורה אמנון אהרוןி / جامعة تل أبيب**

**Prof. Amnon Aharony / Tel Aviv University**



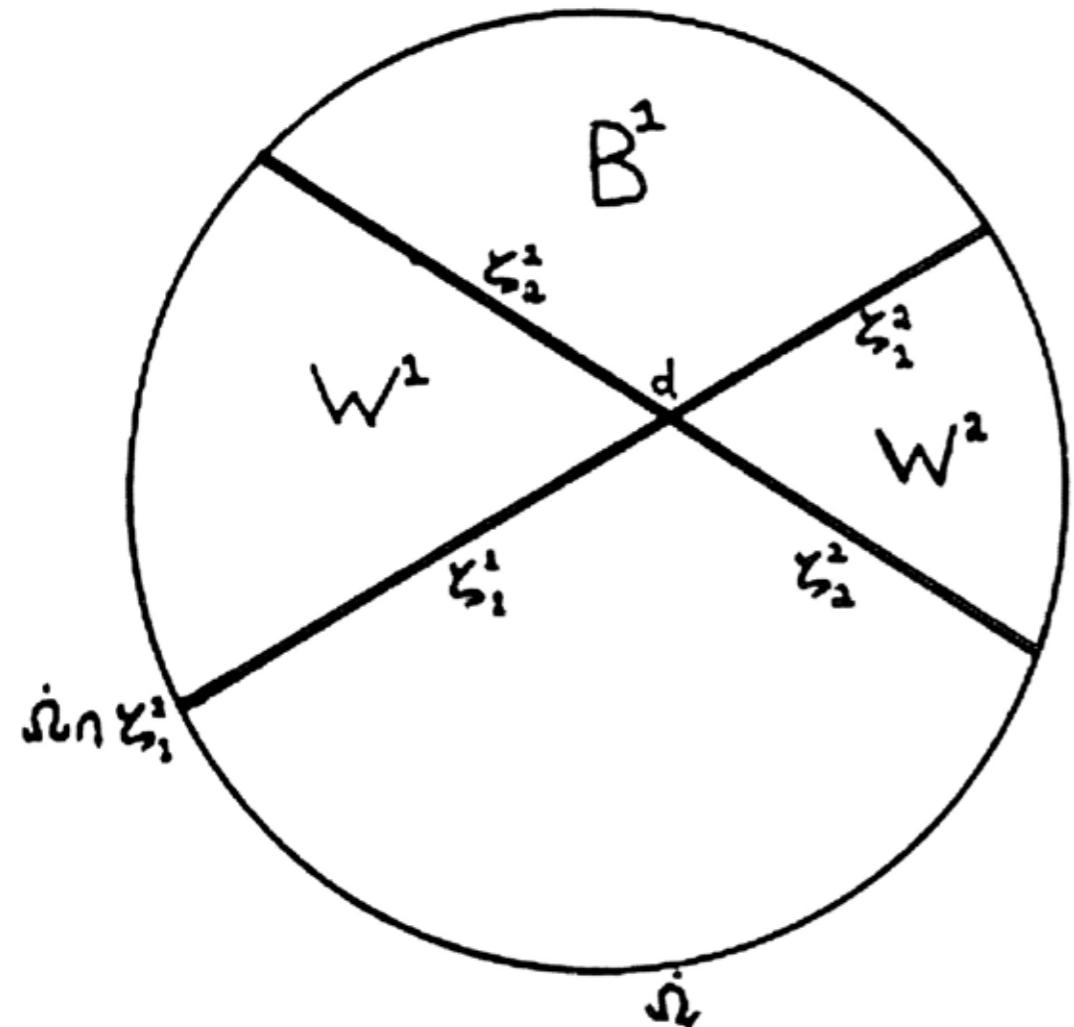
הדמייה של נוזל צמיג שמחדר (משמאלי לימין) לתוך נקבובי אקראי, כמודל לזרימת נפט בסלעים. הנוזל "בוחר" בכל שלב את הדרך ה"קלה", וכך נוצר המבנה הפרקטלי זהה לזה שופיע במודל הפרוקולציה (חלחול). צבעים שונים מתארים "צעדים" בזמן עוקבים. במחקר זה הוצעה גם תאוריית כיוול לתיאור התוצאות.

محاكاة لسائل ליזج יتدفق (من היסטר אל ימין) אל חיז מסמי עשואי קণמודח לتدفق النفط בין הסלעים. יختار הסائل בכל משלב الطريق "הسهלה". וokensza יתגלה המבנה הפרקטלי המתאש למינן אשר י顯ה במודח התרשייח (התגלגול). תصف האלואן המختلفה הדות "خطوات"خلאלفترות זמנית מתאלית. במחקר זה נוצע מודח נזיריה מעשרה לوصف התוצאות.

Simulation of a viscous fluid being injected from left to right into a random porous material, as a model for the flow of crude oil in rocks. At every stage, the fluid "chooses" the easiest path and thus produces the same fractal pattern as that generated in the percolation model. The colors denote "steps" within fixed time intervals. This study also proposes a scaling theory for the results.

---

Furuberg L, Feder J, Aharony A and Jøssang T (1988)  
Dynamics of invasion percolation. *Physical Review Letters* 61:2117–2120.



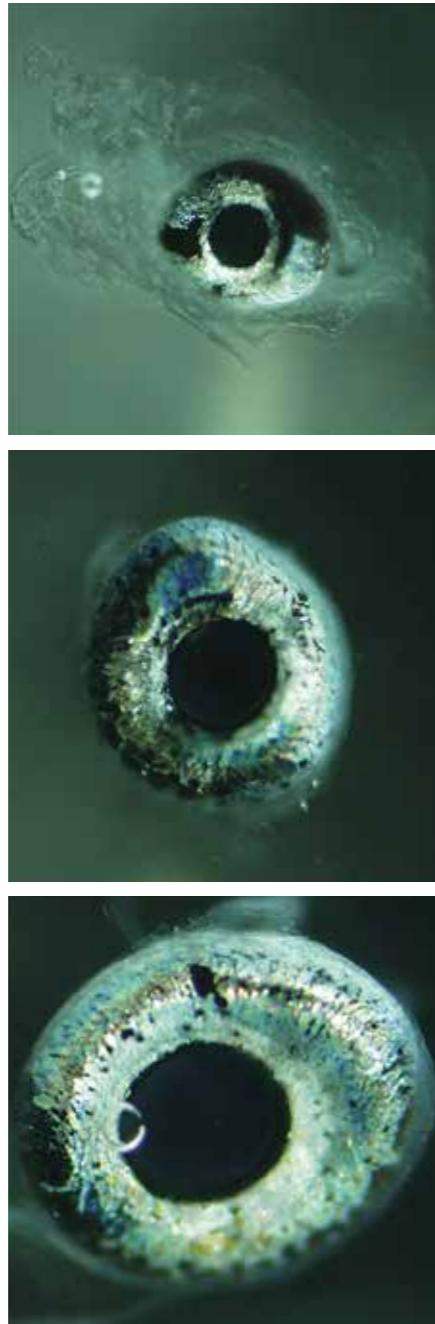
איור להוכחה הראשונה ש קשרים מתחלפים אינם מתפרקים. (קשר נקרא "מתחלף" אם אפשר להניח אותו על שולחן כך שכל רכיב בו יעבור מעל לקשר ומתחתיו לסירוגין).

رسمة لأول إثبات أن الرابط الذي تبادل لا تنفصل. (نسمي الرابط "تبادل" إذا استطعنا أن نضعه على الطاولة، بحيث يستطيع كل مكون من مكوناته أن يمر فوق الرابط أو تحته بالتناوب).

A diagram illustrating the first proof that alternating knots do not unravel. (A knot is called "alternating" if it can be laid on a table in such a way that each of its components alternates in passing over and under the knot.)

---

Aumann R (1956) Asphericity of alternating knots.  
*Annals of Mathematics*, 2nd ser., 64(2):374–392.



פרופ' דן אורון / מכון ויצמן למדע

بروفسور דאן אורון / معهد وايزمن للعلوم

Prof. Dan Oron / The Weizmann Institute of Science

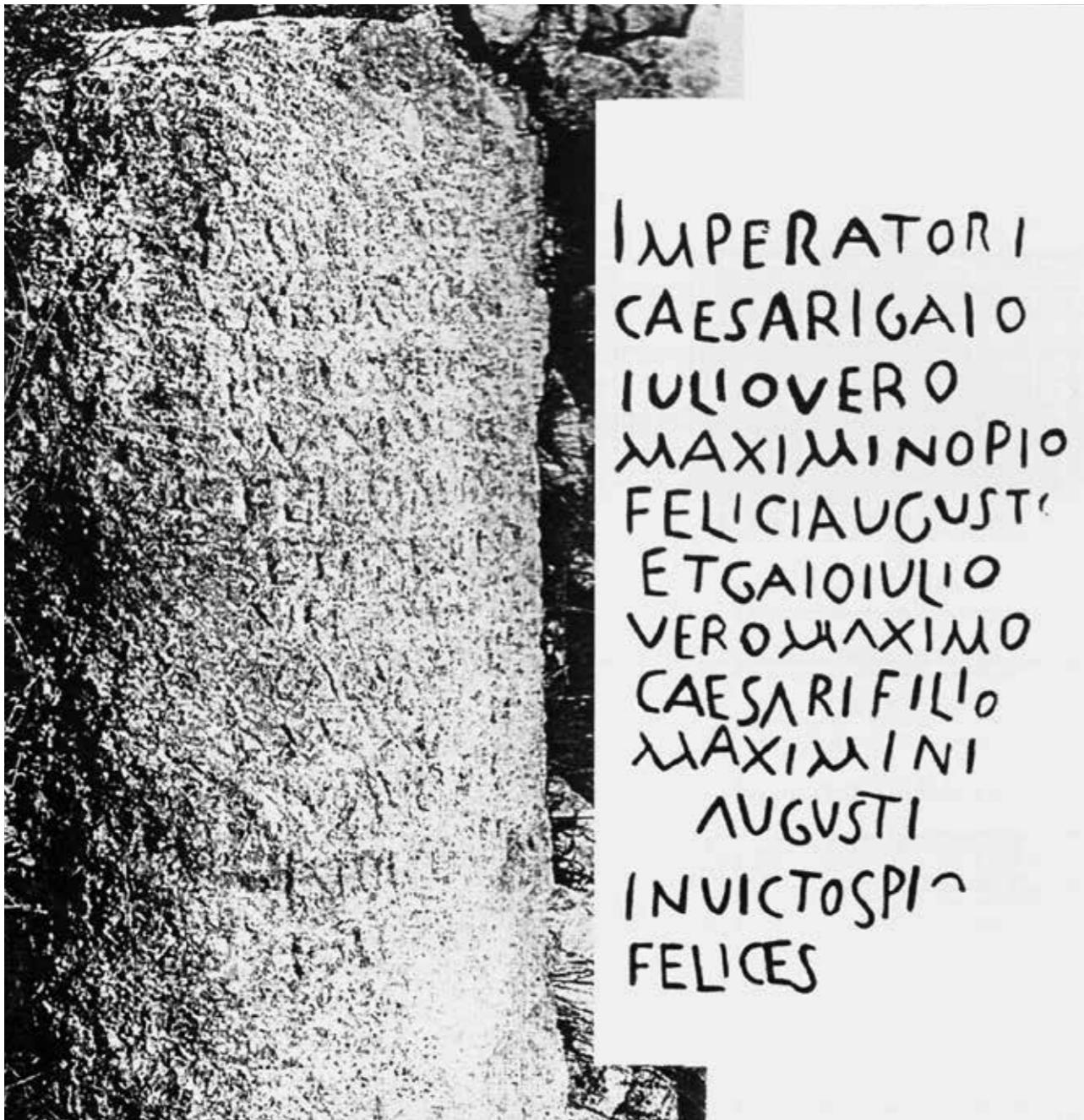
עיניים של דג זברה בשלושה גלים: שבוע, שלושה שבועות וארבעה שבועות. האישון מחייב האור מתחילה להתפתח כבר בשבוע הראשון לחיי הדג.

عين سمك دانيو مخطط في ثلاثة أعمار، أسبوع، ثلاثة أسابيع وأربعة أسابيع. بؤبؤ العين الذي يعكس الضوء يبدأ بالتطور في الأسبوع الأول من حياة السمكة.

The eyes of a zebrafish at different developmental stages – at one, three and four weeks. The reflective pupil begins to develop already in the first week of the fish's life.

---

Gur D, Nicolas JD, Brumfeld V, Bar-Elli O, Oron D and Levkowitz G (2018)  
The dual functional reflecting iris of the zebrafish. *Advanced Science* 1800338.



פרופ' בנימין איזק / אוניברסיטת תל אביב

פרופסור בנימין איזק / جامعة تل أبيب

Prof. Benjamin Isaac / Tel Aviv University

אבן דרך ("מייל סטון") רומיות מן הדרך העולה מאממוס לירושלים (14 מיילין מירושלים) ועליה כתובות לטיניות. בכתובות ושרומים השמות והתארים של הקיסר מקסימינוס תראקיס (the Thracian) ובנו גאורוס يولיווס ורומס, אשר שלטו ברומיי בשנים 238-235 לספירה.

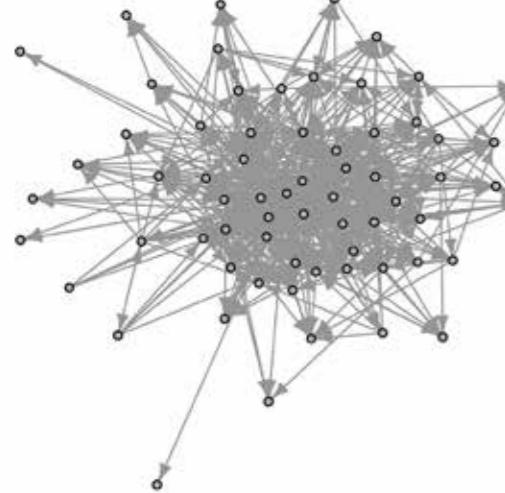
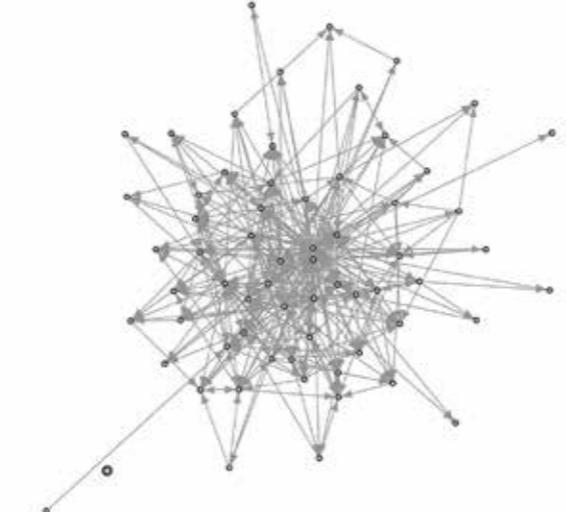
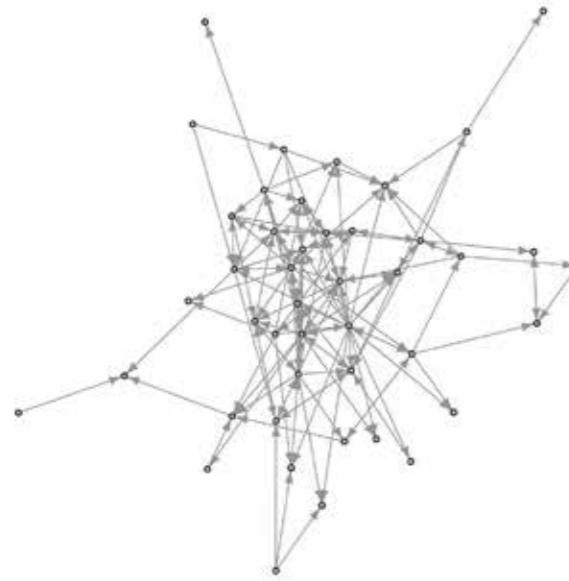
مَقْلَم (milestone) روماني من طريق عمواس إلى القدس (14 ميل من القدس) عليه كتابة باللغة اللاتينية. كُتب عليه أسماء وألقاب الإمبراطور ماكسيمينوس ثيراكتس (the Thracian) وابنه جايوس يوليوس ورومس، اللذان حكمما روما في السنوات 238-235 ميلادي.

A Roman milestone from the Emmaus–Jerusalem road, marking the distance of 14 Roman miles from Jerusalem. The Latin inscription includes the names and titles of Emperor Maximinus the Thracian, who ruled Rome from 235 to 238 CE, and his son, Gaius Julius Verus.

Fischer M, Isaac B and Roll I (1996)

Roman Roads in Judaea, II: The Jaffa–Jerusalem Roads.

Oxford: British Archaeological Reports, 295(3):431 and plates 101, 102.



**פרופ' ליאת איילון** / אוניברסיטת בר-אילן

**פרופסור ליאת איילון** / جامعة بار إيلان

**Prof. Liat Ayalon** / Bar-Ilan University

רשת הקשרים החברתיים באربעה מרכזיו יום אשר נועדו לאוכלוסייה המבוגרת. כל נקודה בתמונה משקפת אדם וכל קו משקף את הקשר בין שני אנשים המשותפים בפעילויות במרכז היום. חץ היוצא מנקודה A לנקודה B מסמן שאדם A מכיר את אדם B, אבל לא בהכרח אדם B מכיר את אדם A (אלא אם כן יש חץ מאדם B לאדם A). כך אפשר ללמוד על מערכות היחסים במרכז היום.

شبكة العلاقات الاجتماعية في أربعة مراكز يومية للمسنين. تمثل كل نقطة، في الصورة، شخص واحد. ويمثل كل خط علاقة بين شخصين يشتراكان في نشاطات المركز اليومي. السهم الذي يخرج من النقطة A إلى النقطة B يشير إلى أن الشخص A يعرف الشخص B، لكن ليس بالضرورة أن الشخص B يعرف الشخص A (إذا كان هناك سهم من الشخص B إلى الشخص A). هكذا يمكن أن نتعلم عن هيئه العلاقات في المراكز اليومية.

Social networks in four adult daycare centers. Each point in the image represents an individual, and each line denotes a connection between two people attending the center. An arrow from point A to point B indicates that A knows B, but not necessarily that B knows A (unless there is also an arrow from B to A). This gives an overview of the social relationships among people in the centers.

Ayalon L, Yahav I and Lesser O (2018)

From a bird's eye view: Whole social networks in adult day care centers and continuing care retirement communities.

*Innovation in Aging* 2(3). Available at: <https://doi.org/10.1093/geroni/igy024>.

**פרופ' ערן בוכבינדר / מכון ויצמן למדע**

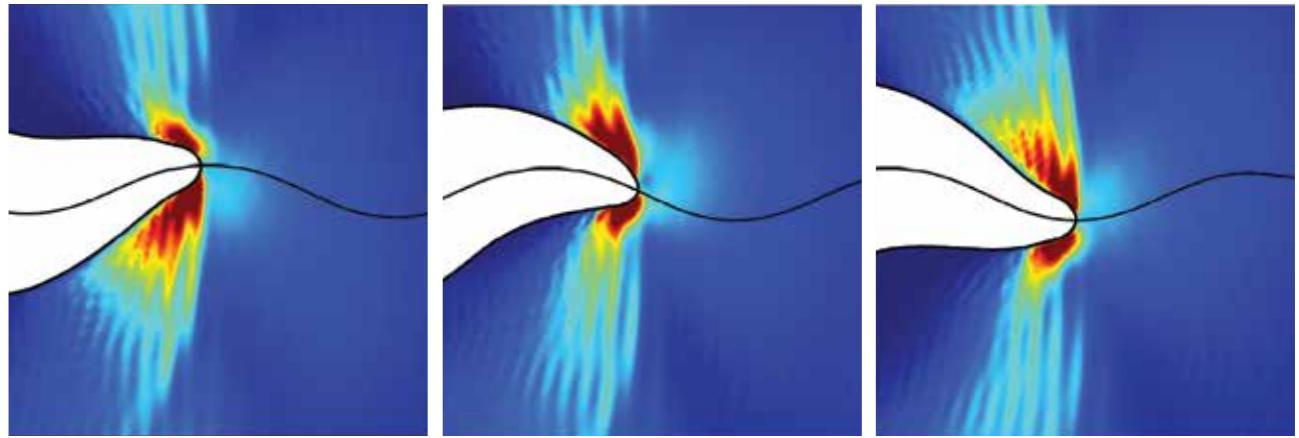
**بروفسور ערן בוכבינדר / معهد وايزمن للعلوم**

**Prof. Eran Bouchbinder / The Weizmann Institute of Science**

סדרת הדימויים (משמאל לימין) מראה התפשטות מהירה של שדך בחומר. הדימויים התקבלו מחישב שפותח על בסיס תאוריה חדשנית. האזור הלבן מייצג חומר שבור, והאזור הצבעוני מייצג חומר שעדיין לא נשבר (כל שהצבע חם יותר, כך השבירה קרובה יותר). הקוו השחור המתפתל מציין את מסלול השדך.

سلسلة הصور (מן הيسار אל הימין) תصف אנטישאר سريع לשֶׁקֶת בmaterial. נג净ת הصور ממחאה מحسوبة تم טבורההبناء على أساس نظرية جديدة. المنطقة البيضاء تمثلمادة منكسرة، والمنطقة الملونة تمثلمادة لم تنكسر حتى الآن (כלما كان اللون أكثر دقّةً تقترب عملية الانكسار). الخط الأسود المنحن يصفمسار الشق.

A series of images (l-r) showing the rapid propagation of a crack inside a material, obtained from a computer simulation of the failure process, based on a novel theory. The white area is the broken material, while the colored areas represent material that is still unbroken (the warmer the color, the closer the material is to breaking). The wavy black line depicts the path of the crack.

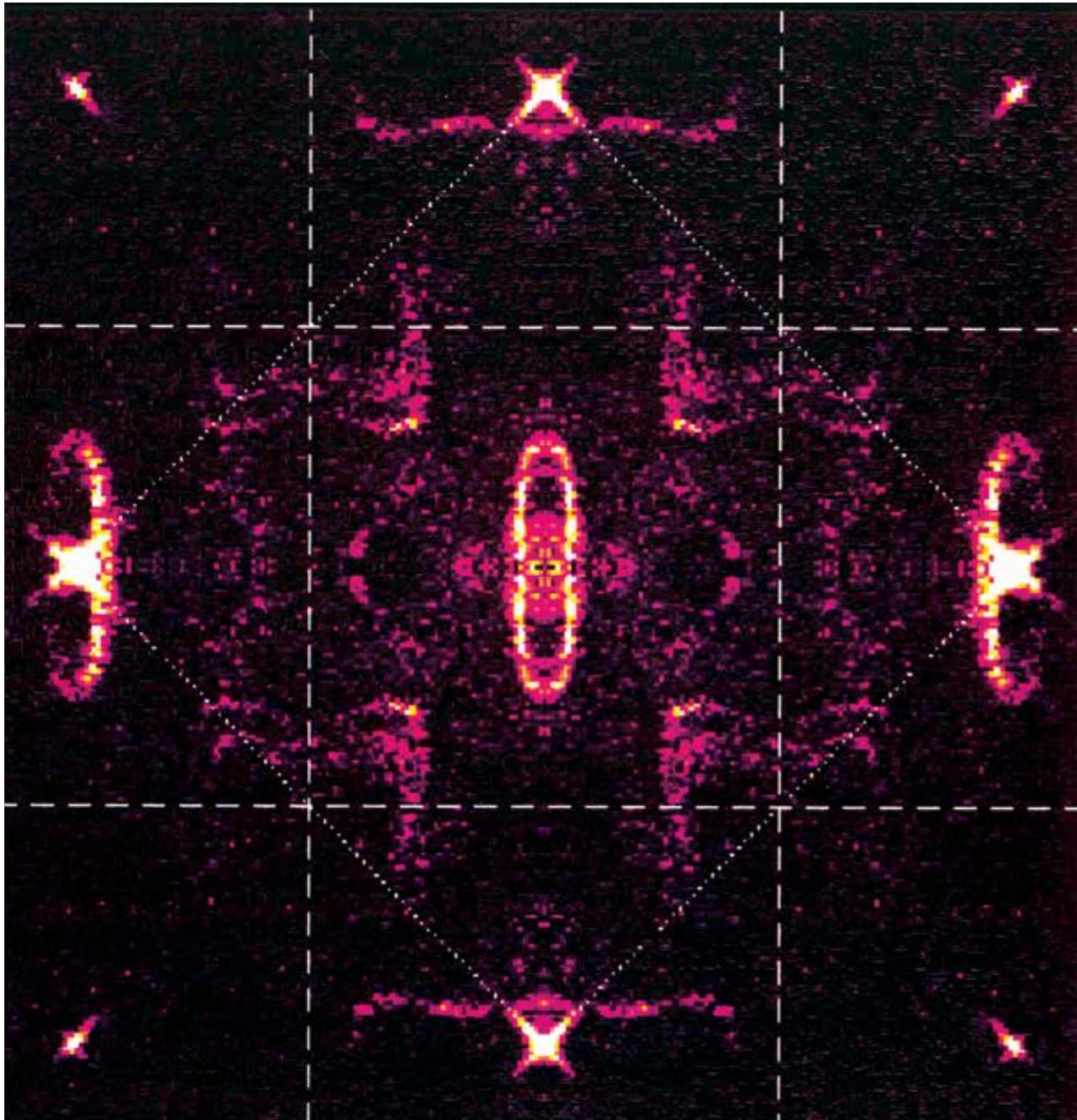


---

Chen C-H, Bouchbinder E and Karma A (2017)

Instability in dynamic fracture and the failure of the classical theory of cracks.

*Nature Physics* 13:1186–1190.



פרופ' חיים בידנкопף / מכון ויצמן למדע

פרופסור חיים בידנкопף / معهد وايزمن للعلوم

Prof. Haim Beidenkopf / The Weizmann Institute of Science

הדוAliות חלקיק-גל שמהוارة בתורת הקוונטיים מאפשרת לנו למדוד את האדוות שיוצרום אלקטרוניים בחומרים קוונטיים. בתמונה נראהות התוצאה של מדידת גלי אלקטרוניים במצבי "קשתות פֶרְמִי" על-פני מתקת טופולוגית מסווג נויל. סיוג טופולוגי של חומרים הוא תחום חדש שהביא למחפה בדרך שבה אנו מבינים את התכונות האלקטרוניות של גבישים.

الإدواجية جُسْنِيم - موجة الموصوفة في النظرية الكوانتية (الكم) تُتيح لنا قياس التموجات التي تُنتجهـا الإلكترونـات في المـواد الكـواـنتـية. تـظـهـرـ فـيـ الصـورـةـ نـتـيـجـةـ قـيـاسـ أـمـواـجـ إـلـكـتـرـونـاتـ فـيـ حالـاتـ "أـقـواـسـ فـيـرمـيـ" عـلـىـ مـعـادـنـ طـوـبـوـغـرافـيـةـ منـ نـوـعـ فـايـلـ. التـصـنـيـفـ الطـوـبـوـغـرافـيـ لـلـمـوـادـ هـوـ مـجـالـ بـحـثـ جـدـيدـ أـدـىـ إـلـىـ تـغـيـيرـ طـرـيقـةـ فـهـمـ الصـفـاتـ إـلـكـتـرـونـيـةـ لـلـبـلـورـاتـ.

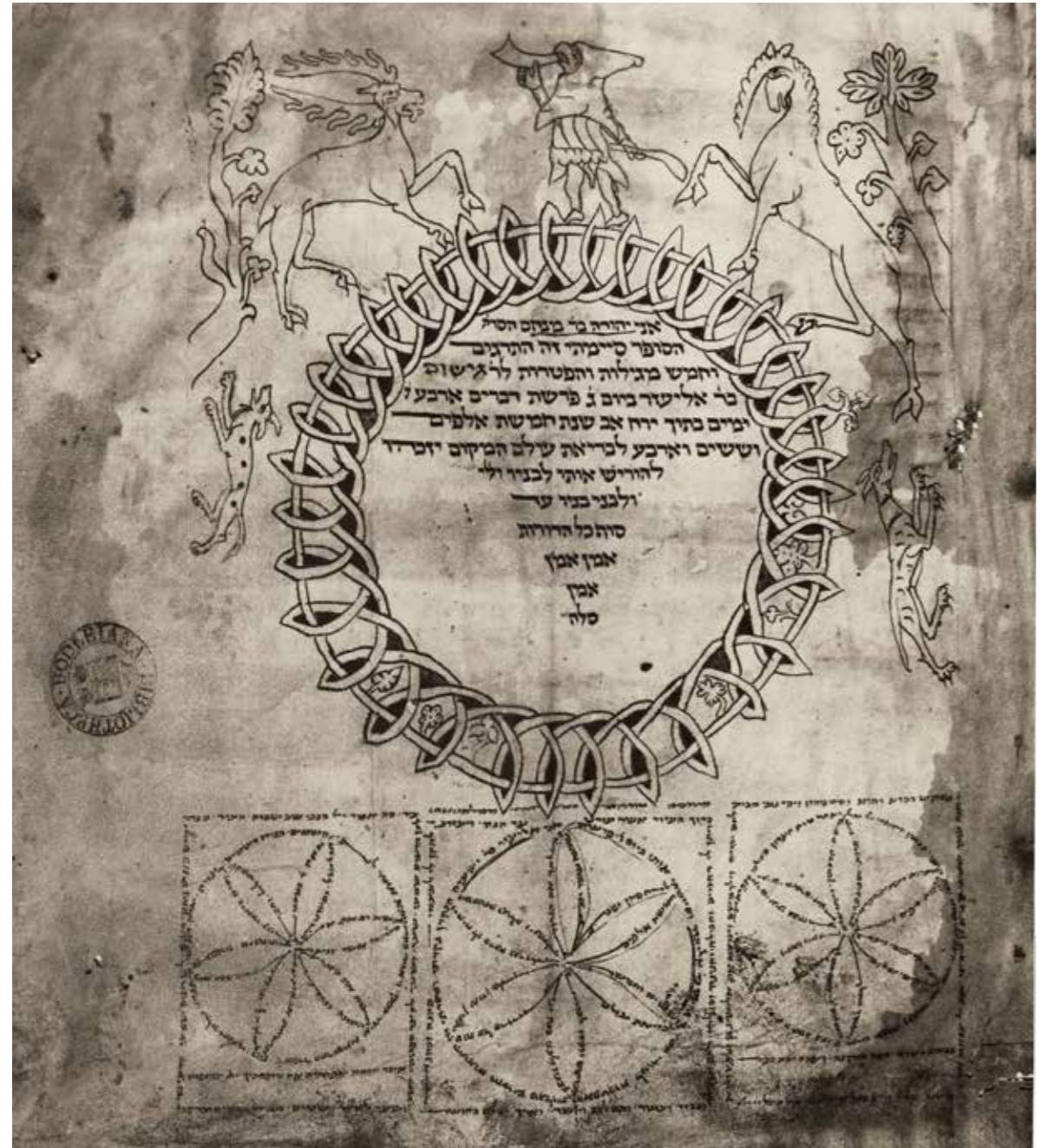
The particle-wave duality, a basic tenet of quantum mechanics, enables us to measure the ripples produced by electrons in quantum materials. The image shows the measurement of waves of electrons in "Fermi arc" states on the surface of a topological Weyl metal.

---

Batabyal R, Morali N, Avraham N, Sun Y, Schmidt M, Felser C, Stern A, Yan B and Beidenkopf H (2016)

Visualizing weakly bound surface Fermi arcs and their correspondence to bulk Weyl fermions.

Science Advances 2, e1600709.



**פרופ' מלאכי בית-אריה / האוניברסיטה העברית בירושלים**

**بروفيسور ملاخي بيت - أريه / الجامعة العبرية في القدس**

**Prof. Malachi Beit-Arié / The Hebrew University of Jerusalem**

קולופון – כתובות שהושיבו מעתיקי ספרות בימי הביניים בסוף העתקתם, ובה דרך כלל פרטיהם על המעתיק ועל נסיבותו העתקת בכתב היד. בקולופון שבתמונה צירע המעתיק שהשלים את העתקתם של החומש עם תרגום אונקלוס לארמיית, חמש המגילות וההפטורות ב'D' באב שנת ה'ס"ד (1305) בגרמניה. כעבור שנה נוספו בכתב היד ניקוד והערות המסורה (הנלוות לעקסט המקראי בשוליים). הנקדן, שכזב את התקסט שבספריו המקראי בעיטורים גאומטריים, עיטר את קולופון המעתיק.

הخاتمة - عنوان وأضافه الشخص الذي יنسח الكتاب.في العصور الوسطى.في نهاية الكتاب. وقد شامل العنوان عدة تفاصيل الشخص الذي نسخ الكتاب وظروف نسخ المخطوطة.في الخاتمة التي ظهرت في الصورة ذكر الشخص الذي نسخ الكتب أنه أكمل نسخ أسفار موسى الخمسة وترجمها إلى اللغة الترامية.خمسة مخطوطات ومقطع أسفار الأنبياء. وقد تم ذلك في الرابع من אב سنة 1305 في ألמания. بعد مرور سنة أضيف تشكييل وملحوظات تراقص النص التוראי في الهواشت. الشخص الذي كتب النص في افتتاحيات كتاب التوراة ברخארפ הנדסיה. زرف خاتمة الشخص الذي נسخ الكتب.

A colophon (an inscription added to the end of a book by its medieval scribe) from Germany marking the completion, on 4 Av 5065 (1305), of the five books of the Tora, with the adjacent Aramaic translation of Onkelos, as well as the Five Scrolls and the Haftorot (the weekly additional readings from the Prophets). A year later, another scribe added the vocalization as well as Masora lists in the margins. The vocalizer, who wrote the Masora in the shape of geometric decorations at the beginnings of the biblical books, also decorated the colophon.

בית-אריה מי (2019)

קודיקולוגיה עברית: טיפולוגיה של מלאכת הספר העברי ויצובו בימי הביניים בהיבט ההיסטורי והשוואתי מתוך גישה כמותית המויסDATA על תיעוד כתבירהיד בציוני תאריך עד שנת 1540. גרסה אינטראקטיבית באתר הספרייה הלאומית.  
המסמך המקורי: כ"י אוקספורד, ספריית בודלי, MS. Can. Or. 91, דף 307r.

Beit-Arié M (2019)

*Hebrew Codicology: Historical and Comparative Typology of Hebrew Medieval Codices Based on the Documentation of the Extant Dated Manuscripts in Quantitative Approach.* Internet edition, on the National Library of Israel website.

Original image: MS Oxford, Bodleian Library, MS. Can. Or. 91, fol. 307r.

**פרופ' צבי בן- אברהם** / אוניברסיטת תל אביב ואוניברסיטת חיפה

**פרופסור تسفي בן אברהם** / جامعة تل أبيب وجامعة حيفا

**Prof. Zvi Ben-Avraham** / Tel Aviv University and University of Haifa

הדמייה אקוסטית (סיסמית) של התת-קרקע בים מול חדרה. חילופי הקווים השחורים והלבנים מייצגים את מבנה השכבות הגאולוגיות ואת שבירתן. השטח הלבן בחלק העליון של הדמיה מיצג את תווך הים. דימיה זו היא הכלי המרכזי בחקר התת-קרקע ובחיפושי גז ונפט.

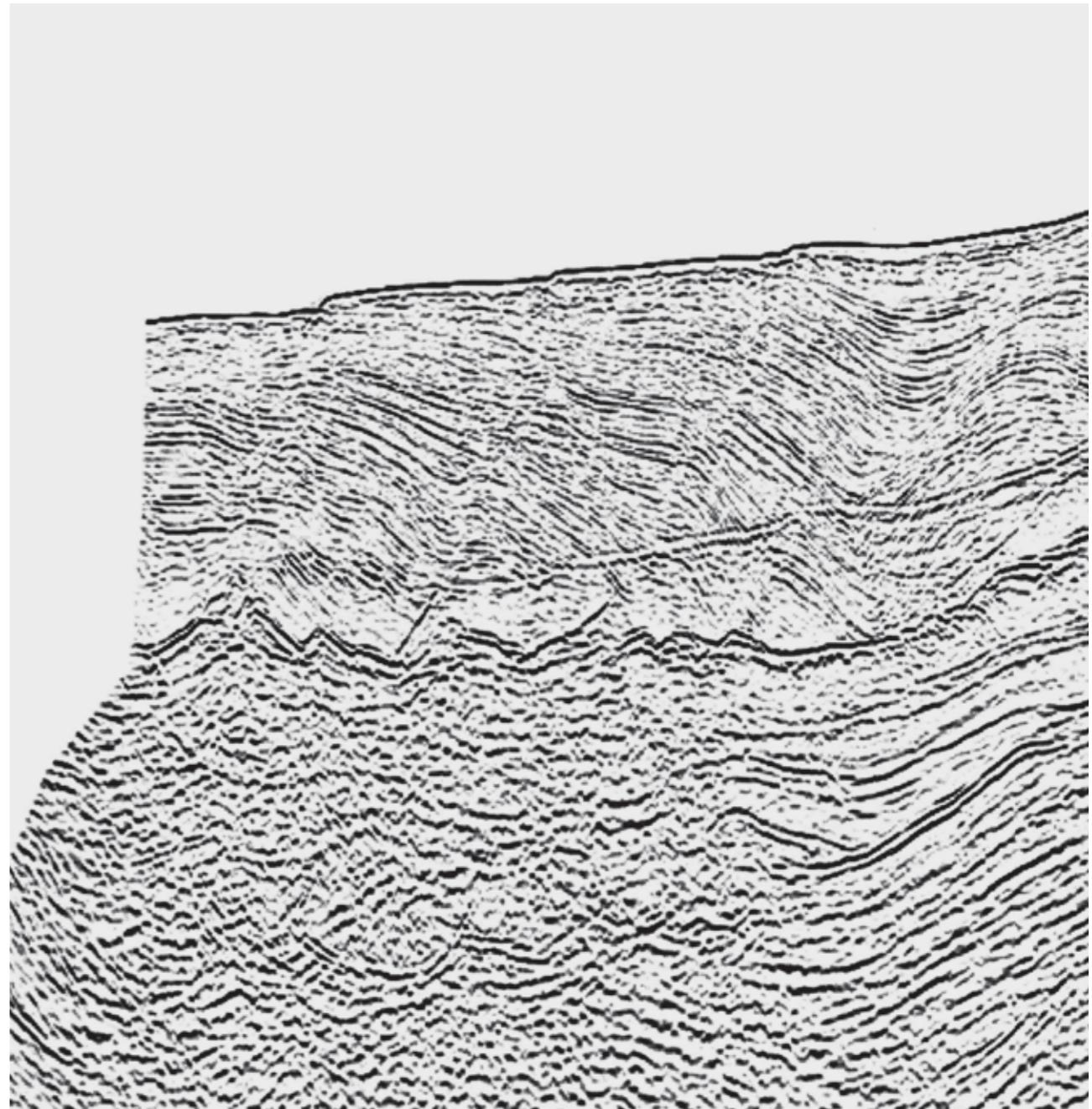
صورة صوتية (زلزالية) لباطن الأرض في البحر مقابل مدينة الخضيرة. تبادل الخطوط السوداء والبيضاء يمثل مبني الطبقات الجيولوجية وانكساراتها. المساحة البيضاء في القسم العلوي من الصورة تمثل حيز البحر. تعتبر طريقة التصوير الصوتي أداة مركزية في بحث باطن الأرض وفي التنقيب عن الغاز والنفط.

Acoustic (seismic) image of the seafloor and sub-bottom off the Hadera shore. The black and white alternating lines represent the geological strata and occasional faults. The overlying white area represents the sea water. Seismic imaging is the primary tool for subsurface mapping and hydrocarbon exploration.

---

Schattner U, Ben-Avraham Z, Lazar M and Hübscher C (2006)

Tectonic isolation of the Levant basin offshore Galilee–Lebanon: Effects of the Dead Sea fault plate boundary on the Levant continental margin, eastern Mediterranean. *Journal of Structural Geology* 28(11):2049–2066.





פרופ' יונתן בן-דב / אוניברסיטת חיפה

פרופסור יונתן בן - דוב / جامعة حيفا

Prof. Jonathan Ben-Dov / University of Haifa

צלום בטכנולוגיה מתקדמת של טור ב מותק "סרך העדה", חיבור כתמי מגילות קומראן. בחלק השמאלי

- 6. העlion של הקלף נראות שכבות של הכתב, שנוצרו בשל רטיבות. פיסות העור מוקמו מחדש, והרווחים
- 7. הושלמו באמצעות העתקה של אותיות מחלקים אחרים של המגיליה והדבקתן בחלקי החסרים. התוצאה היא
- 8. מהדרה משופרת של עמוד זה.

تصوير בטכנולוגיה מתקדמת לuemod b من "حكم الجماعة". من مخطوطات قديمة וوجدت في كهوف قمران. في القسم  
9. الأيسر العلوي من البطاقة تظهر عدة طبقات للكتابة التي تآتت بسبب الرطوبة. تم ترتيب قطع الجلد من جديد. وتم  
10. إكمال الفراغات بواسطة نسخ حروف من أجزاء أخرى في المخطوطة. ولصيقها في الأقسام الناقصة. النتيجة هي  
11. طبعة محسنة لهذه الصفحة.

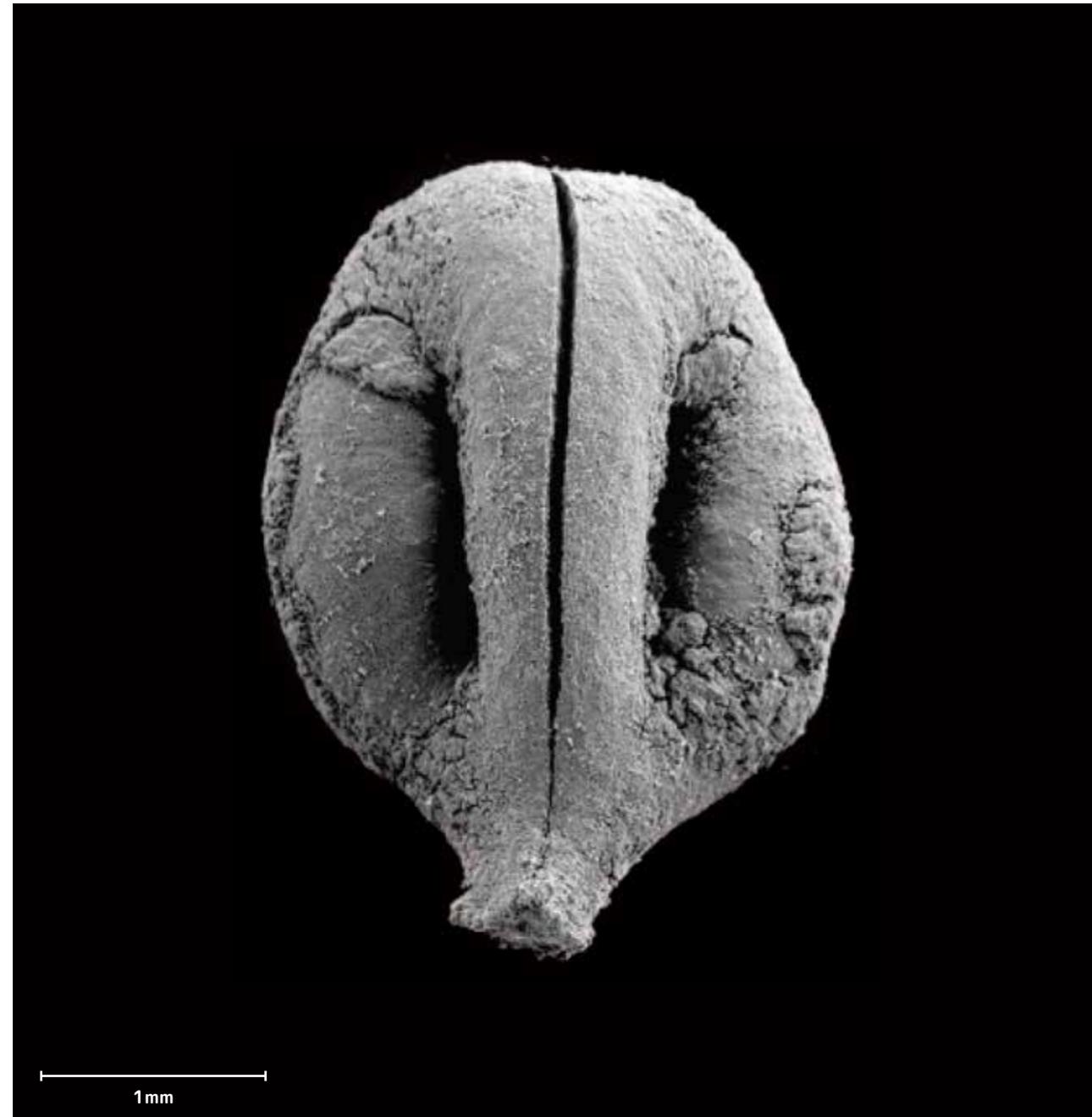
A photograph made using advanced technology of column ii of the "Rule of the Congregation," from the ancient scrolls found in the Qumran caves. Due to water damage, the writing on the upper left appears in several layers. The fragments have been repositioned, and lacunae have been restored using letters copied and pasted from elsewhere in the scroll. This technology enabled us to create a far more precise edition of the text on this page.

Bloch Y, Ben-Dov J and Stökl Ben Ezra D (2019)

The Rule of the Congregation from Cave 1 of Qumran: A new edition. *Revue des études Juives* 178:1–46.

Original photograph: Bruce and Kenneth Zuckerman, West Semitic Research,  
in collaboration with Princeton Theological Seminary. Courtesy Jordan Museum.

Computer-generated image: Einat Tamir



פרופ' נעמה גורן-ענבר / האוניברסיטה העברית בירושלים

פרופסورة נעמה גורן - ענבר / الجامعة العبرية في القدس

Prof. Naama Goren-Inbar / The Hebrew University of Jerusalem

שרידי צומח אכיל (זרען של עنب בר) בן כ-780,000 שנה מהאתר האשלי של גשר בנוט יעקב. שני החורים נראים בבירור מפני שהרצן החיצוני התבזבז בשינוי הזמן. בסיס הזרען בולט המוכיח את הרצן לבסיס הפירות. מהמקורה מתמשך רכס בין החורים ועד לקצה הזרען בחלק העליון. הזרען נסדק לאורך הרכס. הזרען צולם באמצעות מיקרוסקופ אלקטرونום סורק (SEM).

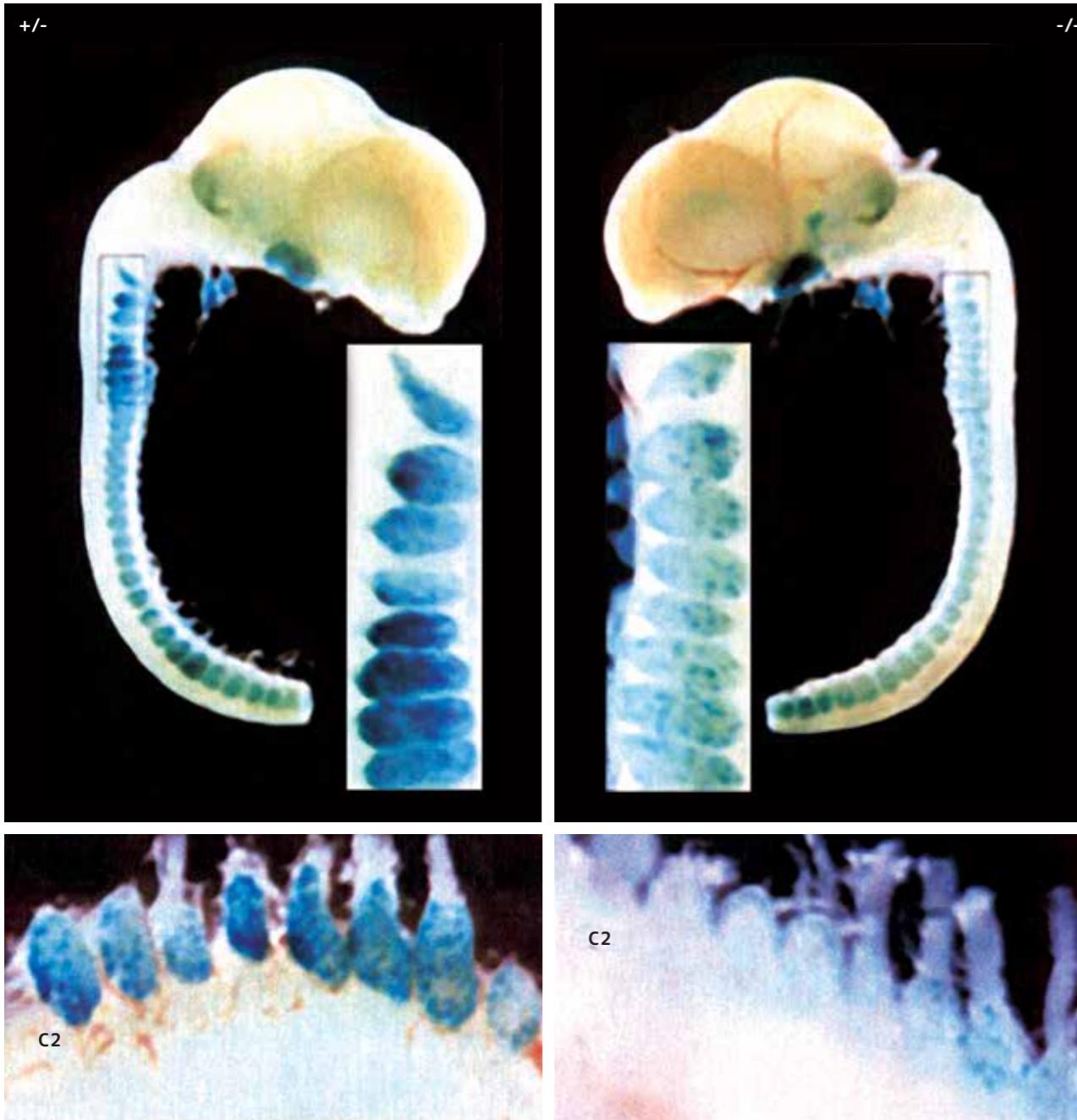
بقايا نبات صالح للأكل (بذرة عنب بري) عمره حوالي 780,000 سنة من الموقع الأشولي في منطقة جسر بنات يعقوب. نرى البذرتين بوضوح، لأن النسيج الخارجي للبذرة تأكل مع مرور الوقت. يبرز في قاعدة البذرة غُنق يربط بين البذرة وقاعدة الثمرة. تمتد من العنق سلسلة بين الشقوق حتى طرف البذرة في القسم العلوي. تنسقق البذرة على طول السلسلة. تم تصوير البذرة بواسطة ميكروسكوب إلكتروني ماسح (SEM).

Edible plant remains, around 780,000 years old, from the Acheulian site at Gesher Benot Ya'aqov. The two indentations are clearly visible in the fruit pit because of the erosion of the outer tissue over time. Projecting from the base of the pit is the stem that attached it to the base of the fruit, extending in a ridge between the indentations and into the upper part of the pit. The pit was photographed with a scanning electron microscope (SEM).

Melamed Y, Kislev M, Geffen E, Lev-Yadun S and Goren-Inbar N (2016)

Hominin plant foodstuff and diet at the Acheulian site of Gesher Benot Ya'aqov, Israel.

*Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)* 113(51):14674–14679.



**פרופ' יורם גרונר / מכון ויצמן למדע**

**פרופסור יורם גرونר / معهد وايزمن للعلوم**

**Prof. Yoram Groner / The Weizmann Institute of Science**

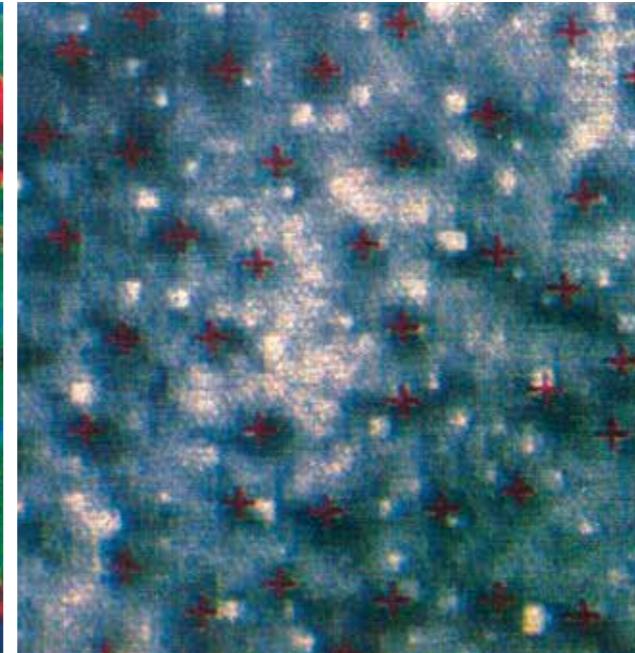
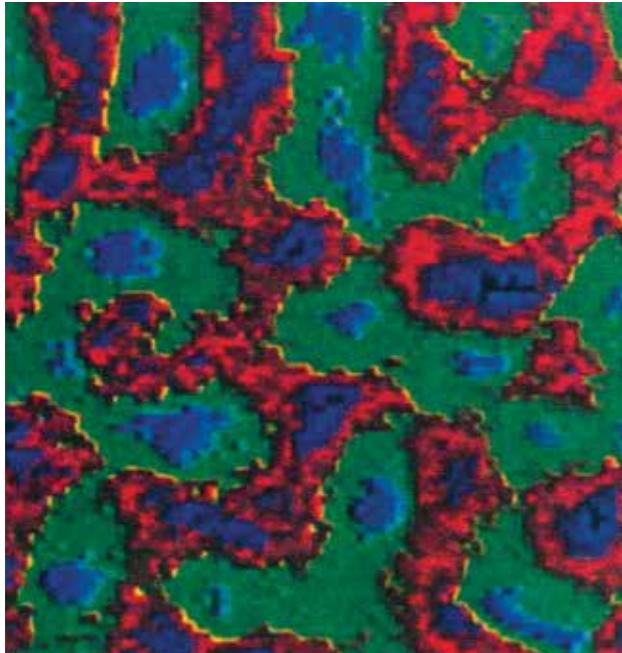
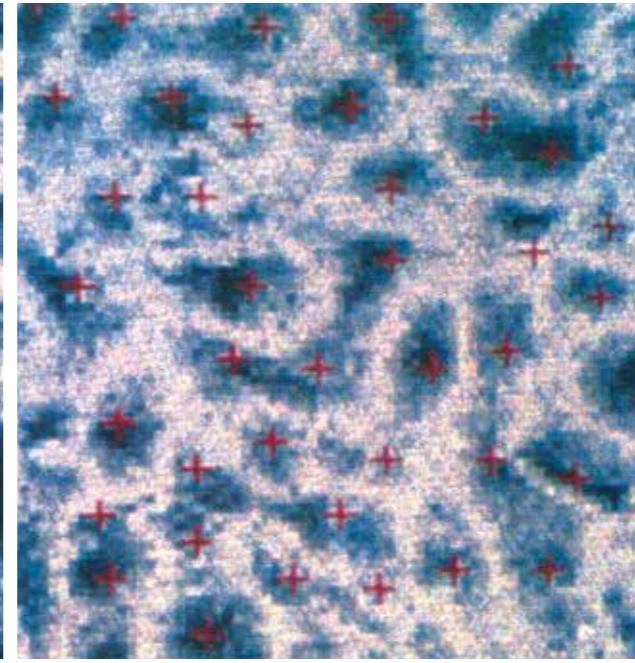
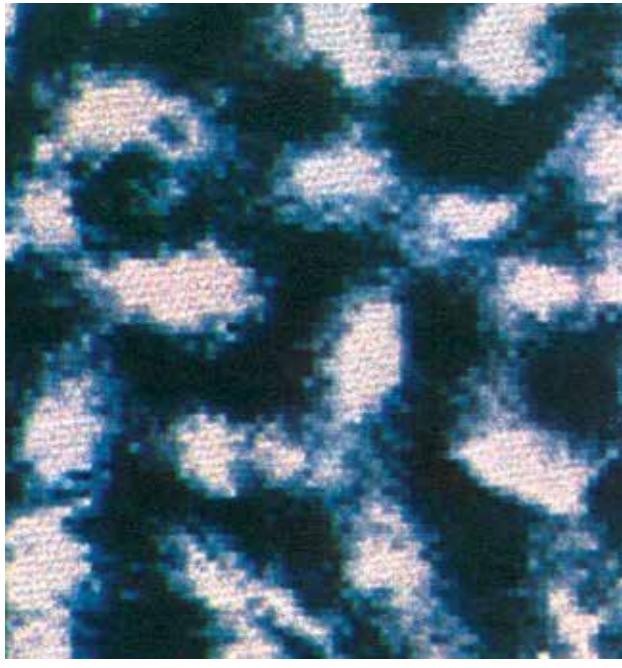
תאי עצב של מערכת העצבים ההיקפית (מסומנים בכחול בחלק התיכון), אשר מתאימים את תנועות הגוף. התאים מאוגדים באשכולות מסוימות לאורך השדרה. בתמונה הימנית נראה אשכול חסרי תא עצב שמקורם בעכבר טרנסגנרי שבו מושתק גן חיוני להתחזות תא העצב. עכברים אלה סובלים מתנועת גפיים פגומה.

الخلايا العصبية لجهاز الأعصاب المحيطي أو الجهاز العصبي الطرفي (المشار إليها بالأزرق في القسم السفلي) تتحكم بحركة أطراف الجسم بشكل مناسب. تجمع الخلايا في عناقيد وتنظم على طول العمود الفقري. تظهر في الصورة العلوية اليمنى عناقيد خالية من الخلايا العصبية. مصدرها من فارم مهندس جينياً لا يعمل فيه جين ضروري لتطور الخلايا العصبية. تعانى هذه الفئران من خلل في حركة أطراف الجسم.

Nerve cells from the peripheral nervous system (marked in blue, bottom) which coordinate limb movement. The cells are organized in clusters along the spinal cord. The clusters in the upper right image, taken from a transgenic (knockout) mouse, lack nerve cells due to the silencing of a gene crucial to the development of nerve cells. These mice display uncoordinated limb movement.

---

Levanon D, Bettoun D, Harris-Cerruti C, Woolf E, Negreanu V, Eilam R,  
Bernstein Y, Goldenberg D, Xiao C, Fliegauf M, Kremer E, Otto F, Brenner O, Lev-Tov A and Groner Y (2002)  
The Runx3 transcription factor regulates development and survival of TrkC dorsal root ganglia neurons.  
*EMBO Journal* 21:3454-3463.



פרופ' עמירם גרינולד / מכון ויצמן למדע

פרופסור עמירם גרינולד / معهد وايزمن للعلوم

Prof. Amiram Grinvald / The Weizmann Institute of Science

דימות אופטי שטיפה ארכיטקטורה תפקודית של מיקום תגבורת השמליות במוח הראיתי, בשטח של  $3.5 \times 4.5$  מ"מ בклиיפת המוח. למעלה משמאל: עמודות העיניים. מיקום הקולט מעין ימין (בלבן) ומעין שמאל (בשחור). למטה משמאל: קידוד צבעוני של עוצמת התגובה החשמלית (עין ימין בירוק, עין שמאל באדום. אזורים שמאירים בעוצמה מוגברת בשתי העיניים מימין: מיפור של אזורים שמאירים בעוצמה מוגברת לפחות לקלט חזרתי בשתי העיניים (בשחור) ואזורים שמאירים בעוצמה פחותה לפחות לשתי העיניים (בלבן). למטה מימין: מפה בשיטה היסטולוגית של אזורים עשירים באנזים ציטוכרומ אוקסידאז. סימני + בשתי המפות מימין מראים היפיה טובה. האזורים העשירים באנזים זה מוגבים לראיית צבעים.

التصوير الضوئي الماسح لأداء ومكان ردود الفعل الكهربائي في مخ الرؤية. في مساحة مقدارها  $4.5 \times 3.5$  ملم في قشرة المخ. في أعلى الصورة من اليمين: أعمدة العينان. مكان الاستيعاب من العين اليمنى (بالأبيض) ومن العين اليسرى (بالأسود). في الأسفل من اليسار: تحديد شدّة رد الفعل الكهربائي بالألوان (العين اليمنى بالأخضر والعين اليسرى بالأحمر). تم تحديد المناطق التي تستجيب بشدّة عالية في كلتا العينتين باللون الأزرق. في أعلى الصورة من اليمين: مسح مناطق تستجيب بشدّة قصوى لاستيعاب بصري في كلتا العينين (بالأسود) ومناطق تستجيب بشدّة منخفضة لاستيعاب بصري في كلتا العينين (بالأبيض). في الأسفل من اليمين: تم إعداد الخريطة بطريقة علم الأنسجة لمناطق غنية بإنزيم سيتوكروم أوكسيدياز إشارات إل + في الخريطتين. في اليمين، تُشير إلى تطابق جيد. المناطق الغنية بهذا الإنزيم تستجيب إلى رؤية الألوان.

Mapping of the representation of visual inputs in the visual cortex by optical imaging of electrical activity. The size of the cortical area in the image is  $3.5 \times 4.5$  mm. Top left: Input is received from the left eye in the black regions and from the right eye in the white ones. Bottom left: False color map, showing the right-eye input in green, the left in red, and cortical regions exhibiting the strongest response to either eye in blue. Top right: The areas that react most strongly to inputs from either eye are in black, and those that are more binocular in white. Bottom right: Histological mapping of regions rich in the enzyme cytochrome oxidase. The plus signs on the two maps on the right reveal an overlap: Areas rich in this enzyme react to colorful visual stimuli. Transferring the plus signs to the top map shows that these are also the regions of monocular vision responding to color stimuli.

---

Ts'o DY, Frostig RD, Lieke EE and Grinvald A (1990)

Functional architecture of primate visual cortex revealed by high resolution optical imaging. *Science* 249(4967):417-420.

**פרופ' ידין דודאי** / מכון ויצמן למדע

**פרופסור ידין דודאי** / معهد وايزمن للعلوم

**Prof. Yadin Dudai** / The Weizmann Institute of Science

קרוב לוודאי שלצופים בדמיוי זה ידרשו זמן ומאמץ מוגבלים מסוימים כדי לזהות מה מסתתר בתמונה, ויתכן שלא יוכלו לעשות זאת כלל. אבל לאחר היזהו, בכל פעם שambilיטים בתמונה הפתרון מופיע תוך שבריר שניות. תמודוג-חידתה יכולה לשמש מחקר שנועד לזהות את מנגןוני המוח המאפשרים לבני אדם תובנה כהרף עין של פתרון בעיות.

הפתרון: **bulldog wearing a baseball cap**

ربما يحتاج المشاهدون في هذه الصورة إلى زمن وجهد ذهني معين كي يميزوا ماذا يختفي في الصورة؟ ربما دون مساعدة لا يستطيعون تمييزه. لكن بعد التمييز في كل مرة ننظر فيها إلى الصورة يظهر الحل خلال جزء من الثانية. استعملت هذه الصور - الأحجية في البحث الذي أعد لتمييز آليات الدماغ التي تتيح للإنسان البصيرة لحل المشكلة بشكل فوري.

الحل: **bulldog wearing a baseball cap**

It is highly likely that the observer will need time and mental effort to identify the picture and in some cases will need to be given additional clues or even the solution. Yet once the picture is identified, subsequent presentation triggers the solution in no time. Such camouflaged pictures served to identify the neuronal underpinnings of insight in the human brain.

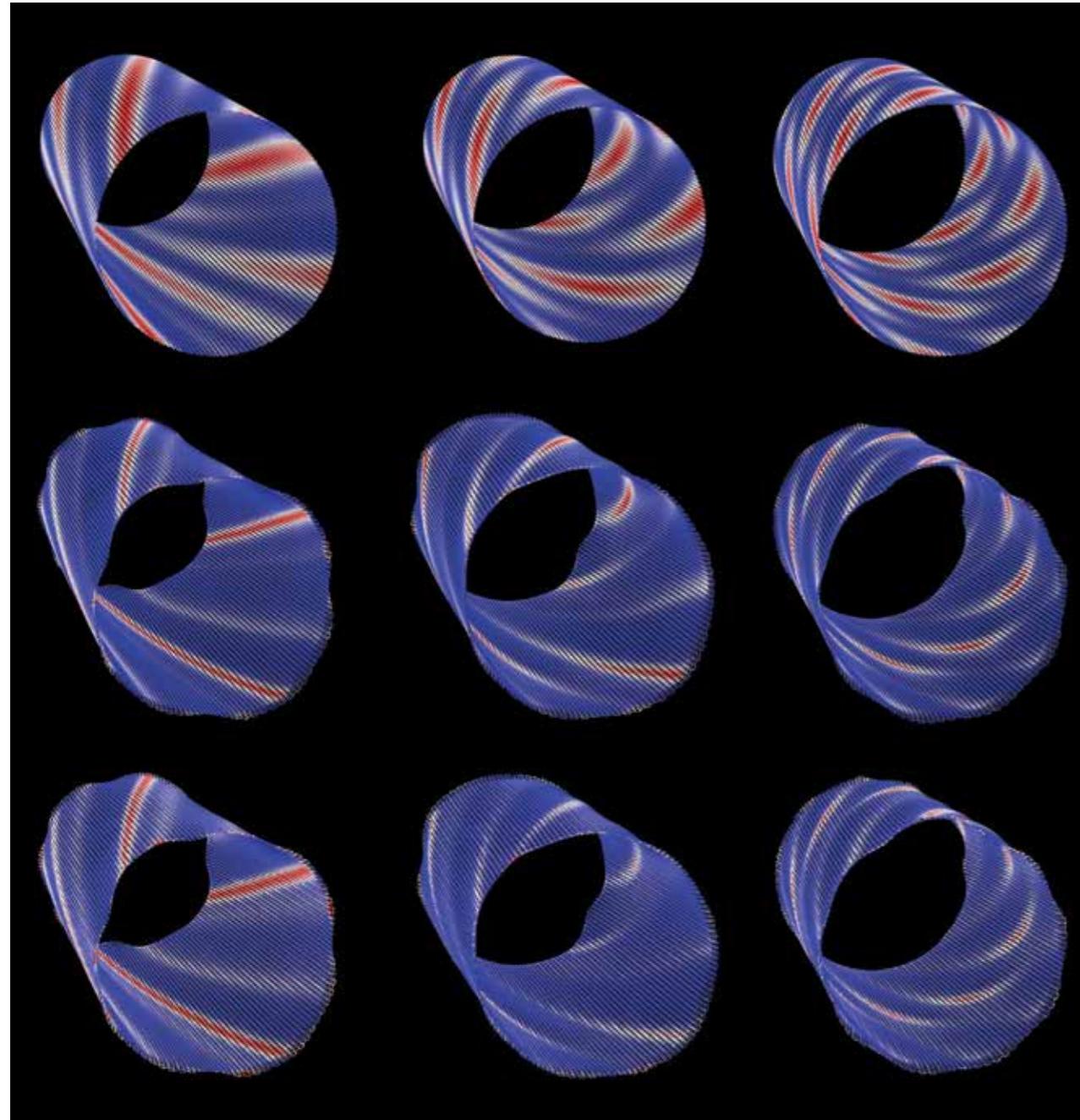
Answer: The head of a bulldog wearing a baseball cap



Ludmer R, Dudai Y and Rubin N (2011)

Uncovering camouflage: Amygdala activation predicts long-term memory of induced perceptual insight.

*Neuron* 69:1002-1014.



פרופ' עודד הוד / אוניברסיטת תל אביב

פרופסור עודד הוד / جامعة تل أبيب

Prof. Oded Hod / Tel Aviv University

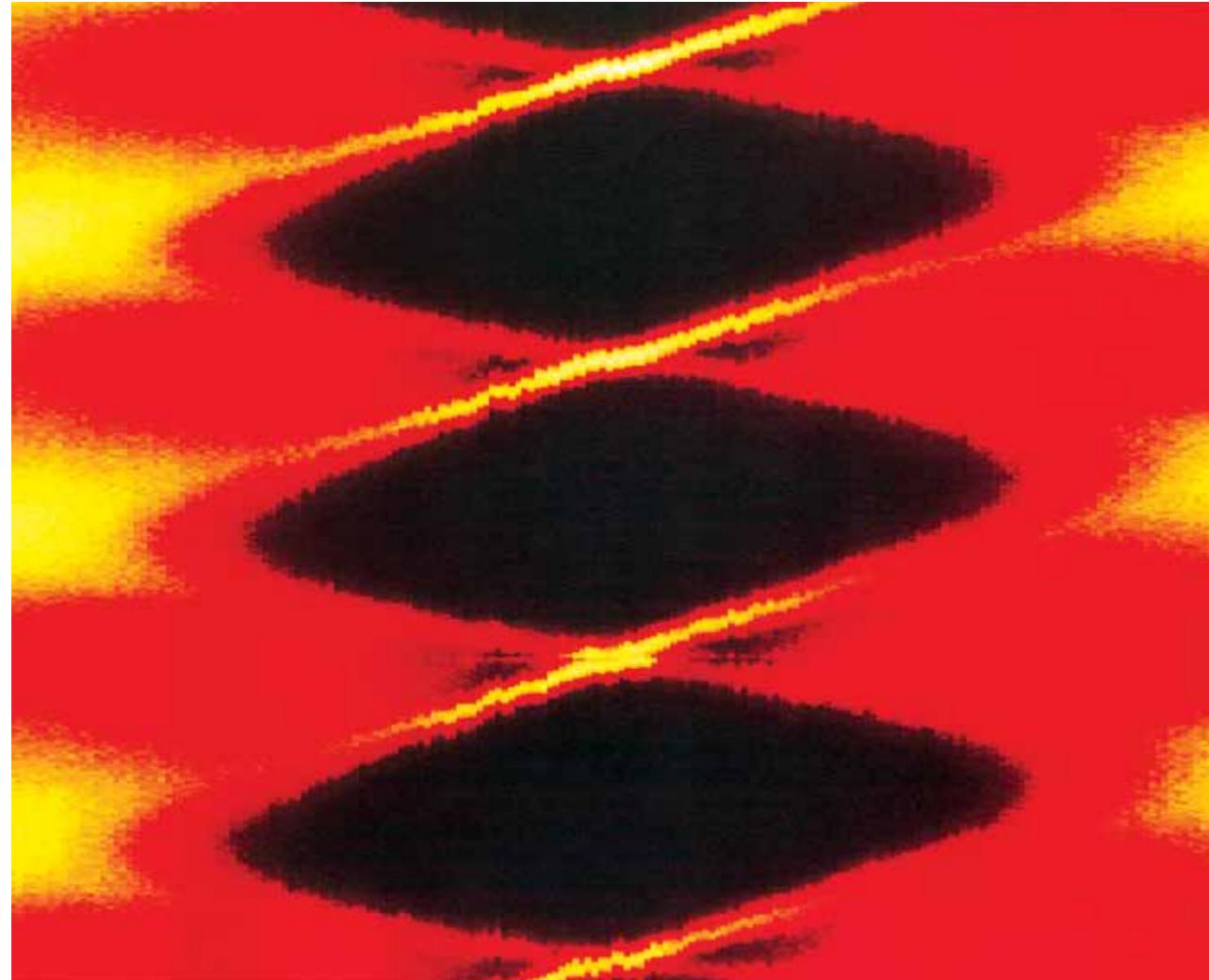
שלא כתפיסה המקובלת, שלפה ננו-צינוריות פחמןיות ואריארגנניות הן בעלות מבנה גלילי, נמצא כי האינטראקצייה בין שכבות עוקבת של ננו-צינוריות רב-שכבות עשויה ליצור מנstroות ננו-מטריות מפותחות. למנstroות אלו תכונות פיזיקליות ייחודיות.

من المعروف أنّ مبنى النانو أنابيب الكربونية وغير عضوية هو أسطوانة. لكنُ وُجد أن التأثير المتبادل بين طبقات متتالية من النانو أنابيب متعددة الطبقات قد يُؤثِّر مناشير نانو متربة متربة. هذه المنأشير لها صفات فيزائية خاصة.

Unlike the common wisdom according to which both carbon and inorganic nanotubes have a cylindrical structure, it was found that interactions between adjacent walls in multi-walled nanotubes could produce a twisted prism structure with unique physical properties.

---

Leven I, Guerra R, Vanossi A, Tosatti E and Hod O (2016)  
Multiwalled nanotube faceting unravelled. *Nature Nanotechnology* 11:1082–1086.



פרופ' מוטי הייבלום / מכון ויצמן למדע

פרופסורה מוטי הייבלום / معهد وايزمن للعلوم

Prof. Moty Heiblum / The Weizmann Institute of Science

מסלול זרימה של אלקטرونים החולפים זה אחר זה ביןות לאזורים חסומים בטרנזיסטור של אלקטرونים בודדים. היכולת להבחין בתופעות קוונטיות כאלה, המונחות בסיסיים של החומר בקיים, עשוייה להוביל בעתיד לפיתוח יישומים של טכנולוגיות קוונטיות.

مسار تدفق الإلكترونات. الواحد תלו לאחר. في نفس الوقت. إلى مناطق محبوبة في ترانزistor لـالكترونات منفردة. القدرة على تمييز ظواهر كوانтиة (كم) بهذه موجودة في أساس وجود المادة في الكون. وقد تؤدي هذه القدرة، في المستقبل، إلى تطوير تطبيقات تكنولوجية كوانтиة.

The pathway of current by which electrons pass, one at a time, through areas with barriers in a transistor of single electrons. The ability to detect such quantum phenomena, which are at the basis of the existence of all material in the universe, may ultimately lead to applications in various quantum technologies.

---

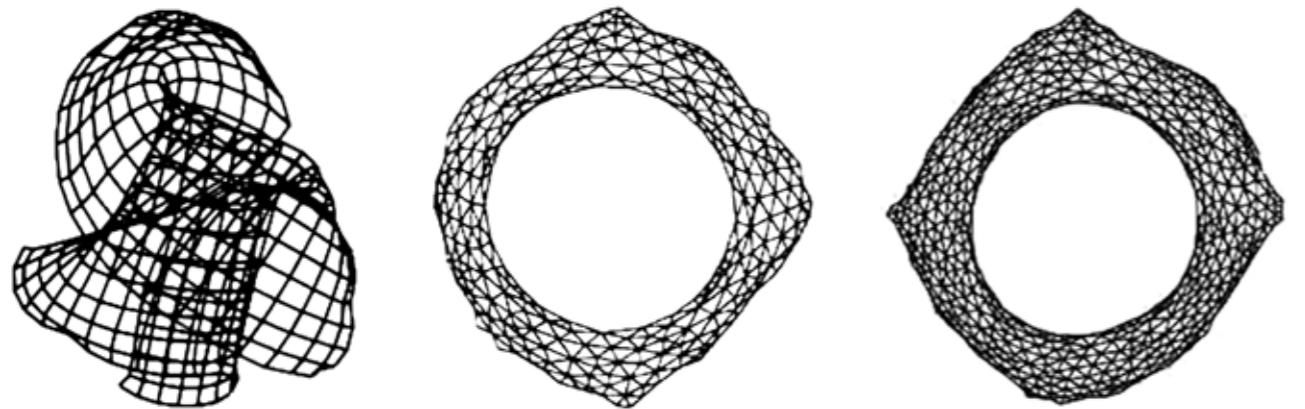
Zarchin O, Chung YC, Heiblum M, Rohrlich D and Umansky V ( 2007)

Electron bunching in transport through quantum dots in a high magnetic field. *Physical Review Letters* 98:066801.

**פרופ' דוד הראל** / מכון ויצמן למדע

**פרופסור דavid הראל** / معهد وايزمن للعلوم

**Prof. David Harel** / The Weizmann Institute of Science



ויזאו אסתטיקה אוטומטית: אלגוריתם (מתכוון פועלה ממוחשב) מקבל גרף המורכב מנードות וקווים מחברים אשר "מושח" על המשורר באופן אקראי, ומתבקש לארגן אותו מחדש כך שהחוצה תהיה "אסתטית". כמובן, השאלה היא איך מגדירים לחשב מהי אסתטיקה וכייך גורמים לו ליראות את הגרף בעצמו. עבודה זו מתמודדת עם המשימה באמצעות אלגוריתמים מורכבים ייחודיים.

**וידאו** جميليات تلقائية، الخوارزمية، أو اللوغاريتم (تعليمات عمل محاسبة) تحصل على رسم بياني מكون من نقاط وخطوط تربط بينها. وهي "تقع" على المستوى بشكل عشوائي. والمطلوب من الخوارزمية أن تنظمه من جديد بحيث تكون النتيجة "جميلة". بالطبع، السؤال هو: كيف نعرف للحاسوب ما هي الجميليات؟ وكيف نترجمה على أن يجعل الرسم البياني גמياً بشكل تلقائي؟ يتناول هذا البحث هذه المهمة بواسطة خوارزميات معقدة خاصة.

**Video** Automatic aesthetics: An algorithm (instructions for a computer) obtains as an input a graph composed of nodes and connecting edges, "laid out" randomly on the plane, and is instructed to rearrange this layout "aesthetically." The question, of course, is how to define the concept of aesthetics to a computer and thus to compel it to "beautify" the graph. Highly complex algorithms were developed to meet this challenge.

---

Harel D and Koren Y (2002)

A fast multi-scale method for drawing large graphs. *Journal of Graph Algorithms and Applications* 6(3):179–202.

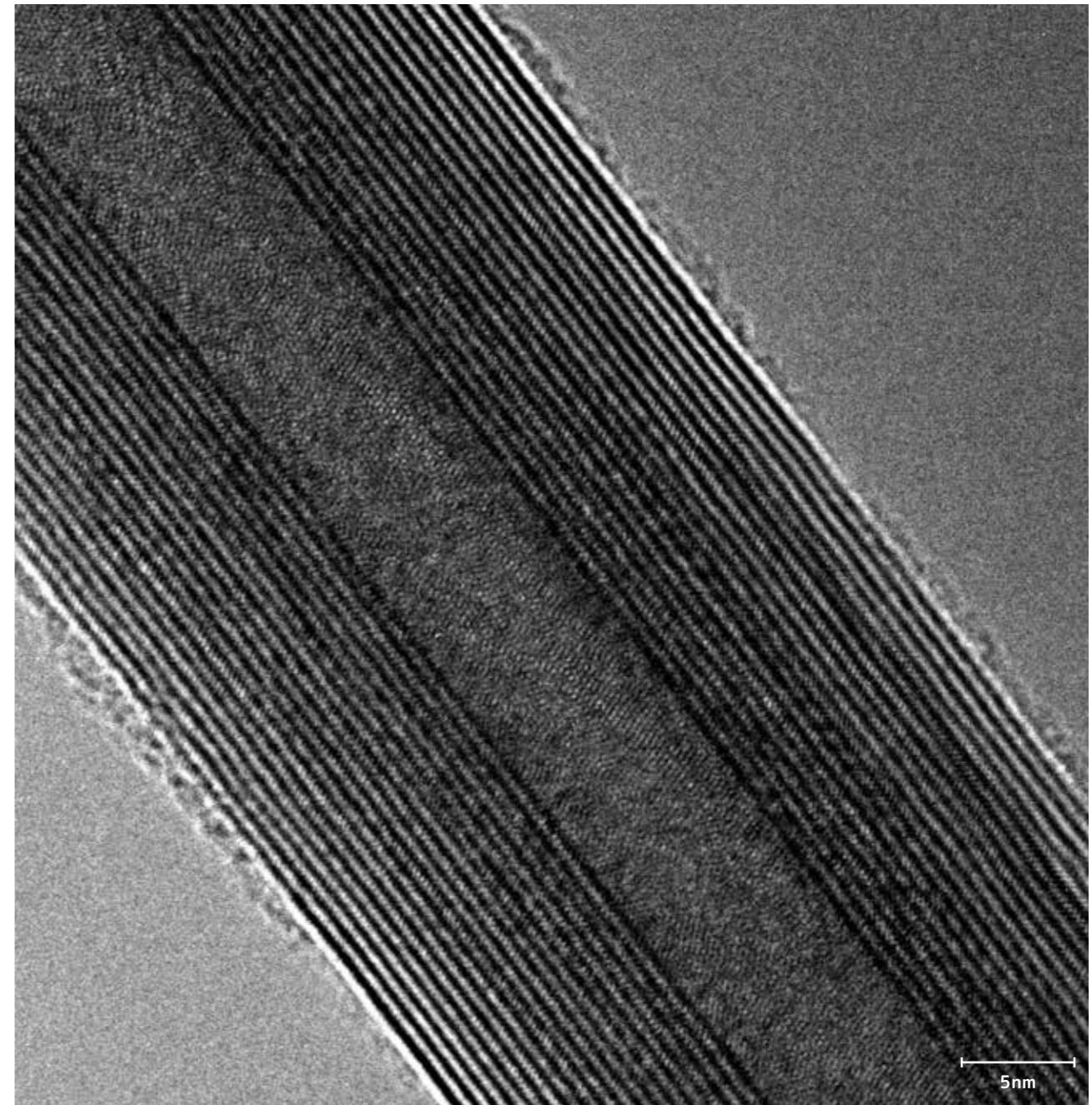
**פרופ' רשות טנא** / מכון ויצמן למדע  
**بروفسور رشף طنا** / معهد وايزمن للعلوم

**Prof. Reshef Tenne** / The Weizmann Institute of Science

החלל הפנימי של ננו-צינורית של טונגסטן דו-גופרי, והמעטפת העשויה שכבות אחדות.

الفراخ الداخلي لنانوأنبوب مصنوع من تنجستون ثاني الكبريت. والغلاف المبني من عدّة طبقات.

Internal space of a tungsten disulfide nanotube, enveloped in a number of layers.



---

Bar-Sadan M, Houben L, Enyashin A, Seifert G and Tenne R (2008)

Atom by atom: HRTEM insights into inorganic nanotubes and fullerene-like structures.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS) 105:15643-15648.

**פרופ' רועי ירושלמי** / האוניברסיטה העברית בירושלים

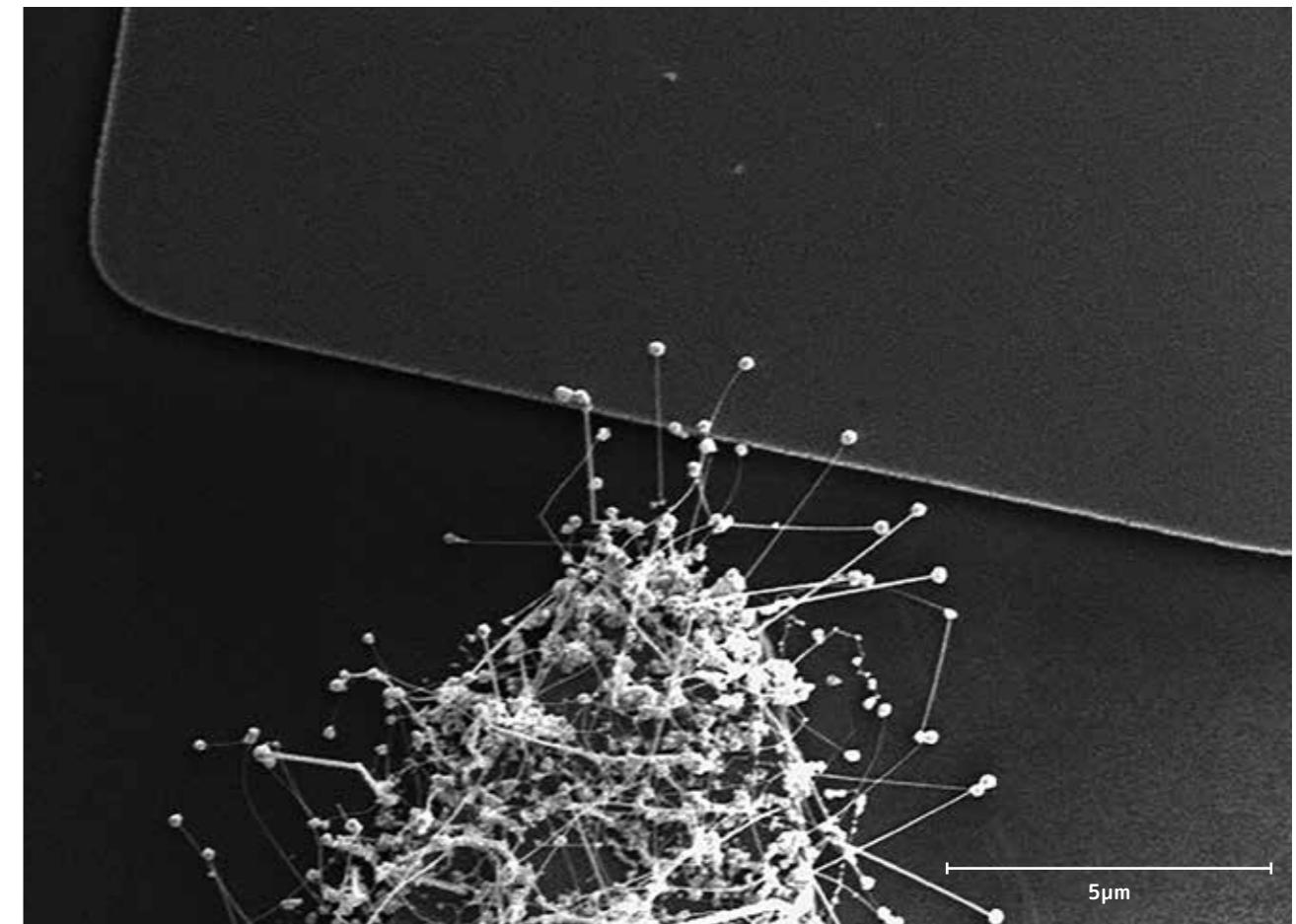
**بروفيسور روعي يروشلمي** / الجامعة العبرية في القدس

**Prof. Roie Yerushalmi** / The Hebrew University of Jerusalem

הרכיב הפעיל בחישן אלקטרוני-אופטי, דמו פרח, המחבר בין מגע מקרוסקופי לאלקטרודה ננומטרית.

المكون الفعال في المحسس الإلكتروني - ضوئي يشبه زهرة. وهو وسيط بين تلامس مacroscopic و الإلكتروني نانو متري.

The active component of an electro-optical detector enabled by nano-floret hybrid nanostructures.  
The flower-like nanostructures bridge across scales from the macro and microscopic to the nanometer-sized electrodes.

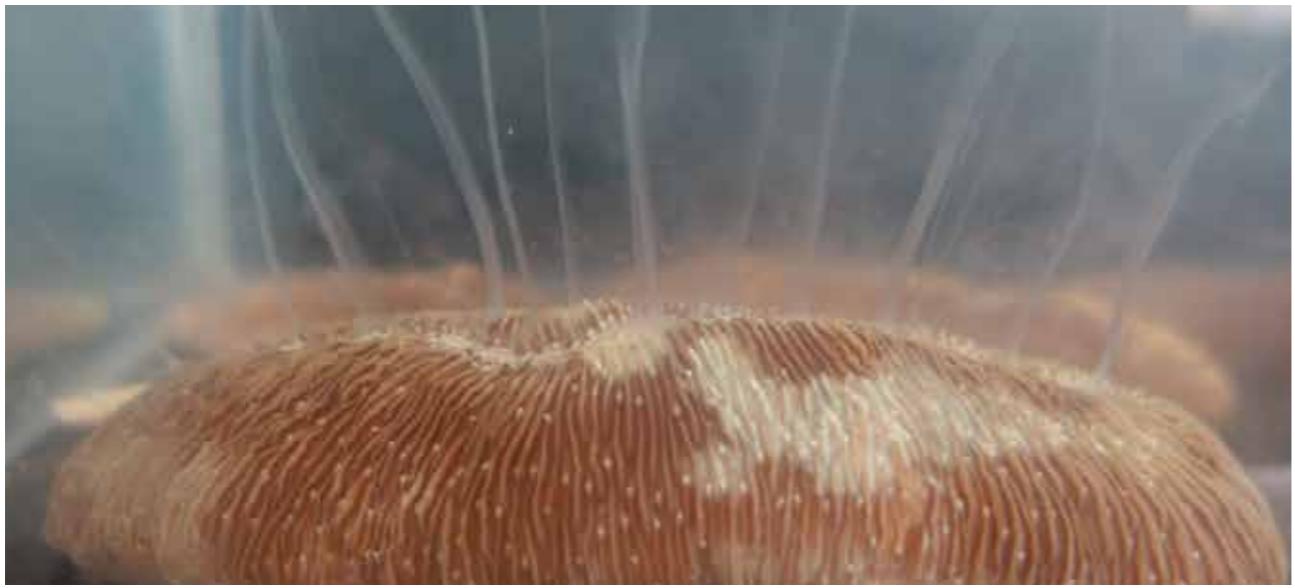


---

Ziv A, Tzaguy A, Hazut O, Yochelis S, Yerushalmi R and Paltiel Y (2017)

Self-formed nanogap junctions for electronic detection and characterization of molecules and quantum dots.

*RSC Advances* 7:25861.



פרופ' יוסי לוייה / אוניברסיטת תל אביב

פרופסור יוסי לוייה / جامعة تل أبيب

Prof. Yossi Loya / Tel Aviv University

חולופי זוויג וביפעמים באלמוגים. במחקר זה הובאה העדות הראשונה מאלמוגים שביהם זכרים ונקבות מחליפים את זוויגם מדי שנה בתגובה לעוקות סביבתיות. שחרור הביציות ותאי הזרע מתבצע חמשה לילות לאחר הרוח המלא של يولיו-אוגוסט. פרטיהם נצפו מSchedulerים את תוצרי המין בשוניות אילת, עקבה ואוקינאווה באותו מועד בדיק. שנורי הזוויג באלמוגים מגברים את כישוריהם האבולוציוניים. לעומת זאת: זכר האלמוג פולט תא זרע מפתחי הפה שעלי-פני האלמוג. למטה: נקבת האלמוג *Ctenactis* פרולטת ביציות.

تبادل الجنس מرات كثيرة في المرجان. بين هذا البحث أن شعاب مرجانية ذكور وإناث تبدل جنسها كل عام كرد فعل للتغير في البيئة المحيطة. يحدث انطلاق البويضات والخلايا المنوية بعد مرور خمسة ليالي على اكتمال القمر في الشهرين تموز - آب. تمت مشاهدة أفراد مرجان تطلق نواتجها الجنسية في شعيبات مرجانية في إيلات، العقبة وجزيرة أوكييناوا في نفس الموعد بالضبط. يساعد تغيير الجنس في المرجان على ازدياد لياة النشوء والارتفاع. في أعلى الصورة: ذكر المرجان Herpolitha يطلق خلايا من فتحات الفم التي تقع على سطح المرجان. في أسفل الصورة: أنثى المرجان Ctenactis تطلق بويضات.

Repetitive sex change in corals. This study for the first time presents evidence of corals changing annually from male to female and back again in response to environmental conditions. The release of ova and sperm into the water, where fertilization takes place, happens five nights after the full moons of July and August, at exactly the same time each year. The corals were observed releasing sperm or eggs in the reefs of Eilat, Aqaba and Okinawa – all at precisely the same time. Sex change in corals increases their overall fitness. Top: Herpolitha male coral sheds sperm through its mouth openings. Bottom: Ctenactis female coral releasing eggs.

---

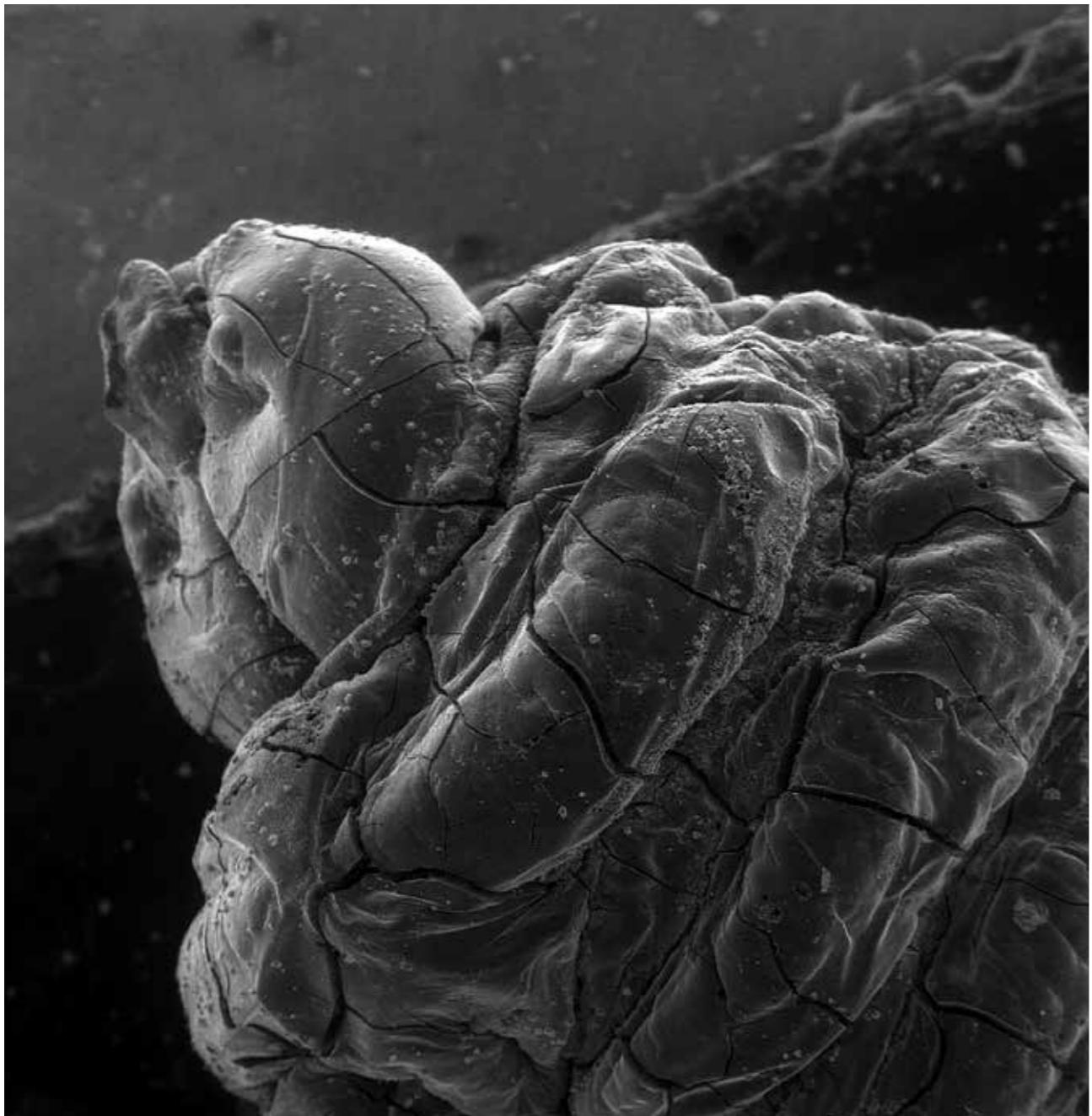
Loya Y and Sakai K (2008) Bidirectional sex change in mushroom corals.

*Proceedings of the Royal Society, B: Biological Sciences* 275:2335–2343. DOI: 10.1098/rspb.2008.0675.

Eyal-Shaham L, Eyal G, Sakai K, Nozawa Y, Harii S, Sinniger F, Bronstein O, Ben-Zvi O, Shlesinger T and Loya Y (2019)

Repetitive sex change in the stony coral Herpolitha limax across a wide geographic range.

*Scientific Reports* 9:2936. DOI:10.1038/s41598-018-37619-y.



פרופ' עמיחי מזר / האוניברסיטה העברית בירושלים

פרופסורה עמיחאי מזר / الجامعة العبرية في القدس

Prof. Amihai Mazar / The Hebrew University of Jerusalem

חל של דבורה בן 2,900 שנה. צולם בミקросקופ אלקטרוני של אחד משרדי הדבורים שהתגלו בכורת בתל רחוב שבעמק בית שאן. אורך החלק שבתמונה: כ-5 מ"מ. המכוורת בתל רחוב היא היחידה מן התקופה הקדומה שהתגלתה עד כה באגן הים התיכון.

يرقة نحلة عمرها 2,900 سنة. صورة بالميكروسكوب الإلكتروني لإحدى بقايا النحل التي تم اكتشافها في خلية نحل، في تل رحوف، في مرج بيسان. طول القسم في الصورة حوالي 5 ملم. المنحل، في تل رحوف، هو الوحيد الذي تم اكتشافه حتى الآن، من الفترات القديمة، في حوض البحر الأبيض المتوسط.

An electron microscope image of a 2,900-year-old bee larva found in an ancient hive in Tel Reḥov, in the Beit She'an Valley. The fragment in the image is around five mm long. This is the only evidence as yet discovered of beekeeping in the Levant in this period.

---

Bloch G, Francoy TM, Wachtel I, Panitz-Cohen N, Fuchs S and Mazar A (2010)

Industrial apiculture in the Jordan Valley during biblical times with Anatolian bees.

*Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*

107(25):11240–11244 (article no. 1003265107).

The photograph was taken in the framework of a joint research with Prof. Guy Bloch from the Institute for Life Sciences in the Hebrew University of Jerusalem

מזר ע' (2013) הכוורות בתל רחוב: ניתוח לארכיאולוגיה מדע רבת תחומי.

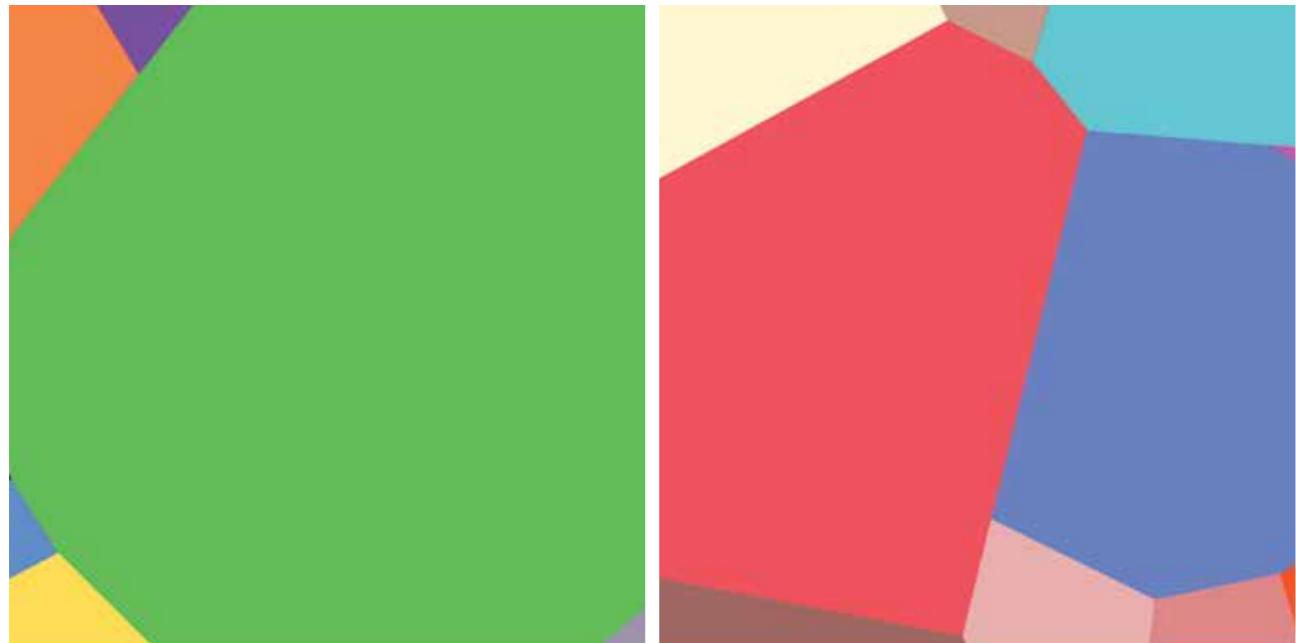
איגרת האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים 31:35:22

התצלום בוצע במסגרת מחקר משותף עם פרופ' גיא מזר מן המכון למדעי החיים באוניברסיטה העברית בירושלים

**פרופ' רון מילו / מכון ויצמן למדע**

**بروفسور رون ميلو / معهد وايزمن للعلوم**

**Prof. Ron Milo / The Weizmann Institute of Science**



מיפוי כמותי של חלוקת הבiomסה בעולם. הצבעים השונים מסמנים את זיהות האורגניזמים, ואילו שטחו של כל מצלע מיצג את כמות הבiomסה של הקבוצה. משמאל: מיפוי כל האורגניזמים (חידקדים, צמחים, בעלי חיים, בacteria, נباتות, מימין: מיפוי כמותי של בעלי חיים בלבד.

مسح كمي (رسم خرائط) للتوزيع الكتلة الأحيائية في العالم. تشير الألوان المختلفة إلى هوية الكائن الحي. أما مساحة كل مصلع تمثل كمية الكتلة الأحيائية للمجموعة. في القسم العلوي: مسح لجميع الكائنات الحية (بكتيريا، نباتات، حيوانات). في القسم السفلي: مسح كمي للحيوانات فقط.

Quantitative mapping of the distribution of biomass in the world. The different colors identify organisms, and the area of each shape represents the relative biomass of its group. Left: mapping of all organisms (bacteria, plants, animals). Right: mapping of the animal kingdom alone.

---

Bar-On YM, Phillips R and Milo R (2018)

The biomass distribution on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America – Biological Sciences* 115(25):6506–6511.

**פרופ' רפאל מושולם** / האוניברסיטה העברית בירושלים

**פרופסור רפאל מושולם** / الجامعة العبرية في القدس

**Prof. Raphael Mechoulam** / The Hebrew University of Jerusalem

אננדamide הוא מולקולה המורכבת בתחילה טبعי במוחם של יונקים, ואשר מעורבת בתהליכים ביולוגיים ובים בגופם. האנדamide מבצע את פועלתו כאשר הוא נקשר לקולטנים מתאימים שנמצאים באזורי שוניים בגוף. המרכיב הפעיל בקנאביס (THC) מחקה את פועלתו של האנדamide ונקשר גם הוא לאזורי קולטנים, ובכך הוא מפעיל את המערכת שאחרה בין היתר להפחת כאבים.

أنانداميدي هو جزء ينكون بواسطة عملية طبيعية في دماغ الثدييات. وهو يستترك في عمليات بيولوجية كثيرة في أجسامها. يقوم أنانداميدي بنشاطه عندما يرتبط بمستقبلات مناسبة موجودة في أماكن مختلفة في الجسم. القسم الفعال في القنب (THC) يُقلد نشاط الأنانداميدي ويرتبط بنفس المستقبلات أيضًا. وهذا ينشط الجهاز المسؤول عن تخفيف الألم أيضًا.

Anandamide, a molecule synthesized in the mammalian brain that is involved in many biological processes in animals, binds to cellular receptors in various parts of the body. One of the active ingredients in cannabis, tetrahydrocannabinol (THC), mimics the activity of anandamide, binding to its receptors and thus activating the system that, among other things, reduces pain.



Devane WA, Hanus L, Breuer A, Pertwee RG, Stevenson LA,

Griffin G, Gibson D, Mandelbaum A, Ettinger A and Mechoulam R (1992)

Isolation and structure of a brain constituent that binds to the cannabinoid receptor. *Science* 258:1946–1949.



פרופ' נדב נאמן / אוניברסיטת תל אביב

פרופסור נדב נאמן / جامعة تل أبيب

Prof. Nadav Na'aman / Tel Aviv University

চোর উল কন্কন শন্মতা বিনান্তিলত উগিরো, অথৰ ইস্রাইলি শবনা হেম্প যুবুম হেন্বি (746-786 লেপণি স্পোরা) বিচ্ছুন। বেজুর মুজগত তালুকা শল নেক্ষেডিম লেবোস বেগডি যোকুরা চেজুডিম লেবুর দমোত শাইনা মুজগত। দোমা শহেজুর শিমশ মতোহা লেমশিহ শচুর উল কীরোত মেবনা শব্বেকু নেম্বা কন্কন।

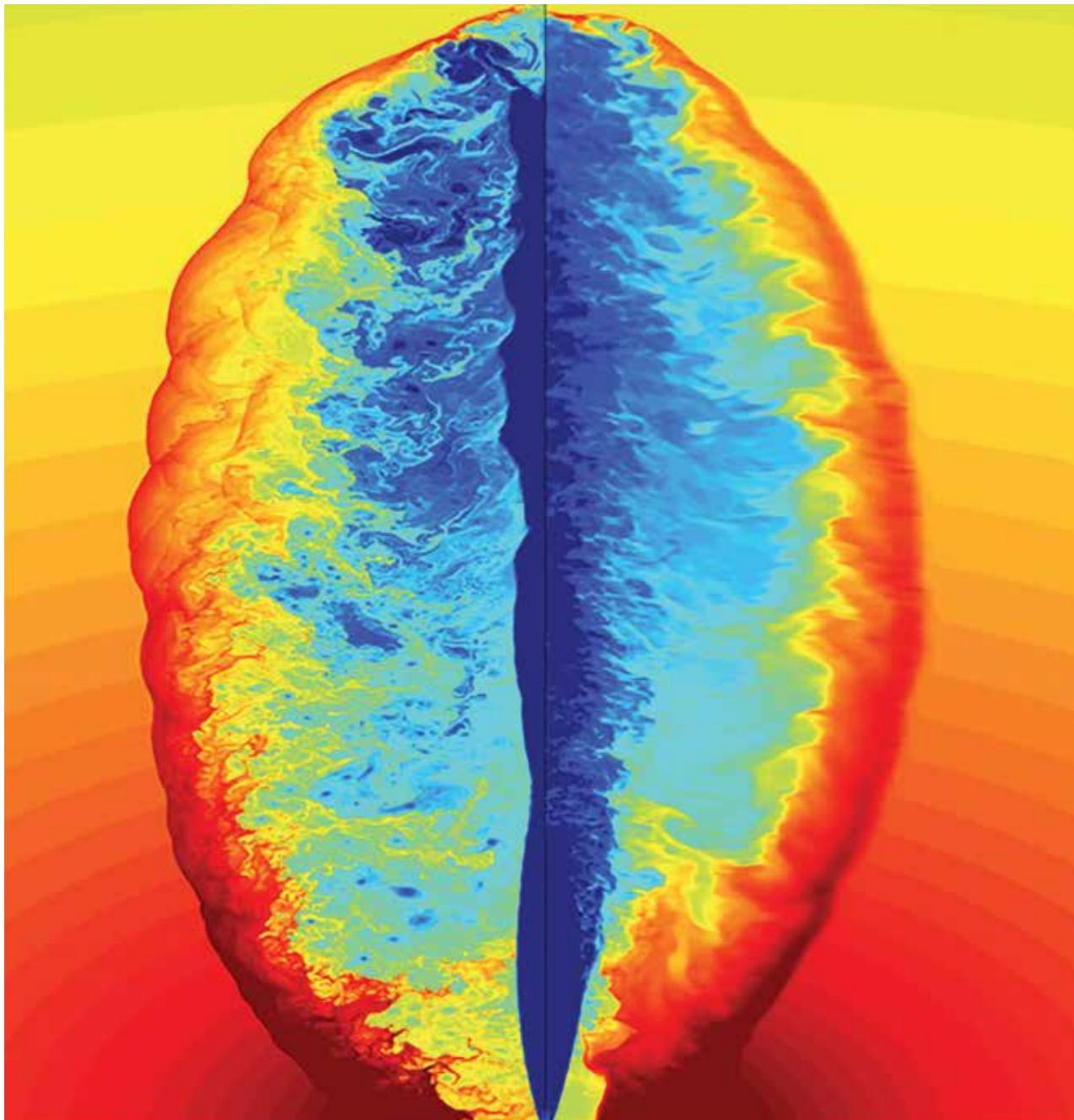
رسمة على إبريق وُجد في كونتيليت عجورود، موقع إسرائيلي بناه الملك يريعام الثاني (786-746 قبل الميلاد) في شمال سيناء. تظهر في الرسمة مسيرة أشخاص كرام يرتدون ملابس فاخرة يسيرون نحو شخصية غير معروضة. يبدو أن الرسمة استُعملت كتخطيط للرسمة الجدرية المرسومة على جدران المبني الذي وُجد فيه الإبريق.

A drawing on a storage jar found in Kuntillet Ajrud, an Israelite site built by King Jeroboam II (786–746 BCE) in Northern Sinai. The drawing shows a procession of members of the aristocracy, dressed in finery, parading before a being who is not depicted. This may have been a preliminary drawing for a fresco on the walls of the building in which the storage jar was found.

נדב נאמן, ספרות ואמונה במלכת ישראל במאה השמינית לפנה"נ הכתובות מكونתילט עגירוד, *Zmanim* 121(2013), עמ' 15-4.

Na'aman N (2013)

The Kuntillit 'Arjud inscriptions in the light of historical research. *Zmanim* 121:4-15.



**פרופ' אהוד נקר / אוניברסיטת תל אביב**

**פרופסור אהוד נקר / جامعة تل أبيب**

**Prof. Ehud Nakar / Tel Aviv University**

הדמייה ממחשבת של סילון אנרגיה הנע דרך חומר בmphירות קרובות לmphירות האור. סילונים כאלה מופיעים בטבע בערכות אסטרופיזיקליות שבמרכזן חור שחור - החל במרכז גלקסיות שבין חורים שמשקם כמייליארד מסות שמש, וכלה בכוכבים אשר מסיימים את חייהם בפיצוץ (סופרנובה) כאשר ליבתם קורעת לחור שחור.

محاكاة محاسبة לטיар מ-طاقة (انبוע טاقة) יימצא המאה בסירה קביה מسرعة ה- الضوء. תظهر هذه הטיארטאות הטבעية בأنظمة פיזיולוגית. בكون. יقع במרכזו נקֶב אָסּוֹד. אַבְדָּאָמָן מִרְאָקְזָרָמָת בְּיַהֲוָבָסָטָה הַלְּנְפָגָה (סֶפְנָוְבָּה) עַדְתָּהָרָן נְהָרָן נְוָאָה הַנְּגָם אֵלֵי נְקֶב אָסּוֹד.

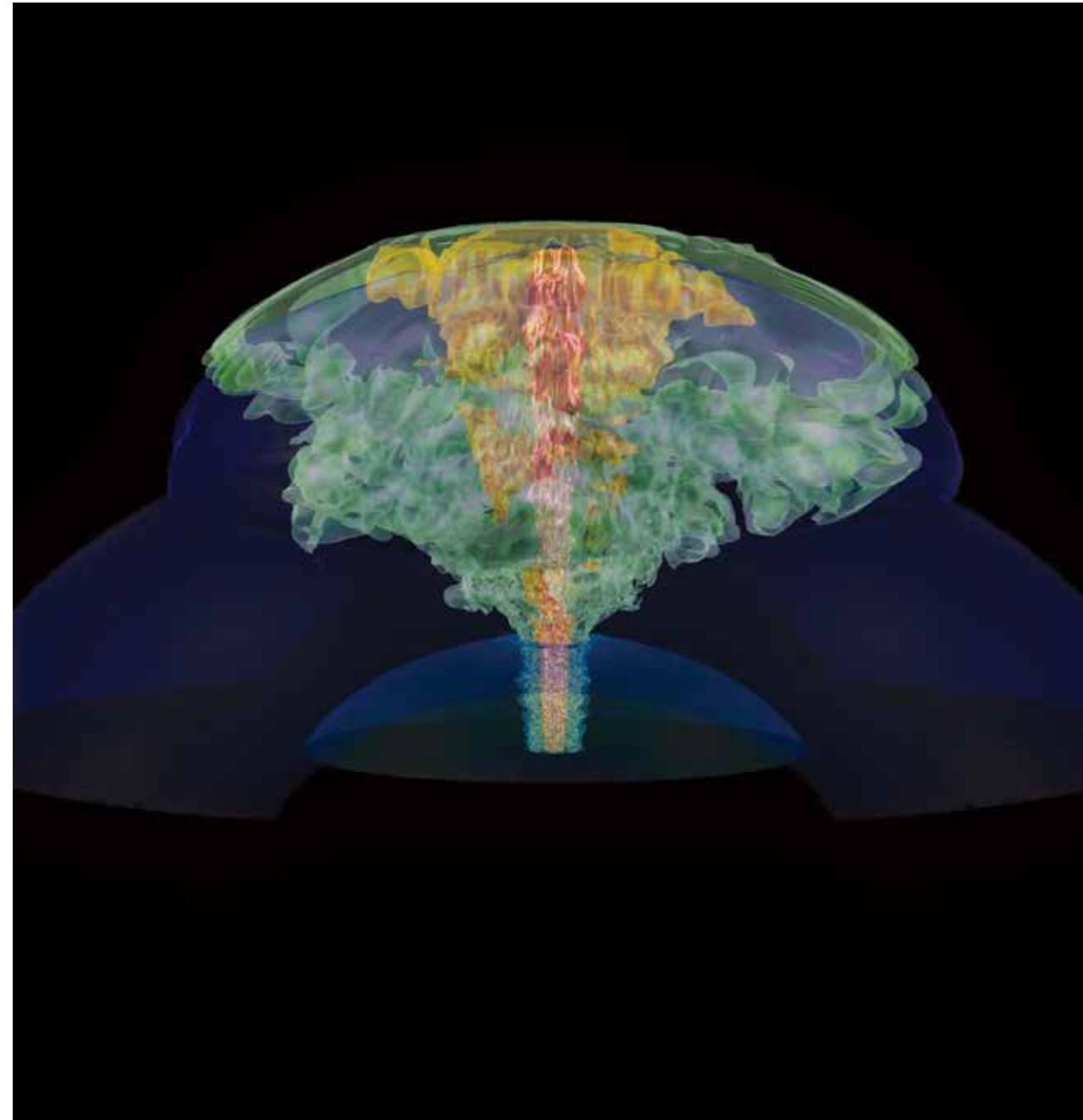
Computer simulation of a jet propagating through a medium at close to the speed of light. Such jets occur in nature around black holes – for example, in the center of galaxies where there are supermassive black holes, a billion times as massive as our sun; and in the explosions of massive stars (supernovae) at the end of their lives, as their cores collapse.

---

Harrison R, Gottlieb O and Nakar E (2018)

Numerically calibrated model for propagation of a relativistic unmagnetized jet in dense media.

*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 477(2):2128–2140.



פרופ' אהוד נקר / אוניברסיטת תל אביב

פרופסור אהוד נקר / جامعة تل أبيب

Prof. Ehud Nakar / Tel Aviv University

וידעו סיילון שמתפרץ ומתפשט בעקבות התנגשות ויריזוג בין שני כוכבי נייטרונים, מקור התפרצויות ועד להתנגשות בתוך הבין-כוכבי.

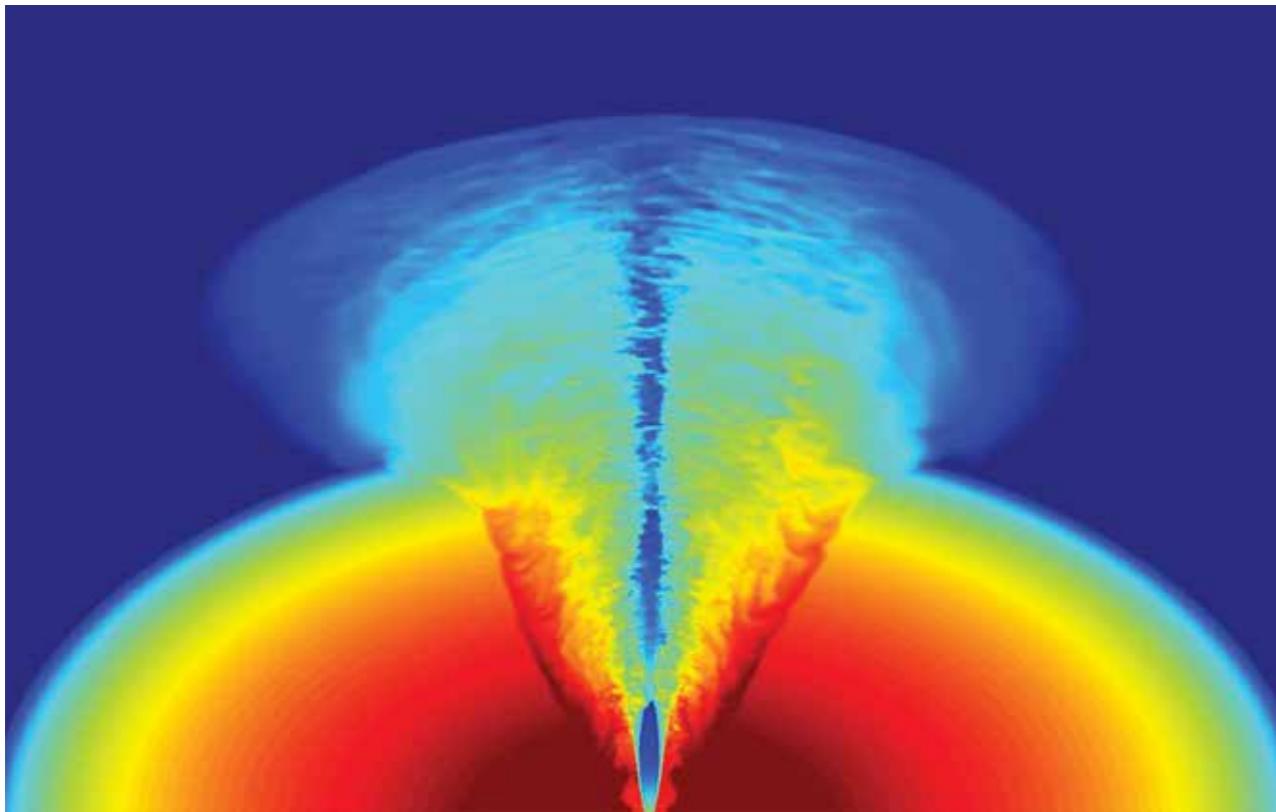
**فيديو** انبعاث نهر من الطاقة وانتشاره في أعقاب اصطدام واندماج نجمين نيوترونيين، من مصدر الانفجار وحتى الاصطدام بالحيز بين النجوم.

**Video** The propagation of a jet launched following a merger of two neutron stars, from the launching site up to its interaction with the interstellar medium.

---

Mooley KP, Deller AT, Gottlieb O, Nakar E et al. (2018)

Superluminal motion of a relativistic jet in the neutron star merger GW170817. *Nature* 561:355–359.



פרופ' אהוד נקר / אוניברסיטת תל אביב

פרופסור אהוד נקר / جامعة تل أبيب

Prof. Ehud Nakar / Tel Aviv University

ויזאו סילון מתרץ ומתרפש דרך שכבות המעטפת של כוכב.

فيديو انبعاث تيار من الطاقة وانتشاره عبر طبقات غلاف النجم.

Video A jet propagating through a stellar envelope.

---

Gottlieb O, Levinson A and Nakar E (2019)

High efficiency photospheric emission entailed by formation of a collimation shock in gamma-ray bursts.

*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 488(1):1416–1426 (in press).

פרופ' מרגלית פינקלברג / אוניברסיטת תל אביב

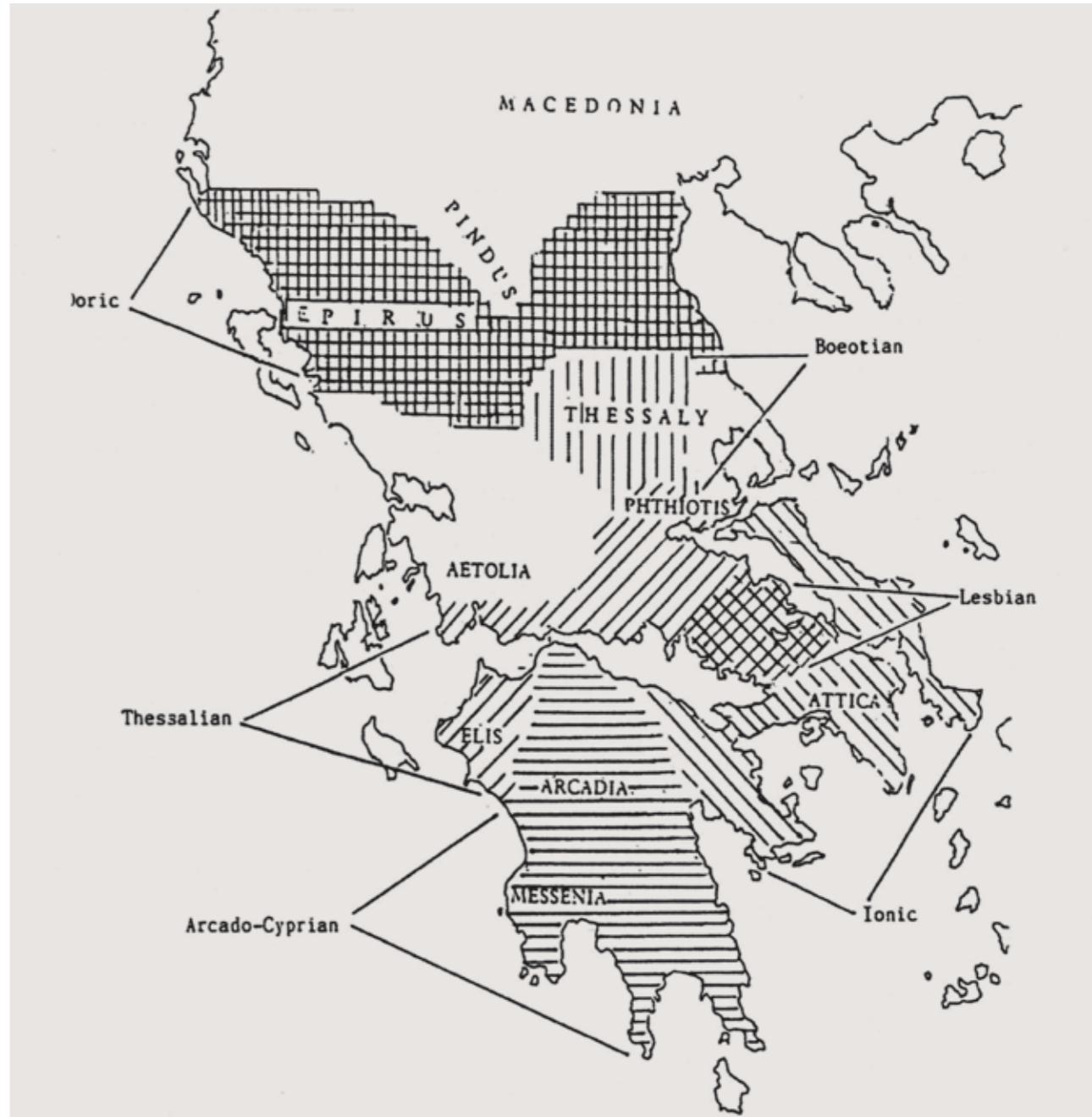
פרופסור מרגלית פינקלברג / جامعة تل أبيب

Prof. Margalit Finkelberg / Tel Aviv University

שחזור מפת הדיאלקטים של יוון בסוף האלף הראשון לפני הספירה. השוואת המפה הזאת למפת פיזור הדיאלקטים בתקופה ההיסטורית מאפשרת להתחקות על תנועות אוכלוסייה בסוף תקופת הברונזה, כגון הפלישה הדורית וההגירה אל החוף המזרחי של הים האגאי.

إعادة خريطة اللهجات في اليونان، في نهاية الألف الأول قبل الميلاد. مقارنة هذه الخريطة بخريطة توزيع اللهجات في الفترة التاريخية تُتيح تتبع تنقل السكان في نهاية العصر البرونزي، مثلًا: غزو الدوريون والهجرة إلى الشاطئ الشرقي لبحر إيجي.

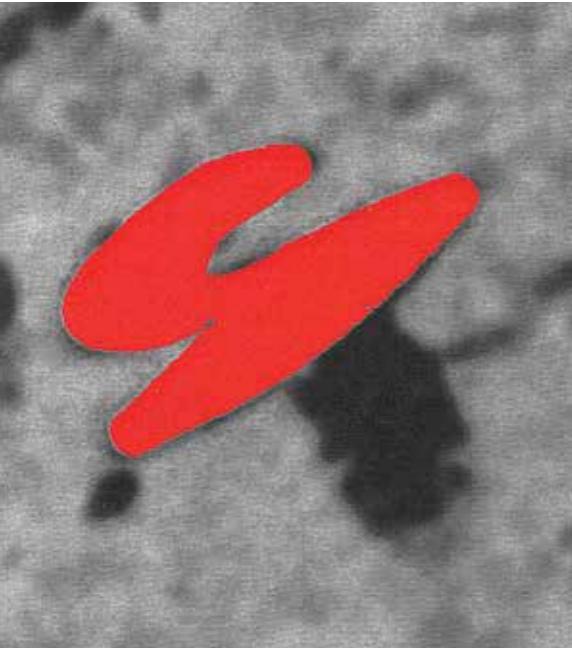
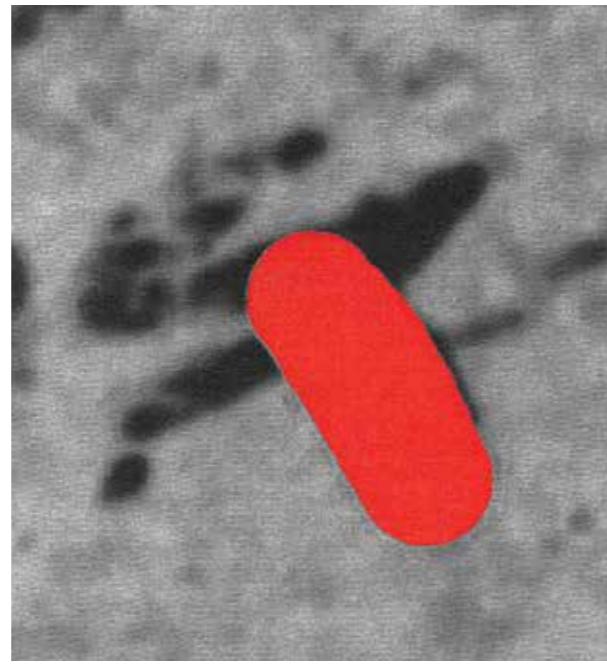
Reconstructed map of the dialect continuum of ancient Greece at the end of the first millennium BCE. Comparing it with the distribution of dialects in the historical period enables us to trace population movements at the end of the Bronze Age, such as the Dorian invasion and subsequent migrations to the eastern coast of the Aegean.



Finkelberg M (2005)

Greeks and Pre-Greeks: Aegean Prehistory and Greek Heroic Tradition.

Cambridge: Cambridge University Press. 132.



פרופ' ישראל פינקלשטיין / אוניברסיטת תל אביב

פרופסור יסראኤיל פינקלשטיין / جامعة تل أبيب

Prof. Israel Finkelstein / Tel Aviv University

שחזר האות העברית העתיקה "וֹ" באוסטרקון (כתובות דו על חרס) מימי בית ראשון שנמצא במצודת ערד. שחזור של אות זו ואותיות נוספות היה הבסיס להבנה אלגוריומית בין כתבי יד באוסף כתובות שנמצאו בערד ואשר נכתבו בשנת 600 לפני הספירה בקרוב. המחקר מראה שבמוצודה קטנה זו, בגבול הדורמי של הממלכה, נפרצה האוריינותו מדרגת הפיקוד ועד עוזר המחسانאי. להבנה זו נודעת השפעה על הדיון בנושא תהליכי החיבור של טקסטים מקראיים.

إعادة الحرف العبري القديم "וֹ" في شقة أثرية (كتابه بالحبر على الفخار) من أيام الهيكل الأول الذي يقع في قلعة عراد. إعادة هذا الحرف وحرف آخر كان قاعدة للتمييز الخوارزمي بين الكتابات التي وجدت في عراد وكانت سنة 600 قبل الميلاد تقريباً. بين البحث في هذه القلعة الصغيرة، في الحدود الجنوبية للملكة، أن التنور كان شائعاً من مستوى القيادة حتى مساعد أمين المخزن. هذا التمييز له تأثير كبير على النقاش في موضوع عملية الربط بين النصوص التوراتية.

A reconstruction of the Hebrew letter *waw* on an ostraca (an ink inscription on a ceramic sherd) from the First Temple Era, discovered in the Arad fortress. The reconstruction of this and other letters was used in an algorithmic analysis comparing handwriting samples in a corpus of inscriptions found at Arad dating to around 600 BCE. The results suggest that literacy was prevalent throughout the military hierarchy in this small fortress on the southern border of the kingdom, from the commanding officers down to the quartermaster's assistant. This insight has implications for understanding the process of the compilation of biblical texts.

---

Faigenbaum-Golovin S, Shaus A, Sober B, Levin D, Na'amani N, Sass B, Turkel E, Piasetzky E and Finkelstein I (2016) Algorithmic handwriting analysis of Judahite military correspondence sheds light on composition of biblical texts. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)* 113:4664-4669.



**פרופ' ב"ז קדר / האוניברסיטה העברית בירושלים**

**بروفسور ب"ز قدر / الجامعة العربية في القدس**

**Prof. Benjamin Z. Kedar / The Hebrew University of Jerusalem**

סדרת צילומי אויר של תא שעה מוגדר, אשר צולמו בזמנים שונים, מאפשרת לעקוב אחר השינויים הפיזיים שהלכו באותו תא שעה לארוך זמן, והן מקור היסטורי אובייקטיבי. צילום אויר נעשה באזרנו החל מימי מלחמת העולם הראשונה. בתצלום התיכון נראה ראש מפרץ עקבה/אילת כפי שצולם ב-26 באוגוסט 1918 אריך שטיינר, מפקד טיסת 305 של חיל האוויר הגרמני. בתצלום העליון נראה תא שעה עצמו כפי שצולם מאוחרת יותר ב-26 בפברואר 1995 צוות בניהולו של ב"ז קדר.

تُتيح سلسلة صور جوية لمساحة محددة. تم تصويرها بتواريخ مختلفة. متابعة التغيرات الفيزيائية التي طرأت في تلك المساحة على مَرْ الزمن. وهي مصادر تاريخية موضوعية. تم التصوير الجوي في منطقتنا ابتداءً من أيام الحرب العالمية الأولى. في الصورة السفلية يظهر رأس خليج العقبة / إيلات الذي صوره أريخ شطيينر. قائد سرب الطائرات 305 للقوات الجوية الألمانية، بتاريخ 26 آب سنة 1918. تظهر نفس المساحة، في الصورة العليا، التي صورها طاقم بإدارة بـ"ز قدر" وقد تم تصويرها من نفس الزاوية بتاريخ 26 شباط سنة 1995.

A series of aerial photos of the same area taken on different dates reveals the changes that took place in that area over time and provides an objective historical record. Aerial photography was first utilized in this region during World War I. The bottom photo, showing the head of the Gulf of Aqaba/Eilat, was taken on August 26, 1918, by Erich Steiner, commander of German Air Squadron 305. The top photo is of the same area, from the same angle; it was taken on February 26, 1995, by a team led by Benjamin Z. Kedar.

Kedar BZ (1999)

*The Changing Land between the Jordan and the Sea: Aerial Photographs from 1917 to the Present.*

Jerusalem-Tel Aviv: Yad Ben-Zvi – Israel Ministry of Defense.

**פרופ' יוסף קוסט** / אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

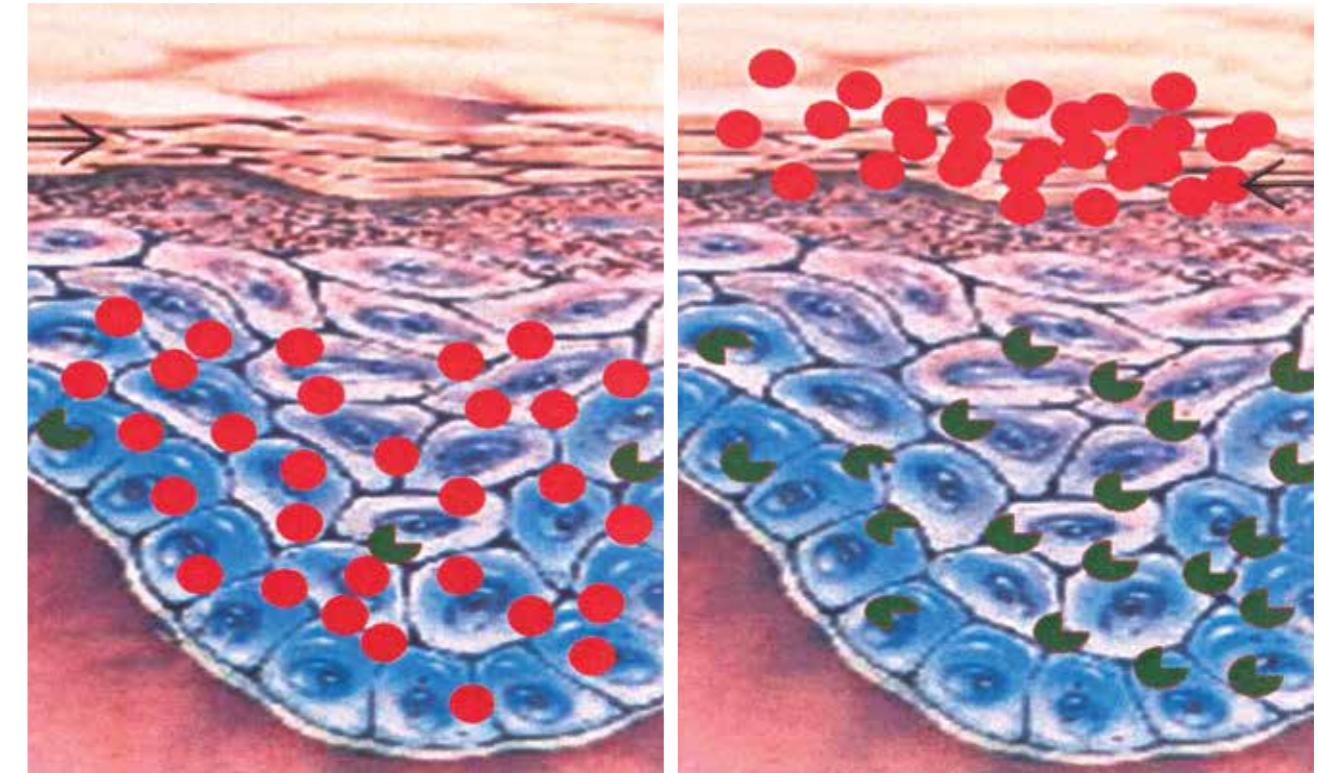
**بروفسور يوسف كoste** / جامعة بن غوريون في النقب

**Prof. Joseph Kost** / Ben-Gurion University of the Negev

טיפול גני במחלה הפסוריאזיס באמצעות אולטרא-סאונד וננו-חלקיים נושאי תרופה (מיוקרא-אר-אי-אי):  
האולטרא-סאונד (משמאל) מסייע בהחדרת הננו-חלקיים דרך העור לאזור תאי המטרה, והמיוקרא-אר-אי-אי  
מנע את הביטוי של חלבונים מסוימים, המבוטאים ביותר בתאי עור פסוריים.

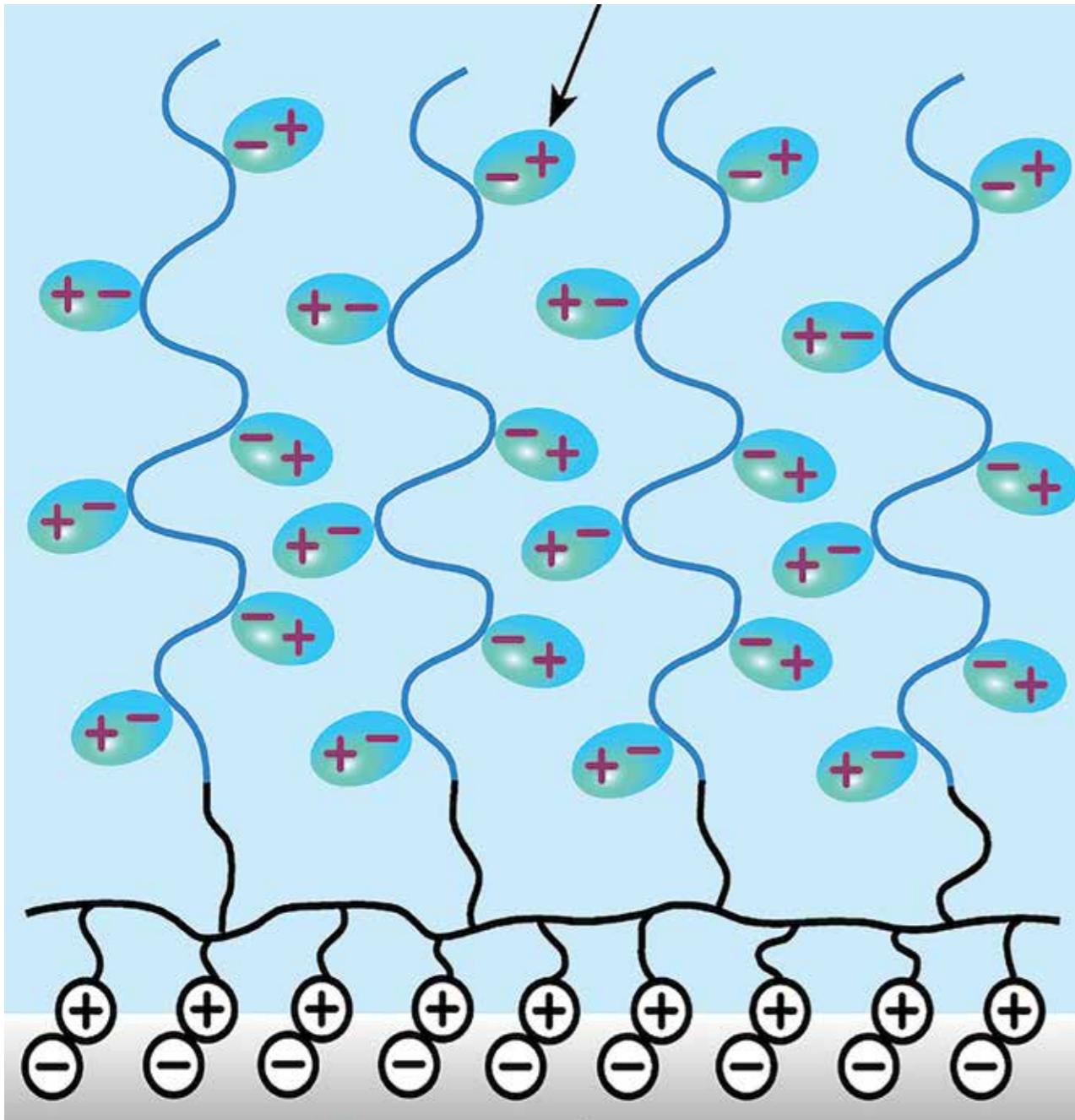
علاج جيني لمرض الصدفية بواسطة موجات فوق صوتية (أولتراساوند) ونانو - جسيمات تحمل دواء (ميكرورنا):  
تساعد الموجات فوق الصوتية (على اليسار) على إدخال النانو-جسيمات عبر الجلد إلى داخل الخلايا المستهدفة. ويعمل  
الميكرو RNA التعبير عن بروتينات معينة يتم التعبير عنها بشكل زائد في خلايا جلد مرض الصدفية.

Gene treatment for psoriasis using ultrasound and nanoparticles (microRNA) for drug delivery. The ultrasound (left) facilitates the nanoparticle penetration into the skin and to the target cells, where the microRNA prevents the expression of certain proteins that are overexpressed in psoriasis.



---

Lifshiz-Zimon R, Lerman G, Elharrar E, Meningher T, Barzilai A, Masalha M,  
Chintaculcunta R, Holander E, Goldbart R, Traitel T, Haras M, Sidi Y, Avni D and Kost J (2018)  
Ultrasound targeting of Q-starch/miR-197 complexes for topical treatment of psoriasis.  
*Journal of Controlled Release* 284:103-111.



פרופ' יעקב קלין / מכון ויצמן למדע

פרופסור יעקב קלין / معهد وايزمان للعلوم

Prof. Jacob Klein / The Weizmann Institute of Science

שרשרות פולימורות הצמודות לפניו שטח בקצה אחד בלבד, בעוד הקצה الآخر שלתן בולט כלפי חוץ, יוצרות מבנה דמוי מברשת. "مبرשת" כ אלה יכולות להפחית ב-99.9% את החיכוך בין משטחים הנושאים אותו. ה"مبرשתות" שבתמונה בנויות כך שהן יכולות לאגור מולקולות של מים, דבר שמשפר עוד יותר את יכולתן להפחית חיכוך.

السلسل البوليمرية الملتصقة بسطح معين بواسطة طرف واحد فقط. أما القسم الآخر بارز إلى الخارج، فإنها تُنْتَج من يشبه فرشاة. تستطيع هذه الفرشة (جمع فرشاة) أن تقلل من الاحتكاك بين السطوح التي تحملها بنسبة 99.9%. الفرشة التي تظهر في الصورة مبنية بشكل يُتيح تجميع جزيئات الماء، مما يحسن ذلك من قدرتها على تقليل الاحتكاك.

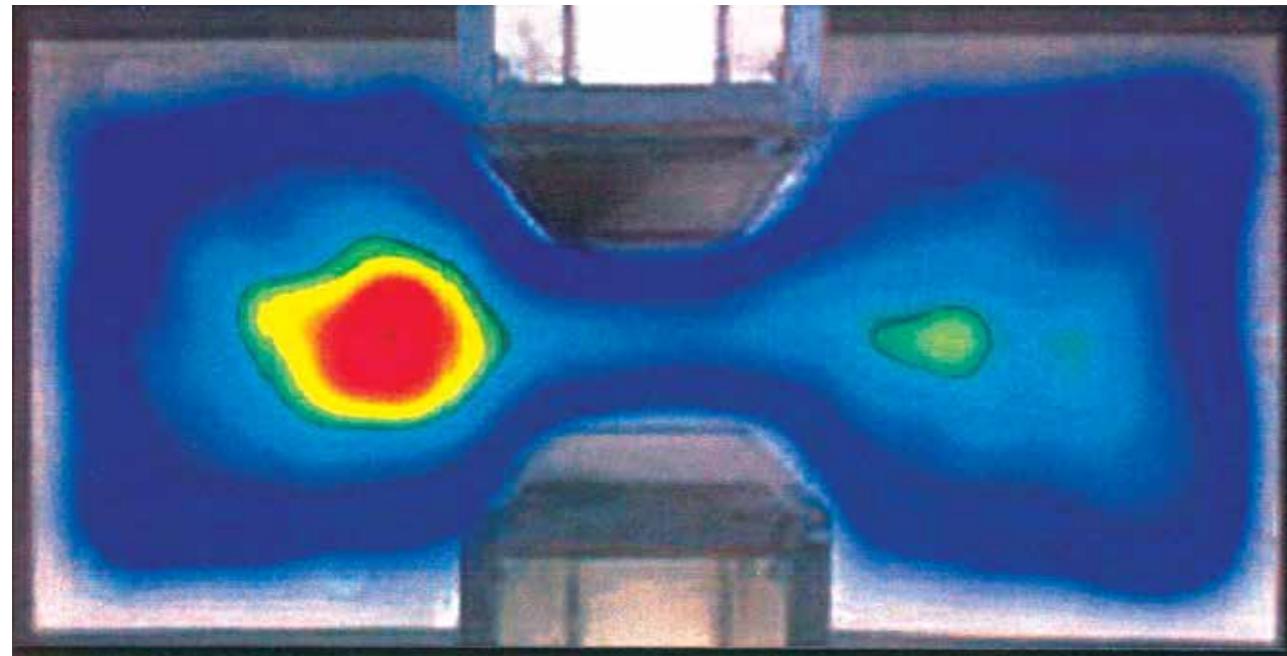
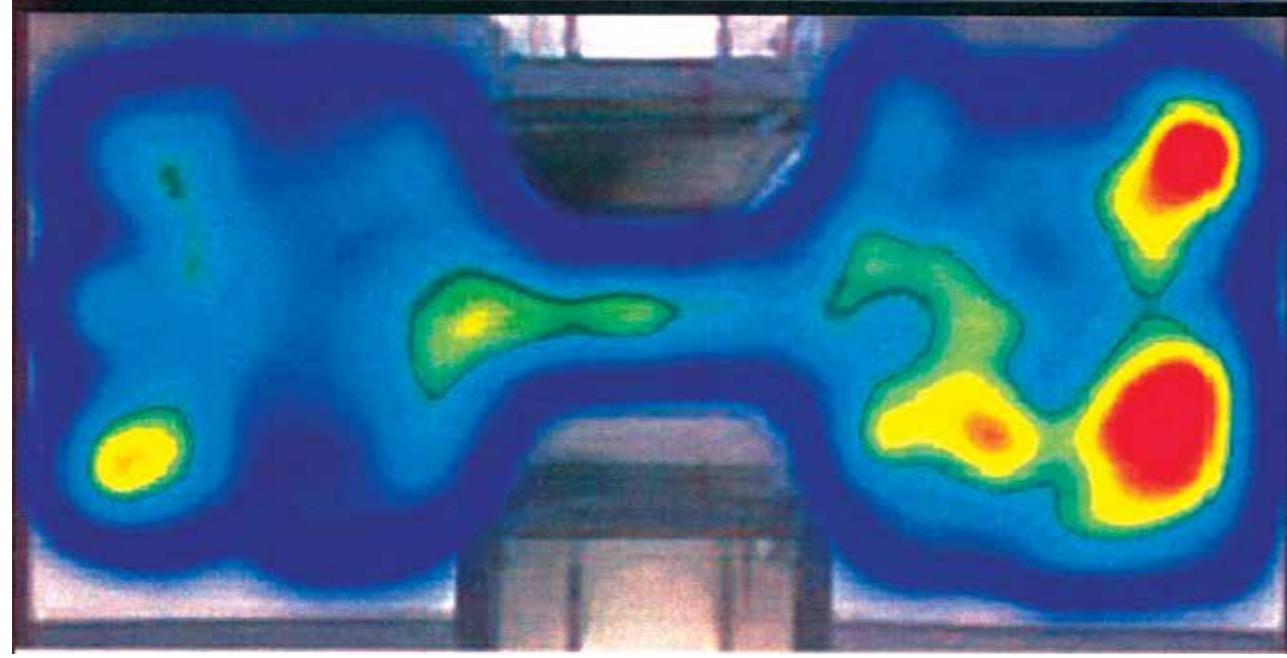
Polymer chains attached to a surface at one end only, leaving the opposite end free, create a sort of "brush." Such brush-like structures on opposing surfaces may reduce friction between them by 99.9%. The brushes in the image are able to store water molecules, which may further enhance their lubrication properties.

Chen M, Briscoe WH, Armes SP, Cohen H and Klein J (2007)

Robust, biomimetic polymer brush layers grown directly from a planar mica surface. *ChemPhysChem* 8:1303–1306.

Chen M, Briscoe WH, Armes SP and Klein J (2009)

Lubrication at physiological pressures by polyzwitterionic brushes. *Science* 323:1698–1702.



**פרופ' אסיה רולס / הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל**  
**بروفسور آسيا رولس / التخنيون - المعهد التكنولوجي الإسرائيلي**

**Prof. Asya Rolls / Technion – Israel Institute of Technology**

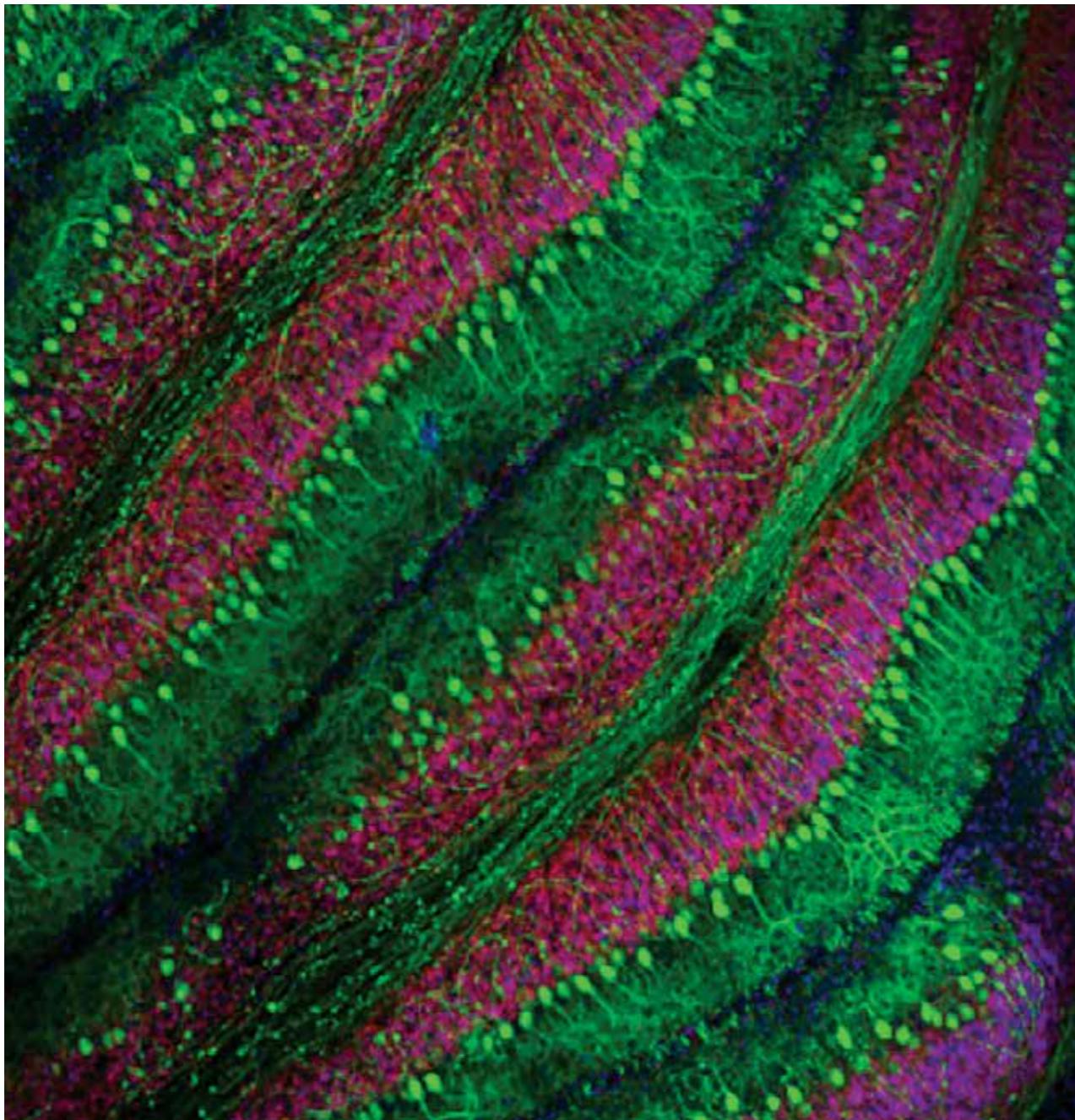
פיזור התנועה של עכברים במבוק. באמצעות מניפולציה גנטית וכימית הופעלה מערכת התגמול במוחותיהם של עכברים בעט ששחו במרתח השמאלי של המבוק. התוצאה: בעוד שعقברי ביקורת (למעלה) נעים בין שני חלקי המבוק, העכברים שמערכת התגמול שלהם הוזרמו לאגף השמאלי כדי לחזות את התחששה החוויבית שנלוותה להפעלת מערכת התגמול. לאחר הפעלת מערכת התגמול גדולה במידה רבה יכולתם של העכברים האלה להתמודד עם חיידקים ומחלות.

انتشار حركة فtranن في متاهة. تم تفعيل جهاز المكافأة في دماغ فtranن بطرق وراثية وكيميائية خلال وجودها في المكان الأيسر في المتاهة. النتيجة: تتجول فtranن المجموعة الضابطة (القسم العلوي) بين قسمي المتاهة. أما الفtranن التي تم تفعيل جهاز المكافأة فيها تعود إلى القسم الأيسر כי تمّ بتجربة الشعور الإيجابي الذي يرافق تفعيل جهاز المكافأة. بعد تفعيل جهاز المكافأة ازدادت قدرة هذه الفtranن على مواجهة البكتيريا والأنماض.

Trajectories of mice moving in a maze. Using genetic and chemical manipulation, the brain's reward system was activated in some of the mice when they were on the left side of the maze. Control mice (top) alternated between both sides of the maze, while the mice that received the reward system activation kept returning to the left, indicating the positive experience associated with the reward system activation. The ability of these mice to fight disease-causing pathogens also increased.

---

Ben-Shanan TL, Azulay-Debby H, Dubovik T, Starosvetsky E, Korin B, Schiller M,  
 Green NL, Admon Y, Hakim F, Shen-Orr SS and Rolls A (2016)  
 Activation of the reward system boosts innate and adaptive immunity.  
*Nature Medicine* 22(8):940–944. doi: 10.1038/nm.4133.



פרופ' יוסי שילה / אוניברסיטת תל אביב

פרופסור יוסי שילה / جامعة تل أبيب

Prof. Yossi Shiloh / Tel Aviv University

המוחון (צרבולום), הממוקם בחלקו האחורי של המוח, אחראי בין השאר לוויסות התנועות של איברי הגוף ולשמירת שיורי המשקל. בתמונה נראה חלק מבננה הקפליים של המוחון אצל עכבר. התאים המסומנים בירוק ייחודיים למוחון. הם רק כ-0.1% מכלל התאים המרכיבים אותו, אך תפקידם חיוני. מחלות שפגעות בהם מביאות לקרישה כללית של המוחון ולנכונות קשה.

المخيخ الذي يقع في أسفل الدماغ مسؤول عن تنظيم حركة أعضاء الجسم، عن الحفاظ على الاتزان وغير ذلك. نرى في الصورة قسم من بنى طيات المخيخ في الفأر، الخلايا المشار إليها بالأخضر خاصة للمخيخ، وهي تشكل حوالي 0.1% من مجمل الخلايا التي تكونه. لكن وظيفتها ضرورية. الأمراض التي تؤدي هذه الخلايا تؤدي إلى انهيار المخيخ وإلى إعاقة صعبة.

The cerebellum, at the back of the brain, is responsible, among other things, for controlling body movements and balance. The image shows part of a mouse cerebellum, with its characteristic folds. The cells stained in green are unique to the cerebellum; they comprise only 0.1% of its cells but are crucial to its function. Diseases that destroy these cells lead to complete cerebellar collapse and severe disability.

---

Tzur-Gilat A, Ziv Y, Dusart I, Mittelman L, Barzilai A and Shiloh Y (2013)  
Studying the cerebellar DNA damage response in the tissue culture dish.  
*Mechanisms of Ageing and Development* 134:496–505.

**פרופ' עדית תשובה** / האוניברסיטה העברית בירושלים

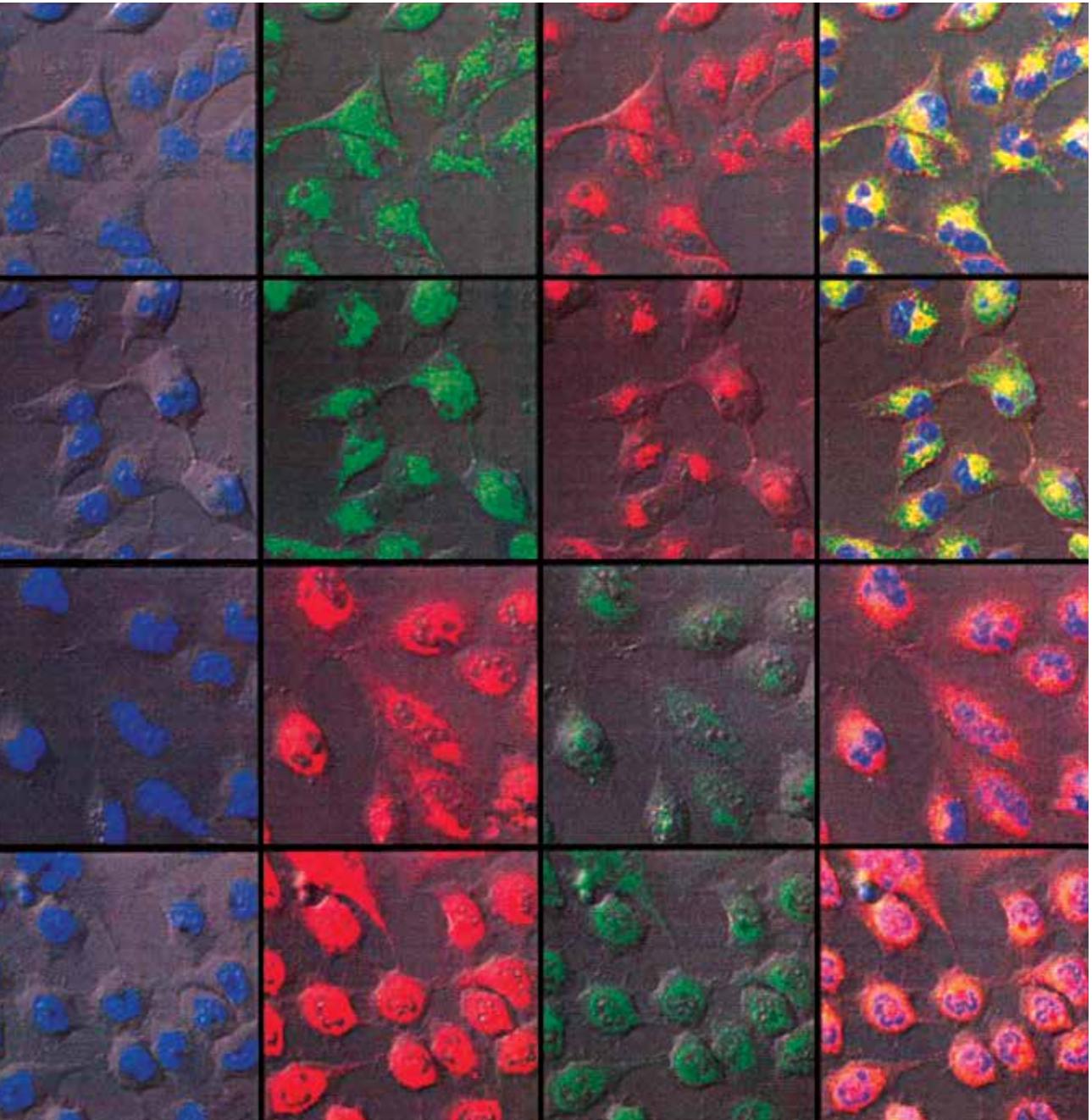
**פרופסור עדית תשובה** / الجامعة العبرية في القدس

**Prof. Edit Tshuva** / The Hebrew University of Jerusalem

תרכובות חדשות שרטן חידשות, המכילות טיטניום, פועלות במנגנון ייחודי. ניסויי ההדמיה התאית אשר נראים בתמונה מציגים כי החומר הפעיל בתרכובות אלו מצטרב ליד האברון התוך-תאי (ER) האחראי לתפקיד חלבוניים, ולא בגרעין – בעוד שנזירת לא פעילה אינה מגיעה לאזור זה. המדענים משערים שהתרכובת משבשת את פעילות האברון ופוגעת בכך בתא הסרטני.

مركبات جديدة مضادة للسرطان تحتوي على טיטANIUM وتعملآلية خاصة. تعرض تجربة المحاكاة الخلوية، التي تظهر في الصورة، أن المادة الفعالة في هذه المركبات تتراكم، داخل الخلية، إلى جانب عضي الشبكة الإندوبلازمية (ER) المسؤولة عن أداء البروتينات. وليس في النواة - أما مشتبه بالمركب غير الفعالة فإنه لا تصلك هذه المنطقة. يفترض الباحثون أنّ المركب يعطّل نشاط العضي وبالتالي يضر بالخلية السرطانية.

Novel titanium-based compounds operate via a distinct mechanism. Cellular imaging reveals the active material accumulating near the endoplasmic reticulum (ER), an organelle responsible for protein function, rather than in the nucleus. Researchers hypothesize that the compound induces ER stress and as a result impairs cancer cell function.



Tzubery A, Melamed-Book N and Tshuva EY (2018)

Fluorescent antitumor titanium(IV) salen complexes for cell imaging.

Dalton Transactions 47:3669.



## The Beauty of Science / Yivsam Azgad

The nerve cells in our brains control our feelings and perceptions, and they detect aesthetics in the wash of information flooding our senses; yet they are unaware of the quantum world of light that engages in complex interplay with matter. The laws governing atmospheric turbulence – on Earth or other planets – play no role in the world of genes whose complex networks are ruled by their own sets of laws. The plants taking in the Sun's energy and releasing the oxygen we breathe live in a completely different sphere of existence from that of the particles that come from the far reaches of the Universe, pass through our bodies and the mass of our planet, and continue off into the void. Embryonic development takes place within its own little world, insensible to the stars exploding millions of light years distant.

What do all of these have in common? What are the natural laws at the basis of all known phenomena, from the composition of inanimate matter up to the complex systems that enable sentient life to flourish? These are the deep, fundamental questions that science tries to answer. If we could better understand the "rules of the game," we might come closer to attaining one of our greatest goals: to better predict the future.

Along the way, we develop theories, test them with experiments and, if need be, modify or replace them. Here is the original instance in which the concept of beauty meets up with science. Scientists and philosophers have long held the notion that a good theory must be beautiful to be correct. For scientists, beauty is to be found in the greatest moments in their careers; it beckons them through microscopes and telescopes, blossoms in new conceptualizations of complex data, is expressed in the plotting of a graph or the depicting of a chemical or biological process, and accompanies the "dance steps" of a new theory.

In many cases – though not always – there is an observable fit between beauty and truth. To be sure, "a beautiful hypothesis may be slain by an ugly fact," in the words of Thomas Huxley. But many believe this situation merely awaits the breakthrough that will reveal a deeper, more beautiful truth. Eventual triumph may lie in the distant future, but where science reveals the beauty of nature, hope springs eternal.

This exhibit brings together images generated in defining moments in the course of scientific discovery, revealing the visual beauty that is part and parcel of the research conducted by members of the Israel Academy of Sciences and Humanities and the Israel Young Academy. Presenting them as they were obtained, without any processing, is a way for scientists to share the excitement and joy that accompany the daily struggle to expand the boundaries of human knowledge.



## Introduction / Prof. Nili Cohen

Is there an inherent affinity between beauty and science? Do aesthetics and science have common values at their core? Some claim that every proven scientific theory has features of beauty – a claim that has not been scientifically proven. Be that as it may, the beauty of science lies in its essence — in its ability to enrich our lives with insights about ourselves, our culture, and the world in which we live. A tangible expression of that beauty is to be found in the present exhibition, open to the public, which displays visual reflections of scientific discoveries.

Since its inception, the Israel Academy of Sciences and Humanities adopted a comprehensive view of the scholarly world that it represents. When Martin Buber was elected the Academy's first president in the assembly that took place in 1960, he declared that the Academy of Science that had just come into being would serve as a new kind of interface between the scholarly fields of the humanities and the natural sciences. He added that the Academy wished to restore scientific research to its original splendor by transcending the splits between methods and disciplines. As it was then, so it is now: We are all learning once again that just as there are no strict boundaries between disciplines in our life and in the world, so there are none in science. It follows that this exhibition devoted to beauty in science contains displays from the various sciences that coexist here.

Part of the Academy's role is to make science accessible to the public. For some years the Academy has been holding a series of meetings entitled *At the Gates of the Academy*, offering the general public, including high-school students, an opportunity to meet with Israel's greatest scholars to discuss issues such as the boundaries of science, scientific languages, and scientific discoveries. In recent years, the Academy has hosted several open exhibitions, including one marking the hundredth anniversary of the Balfour Declaration and another about the development of the human species. The Academy also sponsors a series of annual interdisciplinary scientific conferences devoted to broad-ranging concepts such as language, time and memory.

The Beauty of Science exhibition will complement the subject of the 2020 interdisciplinary conference *Beauty*. At the conference, researchers from various fields will discuss such topics as the perception of beauty, the revolutionary power of the beautiful, beauty in mathematics, and beauty as revelation. Attendees will have the opportunity to be impressed by the beauty of science as presented in this exhibition.

I would like to thank all those without whose efforts we would not have enjoyed this outpouring of beauty: the scholars who offered the fruits of their research; Yivsam Azgad, the exhibition's curator, who worked with great skill to make it happen; David Harel, the Academy's Vice President; Galia Finzi, its Executive Director; Naama Shiloni, its public-relations officer, and all the Academy's staff. Thank you all for your ideas, hard work, and dedication.

Nili Cohen  
Nili Cohen

President, The Israel Academy of Sciences and the Humanities  
Marheshvan 2020 / November 2019

**Curator / Editor**

Yivsam Azgad

**IASH public relations**

Naama Shilony

**English editing**

Deborah Greniman

**Arabic translation**

Wesam Gaber - Alwesam Computers

**Graphics design**

Navi katzman Kaduri

**Printing**

Rotem Ltd.

הירפי במדע

جمال العِلْم

The Beauty of Science



[www.academy.ac.il](http://www.academy.ac.il)

---

The Israel Academy of Sciences and Humanities

Albert Einstein Square

43 Jabotinsky Street, Jerusalem, Israel

Tel 972.2.5676222, Fax 972.2.5666059

E-mail [info@academy.ac.il](mailto:info@academy.ac.il)

# The Beauty of Science

---

האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים  
المجمع الوطني الإسرائيلي للعلوم والآداب  
THE ISRAEL ACADEMY OF SCIENCES AND HUMANITIES



# The Beauty of Science



האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים  
المجمع الوطني الإسرائيلي للعلوم والآداب  
THE ISRAEL ACADEMY OF SCIENCES AND HUMANITIES