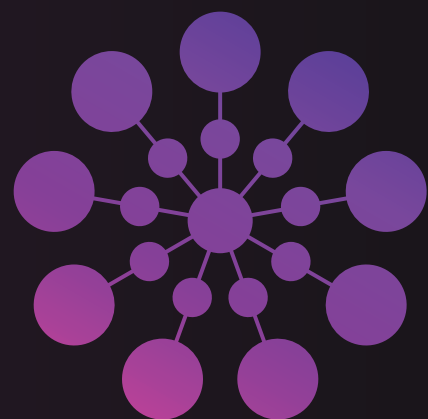
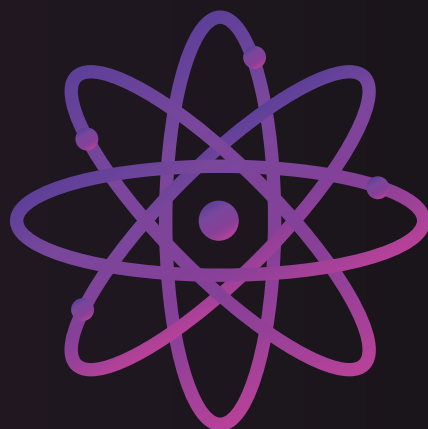


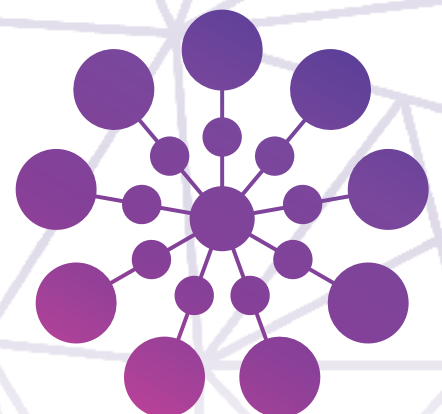
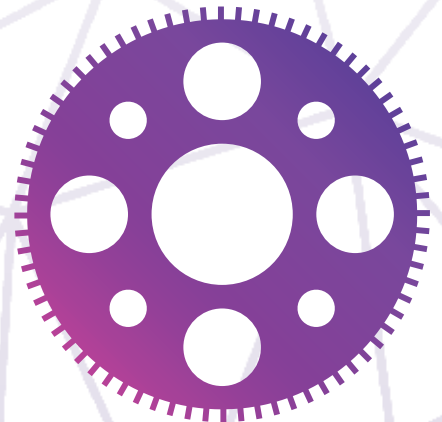
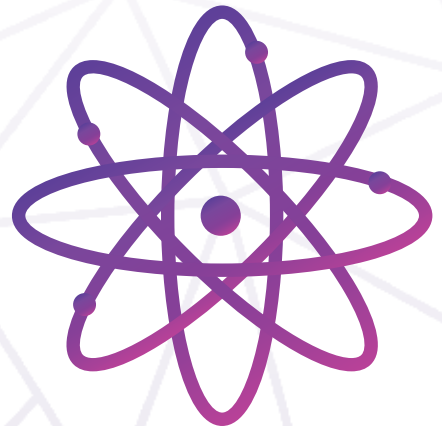
# תכנית אלפא 2020 ALPHA PROGRAM

האוניברסיטה העברית בירושלים  
מחזור ד', 2020 | חוברת תקצירים

The Hebrew University of Jerusalem  
4th Cohort, 2020 | Abstracts booklet



# תכנית אלפא 2020 ALPHA PROGRAM



האוניברסיטה העברית בירושלים  
מחזור ד', 2020 | חוברת תקצירים

The Hebrew University of Jerusalem  
4th Cohort, 2020 | Abstracts booklet





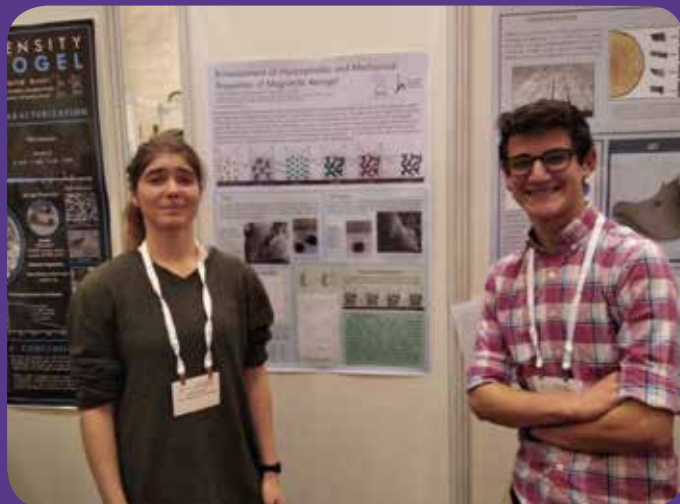
מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים

6	רשימת בתי הספר
8	צוות אלפא באוניברסיטה העברית
9	ברכות
13	מדעי המוח
27	מדעי החיים
39	מדעי כדור הארץ
43	כימיה
49	פיזיקה









## תודה לבתי הספר שתלמידיהם השתתפו במחזור ד' של תכנית אלפא באוניברסיטה העברית

### נר תמיד חשמונאים

רכזת: חגית קליין

נדב אלגרבל

### מקיף ע"ש זיו

רכז: יאיר דלאן

אדם גיטקינד

### בויאר ירושלים

רכזת: איימי כץ

עדיאל דלוגוביצקי

נעה יפה

תום אופק שלומאי

### הימלכרב ירושלים

רכז: אבישי זינגר

לביא שלר

רום בן טל

### הגימנסיה העברית

רכזת: אלינור גורן

זיו לרון איתן

### אולפנת עופרה

רכזת: שולי יוסט

עדן פיסון

### אולפנת בני עקיבא מודיעין/

אורות מודיעין

רכזת: חגית קליין

נעמה רוזנברג

### אורות יהודה אפרתה

רכז: יהודה גייסון

ארז עמי פייגלין

### ישיבת נוה שמואל אפרתה

רכז: שאולי סיאני

אלעד גולדקלג

הראל ישי

### אורט עירוני ד' מודיעין

רכזת: חגית בוקאי

גיל כנפו

### ישיבת לכיד תורת נחום מודיעין

רכזת: קרן אביקסיס

עילי כץ



מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים

## ישיבת חורב ירושלים

**רכז:** שלמה שלוסברג

יואב ניסנבאום

## ישיבת נתיב מאיר ירושלים

**רכז:** דר' יוסי כהן

אמיתי סאידל

## תיכון פלך ירושלים

**רכז:** בתיה יעקובסון

ליאל קיים רנד

מיטל מואיז

אור ברימן

## כלך קרית עקרון

**רכז:** הדס בן ארזה

תהילה פייגלסון

## הרטמן בנים ירושלים

**רכז:** נעמי מנדל

ינון קוטנר

נעם שושנה

## מדרשיית הרטמן לבנות ירושלים

**רכז:** רקפת ענזי

איילת גרינברג

## התיכון שליד האוניברסיטה ירושלים

**רכז:** אורלי מצר כהנא

תמר משורר

סמא מלחם

חלא מלחם

זוהר כהן

אליסה טיומקין

איתמר גת

אדם ג'אבר

אדם ול ביילי

עומר אייל

יובל קיסר

פרח קרליבך

לורן ריימן

ליאור שלם

מעין שובל

דניאל שורקי רובס



## "צוות אלפא" אלפא מחזור ד' באוניברסיטה העברית

מנהלת האוניברסיטה העברית לנוער: ד"ר אוסנת כהן



מנהלת המעבדות למדעים ע"ש בלמונטה: ד"ר נועה סרי



מנהלת אקדמית: ד"ר שירה הירש



רכזת התכנית: איילת תדמור



רכז חברתי: אלון אופנהיים



יועצת חינוכית: מנדי הוילנד





מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים

## ברכת יו"ר ועדת ההיגוי של מרכז מדעני העתיד

### ד"ר שמשון שושני

אני מברך אתכם, בוגרי מחזור ד' של תכנית אלפא באוניברסיטה העברית על סיום מוצלח של המסע המדעי – חינוכי המפרך.

עבודת מחקר במסגרת תכנית אלפא היא תהליך בו נדרשתם לשאול שאלות, להפעיל את הדימיון ולגלות סקרנות. נדרשתם לכישרון ויכולת, להיות נחושים ולהתמיד, לפתח עניין, לחפש אחר תשובות, ולחקור. הרבה ידע, מאמץ וזמן נדרש מחוקר, כדי להתמודד עם שאלות שאיש לא בחן לפניו, בתכנית אלפא ניתנה לכם את הזדמנות להיות שותפים במסע מופלא זה של מחקר מדעי. התוצר הסופי של עבודות המחקר מלמד כי עמדתם במשימה ואנו גאים בכל אחת ואחת מכם.

ברכות לצוות האקדמי חינוכי של התכנית, למנחים במעבדות, להורים, תמיכתם ושיתוף הפעולה שלהם הם שתמכו והובילו אתכם למעמד זה ואנו מודים להם על כך.

מרכז מדעני העתיד ילווה אתכם בהמשך הדרך, ואנו בטוחים כי הכישורים, הידע, ובעיקר הרצון לחקור יסיעו לכם בהמשך הדרך.



## ברכת מנהל האגף למחוננים ולמצטיינים במשרד החינוך

### מר מנחם נדלר

בוגרי תכנית "אלפא" היקרים.

אבקש לברך אתכם לרגל סיום התכנית המיוחדת שעברתם בשנתיים האחרונות באוניברסיטה העברית. אתם, 38 בוגרי מחזור ד' של התכנית אשר מסיימים היום את תהליך העומק המחקרי במעבדות האוניברסיטה, מסמנים את ראש החץ המדעי העתידי של מדינת ישראל. המחקרים המגוונים שביצעתם בתחומי המתמטיקה, ביולוגיה, מדעי המחשב, פיסיקה וכימיה מביאים לידי ביטוי את יכולותיכם הגבוהות לצד סקרנות, מוטיבציה, יצירתיות מחשבתית ורצון לקדם את המדע והמחקר. לאורך השנתיים האחרונות השתתפתם במחקר אקדמי ברמה גבוהה מאד ובעשייה הנוגעת בחזית שדה המחקר הישראלי והעולמי. הליכתם המחקרית, לצד ובהנחיית טובי החוקרים באוניברסיטה והעבודות המרשימות המסכמות את הליך זה מעידות על רצינותכם, רמתכם הגבוהה והאופק המדעי המיוחד שאנחנו מאחלים לכם.

האגף למחוננים ולמצטיינים גאה בכם ומאחל לכל אחת ואחד מכם המשך התפתחות אקדמי ומחקרי בכל תחום בו תחפצו. יחד עם צוות האוניברסיטה וקרן מיימונידס נמשיך ונלווה אתכם כבוגרי התכנית ונסלול יחד את דרככם המיוחדת כחוקרים וכמדענים פורצי דרך במדינת ישראל. יישר כוח ובהצלחה רבה.



מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים

## ברכת יו"ר האוניברסיטה העברית לנוער

### פרופ' אסף פרידלר

בוגרי ובוגרות תכנית אלפא

אני שמח ונרגש לברך אתכם לרגל סיום המסע המופלא אותו עברתם בשנים האחרונות במסגרת האוניברסיטה העברית. זכיתם לחוויה שלא רבים בגילכם זוכים לה: להתנסות ולהשתתף במחקרים מדעיים אמיתיים, פורצי דרך, בהנחיית טובי החוקרים והחוקרות בארץ ובעולם. כאשר רוב התלמידים בגילכם עושים, ניסויים במעבדות הוראה בבתי הספר, אתם הייתם חלק מהדבר האמיתי. כולי תקווה שתמשיכו להיות בקשר עם המעבדות בהן ביצעתם את המחקרים, תמשיכו להתעדכן בהתפתחויות האחרונות בחזית המדע ושתחזרו בעתיד לאוניברסיטה העברית, גם כסטודנטים לתואר ראשון וגם כחוקרים, במסגרת תארים מתקדמים יותר ואף מעבר לכך.

החודשים האחרונים היו בצל משבר הקורונה, שהוכיח פעם נוספת את חשיבותה הרבה של האקדמיה וחשיבותו של המחקר המדעי. האוניברסיטה העברית, כמו מוסדות אקדמיים רבים אחרים בארץ ובעולם, נמצאת בחזית ההתמודדות עם הקורונה. חוקרים וחוקרות רבים מתחומים שונים נרתמו למאמץ העולמי למלחמה בנגיף, ואין לי ספק שנראה תוצאות בקרוב. אם יש תובנה חשובה אחת שאני מקווה שתיקחו איתכם לכל החיים היא זו: המחקר המדעי האקדמי מוביל את העולם קדימה, ויש להמשיך ולהציב אותו בחזית מכל הבחינות. משבר הקורונה הוכיח זאת ביתר שאת.

שיהיה המון בהצלחה בהמשך הדרך, ומקווים לראותכם בעתיד באוניברסיטה העברית.

אסף





## ברכת המנהלת האקדמית של תכנית אלפא באוניברסיטה העברית

### ד"ר שירה הירש

תלמידים יקרים

בשנה וחצי האחרונות, עסקתם במחקר אקדמי במעבדות האוניברסיטה העברית ובמקביל חקרתם, פיתחתם ושיכללתם את פוטנציאל המצוינות הטמון בכם. בעבודה קשה, בפעילות חברתית עניפה ובניצול הזדמנויות שניקרו לדרככם. אני מאמינה כי התקדמנו ונמשיך להתקדם במיצוי המצויינות של כל תלמיד כפרט ושל קבוצת אלפא ככלל.

מעריכה אתכם מאד על העבודה הקשה שהשקעתם, הערכתי נתונה גם להורים (אשר לבטח ספגו קצת מתחים בבית), לראשי המעבדות ולמנחים המסורים שהשקיעו שעות רבות מזמנם בכדי לקדם את המחקרים השונים.

מעריכה ומודה לצוות תכנית אלפא היקר אשר היווה מסגרת תומכת ומעצימה לתלמידים: איילת תדמור, אלון אופנהיים, מנדי הוילנד ולמנהלת מעבדות בלמונטה, דרי נועה סרי, שדלתה תמיד פתוחה בפנינו.

גם אם לעיתים התקשינו ואף נכשלנו, הרי שגם מתוך הכישלונות אנו מתקדמים לכיוון ההצלחה כפי שאמר ווינסטון צ'רצ'יל "מהות ההצלחה היא ביכולת לנוע מכישלון לכישלון מבלי לאבד התלהבות"

מאחלת לכולנו להמשיך להיכשל ולהצליח מבלי לאבד את ההתלהבות!



# מדעי המוח Brain Sciences



## אלפא

תכנית למחקר בתחומים מדעיים



מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



## Ziv Laron- Eitahn

Advisor: Ornella kawer  
Supervisor: prop. Mor Nahum

### The effects of transcranial electrical stimulation and cognitive training on children with ADHD

Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) is a neuro-psychiatric disorder which affects cognitive abilities. Transcranial electrical stimulation (TES) is an electrical brain stimulation method, which affects the brain's action potential. This work aimed to evaluate the effects of a combination of TES and cognitive training, in the form of computer games, on children with ADHD. A group of 20 children, aged 7 – 12 years, who suffer from ADHD, participated in the study. The treatment led to a decrease in patient impulsivity and hyperactivity. In addition, improvements in several executive functions (EFs), including resistance to visual and auditory distracters, working memory, monitoring, environment organization and inhibition, were noted. The research confirmed that the treatment increases beta waves, which indicates improvement in attention. Furthermore, several correlations were drawn between the effects of treatment on different clinical ADHD symptoms and various EFs. The purpose of this study was to examine the effects of combined TES-cognitive training treatment on children diagnosed with ADHD. Currently, TES is not being used as a treatment for ADHD, but might improve current treatment. The main uniqueness of this research lay in the combination of different treatments and evaluations to extract as much knowledge as possible.

## זיו לרון איתן

מנחה: אורנלה קוור  
מעבדה: פרופ' מור נחום

### השפעות גרייה מוחית חשמלית ואימון קוגניטיבי על ילדים עם ADHD

ADHD היא הפרעה המשפיעה על היכולות הקוגניטיביות של הלוקים בה. גרייה מוחית חשמלית היא שיטת גירוי מוחי לא פולשנית המבוססת על שימוש בזרמים חשמליים המשפיעים על פוטנציאל הפעולה במוח. בעזרת גרייה זו, בשילוב עם אימונים קוגניטיביים בצורת משחקי מחשב, עברו 20 ילדים בגילאי 7-12 אשר נמצאו מתאימים למחקר את הטיפול אותו אנו חוקרים. במחקרנו גילינו כי הטיפול גורם להקטנת האימפולסיביות וההיפראקטיביות של הלוקים בהפרעה, וכן במספר תפקודים ניהוליים, הכוללים: יכולות התנגדות למסיחים אודיטוריים וויזואליים, זיכרון העבודה, העיטור, ארגון הסביבה ועיכוב התגובה. הטיפול גרם לעלייה בגלי הבטא, מה שמעיד על שיופור ביכולת הריכוז. בנוסף גילינו מספר קורלציות בין השפעת הטיפול על סימפטומים קליניים ותפקודים ניהוליים שונים. מטרת המחקר הינה לבדוק את יעילות הטיפול וגורמיו השונים על ילדים עם ADHD. TES אינו משמש לוקים ב-ADHD בארץ נכון להיום, אך יתכן כי ישמש בעתיד הנראה לעין. בזכות המחקר, הועלו מספר השערות, אשר יבדקו בעתיד, על מנת לשפר את הטיפול כך שיוכל להוות חלק משמעותי יותר בטיפול ב-ADHD בעתיד. ייחודו המרכזי של המחקר נמצא בשילוב שיטות טיפול שונות ומדידות שונות, והשוואה ביניהן על מנת להפיק מן המחקר ידע רב ככל הניתן.



מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים

## Liele Cayam-Rand

Advisor: Arielle Hochberg

Supervisor: dr. Tal Burstein Cohen

### The role of Protein S in the clearance of myelin by microglia following traumatic brain injury

Traumatic brain injury (TBI) is one of the main causes of death and disability including mental and motor impairments, worldwide. Improving the recovery from TBI remains a major public health challenge due to the complex pathologies and individuality of each case. Damage from TBI occurs in two phases: the primary injury, which includes considerable cell death and debris and the secondary injury, when the inflammatory response, essential for destroying pathogens and initiating tissue repair, becomes sustained, hindering recovery, due to further cell activation and release of inflammatory mediators. In TBI, the intensity of the injury can cause damage to axonal tracts and white matter, resulting in myelin damage and myelin debris. The presence of this debris prevents the myelin sheath from regenerating around the axons. Microglia cells are responsible for clearing the myelin debris, which is essential for myelin sheath restoration. Microglia cells remove harmful or dead cells or debris via phagocytosis, which is activated and regulated by TAM receptors located on the microglia membrane. Protein S, one of the TAM receptor ligands, activates the TAM receptors on the microglia cells, eliciting morphological changes in the cells and activating their phagocytic properties. Preliminary research in the lab has found that deletion of *Pros1*, the gene encoding Protein S, in microglia cells of a mouse model, leads to microglia cell deformation, which reduced their phagocytic efficiency under homeostatic conditions. Accordingly, we sought to evaluate the effect of deletion of Protein S in microglia cells, specifically during myelin clearance, following TBI. The results of our study suggest that Protein S plays a role in myelin clearance by microglia cells following TBI. We found that the mice bearing microglia cells that did not express Protein S cleared a significantly smaller amount of myelin debris than the control mice with microglia cells that expressed Protein S.

These findings indicate that Protein S plays an important role in microglia cell function and initiates repair in the brain following TBI. This information can be used to further research the subject and eventually find a treatment that will prevent the secondary injury of TBI and minimize the damage it causes in the brain.

## ליאל קיים-רנד

מנחה: אריאל הוכברג

מעבדה: ד"ר טל בורשטיין כהן

### תפקיד חלבון S בפינוי מיאלין על ידי תאי המיקרוגליה לאחר נזק מוחי טראומטי

פגיעה מוחית טראומטית (TBI) היא אחד הגורמים העיקריים לתמותה ולנכות ברחבי העולם.

שיפור תהליך ההחלמה מפגיעה כזו הוא אחד האתגרים של מערכת הבריאות העולמית.

הנזק המוחי הנגרם מ-TBI מתרחש בשני שלבים: פגיעה ראשונית הכוללת את המוות המיידי של תאי מוח שבעקבותיה נוצרות שאריות תאים ופסולת רב, ופגיעה שניונית הכוללת את התגובה הדלקתית של מערכת החיסון האחראית להריסת פתוגנים ולבנייה מחדש של הרקמות הפגועות.

כתוצאה מטראומה מוחית, נגרם נזק רב למיאלין סביב האקסונים והצטברות שאריות התאים מונעת מהמיאלין להתחדש סביב האקסונים. פינוי שאריות המיאלין מתבצע באמצעות תאי מיקרוגליה, תאי החיסון העיקריים במוח, אשר תפקידם הוא להגן על המוח ולחסל תאים זרים, מסוכנים או מתים.

המנגנון לפינוי השאריות מופעל ומווסת באמצעות קולטני TAM, הנמצאים על ממברנות תאי המיקרוגליה. קולטנים אלו מופעלים בעזרת ליגנדים - שאחד מהם הוא חלבון S. כאשר חלבון S מפעיל את קולטני TAM, תאי המיקרוגליה עוברים שינוי מורפולוגי. שינוי זה מקנה לתאים יכולות פאגוציטיות, המאפשרות את סילוק השאריות.

מחקרים קודמים במעבדה שלנו מצאו שכאשר הגן לחלבון S, הנקרא *Pros1*, חסר בתאי המיקרוגליה של עכברים, התאים נפגמים בצורתם, ויעילות תפקודם במצב של הומיאוסטזיס נפגעת. בהמשך למחקרים אלו, ביקשנו לבדוק את ההשפעה של חוסר בגן *Pros1* לחלבון S על תפקוד המיקרוגליה בפינוי מיאלין, לאחר טראומה מוחית.

התוצאות שלנו הדגימו כי לחלבון S יש השפעה על פינוי המיאלין על ידי תאי המיקרוגליה לאחר TBI. בהשוואה לעכברים עם תאי מיקרוגליה המבטאים את הגן לחלבון S, תאי המיקרוגליה בעכברים שלא ביטאו את החלבון, כתוצאה מחסר בגן *Pros1*, פינו כמות מעטה יותר של שאריות מיאלין.

ממצאים אלו חשובים מכיוון שהם מצביעים על התפקיד החשוב של חלבון S בפעילותם של תאי המיקרוגליה, ובתפקידם השיקומי לאחר TBI. מידע זה יוכל לסייע למחקרי המשך, ובעתיד, במציאת טיפול שימנע או יפחית את הנזק הנגרם בפגיעה המשנית של טראומה מוחית.





## Naama rosenberg

Advisor: Robert Goldstein

Supervisor: prop. Alex Binstock

### Localization of the action potential initiation site in an inflamed versus a healthy cornea

Studies have shown that several cytokines are released under inflammatory conditions, which then affect the availability of voltage-gated sodium channels, thereby impacting the excitability of certain neurons and increasing sense of pain. To characterize the precise impact of these cytokines on pain signaling, and on the localization of the site at which between initial depolarization shifts to initiation of the action potential, we used electrofluorescence methods to model neuron activity in the mouse cornea. We measured the location along the axon at which the action potential begins under healthy versus inflammatory conditions, after opening potassium channels and blocking sodium channels in the cell. We found following such manipulation of cells under inflammatory conditions, in which cytokine secretion increases pain sensation, pain sensations were reduced. These findings suggest that pain treatment can involve manipulation of potassium channel activity, e.g., by opening the channels in cases of inflammation. The cell imaging findings aligned with mouse behavior, measured by counting the number of times it blinked and wiped its eyes. This work provides critical insights into understanding the basic mechanisms underlying healthy versus pathological-inflammatory conditions. This information will contribute to the development of biotechnological methods to treat inflammation and other pathological conditions.

## נעמה רוזנברג

מנחה: רוברט גולדשטיין  
מעבדה: פרופ' אלכס בינסטוק

### מיקום היווצרות פוטנציאל הפעולה בקרנית דלקתית בהשוואה לקרנית בריאה

ממחקרים שבוצעו ידוע כי מספר ציטוקינים המופרשים בתנאי דלקת, משפיעים על זמינותן של תעלות נתרן תלויות מתח, ובכך משפיעים על האקסטיביליות של תאי עצב מסוימים ומגבירים את חישת הכאב. כדי לבדוק מהי בדיוק השפעת הציטוקינים הללו על פעילות מערכת העברת אותות חישת הכאב, ועל מיקום המעבר בין הדה פולריזציה הראשונית לאתחול פוטנציאל הפעולה, השתמשנו בשיטות אלקטרו פלורוסנטיביות ליצירת הדמיה של הפעילות העצבית בקרנית עכבר. מדדנו היכן לאורך השלוחה העצבית יש אתחול של פוטנציאל הפעולה במצב בריא ובמצב דלקתי לאחר פתיחת תעלות אשלגן וחסמת תעלות נתרן בתא. מצאנו שבמצב דלקתי שבו מופרשים ציטוקינים המגבירים את רמת הכאב, לאחר הפעלת המניפולציות השונות על התא, יש ירידה ברמת חישת הכאב. בעקבות מסקנות אלו ניתן להציע טיפול לכאב על ידי התערבות בפעילות תעלת אשלגן, לדוגמה על ידי פתיחה שלה במצב דלקתי. מצאנו התאמה בין התוצאות שגילינו בהדמיות בתאים לבין התנהגות העכבר שמדדנו על ידי ספירת הפעמים שמצמץ ועגב את עינו. חשיבות המחקר מתבטאת בהיותו חשוב ועיקרי בהבנת המנגנון הבסיסי במצב בריא ופתולוגי- דלקתי. מידע זה יועיל בעתיד לפיתוח שיטות ביוטכנולוגיות לטיפול בדלקת ובמצבים פתולוגיים אחרים.



מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים

## Amitai Saidel

Advisor: Ornella kawer  
Supervisor: prop. Mor Nahum

### The effect of brain stimulation in children with attention deficit disorder on executive functioning and clinical symptoms and their interaction

Attention deficit disorder (ADD) is one of the most common neuro-behavioral disorders in children and adolescents. ADD is characterized by various clinical symptoms and impaired executive functioning. Pharmaceutical agents are the most common treatment for ADD, but are ineffective in approximately 30% of patients and has many side effects. In this work, the effect of an innovative brain stimulation therapy on ADD patients was assessed using various questionnaires which were completed by patient caregivers, results of various tests performed during the treatment period and post-treatment brain wave frequencies. The results of the various assessment categories were compared, e.g., comparison between the effect of treatment on clinical symptoms and executive functioning, the effect of treatment on brain wave frequency as compared to the effect of treatment on clinical symptoms, and others. After analyzing the results, we identified novel correlations between the treatment effect as registered by the various assessment tools, previously unknown effects of treatment on various symptoms, and a direct correlation between the effect of treatment on clinical symptoms and on brain wave frequency.

## אמיתי סאידל

מנחה: אורנלה קוור  
מעבדה: פרופ' מור נחום

### השפעת גרייה מוחית בילדים הסובלים מהפרעת קשב וריכוז על תפקודים ניהוליים-סימפטומים קליניים והקשר שביניהם.

הפרעת קשב וריכוז היא אחת מההפרעות הנפשו-התנהגותיות הנפוצות בילדים ובבני נוער. הפרעת הקשב והריכוז מאופיינת בסימפטומים קליניים שונים ובתפקודים ניהוליים לקויים אצל המאובחנים, ביחס לכלל האוכלוסייה. הטיפול הנפוץ ביותר להפרעת קשב וריכוז הינו טיפול תרופתי אשר אינו מועיל לכ-30%- מהמאובחנים ובעל תופעות לוואי רבות. במחקר שלנו בדקנו את השפעת הטיפול בגרייה מוחית, טיפול חדשני אצל אנשים המאובחנים עם הפרעת קשב וריכוז, באמצעות שימוש בתוצאות של שאלונים שונים אשר מולאו במהלך המחקר ע"י המלווים השונים של המטופלים, באמצעות שימוש בתוצאות מבחנים שונים אשר בוצעו במהלך תקופת הטיפול ע"י המטופלים ובאמצעות בדיקת קצב גלי המוח לאחר קבלת הטיפול. השווינו תוצאות שונות שהתקבלו מקטגוריות שונות, כגון השוואה בין השפעת הטיפול על הסימפטומים הקליניים ועל התפקודים הניהוליים, השפעת הטיפול על קצב גלי המוח ביחס להשפעת הטיפול על הסימפטומים הקליניים ועוד. לאחר ניתוח התוצאות מצאנו כי ישנם קשרים חדשניים בהערכת השפעת הטיפול על קצב גלי המוח ביחס להשפעת הטיפול על הסימפטומים הקליניים ועוד. לאחר ניתוח התוצאות מצאנו כי ישנם קשרים חדשניים בהערכת השפעת הטיפול על קצב גלי המוח ביחס להשפעת הטיפול על הסימפטומים הקליניים ועוד. לאחר ניתוח התוצאות מצאנו כי ישנם קשרים חדשניים בהערכת השפעת הטיפול על קצב גלי המוח ביחס להשפעת הטיפול על הסימפטומים הקליניים ועוד.



## Zohar Cohen

Advisor: Dr. Nina Feinstein

Supervisor: prop. Tamir Ben-Hur

### Clinical deterioration in Alzheimer's patients following illness

**Background:** The establishment of a link between infectious diseases and Alzheimer's disease, raised the need to understand the mechanisms mediating peripheral or cranial inflammation. Additional research demonstrated a central role of microglia in mediating cranial inflammation, with the Toll-like receptor (TLR2) being a key agent in the destructive effect of the inflammation on microglia (amyloid $\beta$ ). Manipulation of TLR2 activity was shown to improve Alzheimer's disease. In a study performed in Professor Ben Hur's laboratory, both intracerebroventricular and peripheral injection of zymosan (a TLR2 agonist) led to a significant decrease in the number of neurons. In light of the importance of activation of the TLR2-LTA axis, a mechanism common to many Gram-negative bacteria, this work aimed to examine whether peripheral exposure to an LTA agonist also affects neurons and to assess the risk to Alzheimer's patients during such infections.

**Methods:** This study was conducted in two groups of mice – WT healthy mice and AD mice (Xfad5). At the age of 7 months, each mouse was treated with repetitive abdominal LTA injections. The injections were administered at the age of 7 months, to enable determination of the number of neurons at an age when there is already brain pathology but no decline in neuron counts. Mice were sacrificed on day 14 of the experiment. Frozen brain samples (10 mm) were immunofluorescently stained and the number of neurons in the cortex was determined.

**Results:** LTA injection led to a 30% reduction in cortical neuron counts in WT mice and to a 37% decline in Xfad5 mice.

**Conclusions:** Peripheral exposure to an infection mediated by LTA impacts neuron counts, independently of Alzheimer's disease. Nevertheless, as the brain and the immune system are impaired in Alzheimer's patients, peripheral infectious diseases mediated by LTA can lead to deterioration of Alzheimer's disease.

## זוהר כהן

מנחה: דר' נינה פיינשטיין

מעבדה: פרופ' תמיר בן חור

### החרפה קלינית בחולי אלצהיימר בעקבות מחלות רקע

לאחר שהובן כי יש בבירור קשר בין מחלות זיהומיות למחלת האלצהיימר בדם, נוצרה חשיבות להבין מהם המנגנונים המתווכים את הדלקת הפריפרית או המוחית. לאחר מחקר נוסף, הבינו שלמיקרובייה יש תפקיד מרכזי בתיווך הדלקת המוחית, ומעבר לכך הבינו שרצפטור הדלקת שמתווך את האפקט ההרסני של הדלקת (עמילואיד  $\beta$ ), הוא (TLR2 (Toll Like Receptor) על גבי המיקרובייה והראו כי התערבות בפעילות של TLR2 יכולה לשפר את מחלת האלצהיימר. במחקר שנעשה במעבדה של פרופסור בן חור, הוזרק זימזון (אגוניסט של TLR2), ונצפתה ירידה משמעותית בכמות הניורונים גם בהזרקה חדרית וגם בהזרקה פריפרית. במחקר זה בדקנו האם חשיפה פריפרית לאגוניסט LTA גם תפגע בניורונים, זאת עקב חשיבות הפעלתו של סיגלן ה- TLR2 LTA, מנגנון המשותף לחיידקי גראם שליליים רבים, וכדי להבין את עוצמת הסכנה לחולי אלצהיימר בעת זיהומים אלו.

שיטות: המחקר בוצע במודל של עכברים בשתי קבוצות ניסוי שכוללות עכברים בריאים (Wild Type) ועכברים חולים (5Xfad). החלוקה בוצעה בעזרת סריקה גנטית (שכפול ה- DNA והרצה בגיל 7 חודשים כל עכבר עבר שלוש הזרקות בטניות חוזרות של LTA).

ההזרקה בוצעה בגיל 7 חודשים על מנת לבדוק את מספר הניורונים בגיל בו יש פתולוגיה מוחית אך אין עדיין ירידה בכמות הניורונים. העכברים הוקרבו ביום ה- 14 של הניסוי. נלקחו חתכי מח קפואים בעובי 10 מיקרון אשר נצבעו אימונופלורוסנטית ואיזור הקורטקס עבר אנליזה למספר הניורונים. תוצאות: בעקבות הזרקה LTA נצפתה ירידה של 30% במספר ניורונים הקורטיקליים בעכברים בריאים וירידה של 37% בעכברי אלצהיימר.

מסקנות: חשיפה פריפרית לזיהום המתווך ע"י LTA משפיעה על כמות הניורונים – גם ללא קשר לאלצהיימר. למרות זאת, המוח אצל חולי אלצהיימר והמערכת המגנה עליו מוחלשת עקב המחלה. לכן, מחלות זיהומיות פריפריות המתווכות ע"י LTA יכולות להביא להידרדרות במחלת האלצהיימר ונשקפת לחולי אלצהיימר סכנה בעת זיהומים אלו.



מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים

## Lior Shalem

Advisor: Arielle Hochberg  
Supervisor: Dr. Tal Burstein

### The impact of protein S on microglia functioning in the brain

Microglia are immune cells in the brain. To preserve homeostasis in the brain, they clear dead and harmful cells via phagocytosis. Phagocytosis by microglia is mediated by TAM receptors and two ligands called PROS1 and GAS6. In addition, microglia are a central part of clearance and restoration of areas damaged by traumatic brain injury. Traumatic brain injury is an injury that induces massive cell death and opening of the blood brain barrier. Breakdown of this barrier enables entry of cells from the periphery. I hypothesized that macrophage cells enter the brain. Macrophages are the counterpart to microglia in the periphery.

This study assessed how PROS1 deficiency affects microglia in the young brain and sought to determine whether macrophages penetrate the brain following traumatic brain injury. In the study regarding macrophage entry, I found that the antibodies I used bind both microglia and macrophages. I found an antibody that specifically binds microglia and discovered that it is weaker when microglia are activated; as a result, there is currently no way to demonstrate macrophage entry to the brain following traumatic brain injury. In the study of the effect of PROS1 on microglia, I found that PROS1 deficiency in microglia is associated with decreased cell functioning in two aspects – the number of dead cells and the number of cups. This research is important as understanding the role of PROS1 and the effect of its absence can contribute to our understanding of the ligand and its relation with any receptor. In the future, a deeper understanding of the ligands and the receptors can assist in artificial regulation of the cells when they lead to an inflammatory response or participate in an autoimmune disease.

## ליאור שלם

מנחה: אריאל הוכברג  
מעבדה: ד"ר טל בורשטיין כהן

### השפעת protein S בתפקוד תאי מיקרוגליה במוח

תאי מיקרוגליה הם התאים של המערכת החיסונית במוח. על מנת לשמור על הומויאוסטזיס במוח, הם מפנים תאים מתים ומזיקים בעזרת תהליך הפאגוציטוזה. תהליך הפאגוציטוזה מתרחש בתאי המיקרוגליה בעזרת רצפטורי TAM ושני ליגנדים הנקראים PROS1 ו-GAS6. בנוסף, תאי המיקרוגליה מהווים חלק חשוב בפינוי ושיקום של האזור הפצוע בפציעת מוח טראומטית. פציעת מוח טראומטית היא פציעה שגורמת למוות מאסיבי של תאים ולפריצה של מחסום הדם-מוח. פריצה של מחסום זה מאפשרת כניסה של תאים מהפריפריה. התאים שהנחתי שנכנסים למוח הם מקרופאגים. מקרופאגים הם התאים המקבילים לתאי מיקרוגליה בפריפריה.

במחקר שלי בדקתי כיצד משפיע חוסר של PROS1 על תפקוד תאי המיקרוגליה במוח צעיר ובנוסף רציתי לבדוק האם כאשר יש פציעת מוח טראומטית יש כניסה של מקרופאגים למוח. במחקר על כניסת המקרופאגים, ראיתי שהנוגדנים בהם השתמשתי נקשרים גם לתאי מיקרוגליה וגם למקרופאגים. מצאתי נוגדן הספציפי לתאי מיקרוגליה אך גיליתי שהוא נחלש כאשר תאי המיקרוגליה מופעלים ולכן כעת אין דרך להראות כניסה של מקרופאגים למוח בעת פציעת מוח טראומטית. במחקר על השפעת PROS1 על תאי המיקרוגליה, ראיתי שכאשר יש חוסר של PROS1 בתאי מיקרוגליה, יש ירידה בתפקוד התאים בשני פרמטרים – כמות התאים המתים וכמות ה-cups.

המחקר חשוב מפני שהבנה של תפקוד PROS1 והחוסר שלו יכולים לתרום להבנת הליגנד ויחסיו עם כל רצפטור. בהמשך, הבנה של הליגנדים והרצפטורים יכולה להוביל להתקדמות עם יסות של התאים בצורה מלאכותית כאשר הם מובילים לתגובה דלקתית או כאשר הם לוקחים חלק במחלה אוטואימונית.





## Sama Malhem

Advisor: Michal Staum

Supervisor: Dr. Ithai Rabinowitch

Modified synaptic connections following sensory damage in a *C. elegans* model

My research aimed to understand the basic mechanisms underlying the commonly occurring, yet still barely understood phenomenon of cross-modal plasticity. This phenomenon occurs when a specific sense is impaired or lost, leading to a change in the synapses between the neurons regulating it and other senses, or to modification of the synapses of the particular sense in various areas of the body. This change can lead to the impairment, or, as generally occurs, to the enhancement of another sense. To determine whether this phenomenon exists in the *C. elegans* nervous system, behavioral tests were performed on two mutant *C. elegans* strains with impaired sense of touch (one strain with impaired release of the flp-20 neuropeptide and another strain with full deletion of the TRN) and compared to wild type behavior. We were surprised to note differences in the smell function of the two mutant strains. We therefore began studying the underlying molecular mechanism and checked whether there is a direct link between TRN and cross-modal plasticity mediated by neuropeptides. Our results demonstrated likely a direct link between secretion of the nlp-7 neuropeptide and inhibition of the synapse. Subsequently, we concluded that this specific neuropeptide and flp-20 likely have opposing effects, which seemingly directly correlates with the presence of TRN and cross-modal plasticity mediated by this neuropeptide. These findings are a major step forward in the study of the molecular mechanism underlying this phenomenon and will serve as the basis for future study of this effect.

## סמא מלחם

מנחה: מיכל סטאום

מעבדה: ד"ר איתי רבינוביץ

### שינוי בקשרים הסינפטיים בעקבות פגיעה חושית, במודל תולעי *C.elegans*.

המחקר שלי עוסק בהבנת המנגנון הבסיסי לתופעת ה-plasticity modal Cross שאנו פוגשים ביום יום איך לא יודעים את הסיבה להתרחשויות-תופעה זו מתקיימת כאשר ישנה פגיעה או אובדן של חוש מסוים, במקרה כזה נגרם שינוי בסינפסות המקשרות בין הנירונים של חוש זה לנירונים של חושים אחרים, או שינוי בסינפסות של אותו החוש באזורים שונים בגוף. שינוי זה יכול להוביל לפגיעה בחוש אחר, או כמו שקורה ברוב המקרים, דווקא להגברת פעילותו. במחקר השתמשנו בתולעי ה-*C.elegans* כמודל מחקר וערכנו תחילה מבחני התנהגות על זנים מוטנטיים (בזן אחד ישנה פגיעה בשחרור הניורופפטיד flp-20 ובזן השני ישנה מחיקה מוחלטת של ה-TRN) בהשוואה ל-WT בהם פגוע חוש המגע בשתי צורות שונות, במטרה לבדוק אם התופעה מתקיימת במערכת העצבים שלהם. התוצאות שקיבלנו היו חיוביות ובנוסף הופתענו לגלות כי ישנו שוני בין תפקוד חוש הריח של שני הזנים המוטנטיים. לכן התחלנו לחקור את המנגנון המוביל לתופעה ברמה מולקולרית, ובדקנו האם קיים קשר ישיר בין הימצאות ה-TRN לבין התקיימות תופעת ה-plasticity modal Cross המתווך על ידי ניורופפטידים. התוצאות שקיבלנו הראו כי ישנו כנראה קשר ממשי בין הפרשת הניורופפטיד nlp-7 לבין עיכוב הסינפסה AIY-AWC ומכך הסקנו כי ישנה סבירות שהניורופפטיד הספציפי הזה פועל הפוך מקל-20 וכנראה ישנו קשר ישיר בין הימצאות ה-TRN לבין התקיימות תופעת ה-plasticity modal Cross המתווכת על ידי ניורופפטיד זה. מידע זה מקדם אותנו בצורה משמעותית בחקר המנגנון המולקולרי לתופעה ובהמשך מתוכננת התקדמות בהתבסס על תוצאות אלו.



מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים

## Tamar Meshorer

Advisor: Libi Feigin  
Supervisor: prop. Adi Mizrahi

### Auditory categorical perception in mice and the link between the frontal cortexes and auditory regions of the brain

Contemporary scientific literature has established that rodents have auditory categorical perception capacities and that processing of new sounds occurs, at least partially, in the auditory cortexes. However, little is known about the capacity limits of animals, and particularly of mice, to learn sound categories, and even less is known about information processing in the auditory cortexes and beyond.

In our lab, we conducted an experiment in which we showed that mice can distinguish between two acquired auditory categories – between rising sounds and descending sounds, and to behaviorally express this perception – i.e., to lick the water bottle nozzle for one category and avoid drinking for the other. The rising sounds served as target sounds, signaling to the mouse to lick the nozzle, while the descending sounds served as non-target sounds, instructing the mouse to avoid licking the drinking rod.

We observed similar mouse behavior for acquired and nonacquired stimuli, namely, the mice learned to generalize the categorical regularity beyond “rehearsal” of the acquired stimuli. These behavioral results will serve as a basis for future behavioral research and continued electrophysiological research.

In parallel, we conducted an additional experiment in the lab, to characterize the link between the frontal and auditory cortexes. Most of the literature indicates that the frontal cortexes are responsible for high-level integration and final decisions regarding behavioral output in animals. Therefore, we expected that behaviorally expressed acquired auditory information will stem from the auditory regions of the frontal cortexes, where they will ultimately be translated into actions. We conducted a study aimed at identifying anatomical links between the auditory and frontal cortexes in mice. The study results demonstrated that the auditory cortex extends axonal branches, enabling vigorous transmission of information to the frontal cortexes and the orbitofrontal cortex (one of the two studied frontal cortexes). In addition, we showed that regions more advanced in the hierarchical stages of auditory processing send a larger number of axons to the frontal cortexes. We noted that the temporal association cortex (TeA), which is high up in the processing hierarchy, extends more axons to the orbitofrontal cortex as compared to the primary auditory cortex. These findings demonstrated that mice successfully learn to distinguish between two groups of stimuli and that a link exists between the TeA and the frontal cortexes. Therefore, we hypothesize that the TeA is a key element in auditory categorical perception processes, acting as a central processing station in the medium between perception of the stimulus and behavioral animal response to the stimulus.

## תמר משורר

מנחה: ליבי פייגין  
מעבדה: פרופ' עדי מזרחי

### למידה קטגורית שמיעתית של עכברים והקשר בין קורטקסים פרונטלים לאזורים אודיטורים במוח.

ידוע כיום בספרות המדעית שמכרסמים מסוגלים ללמוד קטגוריות שמיעתיות ושעיבודם של הצלילים הנלמדים מתרחש, לכל הפחות בחלקו, בקורטקסים האודיטורים. עם זאת, מעט מאוד ידוע על גבולות היכולת של בעלי חיים, ועכברים בפרט, ללמוד קטגוריות של צלילים, ואף פחות מכך על תהליך ושרשרת עיבוד המידע בקורטקסים האודיטורים ומעבר להם.

במעבדה שלנו ביצענו ניסוי בו אנו מראים שעכברים מסוגלים להבחין בין שתי קטגוריות שמיעתיות נלמדות – בין צלילים עולים לבין צלילים יורדים, ולבטא את הלמידה הזו באופן התנהגותי – לללק את פיית השתייה עבור קטגוריה אחת ולהמנע משתייה עבור השנייה. והצלילים העולים שימשו כצלילי טרגט (Target) שעומתם מורה על העכבר לללק את פיית השתייה, והצלילים היורדים שימשו כצלילי נונטרגט (Non-Target) שעומתם מורה על העכבר להמנע מללק את מוט השתייה. קיבלנו תגובות התנהגותיות דומות לגירויים הנלמדים על ידי העכברים ולגירויים שלא נלמדו, משמע העכברים למדו להכליל את החוקיות הקטגורית מעבר ל"שינוי" הגירויים הנלמדים. תוצאות התנהגותיות אלה יישמשו בהמשך בסיס להמשך מחקר התנהגותי ולהמשך מחקר אלקטרופיזיולוגי. במקביל, ביצענו במעבדה ניסוי נוסף הבודק את הקשר של הקורטקסים הפרונטלים עם הקורטקסים האודיטורים. מרבית הספרות מעידה כי הקורטקסים הפרונטלים אחראים על התכלול הגבוה ועל ההחלטה הסופית לגבי הפלט ההתנהגותי של בעל החיים<sup>3</sup>. על כן, ציפינו שמידע שמיעתי הנלמד והבא לידי ביטוי בהתנהגות יגיע מהאזורים האודיטורים אל האזורים הפרונטלים שיתרגמו אותו בסוף לפעולות. ביצענו מחקר שתכליתו איתור קשרים אנטומיים בין הקורטקסים האודיטוריים לקורטקסים פרונטליים בעכבר. תוצאות המחקר הראו שהקורטקס האודיטורי שולח שלוחות אקסוניות, ולפיכך מעביר מידע, לקורטקסים הפרונטלים, ולקורטקס האורביטופרונטלי (שהוא אחד משני הקורטקסים הפרונטלים הנחקרים) ביתר שאת. בנוסף, הראנו בניסוי שאזורים מתקדמים יותר בהיררכית תחנות העיבוד השמיעתיות שולחים כמות גבוהה יותר של אקסונים לקורטקסים הפרונטלים. ראינו שה- TeA (Temporal Association cortex), שהוא תחנת עיבוד גבוהה בהיררכית התחנות השמיעתיות המוכרות לנו, שולח יותר אקסונים אל הקורטקס האורביטופרונטלי בהשוואה לקורטקס האודיטורי הראשוני.

מהממצאים ראינו שהעכברים מצליחים ללמוד להבחין בין שתי קבוצות גירויים ושקיים קשר בין ה- TeA לבין הקורטקסים הפרונטלים. אזי, אנו מעריכים שה- TeA הוא מרכזי בתהליכי למידת הקטגוריות השמיעתיות ושישמש כתחנת עיבוד מרכזית בתוך שבין הגירוי הנקלט לבין התגובה ההתנהגותית של בעל החיים לגירוי.



## Yoav Nisenbroum

Advisor: dr. Nina Feinstein

Supervisor: prop. Tamir Ben Hur

### The role of the BBB in clinical deterioration in Alzheimer's patients following infectious diseases

Alzheimer's disease is the central cause of dementia and is a global concern with vast social and economic implications. The disease primarily manifests by neuronal death, characterized by memory loss and cognitive problems. The main signs of Alzheimer's disease in the brain tissue are Ab amyloid deposits and TAU protein deposits. Many studies have indicated that brain inflammation plays a central role in neurological alterations observed in Alzheimer's patients. The inflammation is not considered the etiological cause of the illness, but is linked to its deterioration. Microglia are cells responsible for activating the immune system in the brain and serve on the frontline of protecting the brain from damage. In a study recently performed in the lab, it was found that acute peripheral infection mediated by zymosan (an activator of the toll 2-like receptor on microglia), leads to neuronal death in Alzheimer mice.

In this study, we aimed to assess whether neuronal damage is mediated by opening of the blood brain barrier, which subsequently activates microglia. To this end, we compared the nonspecific deposit of mouse antibodies in 7-month-old mice that were healthy or carried an Alzheimer's mutation, following peripheral injection of zymosan. Computerized quantitation of antibody deposit found no differences between the study groups. The assessment will have to be repeated using more sensitive methods, e.g., leakage of agents from breached blood vessels. This method will provide for higher sensitivity to minor changes, which are sufficient for penetration of molecules such as zymosan.

## יואב ניסנבאום

מנחה: דר' נינה פיינשטיין  
מעבדה: פרופ' תמיר בן חור

### תפקיד ה-BBB בהחמרה הקלינית של חולי אלצהיימר בעקבות מחלות זיהומיות

מחלת האלצהיימר היא הגורם המרכזי לדמנציה והינה דאגה גלובלית בעלת השלכות גדולות על החברה ועל הכלכלה העולמית. המחלה מתבטאת בעיקר במוות של תאי עצב אשר מתבטאים באיבוד זיכרון ובעיות קוגניטיביות. הסימנים המרכזיים של מחלת האלצהיימר ברקמת המוח הינם משקעים של  $\beta$  amyloid ומשקעים של חלבון טאו (TAU).

מחקרים רבים מצביעים על כך שדלקת מוחית משחקת תפקיד מרכזי בשניונים הניורנאלים הנראים בחולי אלצהיימר. הדלקת אינה נחשבת הסיבה להתפרצות המחלה אלא רק מחמירה אותה. התאים שאחראים על הפעלת מערכת החיסון המוחית נקראים מיקרוגליה והם מהווים את קו ההגנה הראשון בהגנה על המוח מפני פגיעות. במחקר שבוצע לאחרונה במעבדה התגלה כי זיהום פריפרי חריף המתווך ע"י זימוזן (מאקטב של toll like receptor 2 על גבי המיקרוגליה) גורם למוות ניורונים בחיות אלצהיימר.

במחקר זה רצינו לבדוק האם הפגיעה בניורונים מתווכת ע"י פתיחה של מחסום דם מוח ועל ידי כך גורמת להפעלת תאי המיקרוגליה. לצורך כך השוונו את השקיעה הלא ספציפית של נוגדי עכבר ברקמות מוח עכבריות מעכברים בני 7 חודשים, בריאים או נשאי מוטציות אלצהיימר עם או ללא הזרקה פריפירית של זימוזן.

כימות ממוחשב של כמות הנוגדים ששקעו, לא הראה הבדל בין קבוצות הניסוי. ישנו צורך לחזור על הבדיקה באמצעים רגישים יותר כגון חומרים הדולפים מכלי דם פרוצים. שיטה התאפשר רגישות גבוהה יותר לשניונים מינוריים אשר הינם מספקים לחדירת מולקולות כגון זימוזן.



מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים

## Orr Breiman

Advisor: Robert Goldstein

Supervisor: prop. Alex Binstock

### The involvement of Kv7 potassium channels in generation of action potentials at the tips of pain-sensing neurons

Kv7 is a voltage-gated potassium channel involved in pain sensing and affects the rate of action potential firing. A previous study in nociceptor cell bodies demonstrated that Kv7 is involved in two important roles of potassium leakage: regulation of extracellular depolarization and setting the resting voltage of the cell. The role of the channel at nociceptor terminals was unknown. To determine the effect of the Kv7 channel in this area and whether it has a role in defining the location of initiation of an action potential or whether it impacts the amplitude of the response to certain pain stimuli, we used an electrofluorescence method for in vivo imaging of nerve activity in the mouse cornea. The experiments were performed at two locations, i.e., the terminals and the SIZ. Blockage of the channel at this location led to increased nerve activity, while opening the channel which subsequently increases its activity, led to decreased neuronal activity. The Kv7 potassium channel was primarily important after initiation of the action potential in the nerve fibers, in determining the magnitude of the neuronal response to a certain stimulus. This work was unique in that it used electrofluorescence methods instead of standard electrophysiological methods which were impossible to use due to size and spatial limitations. This method provided for the best means for learning about the regional electrical activity. In addition, this work focused on mechanisms of electrical transfer of pain information in the most relevant location. The importance of this work lies primarily in its potential to provide basic insights into the general mechanism, and to eventually develop an appropriate pharmaceutical therapy for pathological conditions.

## אור בריימן

מנחה: רוברט גולדשטיין  
מעבדה: פרופ' אלכס בינסטוק

### מעורבותן של תעלות האשלגן Kv7 ביצירת פוטנציאל הפעולה בקצוות תאי העצב החשים גירוי מכאיב

Kv7 היא תעלת אשלגן תלוית מתח, אשר מעורבת בתהליך חישת הכאב והינה בעלת השפעה על קצב ירי פוטנציאלי הפעולה. בעקבות ניסויים קודמים בגופי התאים של הנוציספטורים. Kv7 ידועה כמעורבת בשני תפקידים חשובים של זלגת האשלגן: סיון הדה פולריזציה אל מחוץ לתא וקביעת מתח המנוחה של התא. תפקיד התעלה באיזור הטרמינלים של הנוציספטורים, תאי עצב חישתיים, לא היה ידוע לנו. בכדי לגלות מה השפעת התעלה Kv7 באיזור זה והאם יש לה תפקיד בהגדרת מיקום אתחול פוטנציאל הפעולה או שהיא משפיעה על גובה התגובה לכאב מסוים השתמשנו בשיטות אלקטרו פלורוסנטיות לצורך הדמית הפעילות העצבית in vivo בקרנית עכבר. את הניסויים ביצענו בשני מיקומים שונים, בטרמינלים וב-SIZ, מיקום תחילת פוטנציאל הפעולה. גילינו כי תעלת האשלגן Kv7 משפיעה על הפעילות העצבית ב-SIZ. חסימת התעלה במיקום זה הובילה לעלייה ברמת הפעילות העצבית, ופתיחתה, הגברת פעילותה, הובילה לירידה. הייתה קורלציה בין התוצאות שגילינו בהדמיות העצביות לניסויים ההתנהגותיים. כלומר, תעלת האשלגן Kv7 חשובה בעיקר לאחר אתחול פוטנציאל הפעולה בסיבי העצב, בקביעת גודל התגובה העצבית לגירוי מסוים. ייחוד המחקר מתבטא במספר נקודות. ראשית, בניסוי זה השתמשנו בשיטות אלקטרו-פלורוסנטיות, במקום בשיטות האלקטרו-פיזיולוגיות הרגילות שאינן אפשריות כאן בעקבות מגבלות הגודל והמרחב. באופן זה היינו יכולים ללמוד באופן מיטבי על הפעילות החשמלית במרחב. שנית, במחקר זה התמקדנו בחקר מנגנונים של מעבר מידע חשמלי של כאב במקום הכי רלוונטי. חשיבותו של המחקר מתבטאת בעיקר בהיותו בעל פוטנציאל לעזור לנו בהבנה הבסיסית של המנגנון הכללי, ולאחר מכן אף לפתח טיפול תרופתי מתאים למצבים פתולוגיים.





## Eli Katz

Advisor: Dr. Yael Fridman Levi  
Supervisor: Prop. Ester shohami

### New use for receptor drug blockers for cognitive and motor improvement after head trauma

Brain injury is a mechanical injury to the brain, whose global prevalence is high. Following the injury, there is prolonged (months and sometimes years) inflammatory activity in the brain, which impairs motor, cognitive and emotional functioning. Although these injuries are common and have been extensively studied, no approved pharmaceutical treatment is available to improve functioning in brain injury patients.

Several directions can be taken to find a treatment for brain injury. It has been demonstrated that the chemokine receptors CXCR4 and CCR5, which are associated with immune cell activity and motility in the body, are also involved in neurological activity in the brain and may be involved in the injury process. Therefore, we monitored brain function in mice suffering from brain injury and treated with antagonists of these receptors. Maraviroc is a drug which blocks the CCR5 receptor and Plerixafor blocks the CXCR4 receptor. We found that these drugs indeed improve brain functioning after brain injury. To understand their mechanism of action, we quantified the number of brain immune cells in the brain and blood at two times points post-injury, using immunological markers and FACS.

The results of this study demonstrated that the two drugs, which have already been shown to improve post-injury brain functioning, had short-term activity in reducing the number of immune cells in the brain and blood. In addition, we found that Plerixafor, in contrast to Maraviroc, had a long-term effect on the brain by both improving the permeability of the blood brain barrier, which reduces the penetration of cells into the brain, and by reducing the activation/number of microglia in the brain.

## עילי כץ

מנחה: דר יעל פרידמן לוי  
מעבדה: פרופ' אסתר שוהמי

### שימוש חדש לחסמים תרופתיים של קולטני-כמוקנים לשיפור קוגניטיבי ומוטורי לאחר חבלת ראש והבנת המנגנון התרופתי.

חבלת ראש היא פגיעה מכנית במוח ושכיחותה ברחבי העולם גבוהה. לאחר החבלה ישנה פעילות דלקתית במוח הנמשכת לאורך זמן רב (חודשים ולעיתים אף שנים) ופוגעת בתפקוד המוח מבחינה מוטורית, קוגניטיבית ורגשית. למרות שהחבלות הן שכיחות ונעשו עליהם מחקרים רבים, נכון לעכשיו אין טיפול תרופתי מאושר לסובלים מחבלת ראש שיכול לשפר את מצבם.

אמנם, ישנם מספר כיוונים אפשריים למציאת טיפול לחבלות ראש. ידוע כי קולטני הכימוקנים- CCR5 ו CXCR4 הקשורים לפעילות של תאי מערכת החיסון ולנדידתם בתוך הגוף, קשורים גם לפעילות נייורולית במוח ויכולים להיות מעורבים בתהליך הפגיעה. לכן בדקנו את תפקוד המוח של עכברים הסובלים מחבלת ראש שקיבלו חסמים (אנטגוניסטים) לקולטנים הללו. התרופה Maraviroc- חוסמת את הקולטן CCR5 והתרופה Plerixafor- חוסמת את הקולטן CXCR4. מצאנו כי אכן התרופות הללו משפרות את תפקוד המוח לאחר חבלת ראש. על מנת להבין את מנגנון התרופות בדקנו בעזרת סמנים אימונולוגיים ובאמצעות מכשיר ה FACS, את כמות תאי מערכת החיסון במוח ובדם בשתי נקודות זמן לאחר החבלה.

תוצאות המחקר שלנו מראות ששתי התרופות, שכבר הוכחנו שמשפרות את תפקוד המוח לאחר החבלה, פועלות בטווח הקצר על הורדת כמות תאי מערכת החיסון בדם ובמוח. בנוסף מצאנו ש Plerixafor, בעודו ל Maraviroc, משפיעה על המוח גם לטווח הארוך בשני אופנים נוספים: שיפור החדירות במחסום-דם-מוח הגורמת להפחתה בהסגנת התאים אל תוך המוח והורדת בהפעלת/ כמות תאי המיקרוגליה במוח.



מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים

## Loren Reiman

Advisor: Sivan Gelb  
Supervisor: Dr. Ayal Ben Zvi

### The effect of the circadian clock on the permeability of the blood-brain-barrier through the expression of Claudins and ZO-1

The circadian clock/rhythm is a mechanism found in several organisms, that regulates different processes according to a 24h cycle. Brain pathologies have been found to be related to circadian rhythm injury, among others, due to hyperpermeability of the selective blood-brain barrier (BBB). The BBB does not enable diffusion of large molecules into the brain tissue (including drugs targeted to the brain), thereby maintaining a stable brain environment, which is essential to its activity. The selectivity of the barrier is made possible, by tight junctions (TJ) that are composed of proteins that attach to the endothelial cells of the capillary, including the proteins Claudin5 and ZO-1. The purpose of this work was to determine whether there are changes in the expression of these TJ proteins in the intact BBB of wild type mice, at different time points within a 24h cycle - 8AM and 8PM. The results showed that Claudin5 expression decreased between the morning and the evening, whereas ZO-1 expression increased. These findings will constitute the basis for future research on the physiological mechanism underlying circadian clock changes and may improve brain-targeted pharmacological treatment by determining the correct timing of treatment delivery.

## לורן ריימן

מנחה: סיון גלב  
מעבדה: דר' אייל בן צבי

### השפעת השעון הצירקדי על חדירות מחסום הדם-מוח דרך ביטוי Claudins ו-ZO-1

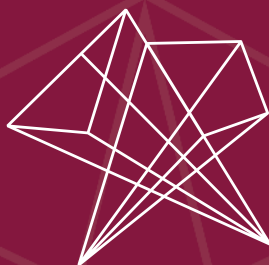
באורגניזמים שונים קיים מעגן השעון / המקצב הביולוגי (Circadian Clock\ Rhythm), אשר מווסת תהליכים שונים בהתאם למחזוריות של 24 שעות ביממה. נמצא קשר בין פגיעה במקצב הביולוגי לבין פתולוגיות מוחיות. בין השאר, עקב חדירות יתר של מחסום הדם-מוח (Blood-Brain Barrier) הסלקטיבי, שאינו אמור לאפשר מעבר דיפוזי של חומרים אל רקמת המוח (כולל תרופות שיעדן במוח), על מנת לשמור על סביבה יציבה החיונית לפעילותו. סלקציה זו מתאפשרת בין השאר באמצעות צמתי צמד (Tight Junctions- TJ) הכוללים חלבונים המצמידים את תאי האנדותרל של הקפילרה, ביניהם החלבונים ZO-1 ו-claudin5. מטרת המחקר היתה לבדוק האם יש שינוי בביטוי הגנים המקודדים לחלבוני הצמד הללו במחסום דם-מוח תקין על עכברות מזן בר, בזמנים שונים ביממה בשעות 8 am ו-8 pm. התוצאות הראו כי בביטוי claudins חלה ירידה מהבוקר לערב, ואילו בביטוי ZO-1 חלה דווקא עליה. המחקר מהווה בסיס להמשך חקר המנגנון שבו שינוי זה קורה, על מנת ליעל מתן תרופות למחלות מוחיות באמצעות תזמון והבנת המנגנון.





# מדעי החיים

## life sciences



### אלפא

תכנית למחקר בתחומים מדעיים



מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



## Ayelet Grinberg

Advisor: **Osher Piaxel**

Supervisor: **prop. Sigal Ben Yehuda**

### Assessment of the role of *Bacillus subtilis* factors on interbacterial communication during SPO1 bacteriophage infection

This work attempted to understand whether there is a form of communication between *Bacillus subtilis* bacteria during infection by phages, in general, and by phage SPO1, in particular. It is known that plaques that form on a petri dish due to the infiltration of a phage, do not spread indefinitely, but are sometimes stopped and can sometimes shrink. In a still unpublished laboratory study, strains with mutant YjbH and Spx, two factors naturally expressed in *B. subtilis*, formed plaques of sizes different than those of WT bacteria. These findings raised the question of whether these factors have an effect on the nature or speed of the infection. In the following work, these factors and their role in bacterial communication when interacting with bacteriophages, were studied in depth.

First, a genomic homologous transformation and recombination were performed to produce strains with the relevant knockout, and expressing a background fluorescence (mCherry) distinct from the WT fluorescence (GFP), enabling differentiation using a plurimeter and a microscope. To examine the effect of absence of the two factors on bacterial proliferation and/or viability during infection, the strains were grown to the desired optical density (OD), and mixed in various combinations (WT + yjbHΔ/WT + Δspx). The cultures were then infected with PAGE SPO1 and examined using a spectrophotometer that allows, among other things, to examine fluorescence parameters and thus differentiate between the two bacterial strains in the mixed culture. This method enabled us to identify that the yjbHΔ strain exhibited a faster mortality rate at the time of infection, which decreased in the presence of WT bacteria. Δspx, which exhibited a slower mortality rate, increased survivability in the presence of WT. A similar trend was observed when examining the mixed cultures under a fluorescence microscope. ΔyjbH were less viable, but the presence of WT served as a rescue. spxΔ exhibited some tolerance to phages, which improved further in the presence of WT.

From these results it can be concluded that there are indeed interactions between *B. subtilis* bacteria upon infection with the bacteriophage SPO1, but further experiments are needed to fully understand the process. This work is another small step toward understanding the bacterial mechanism that is activated as a defense response during phage infections. Understanding this mechanism in depth will enable the implementation of various phage therapy applications and streamline existing treatments.

## איילת גרינברג

מנחה: **אוסר פיאקסל**  
מעבדה: **פרופ' סיגל בן יהודה**

### בחנית חשיבות פקטורים בחיידקי *Bacillus subtilis* על התקשורת הבין חיידקית במהלך אינפקציה ע"י הבקטריופאג' SPO1

עבודה זו עוסקת בניסיון להבין האם קיימת צורת תקשורת בין חיידקי *Bacillus subtilis* באוכלוסייה, בעת הדבקה ע"י פאגיים והפאג' SPO1 בפרט. במהלך תהליך האינפקציה, נבחנה חשיבותם של הפקטורים YjbH ו-Spx המתבטאים באופן טבעי בחיידקי *B. subtilis*. ידוע כי פלאקים הנוצרים על גבי צלחת פטרי, בשל חדירת הפאג' אינם מתפשטים ללא הגבלה אלא נעצרים ואף קטנים לעיתים. במסגרת מחקר המתקיים במעבדה, זנים מוטנטיים ל-YjbH ו-Spx הציגו פלאקים שונים בגודלם מה-WT. ממצאים אלו העלו את השאלות האם לפקטורים יש השפעה על אופי ההדבקה או על מהירות ההדבקה? מטרת העבודה הייתה לבחון לעומק פקטורים אלו ואת חשיבותם והשפעתם על התקשורת הבין חיידקית בעת אינפקציה עם בקטריופאגיים. תחילה ביצענו טרנספורמציה ורקומבינציה הומוולוגית גנומית על מנת לייצר זנים עם ה-Knockout הרלוונטיים, אך עם ביטוי רקע פלורסנטי שונה לשם הבחנה מובדלת באמצעות פלורומטר ומיקרוסקופ. על מנת לבחון את השפעת אי נוכחות הפקטורים שלנו על התרבויות ו/תמותות החיידקים בעת אינפקציה נבחנו אומדן חיידקים מכל זן בתרבית המעורבת. הזנים גודלו עד ל-OD רצוי, עורבבו כל פעם בקומבינציה אחרת (WT+ΔyjbH / WT+Δspx). כעת התרבויות הודבקו בפאג' SPO1 ונבחנו באמצעות שימוש במכשיר ספקטרופוטומטר המאפשר בין השאר לבחון פרמטרים של פלורסנציה וע"י כך להבדיל בין 2 זני חיידקים בתרבית מעורבת אחת. שיטה זו אפשרה לנו לזהות כי זן ה-ΔyjbH מציג מהירות תמותה מהירה יותר בעת הדבקה, אך קצב התמותה מתמתן כאשר יש נוכחות WT בתרבית. עבור Δspx המציג קצב תמותה איטי יותר, ניתן היה לראות שרידות גדולה יותר של זן ה-WT כאשר נמצא בתרבית עם זן ה-spxΔ. בנוסף בחנו את התנהגות החיידקים תחת מיקרוסקופ, גם כאן ניתן היה לראות קו מגמה דומה; ΔyjbH לוקה בחסר ונוכחות WT בסביבה מאפשרת סוג של הצלה בעוד ש-spxΔ כולל סבילות כלשהי לפאגיים ונוכחות WT בסביבה מאפשרת שיפור סבילות גם אצלו. מתוצאות אלו ניתן להגיע למסקנה ראשונית כי אכן ישנה תקשורת בין חיידקית בין חיידקי *B. subtilis* בעת אינפקציה עם הבקטריופאג' SPO1, אך נדרשים ניסויים נוספים להבנת התהליך במלואו. עבודה זו היא עוד צעד קטן לעבר הבנת המנגנון הבקטריאלי המופעל כתגובת הגנה בעת אינפקציה ע"י פאגיים. הבנת מנגנון זה לעומק תאפשר ביצוע יישומים שונים בתחום ה-phage therapy וייעול טיפולים קיימים.





מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים

## Perach Carlibach

Advisor: **Joanna Zamel**  
Supervisor: **Dr. Nir Kalisman**

### Identification of protein-protein interactions in live yeast cells via formaldehyde crosslinking and mass spectroscopy

This work attempted to develop an innovative XL-MS-based technique for identification of interactions between proteins and protein structures in live yeast cells. Proteins are organic molecules that play central roles in live cells, such as respiration, energy and fighting infection. Identification of interactions between them can broaden our understanding of intercellular processes and assist in developing drugs for diseases caused by lack of or abnormal interactions between proteins. This study used the formaldehyde crosslinker, a molecule which links between amino acids of proteins, as well as mass spectroscopy, to identify interactions between and within proteins of live yeast cells. Use of formaldehyde as a crosslinker is new and offers advantages over other crosslinkers – it is a small molecule which can easily penetrate all parts of the cells, reacts easily with proteins, binds all amino acids and is inexpensive. The study showed that formaldehyde successfully penetrated the yeast cells and formed links between and within proteins. This work has set the path for a novel method for deciphering interprotein interactions.

## פרח קרליבך

מנחה: ג'ואנה זמל  
מעבדה: דר' ניר קליסמן

### זיהוי אינטראקציות חלבון-חלבון באמצעות קשרים מצולבים בעזרת פורמאלדהיד וספקטרוסקופיית מסה בתאי שמר חיים

בעבודה זו ננסה לפתח שיטה חדישה לפענוח אינטראקציות בין חלבונים ומבני חלבונים, בעזרת שיטת XL-MS על תאי שמר חיים. חלבונים הם מולקולות אורגניות המהוות תפקיד מרכזי בתהליכי מפתח בתאים חיים, כמו נשימה, אכילה ולחימה בזיהומים. מציאת אינטראקציות ביניהם יכולה לעזור בהרחבת הידע על תהליכים המתרחשים בתאים ובהמשך גם בפיתוח תרופות למחלות הנגרמות מחוסר אינטראקציה בין חלבונים או מאינטראקציה לא טובה בין חלבונים. במחקר השתמשנו במצלב פורמאלדהיד, מולקולה המקשרת בין חומצות אמינו של חלבונים, ובספקטרומטר מסה כדי למצוא קשרים בין חלבונים ובתוך חלבונים בתאי שמר. השימוש במצלב פורמאלדהיד הוא חדש ויש לו יתרונות על פני מצלבים אחרים – הוא מולקולה קטנה היכולה לחדור בקלות לכל מקום בתא, מגיב בקלות עם חלבונים, נקשר לכל חומצות האמינו ועליונותו זולות. תוצאות המחקר הראו כי המצלב פורמאלדהיד אכן מצליח לחדור לתאי השמר וליצור קשרים בין ובתוך החלבונים, וסללו דרך לשיטה חדישה לפענוח אינטראקציות בין חלבונים.



## Lavie Shler

Advisor: **Shelby Rinehart**

Supervisor: **prop. Dror Hawlena**

### Direct effects of snail physiology and behavior on desert ecosystem activity

This work is an Ecology term paper that deals with understanding the impact of animals on their surroundings, and particularly on the effect of two snails in the central Negev, *Trochoidea seetzeni* and *Sphincterochila prophetarum*, on nutrient recycling in the soil crust. Previous works have focused on various physiological aspects of these snail species and on the effect of various animals on different ecosystems. This work aimed to specifically assess the effects of these snails on desert ecosystems.

At first, we drove to the selected research site, near Ovdar, in the central Negev and set up the experiment. The experiment was comprised of 30 round plots. In 20 plots, we placed 5 snails of a single species per plot, while the remaining 10 plots served as controls, with no snails. In addition, an artificial plant, rock and a bag of vegetal debris was placed in each plot. Approximately three months later, the experiment was terminated and soil crust samples and the bags of vegetal debris were collected from each plot. To determine the degree of decomposition induced by the snails, we weighed each bag of debris and compared the average weights of the bags from the plots with each snail type. To understand the effect of the snails on respiration processes in the crust, soil crust samples were placed in vacuum containers and incubated, after which, released carbon dioxide levels were measured in each sample. Thereafter, crusts were labeled with the  $^{15}\text{N}$  and  $^{13}\text{C}$  isotopes and were shipped to the University of Georgia in the United States, where the amount of isotope absorbed in the crust and the overall mass of carbon and nitrogen in the samples were determined. The measurements demonstrated that the snails increased decomposition. Carbon fixation measurements showed that the snails increased the carbon pools in the crusts and enhanced the carbon fixating-capacities of the soil crust. Overall nitrogen and nitrogen isotope measurements showed no change – possibly due to a flaw in the nitrogen we used for labeling. Respiration measurements showed that less respiration occurred in soil crust samples from plots with the snails as compared to plots with snails.

These results lead to several conclusions. The snails accelerate various ecological processes, such as decomposition, likely as a result of their feeding on the vegetal debris. In addition, the snails consume specific parts of the crust – selective feeding, which seemingly reduces respiration and enhances carbon fixation in the crust. This work contributes to the existing data on ecosystems and on the importance of animals in these systems. In-depth understanding of the influences of the different elements of ecosystems may assist in restoring damaged ecosystems.

## לביא שלר

מנחה: דר' שלבי ריינהרט

מעבדה: פרופ' דרור הבלנה

### השפעות ישירות של פיזיולוגיה והתנהגות של חלזונות על פעולת המערכת האקולוגית המדברית

העבודה שלהלן הינה עבודת גמר באקולוגיה, העוסקת בהבנת מידת ההשפעה של בעלי חיים על סביבתם ובפרט מידת השפעתם של שני מיני שבולולים במרכז הנגב, *Trochoidea seetzeni* ו-*Sphincterochila prophetarum*. על מחזור הנוטריינטים בקרום הקרקע. מחקרים קודמים עסקו בהיבטים שונים בפיזיולוגיה של מיני השבולולים הללו, ובהשפעתם של בעלי חיים שונים במערכות אקולוגיות שונות. מטרת העבודה הייתה לבחון ספציפית את השפעתם של השבולולים הללו על המערכת האקולוגית המדברית.

תחילה נסענו לשטח המחקר שבחרנו באזור עובדת במרכז הנגב שם הרכבנו את הניסוי. הניסוי הורכב משלושים חלקות עגולות. בעשרים חלקות שמנו חמש שבולולים מאחד המינים בכל חלקה, ובעשר חלקות שאותן הצבנו כקבוצת ביקורת לא שמנו שבולולים כלל. בכל החלקות שמנו צמח מלאכותי, אבן ושקית של שפוכות צמחית. לאחר כשלושה חודשים פירקנו את הניסוי, לקחנו דגימות של קרום קרקע מהחלקות ואת שקיות השפוכות הצמחית שעמנו בחלקות. על מנת למדוד את מידת הדקומפוזיציה שגרמו השבולולים מדדנו את מסת שקיות השפוכות לפי סוג השבולול בחלקות מהן נלקחו, עשינו ממוצעים לפי סוג השבולול בחלקה והשוונו. את דגימות קרום הקרקע שמנו בקופסאות וואקום באינקובציה שבסופה מדדנו כמה פחמן דו חמצני נפלט מכל דגימה. מדידה זאת נועדה על מנת להבין את השפעת השבולולים על תהליכי הנשימה בקרומים. לאחר מכן סימנו את הקרומים באיזוטופים  $^{15}\text{N}$  ו- $^{13}\text{C}$  ושלחנו אותם לאוניברסיטת ג'ורג'יה בארצות הברית, שם מדדו כמה מכל איזוטופ נקלט בקרומים ואת מסות הפחמן והחנקן הכלליים בדגימות. תוצאות המדידות הראו שהשבולולים מגבירים את רמת הדקומפוזיציה. כמו כן, במדידות קיבוע הפחמן מצאנו שהשבולולים מגדילים את מאגרי הפחמן בקרומים וגם משפרים את היכולת של קרום הקרקע לקבוע פחמן. במדידות החנקן הכללי ובמדידות איזוטופ החנקן לא ראינו שינויים כלל- יכול להיות שמדובר בפגם בחנקן שבעזרתו סימנו. במדידות הנשימה ראינו שדגימות קרום קרקע מחלקות עם שבולולים ביצעו פחות תהליכי נשימה מאשר דגימות מחלקות ללא שבולולים.

מתוצאות אלו ניתן להגיע לכמה מסקנות. השבולולים מאיצים תהליכים אקולוגיים שונים כגון הדקומפוזיציה וזאת כנראה משום שהם ניזונים מהשפוכות הצמחית. בנוסף ניתן להסיק שהשבולולים אוכלים חלקים מסוימים מהקרום- אכילה סלקטיבית, מה שממעיט כנראה את תהליכי הנשימה בקרומים ומגביר תהליכי קיבוע פחמן בקרום. עבודה זאת מהווה תרומה נוספת לידע הקיים על מערכות אקולוגיות ועל חשיבותם של בעלי חיים במערכות אלה. הבנה מעמיקה של ההשפעות שיש לחלקים שונים במערכות האקולוגיות עשויה לעזור להשיב בעתיד מערכות אקולוגיות פגועות לקדמותן.



מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים

## דניאל שורקי רובס

Advisor: **Shelby Rinehart**  
Supervisor: **prop. Dror Hawlena**

מנחה: **ד"ר שלבי ריינהרט**  
מעבדה: **פרופ' דרור הבלנה**

### Investigation of the indirect effects of predators on nutrient recycling in desert ecosystems

### חקר השפעות עקיפות של טורפים על מחזור הנוטריינטים במערכת אקולוגית מדברית

Nutrients are elements or compounds essential to the existence and growth of living organisms. "Nutrient recycling" can be defined beyond the transition of nutrients from one form to another, or flow of nutrients between organisms, environments and/or ecosystems. This study assessed the indirect effects of the golden spiny mouse predator on nutrient recycling in a desert ecosystem, by measuring the effect of the behavior and physiology of two snail species on the ecosystem (that feed on biological soil crust). A field study was conducted in the winter season, in a natural habitat in Ovdat, by isolating *Sphincterochila prophetarum* and *Trochoidea seetzenii* snails into delimited plots, and dispersal of a predator-identifying odor in some of the plots. After four months, during which the plots were watered and snail behavior was monitored, soil crust samples were collected from each area. Thereafter, nutrient levels in the soil crust and leaf decay samples and the biomass of the soil crust samples were measured. In some samples, nutrient levels in the plots treated with predator markers were different than the levels measured in plots receiving standard treatment. These findings suggest that the predator markers affected the behavior and physiology of the snail species, which, in turn, altered the nutrient balance in the soil crust and entire ecosystem. These results, which still require further research and testing, may contribute to our understanding of the role of predators in many ecosystems.

חומרי הזנה (נוטריינטים) הם יסודות או תרכובות החיוניים לקיום ולגדילה של היצורים החיים. "מחזור נוטריינטים" יכול להיות מוגדר כמעבר של נוטריינטים מצורה כימיקלית אחת לאחרת, או זרימת נוטריינטים בין אורגניזמים, סביבות או/ו מערכות אקולוגיות. במחקר זה בחנו במערכת אקולוגית מדברית את ההשפעות העקיפות של טורפים ממין קוצן זהוב על מחזור הנוטריינטים, באמצעות השפעה על ההתנהגות והפיזיולוגיה של 2 מיני שבלולים (הניזונים מקרום קרקע ביולוגי). ניסוי השטח נערך בסביבה טבעית בעבדת באמצעות בידוד קבוצות שבלולים מהמינים *Sphincterochila prophetarum* ו- *Trochoidea seetzenii* במתחמים ומתן טיפול מיוחד של הפצת ריח מזהה של הטורפים בחלק מהמתחמים של כל מין. לאחר 4 חודשים בתקופת החורף, בהם המתחמים הושקו ונעשה מעקב אחרי התנהגות השבלולים נאספו דגימות קרום קרקע מכל אחד מהמתחמים. בהמשך במעבדה נעשו בדיקות על דגימות קרום הקרקע ועל דגימות רקב העלים שקובע לכל מתחם, על מנת לבדוק את שיעורי הנוטריינטים והביומסה בקרום הקרקע. בחלק מהבדיקות נמצא ששיעורי הנוטריינטים במתחמים שקיבלו טיפול עם סממני טורפים היה שונה משיעורי הנוטריינטים במתחמים שקיבלו טיפול רגיל. מנתונים אלו ניתן להניח כי לסממני הטורפים היו השפעות על ההתנהגות או הפיזיולוגיה של מיני השבלולים, ששינו את מאזן הנוטריינטים בקרום הקרקע ובמערכת האקולוגית כולה. נתונים אלו שמצריכים מחקרים ובדיקות נוספות יכולים לתרום להבנה של תפקידי הטורפים במערכות אקולוגיות רבות.



## Adiel Dlogovitski

Advisor: **Merav Breitbard**

Supervisor: **Dr. Dina sheindman**

### Construction of an algorithm that evaluates the success of prediction programs

Understanding the structure of proteins is important in the medical field, in development of new drugs and to teach us about protein functions in the cell. The laboratory methods used to identify protein structures are accurate but lengthy and costly. Therefore, there are ongoing attempts to streamline the process with computational methods. It seems as if some programs do not output an accurate protein structure. Therefore, this work attempted to streamline the process and reduce the time and tests required until the most accurate structure is identified, by finding a way to categorize a protein by its properties and to identify the program that will output the most accurate structure.

In this work, we found that a program can be adjusted to identify the protein structure according to its properties, using the linear regression statistical method that has been used for machine learning.

## עדיאל דלוגובצקי

מנחה: **מירב ברייטברד**

מעבדה: **ד"ר דינה שיינדמן**

### נושא העבודה: יצירת אלגוריתם המעריך הצלחה של תוכנות חיזוי

הבנה של מבנה החלבון חשובה בתחום הרפואה, ביצירת תרופות חדשות ועל מנת ללמד אותנו על התפקוד של חלבון בתא. יש שיטות למציאת המבנה החלבוני שנעשות במעבדה והן מדויקות, אך הן ארוכות ויקרות. לכן תמיד מנסים לייעל את התהליך בשיטות חישוביות.

נראה שלא כל התוכנות מחזירות למשתמש מבנה חלבון מדויק, ולכן בעבודה זו ניסינו לייעל את התהליך ולהפחית את הזמן והבדיקות עד מציאת המבנה החלבוני המדויק ביותר. זאת על ידי מציאת דרך לסווג כל חלבון לפי התכונות שלו ומציאת התוכנה שתחזיר את המבנה המדויק ביותר.

במחקר מצאנו שאפשר להתאים תוכנה למציאת מבנה חלבוני על פי התכונות שלו, בעזרת שיטה סטטיסטית שנעשה בה שימוש בלמידת מכונה, שנקראת "רגרסיה ליניארית".



מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים

## Tehila Feigelson

Advisor: **Matan Levi**

Supervisor: **prop. Naumi Uri**

### Uncoupling of fertilization and fruit formation in tomato via the PRC2 mechanism

When growing plants, fruits generally develop after fertilization of the flower. In contrast, parthenocarp is fertilization-independent development of fruit, which can occur upon hormonal changes, or extreme temperatures, which induce a mutation in the plant. Today, genetic engineering can be used to make changes in the plant genome. The recently developed CRISPR/Cas9 technique enables accurate and efficient introduction of such changes. The technique makes these changes in the DNA by cutting it in a specific location. PRC2 in tomatoes is a protein complex responsible for epigenetic changes that affect plant development. One of the components of PRC2 is EMF2, which plays a role in the development of female reproductive organs in the plant.

In this study, we attempted to generate parthenocarpic tomatoes by modifying the EMF2 gene using the CRISPR/Cas9 method. We successfully constructed a plasmid that contains sgRNA 3 and the Cas9 protein. Agrobacterium were used to transform this plasmid into tomato cotyledons, which subsequently underwent regeneration processes to form an active meristem. This plantlets failed to form a functional root system and failed to survive the transfer from a sterile tissue culture environment to soil. This suggests that EMF2 has a role that is more important than originally hypothesized.

This study is of great value as parthenocarp is a trait that confers an advantage to many agricultural crops. It enables growth of fruits under extreme conditions, which otherwise wouldn't be able to grow under such conditions. Uncoupling of the fertilization and fruit-forming stages in the plant is one way of overcoming growth challenges and to thereby supply food to the growing world population.

## תהילה פייגלסון

מנחה: **מתן לוי**

מעבדה: **פרופ' נעמי אורי**

### הפרת הצימוד בין ההפריה ליצירת הפרי בצמח העגבנייה דרך מנגנון ה-PRC2

בגדילת צמחים, פירות מתפתחים לרוב לאחר הפרייה של הפרח. פרטנוקרפיה, לעומת זאת, היא התפתחות פרי שאינה תלויה בפרייה, והיא יכולה להתרחש כתוצאה משינוי בהורמונים, או טמפרטורות קיצוניות אשר יוצרות מוטציה בצמח. כיום ניתן לערוך שינויים במטען הגנטי של צמחים באמצעות הנדסה גנטית. CRISPR/Cas9 היא שיטה שהומצאה בשנים האחרונות והיא מאפשרת לעשות זאת בדיוקנות וביעילות. השיטה מבוססת על שינויים ב-DNA באמצעות חיתוכו במקום ספציפי. PRC2 בעגבניות הוא קומפלקס חלבוני האחראי על שינויים אפיגנטיים המשפיעים על התפתחות הצמח. אחד ממרכיבי PRC2 הוא EMF2 שתפקידו, כחלק מקומפלקס זה, הוא התפתחות איברי הרבייה הנקביים של הצמח.

במחקר הזה ניסנו ליצור עגבניות פרטנוקרפיות, על ידי פגיעה בגן ה-EMF2 באמצעות CRISPR/Cas9. הצלחנו ליצור פלסמיד המכיל 3 sgRNA ואת חלבון ה-Cas9. פלסמיד זה הוחדר לפסגני עגבניה בעזרת חיידקי Agrobacterium, שעברו תהליכי רגנרציה ליצירת מריסטמה פעילה. צמחונים אלו לא הצליחו ליצור מערכת שורשים תפקודית ולא שרדו מעבר מסביבה סטרילית בתרבויות רקמה לאדמה. אחת ההשערות שניתן להסיק מכך היא שתפקיד ה-EMF2 בעגבניה חשוב משידענו.

למחקר זה ערך רב כיוון שפרטנוקרפיה היא תכונה המקנה יתרון לגידולים חקלאיים רבים. באמצעותה ניתן יהיה לגדל פירות בתנאים קיצוניים שבהם, נכון לעכשיו, לא ניתן לגדל אותם. הפרת הצימוד בין ההפריה ליצירת הפרי בצמח היא דרך אחת להתגבר על קשיי גדילה וכך לספק מזון לאוכלוסיות העולם הגדלה.





## Hala Malhem

Advisor: **Moria Slavin**

Supervisor: **Dr. Nir Kalisman**

### Use of a new reactant in the XL-MS method to identify links between proteins

We seek to identify links between proteins, which are indicative of protein-protein interactions. The spatial arrangement of proteins in the cells reflects on the order of their activity, namely, two proteins acting together or one after the other, will be in close proximity to each other. Therefore, if we want to determine which proteins interact, a crosslinker can be introduced to the cell, to link between a specific amino acid of one protein to a different amino acid of another protein. Formation of such a bond will indicate a certain degree of interaction between the two proteins.

This work focused on use of a new crosslinker to streamline a technique called XL-MS. Our crosslinkers are called glutaraldehyde, which we chose to work with as it can randomly bind to any amino acid, as opposed to other crosslinkers, which only bind specific amino acids, limiting the number of links that can be formed.

It remains unclear how glutaraldehyde reacts with proteins. The molecule has many applications and is commonly used, but not for our purposes. Therefore, we will first attempt to identify how the molecule reacts and determine its mass after it links two amino acids. Achievement of this goal will enable streamlining of the XL-MS method and enable us to enter the next phase, in which we will attempt to streamline the technique and adapt it for live cells. The aim of the project, which we are beginning, is to identify the interactome, i.e., all the interactions in the cell, and to map the protein-protein interactions. This map will provide a global view of the interaction-rich regions of the proteins, the active proteins, i.e., proteins with a large number of interactions, and other features of these interactions. After drawing up such a map for live and healthy cells, we will construct maps for patients with diseases with high aggregate counts. By comparing the maps, we will be able to monitor what happens at the protein level and to identify problematic proteins responsible for the disease, to minimize damage.

## חלא מלחם

מנחה: **מוריה סלבין**

מעבדה: **דר' ניר קליסמן**

### שימוש במגיב חדש בשיטת XL-MS למציאת קשרים בין חלבונים

אנו עוסקים במציאת קשרים בין חלבונים מכיוון שקשרים אלו מעידים על אינטראקציה בין החלבונים. החלבונים בתא מסודרים על פי סדר פעולתם, כלומר שני חלבונים הפועלים אחד יחד עם השני או אחד אחרי השני נמצאים פיזית קרובים אחד אל השני. לכן, אם נרצה לדעת בין אילו חלבונים ישנה אינטראקציה אז אחת מן האפשרויות היא להכניס לתא קרוס לינקר- קשר, שיקשור בין שתי חומצות אמינו מסוימת בחלבון אחד, לחומצת אמינו אחרת בחלבון אחר. היווצרותו של קשר מן הסוג הזה יעיד על אינטראקציה מסוימת בין שני החלבונים.

קרוס לינקר היא מולקולה בעלת טווח אורך מקסימלי, לכל קרוס לינקר מרחק מקסימלי שבו הוא יכול לקשור שתי חומצות אמינו. לכן, כאשר אנו קושרים בין שתי חומצות אמינו נוהג להשתמש בקרוס לינקרים אלה מהסיבה שיש להם את היכולת להגיב ולקשור בין שתייהן.

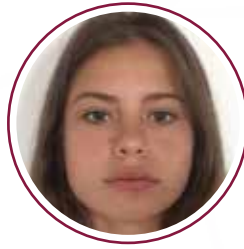
המחקר שלי עוסק בשימוש במולקולת קרוס לינקר חדשה, למען ייעול שיטת הנקראת XL-MS. מולקולת הקרוס לינקר שלנו נקראת Glutaraldehyde, ובחרנו להשתמש מכיוון שהיא מסוגלת להיקשר לכל חומצה אמינית באופן רנדומלי, להבדיל ממולקולות קרוס לינקרים אחרות שקושרות חומצות אמינו ספציפיות, מה שמגביל את מספר הקשרים הנוצרים בדוגמה.

מולקולת ה-Glutaraldehyde, הינה מולקולה שלא ידוע איך היא מגיבה עם חלבונים, למולקולה שימושים רבים והיא נפוצה מאוד, אך לא למטרותנו. לכן, בשלב הראשוני ננסה לגלות איך המולקולה מגיבה ומה המסה שלה לאחר שהיא קושרת בין שתי חומצות אמינו. מימוש מטרות זו תאפשר לנו לייצל את שיטת ה-XL-MS, ובזאת לעבור לשלב הבא בו ננסה להפוך את השיטה ליעילה ואפשרית על גבי תאים חיים.

השאיפה של הפרויקט אותו אנו מתחילים, הינה למצוא את האינטראקטום- סך כל האינטראקציות בתא, והכנת מפת אינטראקציות חלבון-חלבון. המפה תעזור לנו לראות באופן כולל את האיזורים בחלבון העשירים באינטראקציות, את החלבונים האקטיביים- כלומר חלבונים בעלי מספר גדול של אינטראקציות ועוד תכונות של האינטראקציות הנ"ל. לאחר שיהיה ביכולתנו לייצר מפה כזו עבור תא אדם חי ובריא, נייצר מפות נוספות עבור חולים במחלות מרובות צבירה, וכך על ידי השוואה בין המפות נוכל לראות מה קורה במחלה ברמת החלבונים, ונוכל לאתר את החלבונים הבעייתיים האחראים למחלה או מושפעים ממנה למזער את הנזקים שנוצרים.



מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים

## Noa Yoffe

Advisor: **Karen Adler**

Supervisor: **Dr. Ronen Hazan**

### Improvement of bacteriophage for *Pseudomonas* orhinoza from lysogenic to lytic cycle by random mutations

Improvement of *Pseudomonas aeruginosa* lysogenic to lytic bacteriophage by random mutation and positive eugenics

As bacterial resistance to antibiotics treatment continuously increases due to poor usage of antibiotics, bacteria are becoming more of a threat to mankind.

This work attempted to improve the quality of bacteriophages, which are viruses that kill bacteria and can be an alternative effective treatment for bacterial infections. By repeatedly immersing bacteriophages in nalidixic acid, a longstanding type of antibiotic, random mutations were induced, and brought to improved bacteriophage performance. The changes seen in bacteriophage activity indicate enhanced efficacy. Thus, it has been shown that bacteriophage properties can be altered by nalidixic acid. As a result, bacteriophages will be easier to use against bacterial infections and their activity can be changed as needed.

## נעה יפה

מנחה: **קרן אדלר**

מעבדה: **ד"ר רונן חזן**

### שיפור של בקטריופאג' פסאודומונס אאוריגינוזה ליזוגני לליטי על ידי מוטציות אקראיות ואאוגניקה חיובית בימינו

האיום הגובר על האנושות הוא חיידקים פתוגניים. לאורך השנים הם צוברים עמידות, ועקב שימוש לא נכון באנטיביוטיקה החיידקים הופכים להיות מסוכנים יותר ויותר לִבְּ. בעבודה זו, מוצג ניסיון לשיפור תכונות בקטריופאג'ים, שהם וירוסים שהורגים חיידקים ויכולים להוות טיפול חלופי ויעיל בזיהומים חיידקיים. על ידי השרייה חוזרת ונשנית של בקטריופאג'ים בחומצה נלידיקסית, סוג ישן של אנטיביוטיקה, נוצרו מוטציות אקראיות שהראו שיפור מסוים בביצועי הבקטריופאג'ים.

השינויים שנראו בפעילות הבקטריופאג'ים מעידים על יעילות מרובה. כך הוכח שניתן לשנות תכונות בבקטריופאג'ים ע"י חומצה נלידיקסית. עקב כך, יהיה פשוט יותר להשתמש בבקטריופאג'ים כנגד זיהומים חיידקיים ויהיה ניתן לשנות את פעילותם לפי הצורך.



## Elad Goldklang

Advisor: Merav Breitbard

Supervisor: Dr. Dina sheindman

### Finding the structures of protein complexes

In our lab, we're developing a software that can solve protein complex structures using computational methods, that are more efficient in terms of time and investment, and cheaper in resources than experimental methods.

Finding a protein's structure can provide much important information. The protein's structure can indicate how it functions, and similar structures can indicate similar biological function. The specific importance of finding the structure of and interactions between proteins in complex, is that in complexes, the proteins are linked together and can perform more complex operations than individual proteins. According to our results, no particular factor can directly influence the accuracy of the complex solving or its run time. In addition, the impact on the software accuracy is concomitantly dictated by several parameters.

## אלעד גולדקלאנג

מנחה: מירב ברייטברד

מעבדה: דר' דינה שיינדמן

### מציאת מבנים של קומפלקסים חלבוניים

במעבדה אנו עובדים על פיתוח תוכנה שתוכל לפתור מבנים של קומפלקסים חלבוניים תוך שימוש בשיטות חישוביות, שהן יעילות יותר מבחינת זמן והשקעה וזולות יותר במשאבים משיטות ניסיוניות.

למציאת המבנה של חלבון יש חשיבות רבה ואפשר ללמוד ממנו רבות. מבנה החלבון יכול להעיד על אופן תפקודו, ומבנים דומים יכולים להעיד על תפקוד ביולוגי דומה. החשיבות הספציפית למציאת המבנה והאינטראקציה בין החלבונים בקומפלקס, היא שבקומפלקס החלבונים קשורים ביחד ויכולים לבצע פעולות רבות ומורכבות יותר מאשר חלבונים בודדים.

על פי התוצאות שקיבלנו אין גורם מסוים שנראה שמשפיע באופן ישיר על כמות הדיוק של הקומפלקס או על זמן ההרצה שלו. וההשפעה על דיוק התוכנה נוצרת מכמה פרמטרים במקביל.



מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים

## Itamar Gatt

Advisor: Karen Adler  
Supervisor: Dr. Ronen Hazan

### Changes in the susceptibility of the bacterium *Pseudomonas Aeruginosa* for antibiotics and phage therapy

The bacterium *Pseudomonas aeruginosa* (in short: *P. aeruginosa* or PA) is a common bacterium that, under suitable conditions such as those of hospitals has developed resistance to types of antibiotics that were used to treat the infection it causes. Many bacteria, and in particular the PA are currently developing mass resistance to antibiotics, and in light of this phenomenon, experiments with bacteriophages (or phages for short), which are viruses that attack bacteria, are being conducted in order to find alternative treatments.

In the experiment I tested whether treatments (which simulate treatment over time) in antibiotics or phages had an effect on the bacterial susceptibility to the opposite factor. According to the results, I can see that antibiotic treatment had a minor to zero effect in most cases on the bacterial susceptibility to phages, which means that phages can be given even after multiple antibiotic treatments without the danger of bacterial resistance to phages increasing. Many changes were found in the bacteria after the phages treatment, such as changes in susceptibility to different types of antibiotics, and activation of a specific bacterial antibiotic resistance mechanism – a phenomenon we could not find in literature.

## איתמר גת

מנחה: קרן אדלר  
מעבדה: דר' רונן חזן

### בדיקת שינויים ברגישות החיידק *Pseudomonas aeruginosa* פסאודומונס אארוגינאזה לאנטיביוטיקה ובקטריופאגים לאחר דימוי טיפולים.

החיידק *Pseudomonas aeruginosa* (בקיצור: *P. aeruginosa* או PA) הוא חיידק נפוץ אשר בתנאים מתאימים, דוגמת כאלו של בתי חולים פיתח עמידות לסוגי האנטיביוטיקה אשר בהן היה נהוג להשתמש על מנת לטפל בזיהומים שהוא יוצר. חיידקים רבים, ובפרט PA מפתחים כיום עמידות המונית לאנטיביוטיקה ולאור התופעה הזו נעשים ניסויים בטיפול באמצעות בקטריופאגים (או פאגים בקיצור), שהם וירוסים שתוקפים חיידקים כטיפול אלטרנטיבי.

בניסוי אני בדקתי אם לטיפולים (שמדמים טיפול לאורך זמן) באנטיביוטיקה או פאגים יש השפעה על רגישות החיידק לגורם הנגדי. לפי התוצאות שקיבלתי ניתן לראות שלטיפול באנטיביוטיקה יש השפעה מינורית עד אפסית ברוב המקרים על רגישות החיידק לפאגים, כלומר שניתן יהיה לתת טיפול בפאגים גם לאחר מספר רב של טיפולים באנטיביוטיקה מבלי שעמידות החיידק לפאגים תעלה גם היא. בנוסף ניתן לראות שינויים רבים בחיידק לאחר הטיפול בפאגים דוגמת שינויים ברגישות לסוגי אנטיביוטיקה שונים, והפעלה של מנגנון עמידות לאנטיביוטיקה בחיידק – תופעה שלא נמצא לה מקבילה בספרות.







# מדעי כדור הארץ

## Earth Sciences



אלפא

תכנית למחקר בתחומים מדעיים



מרכז מדעני העתיד

MAIMONIDES FUND



## Adam Jabber

Advisor: **Oded Elazar**

Supervisor: **prop. Ronit Kessel**

### Partitioning of trace elements of the peridotite-eclogite system under high pressure and temperature

The upper mantle of Earth, which reaches a depth of 660 kilometres, hosts various chemical reactions that modify the mineralogical composition of the different rocks within it and affect a wide range of geological phenomena. One of these reactions is the melting reaction between the rock peridotite, which is the main component of the upper mantle, and the rock eclogite, which, despite its small percentages in the upper mantle, plays an important role in the reactions because of its low melting point. The partition coefficient of an element in a mineral is defined as its concentration in the mineral divided by its concentration in the melt. The partition coefficient of different trace elements can provide various insights into the system in which it was found. The goal of this study was to calculate the partition coefficient of various trace elements in a peridotite-eclogite system that reached chemical equilibrium under conditions that mimic the conditions at a depth of 180 kilometres beneath the Earth's surface (1100°C, 6GPa) in order to better understand the reaction between peridotite and eclogite. The experiment was conducted in a "Rocking-Multi-Anvil". EPMA- and LA-ICP-MS-based analytical methods were then used to identify the different phases in the experiment capsule and calculate the concentrations of trace elements in them. The experimental results showed that there was no reaction that changed the structure of the eclogitic melt, as demonstrated through the various partition coefficients of trace elements in the system which were similar to those in an eclogite-only set-up.

## אדם ג'אבר

מנחה: **עודד אלעזר**

מעבדה: **פרופ' רונית קסל**

### מקדמי החלוקה של יסודות קורט במערכת פירידוטיט ואקלוגיט בטמפר' ולחץ גבוהים

המעטפת העליונה של כדור הארץ משתרעת לעומק של 660 קילומטרים ומתרחשות בה תגובות כימיות המשנות את הרכבם המינרלוגי של סלעים שונים ומשפיעות על מגוון תופעות גיאולוגיות. אחת התגובות המרכזיות במעטפת העליונה היא תגובת התכה בין הסלעים פירידוטיט, אשר מרכיב את רוב המעטפת, ואקלוגיט, אשר למרות שיעורו הקטן במעטפת העליונה ממלא תפקיד חשוב בתגובות בה בעקבות טמפרטורת ההתכה הנמוכה יחסית שלו. מקדם החלוקה של יסוד כלשהו מוגדר כריכוזו במינרל חלקי ריכוזו בנתך, ממקדם החלוקה של יסודות הקורט השונים ניתן ללמוד על התהליכים במערכת בה הם מעורבים. מטרת מחקר זה היא לחשב את מקדמי החלוקה של יסודות קורט שונים במינרל גרנט במערכת של אקלוגיט ופירידוטיט בתנאים המדמים עומק של 180 קילומטרים מתחת לפני האדמה (1100°C, 6GPa) על מנת להרחיב את הבנתנו של תגובה מסוג זה. הניסוי נערך במכשיר Rocking-Multi-Anvil. לאחר הניסוי, נעשה שימוש בשיטות אנליטיות מבוססות EPMA ו-LA-ICP-MS, כדי לזהות את הפאזות השונות בקפסולת הניסוי ולחשב את ריכוזי היסודות השונים בהן, ולבסוף חושב מקדם החלוקה של המינרל גרנט עבור יסודות הקורט. תוצאות המחקר מראות כי לא התרחשה תגובה אשר שינתה את הרכב הנתך האקלוגיטי וניתן לראות זאת דרך מקדם החלוקה של היסודות השונים במערכת אשר היה דומה לאלה שבמערכת של אקלוגיט בלבד בתנאים דומים.



## Nadav Elgrabli

Advisor: **Yoni Israeli**

Supervisor: **prop. Simon Emanuel**

### Efficiency of mineral substitution reactions in clearance of contaminants from groundwater

Groundwater is often contaminated with toxic heavy metals introduced by various human activities which cause damage to the environment. Many aquifers are built of limestone, which is comprised of the calcite mineral. When reacted with oxalic acid, calcite is transformed to calcium oxalate. It is known that a variety of metals, such as zinc, lead and cadmium, can sediment from saturated calcium oxalate solutions. In addition, due to the high insolubility of calcium oxalate, the substitution reaction of calcite to calcium oxalate in the presence of heavy metals may trap contaminants in the mineral matrix of calcium oxalate. This substitution reaction may contribute to the development of novel techniques to clear metals from carbonate stone aquifers, such as the Mountain Aquifer in Israel. Yet, the efficiency of the substitution reaction in trapping heavy metals in the mineral matrix of limestone is unknown. To assess the efficiency of the calcite-calcium oxalate substitution reaction in clearing contaminants, I performed an experiment to assess the reaction of carbonate stones with oxalate acid in the presence of contaminants. To this end, I measured the degree of contaminant integration into the solid phase during the substitution reaction. When characterizing the mineral composition of the solid phases by XRD, I found that oxalate acid in the presence of limestone resulted in the desired substitution reaction. In addition, pH measurements attested to the success of the substitution; no changes in the acidity was measured following the reaction, while ICP-MS measurements of contaminant concentrations demonstrated a reduction in some metals due to the substitution reaction. These results suggest that substitution of calcite to oxalate can be used to clear heavy metals from aquifer water. The substitution reaction successfully lowered the concentrations of certain heavy metals. Yet, the levels of some metals were also lowered in control samples in which no substitution reaction occurred, suggesting that the contaminants were likely cleared from the solution via adsorption to the calcite. Additional experiments will be necessary to determine the conditions under which each of the metals is impacted by the mineralogical changes.

## נדב אלגרבל

מנחה: **יוני ישראלי**

מעבדה: **פרופ' סיימון עמנואל**

### יעילות השימוש בתגובות החלפה של מינרלים בסילוק מזהמים ממי התהום

מי התהום מזהמים במתכות כבדות רעילות לעיתים קרובות כתוצאה מפעולות שונות של האדם הפוגעות בסביבה. אקוויפרים רבים בנויים מסלע גיר, המורכב מהמינרל קלציט. בעת תגובה עם חומצה אוקסלית קלציט עובר החלפה למינרל קלציום אוקסלט. ידוע כי מגוון מתכות כגון אבץ, עופרת וקדמיום יכולות לשקוע מתוך תמיסה רוויה ביחס לקלציום אוקסלט. יתר על כן, קלציום-אוקסלט הוא מאוד לא מסיס, ולכן תגובת ההחלפה של קלציט לקלציום אוקסלט בנוכחות מתכות כבדות עשויה ללכוד את המזהמים אל תוך השריג המינרלי של הקלציום אוקסלט. תגובת החלפה זו עשויה לתרום לפיתוח שיטות חדשניות לסילוק מתכות מאקוויפרים המורכבים סלעים קרבונטיים, כמו אקוויפר ההר בישראל. עם זאת, מידת היעילות של תגובת ההחלפה בקיבוע מתכות כבדות אל תוך השריג המינרלי של אבן הגיר אינה ידועה. על מנת לבדוק מהי מידת היעילות של שימוש בתגובת החלפה של קלציט לקלציום אוקסלט בסילוק מזהמים, ערכתי במסגרת מחקר זה ניסוי בו בחנתי את התגובה של סלעים קרבונטיים עם חומצה אוקסלית בנוכחות מזהמים ובדקתי באיזו מידה המזהמים נכנסו לתוך הפאזה המוצקה במהלך תגובת ההחלפה. באפיון ההרכב המינרלי של הפאזות המוצקות באמצעות XRD מצאתי כי חומצה אוקסלית בנוכחות גיר אכן גורמת לתגובת ההחלפה הרצויה. בנוסף, ממדידות pH עולה עדות נוספת להצלחת ההחלפה שכן לא חלו שינויים בחומציות בעקבות תגובת ההחלפה, בעוד שמדידת ריכוזי המזהמים ב-ICP-MS הראתה ירידה בחלק מהמתכות עקב תגובת ההחלפה. לכן, עולה מן התוצאות כי שימוש בהחלפה של קלציט לאוקסלט לצורך סילוק מתכות כבדות ממי אקוויפר עשוי להיות אפשרי. תגובת ההחלפה הצליחה להוריד ריכוזים של מתכות כבדות מסוימות. יחד עם זאת, בחלק מהמתכות חלה ירידה גם בקבוצת הביקורת, בה לא קרתה תגובת החלפה ולכן מסתמן כי המזהמים ככל הנראה סולקו מן התמיסה בעקבות ספיחה לקלציט. עם זאת, ניסויים נוספים דרושים כדי להבין באילו תנאים אילו מתכות מושפעות מהשינויים המינרליים.



## Tom Ofek Shlomai

Advisor: **Oded Elazar**

Supervisor: **prop. Ronit Kessel**

### An experimental approach to examining the reactions between shell rocks

The earth has several layers, one of which is the mantle. In the upper part (up to 660 kilometers below the surface) reactions occur that affect many geological phenomena. One of the most important reactions that occurs in the mantle is a melting reaction between the rocks peridotite (which makes up the bulk of the mantle) and eclogite (which despite its small proportion in the upper mantle plays an important role in many reactions because of its low melting temperature).

In this work, I imagined in the laboratory an eclogite-peridotite reaction, which occurs at a depth of 180 kilometers, with the help of multi-anneals and graphite furnaces. In order to analyze the capsule chemically and characterize its various phases,

- EPMA (Electron Probe Micro Analyzer) and LA-ICP-M (Laser Ablation Inductively Coupled Mass Spectroscopy).

The results of this work indicated a reaction that did not reach equilibrium between the peridotite and the eclogite, probably because of some barrier that prevented the fuse from permeating the peridotite half of the capsule

## תום אופק שלומאי

מנחה: **עודד אלעזר**

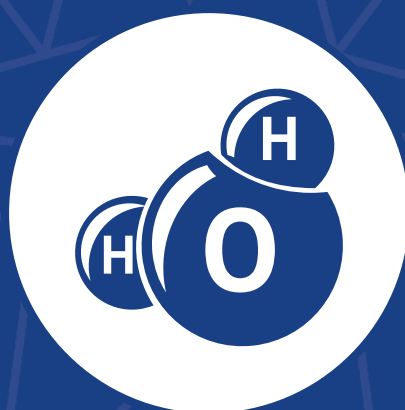
מעבדה: **פרופ' רונית קסל**

### גישה ניסויית לבחינת התגובות בין סלעי מעטפת

לכדור הארץ מספר שכבות, אחת מהן היא המעטפת. שבחלקה העליון (עד 660 קילומטר מתחת לפני השטח) מתרחשות תגובות המשפיעות על תופעות גאולוגיות רבות. אחת מהתגובות החשובות ביותר שמתרחשות במעטפת היא תגובת התכה בין הסלעים פרידוטיט (המרכיב את רובה של המעטפת) ואקלוגיט (שלמרות שיעורו הקטן במעטפת העליונה משחק תפקיד חשוב בתגובות רבות בגלל טמפרטורת ההתכה הנמוכה שלו).

בעבודה זו דימיתי במעבדה תגובת אקלוגיט-פרידוטיט, המתרחשת בעומק של 180 קילומטר, בעזרת מולטי אנביל ותנורי גרפיט. על מנת לנתח את הקפסולה מבחינה כימית ולאפיין את הפאזות השונות שלה נעשה שימוש ב-Laser Ablation (LA-ICP-M-I (Electron Probe Micro Analyser) EPMA (Inductively Coupled Mass Spectroscopy).

תוצאות עבודה זו הצביעו על תגובה שלא הגיעה לשיווי משקל בין הפרידוטיט לאקלוגיט, כנראה בגלל מחסום כלשהו שנעם מהנתך לחלחל לחצי הפרידוטיט של הקפסולה.



# כימיה Chemistry



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים







## Yinnon Kutner

Advisor: **Doron Kam**

Supervisor: **prop. Shlomo Magadasi**

### Wood warping of 3D-printed wood

After felling a live tree, drying processes lead to volume loss due to evaporation. This volume loss occurs asymmetrically, as a result of the cylindrical symmetry of the tree, which leads to wood warping. In this study, we assessed drying processes of wood samples 3D-printed using the extrusion method, which allows for printing of complex structures by building layers from liquid ink comprised of 100% wood. As with natural warping, evaporation led to volume loss. While the symmetry of natural wood is dictated by cell orientation, in printed wood, the path dictates the directionality and affects the dried structure.

Various printing parameters, such as speed of ink flow and print path were shown to impact the post-drying morphology of the model. This study is a stepping stone toward application of wood as a raw material and provided insights into drying processes in 3D extrusion printing.

## ינין קוטנר

מנחה: **דורון קם**

מעבדה: **פרופ' שלמה מגדסי**

### עיוותי ייבוש (warping wood) של עץ מודפס במדפסת תלת מימד

לאחר כריתת עץ חי, תהליכי ייבוש גורמים לאיבוד נפחי כתוצאה מהתאדות. האיבוד הנפחי מתרחש באופן לא-סימטרי כתוצאה מהסימטריה הגלילית של העץ הגורמת לעיוות ב מהלך הייבוש (Wood warping). בעבודה זו, אנו בוחנים תהליכי ייבוש של דגמי עץ המודפסים במדפסת תלת-מימדית המבוססת על שיטת אקסטרוזיה, המאפשרת הדפסת מבנים מורכבים תוך בניית שכבות מדיו נוזלי 100% עץ שמתמצק לאחר הדפסתו. בדומה לעיוותים טבעיים, האידי גורם לאובדן נפח. בעוד שבעץ טבעי כיוון התאים מכתוב את הסימטריה, בעץ מודפס, התוואי מכתוב את הכיוונית ומשפיע על המבנה לאחר הייבוש.

נמצא כי פרמטרים שונים של תהליך ההדפסה כגון מהירות זרימת דיו ותוואי ההדפסה משפיעים על מורפולוגיית הדגם לאחר הייבוש. עבודה זו מהווה צעד לקראת יישום עץ כחומר גלם, ומאפשרת הבנת תהליכי הייבוש במערכות הדפסת אקסטרוזיה תלת מימדית.



מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים

## Eden Piton

Advisor: **Noam Ralberg**  
Supervisor: **prop. David Avnir**

### RuO<sub>2</sub> nanoparticle capture in palladium, to form a new substance with improved catalytic properties

Hydrogen-based fuel is a technological development aiming to produce zero-emission (green) energy by oxidation of hydrogen with the aid of a catalyst in the electrochemical cell. Yet, despite the potential of such cells, their use is limited due to the low efficiency and high costs of current models. Previous studies have suggested that ruthenium oxide (RuO<sub>2</sub>) has catalytic activity in fuel cells and can catalyze chemical reactions, as does palladium, which can capture metals in a novel method to capture molecules between metal particles. Capture via metals improves substance properties and, in some cases, can confer new properties. Among others, capture of molecules with catalytic activity in a catalytic metal has been shown to improve the catalytic properties of the new substance.

Therefore, this study attempted to improve the activity of fuel cells by using two types of RuO<sub>2</sub> nanoparticles: amorphous nanoparticles known to improve the surface area properties and density, and crystal nanoparticles known for their catalytic activity. The two types were captured in palladium and their applicability as effective and more cost-effective catalysts in fuel cells was tested using different methods.

Reduction of the palladium ions in the presence of the RuO<sub>2</sub> nanoparticles indeed led to capture of the nanoparticles in the metal matrix and formed a substance with improved catalytic properties. Morphological assessments demonstrated that the newly formed substance was more porous and was characterized by a larger surface area as compared to palladium without the captured nanoparticles prepared in the same shape.

In addition, the new substances exhibited significantly higher catalytic activity, both in oxidation of alcohols and in electrolytic processes of hydrogen oxidation, as compared to the reference palladium.

The results of this work will contribute to the development of metal-capturing catalysts, with applications in various fields, such as medicine, technology, agriculture, and others.

## עדן פיתון

מנחה: **נעם רלבג**  
מעבדה: **פרופ' דוד אבניר**

### לכידת ננו חלקיקים תחמוצת רוטניום (RuO<sub>2</sub>) בפלדיום, ליצירת חומר חדש בעל תכונות קטליטיות משופרות וטובות יותר.

תא דלק מבוסס מימן הינו פיתוח טכנולוגי שתכליתו ייצור אנרגיה באמצעות חמצון של מימן בעזרת זרז בתוך תא אלקטרוכימי, תוך ייצור אנרגיה שאינה מזהמת (אנרגיה ירוקה). יחד עם זאת, למרות הפוטנציאל של תאים אלו, שימושם מוגבל בשל היעילות הנמוכה והעלויות הגבוהות של הדגמים הנוכחיים. מחקרים קודמים הצביעו על כך שלרוטניום אוקסיד - RuO<sub>2</sub> פעילות קטליטית בתאי דלק, וכן זירוז תגובות כימיות, כמו גם לפלדיום.

לכידה במתכות הינה שיטה חדשנית המקבעת מולקולות בין חלקיקי מתכת. הלכידה במתכות משפרת את תכונות החומר ויכולה אף להקנות לו תכונות חדשות במקרים מסוימים. בין היתר, לכידה של מולקולות בעלות פעילות קטליטית במתכת קטליטית הראתה תכונות קטליטיות משופרות של החומר החדש.

לכן, במחקר זה נעשה ניסיון לשפר את פעילותם של תאי דלק באמצעות שימוש בשני סוגי ננוחלקיקים של רוטניום-אוקסיד: ננו-חלקיקים אמורפיים הידועים בשיפור תכונות שטח פנים וצפיפות וכן ננו-חלקיקים גבישיים הידועים בפעילותם הקטליטית. שני הסוגים נלכדו בפלדיום ויישומם כזרז יעיל וזול יותר לצורך שימוש בתאי דלק נבדק בשיטות שונות.

חיזור של יוני פלדיום בנוכחות ננו-חלקיקי רוטניום-אוקסיד אכן הוביל ללכידה של הננו חלקיקים במטריצה המתכתית ויצר חומר בעל תכונות קטליטיות משופרות. בדיקת המורפולוגיה שלהם אף הראתה כי החומר שנוצר בעקבות הלכידה הינו נקבובי יותר ומאופיין בשטח פנים גדול יותר ביחס לפלדיום ללא

לכידה שהוכן בצורה דומה.

מעבר לכך, החומרים החדשים מראים פעילות קטליטית הגבוהה משמעותית, הן בחימצון כהלים והן בתהליך אלקטרוכימי לחימצון מימן, ביחס לפרנס של פלדיום.

תוצאות המחקר ישמשו לפיתוח של זרזים המבוססים על לכידה במתכות לצרכים מגוונים בתחומים שונים כגון רפואה, טכנולוגיה, חקלאות ועוד.



## Rom Ben Tal

Advisor: **Noam Ralberg**

Supervisor: **prop. David Avnir**

### Capture of nickel oxide nanoparticles in palladium to form a chemical catalyst

My research focused on capture of nickel oxide nanoparticles in palladium, to form a chemical catalyst for the 1-phenylethanol oxidation reaction and to form a carbon-sulfide bond, which is considered a much more complex bond that requires several chain reactions. Studies have shown that some substances, such as nanoparticles and polymers, which, when captured in metals using a novel method of reconstitution and reduction, the metal and the captured substance affect one another and cause enhancement, reduction or complete change of existing properties of the substances. I evaluated the change in the catalytic properties of the substance in which these properties are considered important, as some reactions can not occur or proceed very slowly without a catalyst, which disrupts production and development processes. At the start of the research, I determined the necessary reconstitution conditions (pH, sonication time), such that the nickel oxide nanoparticles will be separated from one another so that they can mix with the metal without forming a cluster of nanoparticles. I discovered that the appropriate conditions are pH 9.8 and 30 min sonication time, which can simplify similar studies in this area. After reconstitution, I focused on two capturing factors – the type of palladium reducing agent (bulk, foam) and the percentage of nanoparticles in the conjugated substance (1%, 5%). We noted that a small amount of nanoparticles can improve the speed of the 1-phenylethanol reduction reaction, as compared to a larger amount, which even reduced the reaction time. These findings can be integrated in many palladium-nanoparticle capturing experiments. In addition, we observed that when compared to the bulk reducing agent, the foam generated a substance with a high surface area and low density due to the foaming and bubbling formed when it reduced the palladium. We discovered that the foam reducer reduced palladium very rapidly, as it is a very strong reducer, such that the nanoparticles are extruded from the palladium and form large aggregates. This was in contrast to the bulk reducer, which has a slow reducing activity, which likely enabled the substances to integrate within each other. While all analyses performed found that the newly formed substance had a slower reaction time than palladium alone (which is considered a strong catalyzer of the reaction), we noted the advantages and drawbacks of each method, which we will be able to apply in future experiments to be conducted to determine the ideal conditions for generation of an oxidation reaction catalyst and formation of a carbon sulfide bond. In addition, we demonstrated, in another reaction, that nanoparticle capturing in a metal works and can improve the catalytic properties of substances before integration.

## רום בן טל

מנחה: **נעם רלבג**

מעבדה: **פרופ' דוד אבנir**

### לכידת ננו-חלקיקים של ניקל אוקסיד בתוך פלדיום ליצירת זרז כימי

במחקר שלי אני עוסק בלכידת ננו-חלקיקים של ניקל אוקסיד בתוך פלדיום ליצירת זרז כימי של תגובת חמצון של 1-phenylethanol וליצירת קשר פחמן-גופרית שנחשב לקשר מסובך יותר שמצריך כמה שרשרת תגובות. מחקרים מראים שישנם חומרים כמו ננו-חלקיקים ופולימרים שכאשר לוכדים אותם בתוך מתכות בשיטה חדשה של הרחפה וחיזור, המתכת והחומר שבתוכה משפיעים אחד על השני וגורמים להגדלה או להחלשה של תכונה שקיימת באחד החומרים ואף שינוי מוחלט בתכונות שלהם. בדקתי את השינוי בתכונות הקטליטיות של החומר שתכונות אלא נחשבות לחשובות משום שישנם תגובות שלא יכולות להתבצע ללא זרז או להתבצע מאוד לאט, מה שיפריע לתהליכי ייצור והתפתחות. בתחילת המחקר שלי בדקתי את תנאי ההרחפה הנצרכים (pH, זמן בסוניקטור) כדי שהננו-חלקיקים של הניקל אוקסיד יופרדו אחד מהשני כדי שהם יוכלו להתערבב בתוך המתכת ולא להישאר צביר של ננו-חלקיקים וגיליתי שהתנאים המתאימים הם pH של 9.8 וחצי שעה בסוניקטור, מה שיכול להקל על מחקרים דומים באותו נושא. לאחר ההרחפה התמקדתי בשני גורמים בלכידה – סוג מחזר של הפלדיום (באלק, קצף) ואחוז של ננו-חלקיקים בתוך החומר המשולב (5%, 1%). גילינו שכמות קטנה של ננו-חלקיקים יכולה לשפר את מהירות התגובה של חמצון 1-phenylethanol לעומת כמות גדולה שאפילו מורידה מהמהירות של התגובה, מה שיהיה ניתן ליישם בניסויים רבים של לכידה של ננו-חלקיקים פלדיום. בנוסף, גילינו שמחזר הקצף יוצר חומר בעל שטח פנים גבוה וצפיפות נמוכה בעזרת הקצף והבעבוע שנוצרים כאשר הוא מחזר את הפלדיום לעומת מחזר הבאלק. גילינו שמחזר הקצף מחזר מאוד מהר את הפלדיום משום שהוא מחזר מאוד חזק כך שהננו-חלקיקים נדחקים מחוץ לפלדיום ומצטברים באגרטים גדולים בנגוד למחזק הבאלק שנראה שבגלל שהוא מחזר יותר לאט החומרים מצליחים להשתלב אחד בשני. אמנם ראינו שבכל השיטות שבדקנו החומר שנוצר לא הצליח לעקוף את המהירות של התגובה עם הפלדיום לבדו (שנחשב לזרז חזק של התגובה) אך גילינו את היתרונות והחסרונות שיש בכל שיטה ויהיה ניתן ליישם אותם בניסויים עתידיים כדי להצליח למצוא את התנאים האידיאליים ליצירת זרז תגובת החמצון ויצירת קשר הפחמן גופרית. בנוסף, הוכחנו בעוד תגובה ששיטת הלכידה של ננו-חלקיקים בתוך מתכת עובדת ויכולה לשפר את התכונות קטליטיות של החומרים לפני השילוב.



מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים

## Omer Eyal

Advisor: **Nir Gانونian**

Supervisor: **prop. David Avnir**

### Ultra-low-density Nickel aerogel

Generation of ultra-low-density aerogels from nickel nanofibers using the cryosubstitution method

Aerogels are the least-dense class of solid material available today, with an enormous surface area relative to their weight and volume, due to their porous nature. They also have extraordinary heat and sound insulation properties. These attributes render aerogels attractive in many branches of industry, from the clean-up of oil spills to exploration of Mars.

We have created the very first aerogel made of nickel. The aerogel's density is ultra-low, measuring 44.073 mg/ml, only 0.495% the density of bulk nickel. Its theoretical surface area has been calculated to be 3.508 m<sup>2</sup>/g. It also has eminent magnetic properties, and has been found to be an excellent electrical insulator.

Our nickel aerogel has potential as a catalyst, especially in the renewable energy storage industry. Due to nickel's resistance to degradation, the aerogel can also be suitable for devices meant to be deployed under extreme conditions.

## עומר איל

מנחה: **ניר גאנוניאן**

מעבדה: **פרופ' דוד אבניר**

### יצירת אירוגיל בעל צפיפות נמוכה ביותר מננו-סיבים של ניקל בשיטת תחליף הקפאה

אירוגילים הם החומרים המוצקים בעלי הצפיפות הנמוכה ביותר המוכרים לנו. שטח הפנים של אירוגילים עצום יחסית לנפח ולמשקל שלהם, בשל מבנם הנקבובי. בנוסף, לאירוגילים תכונות בידוד חום ורעש מצוינות. כל אלו הופכים את האירוגילים לשימושיים במגוון תעשיות, מספיגת שפכי נפט ועד לחקר המאדים.

במסגרת פרוייקט המחקר יצרנו את האירוגיל הראשון מניקל. צפיפות האירוגיל שהתקבל נמוכה ביותר, 44.073 מ"ג ל-מ"ל, כלומר 0.495% בלבד מהצפיפות של ניקל בגוש. שטח הפנים התאורטי שחושב עבור האירוגיל הוא כ- 3.508 מ"מ לגרם. בנוסף, האירוגיל בעל תכונות מגנטיות בולטות והוא מבודד מצוין של חשמל.

לאירוגיל מניקל שיצרנו יש פוטנציאל כזרז כימי, במיוחד בתעשיית אחסון האנרגיה המתחדשת. עקב העמידות של ניקל לחלודה, ניתן יהיה גם להשתמש באירוגיל במוצרים שנועדו לשימוש בתנאי אקלים קיצוניים.



## Alice Temkin

Advisor: Nir Gانونian

Supervisor: prop. David Avnir

### Improvement of hydrophobic and mechanical properties of magnetite aerogel

Aerogels are a class of materials that are composed of a three dimensional network of solid particles with gas-filled pores between them. Due to the porous nature of aerogels their density is extremely low, and they remain the lightest known solids. Magnetite,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , is a highly magnetic iron oxide. Hydrophobic, strong aerogels composed of magnetite have many possible applications, for example, in cleaning oil spills, where the magnetic properties of the aerogel would help in recovering the aerogel pieces after absorbing the oil. Additional uses may include targeted drug delivery, soft actuators and heavy metal ions absorbent. However, the current procedure for making magnetite aerogels yields weak, hydrophilic aerogels, impractical for any industrial use. In this work, we have managed to highly improve the mechanical properties of magnetite aerogel separately by adding polyethylene glycol and by gelating the aerogel on a framework of fiberglass. In a separate experiment, we have shown that while the amount of hexamethyldisilazane that we have added did not make the aerogels completely hydrophobic, it is most certainly a direction in which further experiments should be conducted, as it does make them partially hydrophobic.

## אליס טמקין

מנחה: ניר גאנוניאן

מעבדה: פרופ' דוד אבנר

### שיפור החוזק המכני וההידרופוביות של אירוג'ל מבוסס מגנטיט

אירוג'לים הם מחלקת חומרים המורכבים מרשת חלקיקים תלת - ממדית הנמצאים במצב צבירה מוצק וחלקיקי גז הנמצאים בתוך הרשת. בזכות הנקבוביות שלהם, אירוג'לים בעלי צפיפות מאוד נמוכה ויזועים בתור המוצק הקל ביותר בעולם. מגנטיט,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , הוא תחמוצת ברזל בעלת תכונות מגנטיות חזקות מאוד. לאירוג'לים מגנטית אשר הידרופוביים וחזקים מכנית יש שימושים פוטנציאליים רבים, למשל, בטיהור שפכי שמן, כאשר התכונות המגנטיות של האירוג'ל יעזרו לקבל שוב את האירוג'ל. שימושים אפשריים נוספים כוללים שיגור תרופות וסופג יונים מתכות כבדות. אך הפרוצדורה הקיימת ליצירת אירוג'ל מגנטיט מניבה אירוג'ל חלש מכנית והידרופילי, לא פרקטי עבור שימושים תעשייתיים. בעבודה זו הצלחנו לחזק מאוד את היכולות המכניות של האירוג'ל בשני דרכים לא תלויים - בעזרת הוספת polyethylene glycol ובשיטת יציקת הגיל על רשת סיבי זכוכית. בניסוי נפרד הראנו כי אמנם הוספת hexamethyldisilazane אצלנו לא הפכה את האירוג'ל להידרופובי לגמרי, זהו מסלול בו כדאי להמשיך לחקור. האירוג'לים הפכו להידרופובים חלקית, ואנו חושדים שהבעיה היחידה הייתה האחוז הקטן של החומר שהוספנו.





# פיזיקה Physics



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים





## Adam Gitkind

Advisor: Oren Yaacovian

Supervisor: prop. Eilon Sherman

### Super-resolved imaging of RAS proteins in live melanoma cells using the PALM method

Super-resolved imaging provides researchers with the opportunity to surpass the diffraction limit that was discovered by Ernst Abbe in 1873, and to capture objects that are hundreds times smaller, even inside living and fully functioning cells. Using the blinking quality of photoactivated GFP (PAGFP), we are able to calculate the exact positions of proteins and analyze their activity. In this research, the activity patterns of RAS proteins, the leading factor in different types of cancer, was captured in skin cancer (melanoma) cells.

In this work I am analyzing distinctive patterns of RAS protein clusters appearing near the membrane of the cell, captured using the photo-activated localization microscopy method (PALM).

## אדם גיטקינד

מנחה: אורן יעקביאן  
מעבדה: פרופ' אילון שרמן

### צילום חלבון RAS בתאי מלנומה ברזולוציית על בשיטת PALM במצב LIVE

צילום ברזולוציית על מאפשר לחוקרים לעבור את גבול הדיפרקציה שנקבע על ידי ארנסט אבה בשנת 1873 ולתעד עצמים שקטנים עד פי עשר ממה שהיה אפשרי לפני שנים מעטות, אפילו בתוך תאים חיים ומתפקדים. בעזרת תכונות ההבהוב של PAGFP או מסוגלים לחשב את המיקומים המדויקים של חלבונים מסומנים בתא ולחקור את התנהגותם. במחקר זה, השתמשתי בתאי מלנומה (סרטן עור) ותיעדתי בתוכם דפוסי התנהגות של חלבון RAS אשר ידוע בהיותו גורם משמעותי בסוגים רבים של סרטן.

בעבודה זו אני מנתח דפוסי התנהגות של הופעת צבירי החלבון RAS על פני ממברנת התא, בעזרת נתונים אשר אני מפיק בשימוש בשיטת PALM. במחקר זה מצאנו כי קיים קשר בין הפעלת שרשרת החלבונים MAPK/ERK Pathway בעזרת מולקולות EGF לבין הופעת צבירי חלבון NRAS על פני ממברנת התא. הנתונים שקיבלנו, חשובים להבנת הפעילות וההתנהגות של חלבון NRAS בתאי מלנומה.



מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים

## Harel Yishai

Advisor: Leonid Vidor

Supervisor: prop. Hagai Eisenberg

### The uncertainty in the two-photons spectra created by a down conversion of a higher frequency photon

Spontaneous parametric down conversion (SPDC) is a nonlinear process of light, in which the frequency of a light signal is not preserved, and cannot be described by regular transmission functions.

In our case, we shot a blue laser beam into a BBO crystal, which creates single photons by splitting the blue photons to pairs of photons with lower energy. In standard setups, the pairs of low-energy photons are entangled in frequency (in accordance with conservation of energy). The goal of this research was to find a way to minimize this entanglement in frequency, so that experiments in other degrees of freedom of the photons are not affected by this entanglement in spectrum.

The first step of the research, which is presented here, is a simulation of the joint two-photon spectrum of the emitted photons in an SPDC process in a BBO crystal.

## הראל ישי

מנחה: ליאוניד וידור  
מעבדה: פרופ' חגי אייזנברג

### אי הוודאות בספקטרום הדו-פוטוני של פוטונים שהתפצלו מפוטון בעל תדירות גבוהה יותר

המחקר שלי עוסק במציאת תנאים לתהליך Spontaneous Parametric Down Conversion (SPDC), בהם מתקבלים מהתהליך פוטונים בלתי-שזורים. תהליך SPDC הוא תהליך לא-ליניארי קוונטי, המשמש רבות ליצירת פוטונים בודדים בעלי תכונות נוחות המתאימים לשימוש בניסויים רבים. בתהליך פוטון בתדירות מסוימת מתפצל ספונטנית לשני פוטונים בעלי אנרגיה נמוכה יותר, על ידי מעבר בגביש לא ליניארי, במקרה שלנו גביש Barium Borate  $\beta$ -BBO. הפוטונים החדשים שנצרו שזורים, קשורים קוונטית, בתדירות שניתנת לחישוב; מחוק שימור האנרגיה, אם ידועה תדירותו של פוטון אחד, ידועה תדירותו של הפוטון השני, שהרי סכום תדירותיהם צריך להיות שווה לתדירות של הפוטון המקורי. בנוסף, כאשר יוצאים ה-Signal וה-Idler מהגביש, תופעה קוונטית נוספת מתרחשת – התאבכות הסתברויות. מפני שישנה הסתברות מסוימת שפוטון ה-Pump יתפצל בכל נקודה ונקודה לאורך הגביש, ישנה הסתברות מסוימת שפוטוני ה-Signal וה-Idler יצאו בכל נקודה ונקודה בקצות הגביש. ההסתברויות הללו מתאבכות, לפי מכניקת הקוונטים, ויוצרות טווח מצומצם יותר בו ניתן למדוד את הפוטונים החדשים. אנו מעוניינים מחד גיסא בפוטונים הנפלטים בתהליך, אך מאידך גם שיהיו ללא שזירה בתדירות. לשם כך כתבנו תכנת סימולציה ממוחשבת בשפת Python שמטרתה לבחון את הפרמטרים השונים המשפיעים על התהליך, כגון רוחב הסרט, מיקוד הלייזר וזוויות הפגיעה בגביש, ולנתח ממנה כיצד אפשר ליצור קשר קלוש ככל הניתן בינו פוטון ה-Signal לבין פוטון ה-Idler. הסימולציה מחשבת את הסיכויים למדוד זוג פוטונים בעלי תדרים מסוימים בזוויות מסוימות על ידי חישובי הסתברות הכרוכים בחוק שימור האנרגיה וחוק שימור התנע, על מנת ליצור התאבכות בונה וזיהוי של כיווני ה-Signal וה-Idler בתוך הגביש, והשלכותיהם של כיוונים אלו על המדידות. הסימולציה רצה על טווח תדרים ומדמה את התהליך SPDC, ולבסוף מדפיסה ספקטרום דו-פוטוני, גרף המאפשר להבחין באילו תדרים מצליחים לקבל כמות גדולה יותר של פוטונים. בעזרת מדגם הפוטונים הממוחשב המוצג בספקטרום הדו-פוטוני ניתן להסיק את מידת השזירה של פוטוני ה-Signal וה-Idler הנפלטים בתהליך SPDC מהגביש. כעת, משהסימולציה מוכנה, ניתן להריץ אלגוריתמי חיפוש לספקטרום דו-פוטוני בעל שזירה מינימלית. כך יהיה אפשר לבצע ניסויים רבים יותר, עם פחות משתנים והשפעות, ובעזרת שימוש בפוטון הנפלט מהתהליך כיחידה עצמאית.



## Meytal Moise

Advisor: Oren Yaacovian

Supervisor: prop. Eilon Sherman

### Super-resolution of NRas protein organization in the cell membrane

This work dealt with the link between NRas proteins, which are responsible for transferring extracellular signals to the nucleus, and membrane lipid rafts in melanoma cells. The objective of the study was to assess the link between the locations of the two NRas proteins, to better understand the degree of collaboration between the two. This research is important as it contributes to our understanding of processes occurring within tumor cells. In addition, if the proteins are found in close proximity to one another, they likely interact in the execution of some kind of process within the cell. To assess this, we introduced two fluorophores of different colors to each protein, to enable easy microscopic monitoring. This introduction involved insertion of the fluorophores into the cellular DNA, such that they will express them on their own. To circumvent the subcellular diffraction limitation, we used the PALM method, which is based on the blinking principle. Instead of having all the fluorophores acting together, providing a blurred image, they light up a little bit each time and then turn off. This process is repeated until a full image is obtained. In addition, the research is conducted in the membrane area. To focus on the membrane and avoid imaging the entire cell, we used the TIRF method, in which the laser is radiated from a specific angle, such that when the beam is broken, the light is fully reflected back. Namely, the beam only reaches the tip of the cell, i.e., the membrane. We then analyzed the degree of association between them using a correlation function called PCF and a normalized version of the function. We assessed the degree of interaction by determining their proximity. As the distance between them gets smaller, there is more collaboration between them. We indeed found a strong linkage between them upon activation, in accordance with their locations. The interaction may be related to the uncontrolled proliferation of the cell. Thus, finding a way to separate the two proteins may help reduce proliferation. These results are qualitative and not quantitative results, as they were performed in a small number of cells.

## מיטל מואיז

מנחה: אורן יעקביאן  
מעבדה: פרופ' אילון שרמן

### סופר רזולוציה של התארגנות החלבון NRas על ממברנת התא

בעבודתי עסקתי בקשר בין חלבון NRas, שהם חלבונים שאחראיים להעביר אותות מחוץ לתא עד לגרעין, לבין מקבצי השומן lipid rafts שעל הממברנה, בתא מלנומי. מטרת הניסוי היא לבחון את הקשר בין המיקומים של שני החלבונים ומתוך כך להסיק מסקנות אודות רמת שיתוף הפעולה בין השניים. ראשית, המחקר חשוב כדי להבין תהליכים תוך תאיים בתא סרטני. שנית, במידה וימצאו מיקומים קרובים, משמעות הדבר היא כי החלבונים כנראה מועילים אחד לשני בביצוע תהליך כלשהו בתא. כדי לבדוק זאת החדרנו לכל אחד מהם פלואורופורים בשני צבעים שונים, כך שנוכל להבחין בהם בקלות במיקרוסקופ. ההחלטה היא בעצם השתלת הפלואורופורים ב-DNA של התא כך שהוא מייצר אותם בעצמו. השתמשנו בשיטת PALM כדי לעקוף את הגבלת הדיפרקציה ברמה התת תאית, שפועלת ע"י עיקרון ההבהוב. במקום שכל הפלואורופורים יפעלו יחד, והתמונה תהיה מטושטשת, הם נדלקים ונכבים, כל פעם קצת. חוזרים על תהליך זה מספר פעמים עד שמתקבלת התמונה המלאה. כמו כן, המחקר מתקיים באזור הממברנה. כדי להתמקד בממברנה ולהימנע מצפייה בכל התא, נעזרנו בשיטת TIRF, שבה מקרינים את הלייזר מזווית מסוימת כך שבעת שבירת הקרן, האור מוחזר ממנה באופן מלא. זאת אומרת שהקרן מגיעה רק לקצה התא, לממברנה. לאחר מכן עשינו אנליזה ובדקנו את רמת הקשרים ביניהם ע"י פונקציית קורלציה שנקראת PCF, וגרסה מנומלת שלה. בחנו את רמת הקשר לפי הקרבה בין החלבונים. ככל שהמרחק ביניהם קטן יותר, יש יותר שיתוף פעולה. מצאנו כי אכן יש ביניהם קשר חזק בעת אקטיבציה, לפי מיקומיהם. יתכן ששיתוף הפעולה קשור להתרבות הבלתי מבוקרת של התא. בהתחשב בכך, אם תמצא דרך להפריד בין החלבונים, הדבר יוכל לסייע להפחית את הריבוי. תוצאות אלו הינן תוצאות איכותיות ולא כמותיות משום שבוצעו על מספר מועט של תאים.



מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים

## Yuval Keisar

Advisor: Bat-el Cohen  
Supervisor: Prop. Lioz Etgar

### Alteration processes to use perovskite in Perovskite solar cells

Yuval Keisar under the supervisor Bat-El Cohen in the Lioz Etgar lab. In our project, we examined the material perovskite which is used in perovskite solar cells. We tried to alter perovskite in crystal form from 2D to 3D and vice-versa with time. We measured the change using a spectrophotometer. While observing the results, we learnt that it is easier to alter 3D to 2D rather than the opposite. In addition, we found out that there are different types of 2D perovskite solar whose alteration processes differ in time and in rate of success. The research is important because it helps us gather more information in an attempt to manufacture solar cells with the ability to absorb as much light as possible while being fairly stable.

## יובל קיסר

מנחה: בת אל כהן  
מעבדה: פרופ' ליעוז אתגר

### שינוי ממדיות פרובסקייט במצב גבישי מוצק

בעבודה בחנו את החלפת ממדיות הפרובסקייט, מוליך למחצה בעל מבנה תלת ממדי  $ABX_3$  במצב גבישי. ממדיות הפרובסקייט מושפעת מסוג מולקולת הקטיון שבו, מולקולת קטיון ארוכה תגרום לפרובסקייט להיות דו ממדי, לעומת מולקולה קצרה שתוצר פרובסקייט בעל מבנה תלת ממדי. על מנת להחליף את ממדיות הפרובסקייט במצב גבישי, הכנו גבישים דו ממדיים ותלת ממדיים ותמיסות עם מולקולת קטיון קצרות וארוכות. השרנו את הגבישים בתמיסות בהתאמה כך שכל גביש מושרה בסוג קטיון שלא מרכיב אותו אלא ששילובו עם הגביש אמור להמיר את ממדיות הגביש. ראינו שגבישי הפרובסקייט הדו ממדיים המירו את ממדיותם עד קרוב לתלת ממד לעומת גבישי התלת ממד שלא שינו את ממדיותם. ראינו גם שונים בקצב שינוי הממדיות בין גבישים דו ממדיים מסוגים שונים.

העבודה חשובה כיוון שהיא מסיפה מידע על חומר הפרובסקייט שמשומש לייצור תאים סולריים מבוססים עליו. חקירתו חשובה ועוזרת להכנת תאים סולריים בעלי יכולת בליעת אור גדולה יותר ועמידים יותר לתנאים חיצוניים. חקירת חומר זה מקדמת אותנו לפתרון מהפכני בתחום האנרגיה המתחדשת.





## Maayan Shoval

Advisors: Hilik Mol and Dan Cohen  
Supervisor: prop. Guy Ron

### The effect of atmospheric conditions on the measurement of cosmic radiation

The research in this work focused on measuring the impact of atmospheric conditions, such as humidity, temperature and barometric pressure, on the intensity of cosmic rays that reach Earth's ground. The work involved construction of a detector that measures these conditions while measuring the intensity of the cosmic ray particles that reach the ground.

Previous works have indicated that when cosmic ray particles, which accelerate to high-energy levels in space, enter Earth's atmosphere, they lose their energy. This energy loss is caused by interactions with gases in the Earth's atmosphere, such as nitrogen, oxygen and carbon dioxide. Different atmospheric conditions change the density and the speed of the gases in the atmosphere, thereby differentially impacting the energy intensity of the cosmic rays. By measuring and analyzing the atmospheric conditions, the original energy level of the cosmic ray in space can be calculated. Such information will enhance our understanding of cosmic rays in space and, subsequently, of materials in space, which are not fully characterized and are difficult to study. The lab work included constructions of the detector and an algorithm to measure the atmospheric conditions as well as the energy level of the cosmic ray particles. The detector is built from the development board Raspberry Pi 3 B+, which integrates the information collected by the scintillator that absorbs the cosmic rays. The signal received by the scintillator is converted to an electric current, multiplied in the photomultiplier and then transferred to the development board. The collected information will be analyzed to learn about the impact of atmospheric conditions on the energy levels of the cosmic rays on the ground.

## מעין שובל

מנחים: חיליק מול ודן כהן  
מעבדה: פרופ' גיא רון

### השפעת תנאים אטמוספריים על מדידה של עוצמת קרינה קוסמית

המחקר בעבודה זו מתמקד במדידת ההשפעה של תנאים אטמוספריים: לחות, טמפרטורה ולחץ אטמוספרי על עוצמת הקרינה הקוסמית המגיעה אל הקרקע כדור הארץ. ההתמקדות בעבודה הזאת היתה בבניית גלאי המודד את התנאים האלו תוך מדידת עוצמת חלקיקי הקרינה הקוסמית שמגיעה אל הקרקע. מידע קודם מצביע על כך שכאשר חלקיקי הקרינה הקוסמית, שמוצאים לאנרגיות גבוהות בחלל, נכנסים אל האטמוספירה של כדור הארץ הם מאבדים את האנרגיה שלהם. איבוד האנרגיה נגרם כתוצאה מהתנגשויות של חלקיקי הקרינה הקוסמית עם גזים שנמצאים באוויר כמו חנקן, חמצן ופחמן דו חמצני. תנאים אטמוספריים שונים משנים את צפיפות ומהירות הגזים שבאטמוספירה שלנו וכתוצאה מכך עוצמת הקרינה הקוסמית משתנה גם כן. על ידי מדידת התנאים וניתוחם ניתן יהיה להבין כיצד לחשב את האנרגיה המקורית של חלקיקי הקרינה הקוסמית בחלל. מידע זה ייצור הבנה גדולה יותר על הקרינה הקוסמית בחלל וכתוצאה מכך נוכל ללמוד עוד על חומרים הנמצאים בחלל, אשר אינם מוכרים לנו לחלוטין וקשה לחקור אותם. עבודת המעבדה כוללת את בניית הגלאי וכתובת האלגוריתם שלו כך שיאפשר מדידה של התנאים האלו יחד עם מדידה של עוצמות הקרינה המשתנות. הגלאי עצמו בנוי מכרטיס הפיתוח Raspberry Pi 3 B+ שמאגד את המידע המגיע מהסינטילטור, שקולט את הקרינה הקוסמית. האות שמתקבל בסינטילטור מומר לזרם חשמלי ומוכפל ברכיב המכפילאור ומשם מועבר אל כרטיס הפיתוח. את המידע המתקבל ניתן יהיה לנתח וללמוד ממנו על ההשפעה של התנאים האטמוספריים על עוצמת הקרינה הקוסמית על הקרקע.



מרכז מדעני העתיד  
MAIMONIDES FUND



אלפא  
תכנית למחקר בתחומים מדעיים

## Evolution machine: satellite galaxies

The galactic quenching process is a vital stage in galaxy evolution. This work focuses on the quenching process and evolution of satellite galaxies (SGs). SGs orbit around a proportionately larger central galaxy, and their properties and interactions with their environment make them an interesting and valuable subject to study.

This work predicts the SG evolution and major influential features – given initial SG reference frame of data. Through these methods we find what are the main features that divide SGs into different evolution paths. The analysis is made up of a large sample of 118 SGs from the VELA suite, a high resolution cosmological simulation, with a specialized dataset of SG features.

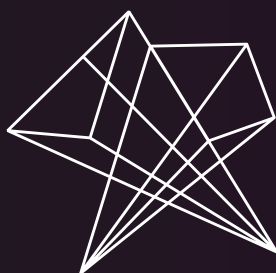
## אדם ביילי

### מכונת אבולוציה: גלקסיות לוויניות

מחקר זה עוסק בשלב הפסקת יצור הכוכבים בגלקסיות ובהתפתחות גלקסיות לוויניות (SGs). שלב הפסקת יצור הכוכבים בגלקסיות (quenching) הוא שלב חשוב בהתפתחות הגלקסיה. גלקסיות לוויניות מקיפות גלקסיה מרכזית, הגדולה יותר מה-SGs בכמה סדרי גודל. התכונות והאינטראקציות של ה-SGs עם סביבותיהן, הופכות אותן לנושא מסקרן וחשוב ללמידה.

מחקר זה מנבא את התפתחות ה-SGs ותכונותיהן העיקריות ביותר, כשניתן לו מידע התחלתי על ה-SGs. בעזרת שיטות אלו, אנו מגלים את התכונות העיקריות המחלקות את ה-SGs לקבוצות התפתחות שונות. הניתוח נעשה על ידי מדגם גדול של 118 SGs מן הסמולוציה הקוסמולוגית בעלת הרזולוציה הגבוהה – VELA, הכוללת מערך נתונים ייחודי של SGs.





**אלפא**

תכנית למחקר בתחומים מדעיים