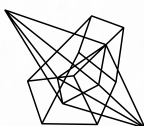


כתב העת של רשת אסכולה | אוקטובר 2024

עיון ערן: 10



אסכולה
רשת הבוגרים



מרכז מדעני העתיד
MAIMONIDES FUND

עייין ערך:	10
-------------------	-----------

דבר המערכת **03**

עכשיו טורי
דר אבן **05**

לפיכך התכנסנו
אופיר טל פרידמן | נעם קרופניק | עידו גורביץ' **06**

סוד האדמה
איתי קרויטורו **09**

הדיונה כבר לא דיונה
יהונתן בן סימון **15**

מלחמה ושלום
נמרוד נקדימון **18**

מדור האומנות **23**

דבר המערכת

*"זה בזו נביט
ונתמה שנית
אם ראינו נכונה
לפעמים אני
לפעמים אתה
כה זקוקים לנחמה"*

רחל שפירא

הגיליון העשירי של "עיין ערך" מתפרסם לקראת יום השנה למלחמת חרבות ברזל. מלחמה קשה, שמאתגרת אותנו כחברה וכיחידים. כולנו זקוקים לנחמה בתקופה זו, ודומה כי יש בכוחה של הרשת לספק זאת - היכולת להיפגש כקהילה, לייצר המשכיות, להעלות חיוך ולהמשיך לעסוק במה שאנחנו אוהבים וטובים בו.

בחודשים האחרונים הצטרפו לקהילת אסכולה 440 בוגרות ובוגרי תוכניות מרכז מדעני העתיד ברוכים.ות הבאים.ות שכבה 8! מצפים להצטרפותכם. לפעילות המגוונת ולרעיונות חדשים ומתחדשים. בימות הסתיו הבאים עלינו, גם האדמה המתחדשת ועונות השנה המתחלפות יכולות אולי להעניק לנו נחמה פורתא. בגיליון זה תמצאו מאמר העוסק בפילוסופיה של המלחמה ובו תהיות על המלחמות המודרניות, היחס לאלימות ורוח החיים בישראל כיום. החיבור לאדמה ולטבע יבואו לידי ביטוי במאמר העוסק בטבעה של האדמה וקהילות המיקרואורגניזמים החיים בה ובמאמר העוסק באדמות הדיונה כבית גידול לבע"ח קטנים.

אנו עומדים כעת לפני חגי תשרי ותחילת שנת תשפ"ה, כולנו תפילה שהשנה החדשה תביא עמה בשורות טובות שכולנו כה צמאים אליהן, בראש ובראשונה השבת החטופות והחטופים מעזה הביתה. ככל בית ישראל אנו מאחלות החלמה לפצועים בגוף ובנפש, ושולחות מכאן חיזוקים וחיבוק גדול לכל חיילנו במילואים ובסדיר השומרים עלינו בכל הגזרות. תודה לכל מי שלקחו חלק במלאכת כתיבת גיליון זה, כותבים.ות ועורכים.ות כאחד.

*קריאה נעימה,
צוות המערכת.*

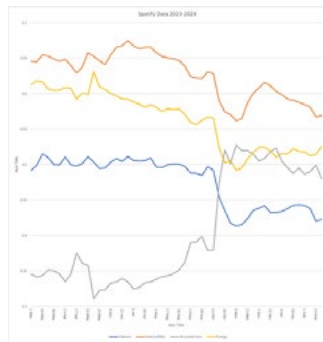
מעוניינים.ות לכתוב לגיליון
הבא של עיין ערך?

יש לכם.ן יצירה שתרצו לחשוף
(שירה, תמונה, ציור, סיפור קצר)?

לחצו פה ושתפו אותנו

על גוגל, ספוטיפיי ואסכולה

מאת: דר אבן



שמי דר אבן, בן 22 מקרית אתא. אני בוגר אלפא טכניון מחזור ב', סטודנט שנה ראשונה למדעי המחשב במינסוטה הפסטורלית, ובמהלך חצי השנה האחרונה הייתי חלק מפרויקט Challenge IL.

השתחררתי באוגוסט 2023 לאחר שנתיים ושמונה כמפקד צוות בתותחנים, ומהר מאוד, עם פרוץ מלחמת חרבות ברזל, חזרתי למדים. אלא שבאותה המהירות שצה"ל קרא לגדוד שלי, הוא גם הבין שהוא לא צריך כל כך הרבה חיילים על הגדר, ושלה אותנו חזרה הביתה לאחר כמה שבועות. למרות הכול, המחשבה שאנחנו כבר לא שם בזמן שרבים כל כך עדיין בשטח הציקה לי, ולכן כשאסכולה פרסמה הודעה על פרויקט מחקר שמטרתו לתמוך בחבריי שבמילואים, הדבר נראה כמעט טוב מכדי להיות אמיתי.

למרות הלו"ז העמוס ושפע המחויבויות, ידעתי שמדובר בפרויקט חשוב שאני רוצה להשתתף בו, ונרשמתי מייד. הפרויקט התחיל עם ציפיות גבוהות. נפגשנו עם ד"ר אלונה ברנע, ראש תחום נירוטכנולוגיה ביחידה למדע וטכנולוגיה במפא"ת, והיא הסבירה לנו את משמעות המחקר וכיצד המידע שיעלה ממנו יעזור למפא"ת במתן תמיכה מיטבית למשרתי המילואים ומשפחותיהם.

בהמשך הכרנו את המומחים שאיתם נעבוד למען מטרה זו: בתחום בריאות הנפש היו פרופ' איתמר גרוטו ופרופ' אריה שלו, ובצד הטכני של הפרויקט היו ניב עפרון וצחי זאבי. שני מהנדסי גוגל התנדבו לתרום לנו מהידע הנרחב שלהם בשימוש בכלי גוגל (כמו גוגל טרנדס) למטרות מחקר. כמו כן הכרנו את זה: שישה מתנדבים מאסכולה בסך הכול, שתפקידם להיעזר באנשים הנ"ל וזה בזה בשביל לקדם את המחקר.

בשלב מוקדם במחקר, תוך כדי המתנה לתשובה ממשרד הבריאות בנוגע לבקשה לנתונים, רצינו אני וחבריי לצוות להתקדם באופן עצמאי. לכן, בהשראת מחקר קודם, פיתחנו במשך כמה ימים ספורים אלגוריתם שידע לקחת את השירים המובילים בספוטיפיי במשך שנה, ולהשיג עבור כל אחד מהם את מדד השמחה שלו – מספר בין 0 ל-1 שספוטיפיי מעניקה לו כדי לדעת להמליץ על שירים דומים בזמן האזנה. כאשר האלגוריתם סיים לעבוד, היה לנו גרף שהראה באופן ברור כי ממוצע מדדי השמחה במדינה צנח בשבעה באוקטובר, ומאז עולה לאט-לאט בחזרה.

ניסוי זה בעצם הראה לנו שאפשרי למדוד רגשות באוכלוסייה בצורה מספרית דרך שירים והשוואה בין זמנים ואזורים שונים. אף על פי שבסופו של דבר המחקר הלך לכיוונים אחרים בגלל דרישות ספציפיות, גם היום, לאחר הסיום הרשמי של הפרויקט, אני ממשיך לעבוד עם פרופ' גרוטו על ההרחבה של שימוש בנתוני ספוטיפיי במטרה להשיג תובנות מעשיות נוספות על ישראל ולעזור לעוד אנשים.

במבט לאחור, זו הייתה חוויה של פעם בחיים – לתרום יחד עם אנשים מובילים בתחומם למען מטרה נעלה, להכיר חברים חדשים מהקהילה האסכולאית הנהדרת שלנו, להעביר הרצאה במשרדים של גוגל אל מול נשים ואנשים ממשרד הבריאות, פיקוד העורף והגוינט על המחקר שעבדתי עליו, ולצבור מעט ניסיון בתחום שאני מקווה לעסוק בו בעתיד.



דר אבן, בוגר אלפא טכניון מחזור ב'. כרגע לומד מדעי המחשב במינסוטה, נהנה להוביל ולגלות דברים חדשים. מייל: TheDarEvan@gmail.com

לפיכך התכנסנו

כנסים ביפן

מאת: אופיר טל פרידמן

לאורך השירות הצבאי שלי, התמיכה של רשת אסכולה הייתה האפיק העיקרי שאפשר לי להשתתף בכנסים בינלאומיים, דבר שפיתח אותי רבות מקצועית ואישית. אני רוצה להודות לרשת, שבלי התמיכה שלה ההזדמנות הזו לא הייתה מתאפשרת לי!



קוראים לי אופיר טל פרידמן, אני בוגר אודיסיאה תל אביב ומשוחרר טרי מצה"ל. בסוף 2023 הייתה לי הזכות לנסוע לכמה כנסים ביפן. זו הייתה הזדמנות מעולה לספר מה אני עושה במסגרת המחקר שלי בהנחיית פרופ' יעל רויכמן באוניברסיטת תל אביב, ולשמוע מה עושים אחרים.

תחום המחקר שלי הוא מכניקה סטטיסטית מחוץ לשיווי משקל. ספציפית, התזה שלי עוסקת בשדה שנקרא *stochastic resetting*, שבו חוקרים את ההשפעה של איפוס על תהליכים אקראיים.

תחילה הגעתי לקיוטו, שם השתתפתי בשני כנסים קטנים:

- Perspectives on Non-Equilibrium Statistical Mechanics: The 45th Anniversary Symposium of Yamada Science Foundation.
- Frontiers in Nonequilibrium Physics: Active Matter, Topology and Beyond.

ההשתתפות בכנסים האלה אפשרה לי להיחשף למחקר עכשווי, חלקו עוד לפני פרסום, בתחום העיסוק שלי. כמו כן, הכנסים הללו היו קטנים ו"אינטימיים", מה שאפשר לי להכיר פנים אל פנים ובאווירה ידידותית את מיטב החוקרים בתחום.



לאחר מכן המשכתי לטוקיו, לכנס The 28th International Conference on Statistical Physics, אחד הכנסים הגדולים והחשובים בתחום. הוא מתרחש פעם בשלוש שנים, בכל פעם בעיר אחרת, ומשתתפים בו חוקרים מכל העולם. זכיתי לפגוש וליצור קשרים עם חוקרים וסטודנטים מרחבי העולם, כולל כמובן מהמזרח הרחוק שנוטים פחות לבוא לכנסים בארץ.

אופיר טל פרידמן, בוגר אודיסיאה מחזור ו', בוגר תואר שני בפיזיקה. כיום חייל בשירות קבע בחיל המודיעין מייל: otf2000@gmail.com

מה הקשר בין סיאם ופריז?

מאת: נעם קרופניק

לאחר הכנס חזרתי לארץ ומייד התחלתי לעבוד עם פרופ' ברמן על חלק מכיווני המחקר שנחשפתי אליהם בפריז, וכרגע אנחנו עובדים ביחד על מאמר שני. כמו כן, נראה שבקרוב אתחיל לעבוד על שיתוף פעולה עם חוקר איטלקי לגבי בעיות שחזרו של גרפים.

לסיכום שעת הסיפור הזאת – אני ממליץ בחום לכל מי שמבצע מחקר ורוצה להכיר עוד אנשים מהתחום להגיש מועמדות לכנסים. עם זאת, התכוננו וקחו בחשבון – ישראל לא אהובה במיוחד בעולם.



נעם קרופניק, סטודנט לתואר ראשון במדעי המחשב ומתמטיקה בתוכנית הטכניון למצטיינים. בוגר יחידת אופק בחיל האוויר, וחבר פעיל בפורום המוביל של אסכולה. אוהב מאוד לנגן ומשתדל להופיע כמה שיותר מייל: Noam.krupnik@gmail.com

ברוכים הבאים לשעת סיפור בנושא "מעללי נעם בכנס בפריז". שמי נעם קרופניק, בוגר אודיסיאה טכניון מחזור ב', וכיום סטודנט למדעי המחשב ומתמטיקה בתוכנית הטכניון למצוינים. לפני כעשר שנים למדתי במסגרת אודיסיאה קורס בסיסי באלגברה מודרנית אצל פרופ' אבי ברמן, ונהייתי מאוד. לפני כשנה וחצי גיליתי שהוא מעביר קורס מתקדם בתורת המטריצות. נרשמתי גם אליו וגם ממנו נהייתי. לאחר הקורס פניתי לפרופ' ברמן ושאלתי אם יסכים לעבוד איתי על מחקר בתורת הגרפים הספקטרלית, ולשמחתי הוא הסכים. לפני כמה חודשים פרסמנו את המאמר הראשון, ובמאי טסתי לכנס סיאם (SIAM – Society for Industrial and Applied Mathematics) בפריז והצגתי את תוצאות המחקר.

הכנס היה מעניין מאוד, ולא רק במובן המדעי, אלא גם במובן החברתי והגלובלי. ביום הראשון עליתי למטרו ולאחר מכן צעדתי לסורבון, שם התקיים הכנס. נכנסתי וקיבלתי תג שם. מסביבי היו הרבה אנשים מבוגרים ממני, וכמה צעירים, רובם ממוצא הודי. דיברתי עם רבים, ואחד מהם אפילו הכיר את המאמר שלי. עם זאת, דוקטור אחר שדיברתי איתו לא הסכים ללחוץ לי את היד כששמע שאני מישראל. הרגע הזה גרם לי לתחושת געגוע לארץ, ושמחה על שיש לנו ארץ משלנו.

ביום הרביעי לכנס, העברתי הרצאה על המחקר המשותף עם פרופ' ברמן בתורת הגרפים הספקטרלית. לאחר כמה שאלות מהקהל נגמר הזמן ונאלצו לעבור למרצה הבא, אבל לאחר מכן, בהפסקה, פנו אליי כמה מהמשתתפים, הציגו שאלות והציעו כיווני מחקר משותפים. ההשפעה של הכנס על המשך המחקר שלי משמעותית, ויצאתי עם תובנות רבות לגבי הנושאים המקצועיים שבהם אני עוסק. כמו כן, זכיתי לשבת וללמוד מהמתמטיקאים המובילים בתחומם בעולם (לא אשקר, פעם בשעה הצצתי בטלפון לראות אם הכול בסדר במדינה). עדיין לא הגעתי למסקנה איזה חלק היה משמעותי יותר בשבילי – ההרצאות או שיחות הביניים.

כנס Summit 280 בבודפשט

מאת: עידו גורביץ'

אני לא יכול לתאר עד כמה הכנס התעלה על כל הציפיות והמטרות שלי, ואני אסיר תודה על ההשתתפות בו.

האופי ה"יום-הולדתי" של הכנס יצר אווירה משפחתית מאוד (עם ריכוז גבוה של מתמטיקאים מפורסמים), ואירועים חברתיים – כמו סעודות משותפות ומסיבות יום הולדת בבתי החוגים – שהם כביכול החלקים הפחות מהותיים של הכנס, דווקא הם שאפשרו מפגשים יוצאי דופן: שיחות עם גדולי החוקרים בתחום (דמינו לאכול צהריים עם האנשים שאתם הכי מעריצים!) וחברויות עם חוקרים צעירים מכל העולם. נוסף על כך, ההרצאות היו מעניינות ומגוננות, וחשפו אותי לתחומי מחקר אפשריים לקראת התואר השני, באופן שאפשר לי להבין אילו תחומים מסקרנים אותי יותר ואילו פחות.

החוויה הזאת היא בלתי נשכחת עבורי, וללא ספק מהווה אבן דרך חשובה בהתפתחות המתמטית והאקדמית שלי. אני ממליץ בחום לכל מי שחוקר בתחום שמעניין ומרגש אותו, להתעניין בכנסים ולנצל הזדמנויות לחוויה משמעותית, מעניינת ומהנה. זו הזדמנות יוצאת דופן לרקום קשרים אקדמיים, להרחיב אופקים מקצועיים ולמצוא מצפן למחקר שלכם.



עידו גורביץ', בוגר מחזור ז' של תוכנית אודיסיאה בטכניון. כיום משרת בצה"ל וסטודנט לתואר שני במתמטיקה באוניברסיטת תל אביב
מייל: idogoorevitch@gmail.com

שמי עידו גורביץ', בן 21 מקריית מוצקין. אני בוגר תוכנית אודיסיאה בטכניון, אחריה המשכתי לתואר ראשון במתמטיקה, והיום אני משרת בצה"ל.

את שלוש המסגרות האלה התמזל מזלי לעבור יחד עם אנשים נפלאים שדחפו ודוחפים אותי להגשים את החלומות שלי, ומגיעה לכם המון תודה!

השנה השתתפתי לראשונה בכנס אקדמי, חוויה מומלצת מאוד למי שעוסק במחקר אקדמי ברמה כלשהי. המדובר בכנס Summit280, כנס בינלאומי בקומבינטוריקה (התחום במתמטיקה שעוסק במבנים בדידים) שנערך בבודפשט לכבוד יום הולדתם ה-70 של ארבעה מתמטיקאים הונגרים, מאבני היסוד של הקומבינטוריקה המודרנית. השם שלו הוא משחק מילים על המילה summit (פסגה) שאפשר לפרש גם כסכום הגילים של הארבעה: (280sum-it).

נחשפתי לכנס בעקבות עבודת מחקר שהשתתפתי בה בהנחיית פרופ' רון הולצמן מהטכניון. המחקר שלנו עוסק בגרפים – מערכות של קודקודים, שחלקם מחוברים ביניהם בקשתות וחלקם לא, כמו מערכת של כבישים בין ערים או קשרים כימיים בין אטומים במולקולה. סוג מקובל של בעיות בגרפים הוא בעיות אקסטרמליות: בהינתן מספר מסוים של קודקודים, מהו המספר הגדול ביותר של קשתות שאפשר לחבר ביניהם בלי ליצור מבנה מסוים (למשל, בלי לסגור משולש, או מעגל באורך 4)? השאלות שחקרנו הן וריאציות של השאלה הזאת.

במהלך המחקר נקרתה בדרכנו הזדמנות לשתף פעולה עם עוד שלושה חוקרים הונגרים (שניים מהם הם חתני יום ההולדת). לאחר שסיימנו את העבודה על הפרויקט, המנחה שלי הציע להציג את המחקר בכנס, והחלטתי לנצל את הזדמנות ולהצטרף.

טסתי עם שלוש מטרות:

- לצפות בהצגת המחקר שהשתתפתי בו בשנתיים האחרונות.
- לשמוע הרצאות מרתקות על נושאים הכי חמים שנחקרים עכשיו בתחום
- להכיר פנים אל פנים אנשים מדהימים מתחום העניין שלי, וביניהם את שותפי המחקר שלי.

סוד האדמה:

התפקיד המכריע של חיידקים ופטירות בקרקע במתן פתרונות לאתגרים חקלאיים וסביבתיים

מאת: איתי קרויטורו

אנשים תוהים לעיתים, מה עושה את הקרקע לפורייה? מדוע ישנן קרקעות שמפיקות גידולים ואחרות שבהן צמחים אינם מתפתחים? האינטואיציה הראשונה של רבים ודאי תפנה אותם לאקלים שבו נמצאת הקרקע – התנאים המטאורולוגיים, כמויות המשקעים, והגובה מעל פני הים. אלו הגורמים המבחינים בין אזורים מדבריים לאזורים של מערכות מגוונות ועשירות בחיים. אולם, אם ננסה לגדל צמח בעפר שמורכב רק מסלע מרוסק ונשקה אותו, האם הצמח ישגשג? לא בהכרח. לכן, אקלים הוא רק חלק מהתשובה. ההבדל בין עפר לאדמה מגלה לנו תמונה רחבה יותר – אדמה היא מערכת חיה עם מגוון עצום של חיים נסתרים מהעין שמאפשרים לסלעים דוממים להפוך לסביבה תומכת-החיים שאנחנו מכירים.

איך קורה כל הקסם?

אם כך, הבה נפרק את התהליך של היווצרות האדמה (במונח המקצועי: פדוגנזה, pedogenesis) לשלבים ולתהליכים מקומיים וגלובליים. לכל אדמה יש את "חומר האב" שלה. זהו הסלע הנוצר בתהליכים גיאולוגיים שונים. הסלע הוא בעל הרכב מינרלים ומתכות משתנה, אשר בעתיד ייתן לאדמה מאפיינים מסוימים. במשך אלפי ומיליוני שנים הסלע עובר בליה על ידי גורמים פיזיים כמו מים ורוח, וגם גורמים ביוגניים (גורמים חיים) כמו חזזיות (סוג של אורגניזם סימביוטי שמורכב מפטירות ואצות), פטריות, חיידקים וטחבים. תהליך הבליה מביא לשבירת הסלעים לחתיכות קטנות. המיקרואורגניזמים שנמצאים בשלב הזה הכרחיים להתחלת התהליך, משום שהם מפרקים את המינרלים וחלק מהמתכות שיש בסלעים וכן את החנקן שנמצא באוויר, והופכים אותם לזמינים לצמחים. כך למשל, זרחן – יסוד הכרחי לגידול הצמח – שנמצא בסלעים, הופך זמין לצמחים.¹

על הסלעים הבלויים מצטבר חומר אורגני מת של היצורים שגדלו קודם לכן על הסלע, מה שיוצר קרום דק יחסית של אדמה ראשונית. שם מתחילים לגדול צמחים חלוציים ש"מיישבים" את האדמה הצעירה, כמו שרכים וצמחים עשבונים, ולעיתים אף עצים. השורשים של הצמחים הללו מתחפרים בחומר האב של האדמה, וממשיכים להעמיק את תהליך הבליה ושוברים אותו לחתיכות קטנות יותר. אל הצמחים החלוציים מצטרפים בשלב הזה מגוון

לפני כ-12,000 שנים, בחודשי האביב המאוחרים, חזר אדם קדמון מליקוט צמחים למאכל, ביניהם גרעיני חיטה. מה שהוא לא שם לב אליו הוא שבשק המאולתר שלו היה חור שדרכו נפלו גרגירים כל אימת שהניח אותו בכניסה למערתו. אותו חוסר תשומת לב הוא שיצית מהפכה שתשנה לעד את היחסים בין בני האדם לטבע. כמה חודשים מאוחר יותר, עם הגשמים הראשונים, החלו אותם גרגירים לנבוט. הנבטים הפכו לשיבולים, ולימים לגרגרי חיטה. הללו היו מרוכזים בכניסה למערה בכמות גדולה, נגישים וקלים לליקוט. אותו אדם הגיע להבנה יוצאת דופן: הוא יכול לשלוט במזונו על ידי הגידול שלו. וכך, ככל הנראה, נולדה החקלאות.

הזמינות של מזון במקומות קבועים ובכמות גדולה אפשרה את התפתחותם של יישובי קבע גדולים. במקום שיש מזון – יש חיים, ובמקום שיש הרבה מזון – יש הרבה חיים. מאז, העריצו בני האדם מקומות שבהם גידולי המזון שגשגו. לאורך השנים, תרבויות שלמות נולדו והתבססו באזורים שבהם החקלאות יכלה לשגשג. כבר במקרא, כאשר משה שולח את 12 המרגלים לתור את הארץ ולבדוק אם טובה היא למחיה, הסממן שמורה על התאמתה הוא התוצרת החקלאית יוצאת הדופן שנתברכה בה: וַיָּבֹאוּ עֲדֹנָחַל אֶשְׁכַּל וַיִּכְרְתוּ מִשֶּׁם זָמֹרָה וְאֶשְׁכּוֹל עֲנָבִים אֶחָד וַיִּשְׂאֶהוּ בְמוֹט בְּשָׁנִים וּמִן־הָרְמָלִים וּמִן־הַתְּאֵנִים" (במדבר יג, כג).



ציור מאת נוסטב דורה, שבו מתוארים המרגלים מציגים את העושר של הארץ בעזרת תוצרת חקלאית.

קרקעות כמשאב אנושי

על פי מחלקת החקלאות האמריקאית (USDA), בריאותה של אדמה מוגדרת בתור "היכולת המתמשכת של האדמה לתפקד כמערכת חיה וחיונית שמזינה צמחים, בעלי חיים ובני אדם". בריאות זו נמדדת על ידי חמישה פרמטרים מרכזיים:

1. היכולת לווסת מים: להיכן זורמים מים ממשקעים מסוגים שונים.

2. היכולת לתמוך בחיים של צמחים ובעלי חיים.

3. מיתון וסינון של מזהמים פוטנציאליים: האדמות משמשות כפילטר ביולוגי גדול שמסייע בספיחה ופירוק של מזהמים ורעלים.

4. מחזור חומרי הזנה חיוניים: דוגמת חנקן, פחמן וזרחן.

5. היכולת להוות מצע תמיכה פיזי: דוגמת בסיס לבניינים ומקום להיאחז בו לשורשי צמחים.

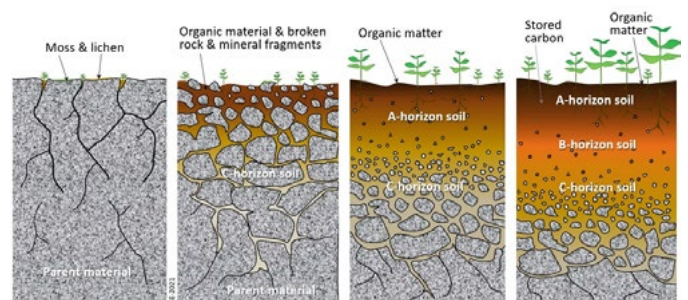
במשך אלפי השנים האחרונות, פיתחו קהילות שונות שיטות לשיפור הפוריות של הקרקעות שלהן – החל בשריפות, עבור בהוספה של צואת עטלפים וכלה ביצירה של מבני ענק כמו טרסות – כל זאת במטרה להניב יותר ולהאכיל יותר בני אדם. בעיניהם של מדענים וחקלאיים מערביים מודרניים, כל אלה מתגמדים נוכח המצאתם של דשנים סינטטיים. הדשנים האלה יצרו צמיחה אדירת היקף ואפשרו ייצור כמות גדולה של מזון בשטח קטן, מה שאפשר להזיל אותו. מהר מאוד חקלאים נדרשו להשתמש בדשנים מסוג זה כדי להמשיך ולהיות כלכליים ותחרותיים.

חידוש נוסף של החקלאות המודרנית הוא המיכון של תהליכים שבעבר נעשו באופן ידני כמו החריש והקטיף. מחרשות ידניות הגיעו לחלקים העליונים ביותר של האדמה, היכן שהפחמן אינו מקובע, אך מחרשות גדולות וממונעות הפכו בקלות כמויות אדירות של אדמה, דבר שתרם לייעול התהליך. האיסוף הפך לממוכן אף הוא, עם מכונות לקצירה של חיטה, תירס, אורז ועוד רבים נוספים – מה שגרם לחקלאים להשקיע במכונות ייעודיות לכל גידול. כך, חקלאים הפכו שטחים גדולים יותר ויותר למשקים המתבססים על גידול אחד (monoculture).

המגוון מעל פני הקרקע נדחק הצידה כדי למצות את המירב מתא השטח החקלאי, והמערכת האקולוגית המגוונת שבקרקע הושפעה מכך באופן נרחב. השימוש האינטנסיבי בדשנים הוביל להצפה של מינרלים בקרקע, מה שהביא לשינוי במליחות הקרקעות. השינוי בתנאים הוביל להרס של בית הגידול עבור חלק מהחיים המיקרוסקופיים באדמה, וצמצם את המגוון שלהם. החריש העמוק הפך את השכבות התחתונות של הקרקע ופירק את הצברים של הפחמן המקובע שהיו בה, תוך חמצון שלו ושחרור לאטמוספירה. החריש גם חשף חלקים שלמים של הקרקע לשמש, ייבש אותם, והפך אותם ללא ראויים למחייתם של יצורים שהיו חלק ממנה.

גדול של חיידקים, פטריות, יצורים חד-תאיים כמו אמבות וגם יצורים רב-תאיים כמו נמטודות ותולעים שמתחפרות באדמה. יצורים אלה מתמחים בפירוק של חומר אורגני ובהפיכתם של המינרלים שנמצאים סביבם לזמינים. לעומתם, הצמחים מתמחים בהפיכתו של הפחמן למשאב זמין בעזרת מים, פחמן דו-חמצני ואור השמש. בשורשי הצמחים מתפתחת מערכת נרחבת של יחסי גומלין – הם מזרימים אנרגיה זמינה בצורת פחמן, ובתמורה מקבלים מינרלים וחומרי הזנה נוספים שבלעדיהם לא יוכלו לגדול^{2,1}.

ככל שהתהליך מתקדם – בהתאם לאקלים ששורר במקום – הבליה מעמיקה, וכך גם שכבת החומר האורגני ועושר היצורים הנמצאים בקרקע. כך, לאט לאט, במשך מיליוני שנים, נצרות קרקעות. התהליך שתואר רחוק מלהיות פשוט. הוא מערב בתוכו כל כך הרבה תהליכים, שהקצב שלו לפעמים איטי באופן בלתי נתפס. עד כמה איטי? קרקע "צעירה" נחשבת בפדולוגיה (מדע הקרקעות) לקרקע בת כמה עשרות אלפי שנים. ככל שהקרקע מתבגרת, השכבות שלה, המכונות בפדולוגיה "אופקים", מעמיקות. האופקים העליונים בנויים משכבות של חומר אורגני גוסס ומת כמו עלים ויצורים חיים אחרים, והם עשירים בחומרי הזנה. ככל שנעמיק, ריכוז החומר האורגני ירד, ומידת הבליה של סלע האב תהיה משמעותית פחות וכחות.



איור 1: שלבים בהיווצרות קרקע³ בתהליך העמקת השכבות מסתתר אחד המנועים המשמעותיים ביותר לחיים שלנו על כדור הארץ – קיבוע פחמן. הפחמן הדו-חמצני, המשמש את הצמחים בתהליך הפוטוסינתזה, מגיע למיקרואורגניזמים ומזין אותם. כאשר גם המיקרואורגניזמים מתים, הם נדבקים זה לזה בעזרת חומרים שמכרישות פטריות מסוימות, והפחמן הזה נשאר בקרקע. מסה זו נקראת necromass, והיא מהווה נדבך עצום בוויסות הגזים האטמוספריים. לפי הערכות עדכניות, האדמה מאכסנת כ-2300 גיגה טון פחמן בשלושת המטרים העליונים שלה, מה שהופך אותה למאגר הפחמן הגדול בעולם, ויש המשערים שהוא אף גדול יותר מכמות הפחמן באטמוספירה כולה⁴. פחמן שמתקבע דרך ה-necromass המיקרוביאלי יכול להישאר באדמה במשך מיליוני שנים ללא הפרעה⁵. כמחצית מהפחמן שבאדמה מקובע באופן זה בשכבות התחתונות יותר של האדמה. החצי השני מאוחסן באדמה לטווח קצר יותר, וחוזר לאטמוספירה דרך תהליכי פירוק חומר אורגני⁴.

בכל גרם של אדמה יכולים להיות עד כ-50,000 מינים של יצורים מיקרוביאליים. בכל כפית של קרקע יש יותר יצורים חיים מאשר כל בני האדם על כדור הארץ גם יחד. כיום, למדע ידוע מעט מאוד על היצורים המגוונים האלה.^{14,13} המגוון האדיר הזה בקרקע יוצר תחרות, ואולי תופעתו לשמוע, אבל אנחנו, בני האדם, מרווחים מהתחרות הזאת.

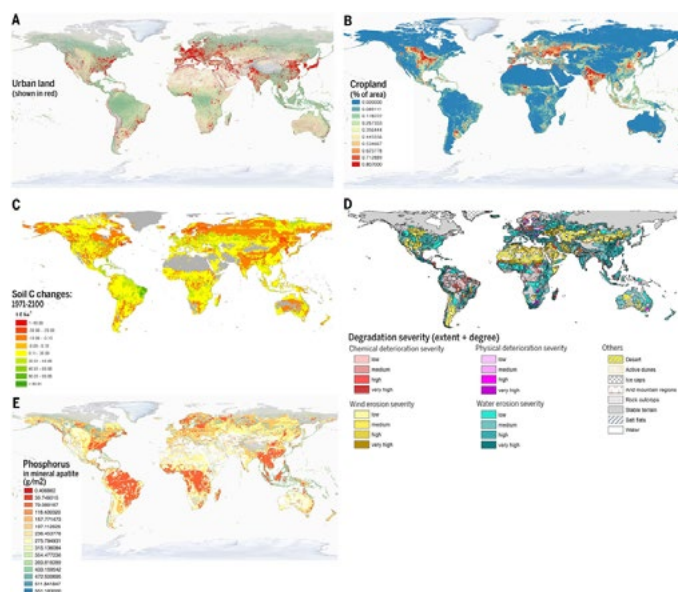
הלכתם לרופא לאחרונה והוא רשם לכם אנטיביוטיקה? החומר הזה נוצר במקור על ידי חיידק או פטרייה במטרה להפריע למתחרים שלהם. אותו עיקרון חל גם על היכולת של היצורים האלה לספק הגנה לצמחים שלנו מפני מחלות שנגרמות מחיידקים, פטריות ווירוסים אחרים. היום יותר מתמיד תופעה של מחלות שעמידות לכל סוגי האנטיביוטיקה הקיימים בארסנל שלנו גובה את חייהם של מאות אלפי אנשים בשנה. שלושת רבעי מהאנטיביוטיקות שנמצאות בשימוש קליני מקורן בחיידקים מהקרקע, כך שהעושר שלהם יכול להיות המפתח למציאתן בעתיד של תרופות חדשות שיצילו חיים רבים. אובדן המגוון של הקרקעות משמעו גם פחות מקורות להתמודדות עם מחלות של בני אדם.

כיצד נוכל לעצור את המגמה?

ישנם כמה אתגרים מרכזיים במאמץ לעצור את המגמה של אובדן הקרקעות, והראשון שבהם הוא שהקרקעות מנוהלות על ידי עשרות מיליוני אנשים שונים ועל פני מאות מדינות, כך שקביעה ואכיפה של מדיניות אחידה הן משימה בלתי אפשרית. האתגר הנוסף הוא אל מול מחוקקים במדינות שונות, אשר מושפעים מכוחות כלכליים שבטוחו הקצר לא תמיד מתגמלים את אלה אשר מיישמים פרקטיקות אקולוגיות. לכן, לכללות גלובליות לוקח זמן רב להתאים את מערכות התגמול והסבסוד שלהן למטרה של שימור הקרקעות. האתגר השלישי הוא מול החקלאים עצמם, אשר הורגלו בהתבססות על גידול חקלאי אחד במטרה למקסם את היבול שבשטח הנתון, ולא תמיד קל לשכנע אותם לעבור לשיטות מתקדמות יותר לשמירה על הקרקע.

על אף כל האתגרים שצוינו, בעשרות השנים האחרונות מדענים וחקלאים יצרו שיטות לשמירה על הקרקע אשר מוכיחות את עצמן וצוברות תאוצה בחלקים נרחבים של המערב. הגישה הנפוצה ביותר בעולם גורסת שעל ידי גיוון המערכת העל-קרקעית (צמחים), המערכת התת-קרקעית (מיקרואורגניזמים), תתאושש ותיעשה מגוונת. גישה זו הולידה כמה וכמה שיטות שמוכיחות את עצמן כאפקטיביות. למשל, שימוש בגידול כיסוי – גידול משני שגדל על הקרקע בזמן שהגידול העיקרי אינו בעונה, כדי להגן עליה ולהמשיך להזין אותה, או לחלופין, גידול של כמה סוגי גידולים באותו שטח כדי לגוון את דרכי ההזנה של הקרקע.

נוסף על כל אלה, כאשר עונת הגידול של השדה מסתיימת, לא נותרים כל צמחים שייזינו את הקרקע בכחמן, והקהילות בה נותרות "מורעבות". בתמצית, הפרקטיקות של חקלאות מערבית מודרנית קלקלו את מחזור היווצרות הקרקעות על פני כדור הארץ, ושחקו את הקרקעות הקיימות. על אף שהמידע בנושא אינו ברור, ישנן הערכות שלפיהן קרקע מעובדת משחררת כ-50% מהכחמן שמאוכסן בה לאורך העשורים הראשונים של עיבודה.⁶ יתרה מזאת, קרקעות שמעובדות באופן אינטנסיבי ותעשייתי ממשיכות לעבור תהליך של בליה ומאבדות את יכולתן לקיים תפקידים חשובים נוספים (למשל להיות פילטר שמונע מרעלנים לזרום למערכות נוספות – נהרות, מי תהום ואדמות אחרות), ואת אפשרותן לתמוך באופן פיזי במבנים שקיימים עליהן. תהליך השחיקה עלול להוביל גם לאיבוד יכולת הקרקע להחזיק מים, דבר שעלול להציב את מאגרי המזון העולמיים בסכנה גדולה, היות שכיום 85% מהמים שמשמשים לגידולים חקלאיים מקורם במים שאצורים בקרקע ("מים ירוקים")^{7,4}. כ-38% מהקרקע בעולם שלא מכוסה בקרח משמשת כיום לגידולים חקלאיים ולמרה של בעלי חיים למטרות חקלאיות, יחד עם עוד כ-3% שמשמשת לערים; ניכר כי בני האדם יוצרים שינויים אדירים בקרקעות.¹⁰⁻⁸



איור 2: שינויים בקרקעות ומדדים שונים בנוגע להימצאותם של משאבים ומידת השחיקה שלהן⁸

אין זה פלא, אם כן, שצמחים מתקשים יותר ויותר לגדול בקרקעות שלנו, ועמידים פחות למזג האוויר המשתנה ולמחלות. בכל העולם, סוגים שלמים של מזונות חווים קריסה. באפריקה, למשל, רצועת מדינות שלמה נרתמה לשתול מיליוני עצים בשנה כדי לייצר חומה שתעצור את הפיכת הקרקעות למדבר. בארה"ב נערכים למשבר מזון לאחר שמחקרים אחרונים הראו כי קצב השחיקה של הקרקע גדול פי 1000 מקצב ההתחדשות¹¹ הערכת האו"ם היא כי בקצב השחיקה הנוכחי של קרקעות, עד שנת 2050 עשויות 90% מהן להימצא בסכנת הכחדה.¹²

חומרים אורגניים לצורות זמינות יותר לצמחים. כך למשל, על ידי הוספה של קהילות המיקרובים האלה יחד עם דשנים אורגניים כמו צואה של פרות, ניתן להשיג דישון יעיל במיוחד. פתרון דומה הוא שימוש במגוון יצורים עוד בשלב הזרע – מדענים מגיעים את הזרעים של צמח מסוים באוכלוסיית מיקרובים שעוזרת לצמח לספוג חומרים באופן יעיל יותר מהקרקע ובכך מפחיתים את הצורך בדישון מלכתחילה, לעיתים בעשרות אחוזים.^{17,15}

חומרי הדברה ביולוגיים

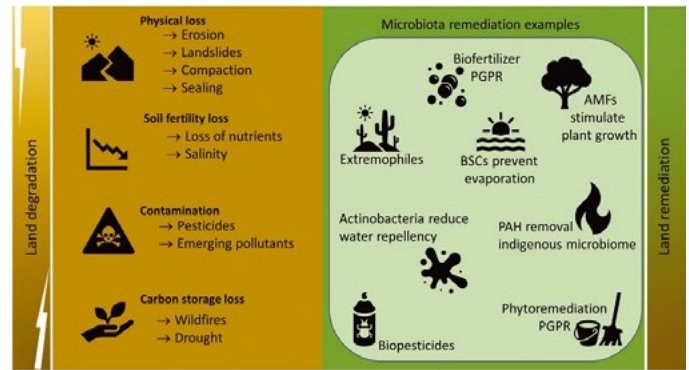
מזיקים הם חלק בלתי נפרד מחקלאות, וליוו את החקלאות המודרנית עוד מראשיתה. מה שאנחנו מכנים מזיקים הם בעצם יצורים שמתחרים איתנו על המשאבים: באותה מידה שתפוח האדמה או הבננה שגדלים בשדה יכולים להזין אותנו, הם יכולים להזין גם חרקה, פטריה או חיידק. בטבע, מה שמאזן את השפעתם של המזיקים הוא המגוון הביולוגי ושרשרת המזון. הללו שומרים על יסות של אוכלוסיות הצמחים והיצורים הניזונים מהם.

היות שהחקלאות המודרנית יוצרת אוכלוסיות אדירות ממדים של גידולים מסוג אחד, כאשר מזיק שמסוגל להשתמש בצמח באופן יעיל מגיע לשדה – ההשלכות יכולות להיות קטסטרופליות. למשל, ב-1845 באירלנד, מחלה פטרייתית חיסלה יבולים שלמים של תפוחי אדמה שהיוו את הבסיס לתזונה של האוכלוסייה. המחלה נמשכה כמה שנים והביאה למותם מרעב של כ-1.5 מיליון אנשים.¹⁸ באופן דומה, גידולי הבננות סובלים כיום מ"מחלת פנמה" שמאיימת להכחידם.

בניסיון להתמודד עם כל אלה, מדענים גילו שכימיקלים כמו רעלנים עצביים ותרכובות שמבוססות על מתכות כבדות מסוגלים להרוג מזיקים מבלי להרוג את הגידולים החקלאיים. על אף היעילות הראשונית והמיידיות של הכימיקלים, כבר בראשית השימוש בהם נצפו מזיקים שמפתחים אליהם עמידות גבוהה. נוסף על היעילות הפוחתת של הכימיקלים, ככל שהשימוש בהם גובר, קורה שהם נצברים באדמות החקלאיות ודולפים למערכות אקולוגיות שכנות.

כדי לתת מענה לכמות המזיקים ההולכת וגוברת ולעמידותם, פנו מדענים לחיידקים ולפטריות בטבע. למשל, חיידקים מסוימים מסוג Bacillus מסוגלים להפריש חומרים שמונעים את התפתחותן של מחלות פטרייתיות. ריסוס של החיידקים האלה בצורתם ה"רדומה" יחד עם חומרים טבעיים מסוגל להחליף את הכימיקלים המסורתיים באופן יעיל. החיידקים הללו משתתפים ב"מרוץ החימוש" שמתרחש בטבע, ואפשר לשכלל את יעילותם אל מול העלייה בעמידותם של מזיקים.

נוסף על החיידקים, מדענים משתמשים בפטריות שאוכלות חרקים בטבע (entomopathogenic fungi) כדי לאתר כלי הדברה ביולוגיים ספציפיים למזיקים. הפטריות מפיצות את עצמן בשדה על ידי נבגים (מבני ריבוי מיקרוסקופיים שנישאים ברוח) ואוכלות את אוכלוסיות החרקים. בשנים האחרונות מדענים מגלים יותר ויותר מינים של פטריות שמסוגלות לבצע את הפעולה הזאת, וככל שהטכנולוגיות לשימוש בהן והנגשתן לחקלאים ישתכללו, כך הן יהיו יעילות יותר ככלי אקולוגי להיפטר בעזרתן ממזיקים, עם השלכות מינימליות על הסביבה.



איור 3: תיאור של מגוון השימושים בחיידקים ופטריות לשחזור קרקעות¹⁵

גישות חדשות יותר מבקשות לנצל את התפקיד הקריטי שמיקרואורגניזמים משחקים בקיומן של קרקעות, על ידי בידוד של חיידקים ופטריות בעלי תפקיד ספציפי ויישומם באופן ממוקד לשימור ושחזור של פונקציות שאבדו בקרקעות שחוקות. העיקרון המרכזי בגישות אלה הוא בידוד של יצור או חברת יצורים שמסוגלים יחדיו להעצים את אחד המנגנונים שמסייעים להניע מחדש את תהליך יצירת הקרקע. ניתן לחלק את השיטות לכמה סוגים על בסיס היצורים שמשמשים בהם ומטרות השיטה.

ביו-דשן

אחד מהצרכים המרכזיים של חקלאות מודרנית הוא הגברת הזמינות של חומרי הזנה לצמחים. כפי שנכתב כאן, כיום המטרה הזאת מושגת על ידי הוספה של דשנים כימיים לשדות חקלאיים. שלושת הכימיקליים הנדרשים ביותר להבטחת הצמיחה האינטנסיבית הם חנקן, זרחן ואשלגן (מכונים בקיצור: NPK), והם אינם זמינים באופן טבעי בקלות. חנקן, למשל, שהוא אבן יסוד ביצירתם של חלבונים, מרכיב כ-70% מהאטמוספירה, אבל הצורה שלו באטמוספירה – N₂ – יוצרת קשר כימי חזק כל כך שהוא אינו זמין באופן ישיר לצמחים. הכימאי פרנץ הובר המציא את שיטה ששינתה את פני האנושות להפיכת חנקן אטמוספרי לאמוניה, שהיא צורה של חנקן שיכולה להיות זמינה לצמחים. מנגד, זרחן ואשלגן מגיעים ממחצבים כאלה ואחרים, והם משאב מתכלה שהדרשה אליו עולה יותר ויותר ככל שהאוכלוסייה גדלה בעוד המקורות מצטמצמים. לאור השחיקה של הקרקעות, חלה הדרדרות בכמות החומרים הזמינים באופן טבעי לצמחים, כך שבין 2002 ל-2020 חקלאים השתמשו ב-30% יותר דשנים כימיים לכל דונם כדי לקבל את היבולים שהיו רגילים להם.¹⁶

על ידי שימוש בתהליכים הטבעיים המתרחשים בקרקע, מדענים יצרו מגוון פתרונות לאיתור חיידקים ופטריות שמסוגלים להגביר את הזמינות של חומרי הזנה באדמה, והוספתם באופן ממוקד. הטכנולוגיות האלה מכונות ביו-דשנים כשם כולל.

אחד מסוגי הטכנולוגיות האלה הוא שימוש בחיידקים מקבעי חנקן שנמצאים במקור על שורשים של קטניות. על ידי מינפולציה שלהם, גורמים להם לעבוד יחד עם מגוון רחב של צמחים, והצמחים האלה בעצם מדשנים את עצמם. וריאציה נוספת על הטכנולוגיה הזאת היא שימוש בקהילות של חיידקים ופטריות שמסוגלים לפרק

פול סטמטס כי פטריות מאכל מסוג צדף (*pleurotus ostreatus*) מסוגלות להפיק יבול של גופי פרי (החלק של הפטריה שמשמש לרבייה מינית ובני האדם אוכלים) ממצע גידול של אדמות ספוגות בנפט וממצע של קש ספוג בשמן מנועים, תוך פירוק המזהמים²¹



הפטריות אשר גדלו בניסוי המפורסם של סטמטס.²¹

גישה נוספת בתחום זה היא שילוב של צמחים עם פטריות וחיידקים: צמחים שמתגלים כטובים לאגירה של חומר מזהם נשתלים יחד עם פטריות וחיידקים, שהופכים את האגירה ליעילה יותר ומוצאים בתום מחזור החיים שלהם מהמערכת שאותה נבחרו לנקות. כך למשל, ניתן להסיר מתכות כבדות שהיו בעבר בשימוש בחקלאות, כמו ארסן ועופרת. מחקר אחד הראה שפטריות מסוימות מסוגלות אפילו לאגור בגופי הפרי (החלק שאנחנו אוכלים בפטרייה ושמשמש לרבייה) מתכות רדיואקטיביות מקרקעות.²²

הקרקעות בעולם בראי העתיד

הבעיות (והפתרונות) שהובאו במאמר זה יכולות אומנם להיראות רחוקות מהיומיום שלנו, היות שרובנו לא חקלאים, אבל יש סיכוי לא רע שבעוד שנים ספורות הן יפגשו אותנו בסופר השכונתי בצורת מחסור בירק זה או אחר. במאמר הנוכחי סקרתי רק את קצה הקרחון של נושא גדול ממדים שיש לו פנים רבות, שחלקן עדיין לא ברורות עד הסוף לעולם המדעי. כפי שלנושא הזה אספקטים רבים, כך גם פתרונות, ורק שילוב ידיים של חקלאים, ממשלות וחוקרים יחד יוכל להביא לפתרונות שיתאימו למגוון הקרקעות האדיר שמנהל בעולם.



איור 4: פטריה מסוג *Ophiocordyceps* אשר מדביקה מין של זבוב¹⁹

שיקום ביולוגי של קרקעות פגועות (Bioremediation)

קרקעות שעברו שחיקה אינטנסיבית מאבדות פעמים רבות את יכולתן להשתקם מהמזהמים שהשפיעו על התהליך. כפי שהזכר, דשנים רבים יכולים להמליח את הקרקע עד כדי כך שהיא לא תהיה שמישה. מזהמים נוספים, כמו חומרי הדברה, יכולים להרעיל את הקרקע במתכות כבדות שנשארות בה לתקופות זמן ארוכות והופכות אותה ללא ראויה לגידול צמחים. גורמים אחרים מיד אדם שפוגעים בקרקע הם שפכים של תעשיות מזהמות וכרייה של מחצבים. בעבר, הפתרונות לאדמות מזהמות שכאלה היו מוגבלים, וכלו להוביל לנטישתן. בעוד הנטישה יכולה להיות דבר חיובי, כי היא מפנה את הקרקע לשימושים טבעיים, המזהמים יכולים להישאר בה, ואם נגמה שכזאת תמשיך היא עלולה לפגוע בתפוקת המזון העולמית²⁰.

באשר לאדמות שהמליחות שלהן כתוצאה מדישון ושימוש אינטנסיבי בקרקע מהווה בעיה משמעותית – מדענים גילו כי פטריות לוקחות חלק בסוג סימביוזה שנקראת AMF (*Arbuscular mycorrhizal fungi*) בשילוב עם סוגים שונים של חיידקים יכולים לסייע לצמחים להיות עמידים יותר לרמות המליחות הגבוהות. הפטריות והחיידקים מסייעים לצמחים לווסת את סממני הלחץ שמופעלים עליהם מהסביבה הקיצונית, וגם עוזרים בהמרת חלק מהמלחים בקרקע לחומרים שמשפיעים עליה באופן מופחת. פתרונות כאלה בשילוב עם פתרונות אחרים יכולים לסייע לצמצם את השימוש בחומרים שמעלים את מליחות הקרקע, ולעצור את הגממה של המלחת קרקעות בעולם¹⁵.

מדענים כיום מגלים עוד ועוד דרכים להשתמש בפטריות לפירוק מזהמים באדמות שזוהמו באופן קשה ביד אדם. פטריות אחראיות בטבע על פירוק ומחזור של חומרים במערכת האקולוגית. התמחותן בפירוק של חומרים צמחיים שעשויים ממולקולות גדולות ועמידות לפירוק, כמו מולקולת הליגנין הנמצאת בעץ, הופכת אותן לשחקניות מפתח בניסיון להתמודד עם זיהומים קשים. בסדרת ניסויים מפורסמים הראה המיקולוג (חוקר פטריות) האמריקאי

1. Sposito, G. (2024). Soil: Formation, composition, structure. Britannica. <https://www.britannica.com/science/soil/Soil-formation> (2024).
2. Kaviya, N. et al. (2019). Role of microorganisms in soil genesis and functions. In A. Varma & D. K. Choudhary (Eds.), *Mycorrhizosphere and Pedogenesis* (pp. 25–52). Springer.
3. Earle, S. Soil Formation. in Thompsons rivers university, <https://environmental-geol.pressbooks.tru.ca/chapter/soil-formation/>
4. Lehmann, J., Bossio, D. A., Kögel-Knabner, I. & Rillig, M. C. (2020). The concept and future prospects of soil health. *Nature Reviews. Earth & Environment*, 1(10), 544–553.
5. Cao, Y., Ding, J., Li, J., Xin, Z., Ren, S., & Wang, T. (2023). Necromass-derived soil organic carbon and its drivers at the global scale. *Soil Biology and Biochemistry*, 181, 109025
6. Stockmann, U. et al. (2013) The knowns, known unknowns and unknowns of sequestration of soil organic carbon. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 164(1), 80–99.
7. Sposito, G. (2013). Green Water and global food security. *Vadose Zone Journal*, 12(4), 1–6.
8. Amundson, R., Berhe, A. A., Hopmans, J. W., Olson, C., Sztein, A. E., & Sparks, D. L. (2015). Soil science. Soil and human security in the 21st century. *Science*, 348(6235), 1261071.
9. Seto, K. C., Fragkias, M., Güneralp, B. & Reilly, M. K. (2011) A meta-analysis of global urban land expansion. *PLoS one*, 6(8), e23777.
10. Liu, Z., He, C., Zhou, Y. & Wu, J. (2014). How much of the world's land has been urbanized, really? A hierarchical framework for avoiding confusion. *Landscape Ecol*, 29, 763–771.
11. Quarrier, C. L., Kwang, J. S., Quirk, B. J., Thaler, E. A. & Larsen, I. J. (2022). Pre-agricultural soil erosion rates in the midwestern United States. *Geology*, 51, 44–48.
12. FAO warns 90 per cent of Earth's topsoil at risk by 2050 (2022). UN News. <https://news.un.org/en/story/2022/07/1123462> (2022).
13. Fitter, A. H. (2005). Darkness visible: Reflections on underground ecology. *Journal of Ecology*, 93(2), 231–243.
14. Understanding and managing soil microbes. (2022). PennState Extension. <https://extension.psu.edu/understanding-and-managing-soil-microbes>
15. Coban, O., De Deyn, G. B. & van der Ploeg, M. (2022). Soil microbiota as game-changers in restoration of degraded lands. *Science*, 375(6584), abe0725.
16. Iqbal, S. et al. (2021), Chemical Fertilizers, formulation, and their influence on soil health. In Hakeem, K. R., Dar, G. H., Mehmood, M. A. & Bhat, R. A (Eds.), *Microbiota and biofertilizers: A sustainable continuum for plant and soil health*, 1–15. Springer.
17. Rashid, M. I. et al. (2016). Bacteria and fungi can contribute to nutrients bioavailability and aggregate formation in degraded soils. *Microbiological Research*, 183, 26–41.
18. Mokyr, J. (2024) Great Famine. In Britannica. <https://www.britannica.com/event/Great-Famine-Irish-history>
19. Kay, A. (2016). Fly with entomopathogenic fungus, ophiocordyceps dipterigena, <https://www.flickr.com/photos/andreaskay/31583234580>
20. Zheng, Q. et al. (2023). The neglected role of abandoned cropland in supporting both food security and climate change mitigation. *Nature Communications*, 14(1), 6083.
21. Stamets, P. (2010). The petroleum problem. *Fungi Perfecti*. <https://fungi.com/blogs/articles/the-petroleum-problem> (2010).
22. Koul, B. & Adlakha, K. (2021). Bioremediation of radionuclides by plant-microbe system: Current progress and challenges. In A., Kumar, V. K., Singh, P., Singh & V. K, Mishra (Eds.), *Microbe mediated remediation of environmental contaminants* (pp. 303–320). Woodhead.



איתי קרויטור, בוגר תוכנית אלפא בטכניון, יושב ראש מועצת התלמידים הארצית לשעבר, בוגר אות רמון, יזם חברתי ובעל חברה העוסקת בפטריות מאכל. מייל: itai34@gmail.com

הדיונה כבר לא דיונה: חולות מישור החוף בישראל

מאת: יהונתן בן סימון

מרבית המינים הפסמופיליים הם יחסית קטנים, כיוון ש סוג הקרקע לא מאוד קריטי לתנועה ולזמינות משאבים של מיני בע"ח גדולים או מעופפים, נוכל למצוא מינים רבים הן באזורים החוליים והלא חוליים של האזור הים תיכוני בישראל. לכן רוב המינים הפסמופיליים הם יונקים קטנים או זוחלים.

מריון החולות, מכרסם יחסית גדול, פעיל בעיקר בלילה אך לעיתים גם בבקרים. המריון חופר מערכת מחילות סבוכה, לרוב מתחת לשיחי רותם והוא מותאם להתמודד עם יובש בצורה נהדרת כך שהוא שורד ללא שתיית מים כלל. מריון החולות הוא מין אנדמי – ונמצא בכל העולם אך ורק בחולות מישור החוף וצפון סיני.



בחולות מישור החוף ישנם שני מינים גרבילים. באזורי הדיונות הנודדות נמצא את גרביל החולות, ובאזורים המיוצבים את גרביל החוף. אמנם הם אינם אנדמיים אך ורק למישור החוף בניגוד למריון החולות, אך שניהם, בדגש על גרביל החולות, נמצאים בירידה מתמדת בארץ בעקבות הרס בתי הגידול במרחבי המחייה שלהם.



חולות מישור החוף בישראל מהווים מערכת אקולוגית ייחודית, הממוקמת בין הים התיכון לשפלה. חולות אלו לא רק מציעים נופים מרהיבים ומקומות נופש, אלא גם מהווים בית גידול למגוון רחב של מינים מתמחים המותאמים לתנאי הסביבה המיוחדים של החולות. למעשה אפשרי לטעון שמבחינה ביולוגית מדובר בקצה הצפוני ביותר של חולות מדבר הסהרה. תהליכים גאולוגיים ואקלימיים ייחודיים לאזור יצרו סביבה שמכילה רכיבים ממערכות אקולוגיות שונות.



ייחודיות בית הגידול

מקור החול במישור החוף הוא בבלייה של סלעים באפריקה, הנישאים בידי הרוח, הנילוס וזרמי הים לעבר הקצה המזרחי של המזרח התיכון – מישור החוף. חולות מישור החוף הם סביבה שבה נפגשים שני סוגי בתי גידול: המדברי והים תיכוני. האקלים הים תיכוני, שמאופיין בחורפים גשומים וחמים וקיץ חם ויבש, מתמזג עם קרקע החול שעשויה מגרגר גדול ומחלחל, מה שמקנה לקרקע יכולת חלחול מים גבוהה ובהתאם סביבה יבשה במיוחד. בעקבות ייחודיות הקרקע נוצרת מערכת אקולוגית שבה רק מינים שמסתדרים עם החול שורדים – אלו קרויים מינים "פסמופיליים" (פסמוס ביונית הוא חול).

דוגמה להפרעה משמעותית לבית הגידול היא נסיעה אקסטנסיבית ברכבי שטח שונים. נסיעות בחולות באמצעות רכבי שטח הפכו לפופולריות בשנים האחרונות, אך הן מביאות עימן נזקים משמעותיים לבית הגידול. רכבי שטח יכולים לגרום לשבירת קרומי קרקע שמחזיקים מחילות ולפגיעה בבע"ח הנדרסים כשהם בתוך המחילות, כמו גם להחרפת התפשטות מינים פולשים על חשבון צומח מקומי.

ולבסוף, שינוי בית הגידול מתבטא בעיקר בהתייצבות הדיונות הוא תהליך אשר בו הדיונה החולית, המורכבת מגרגרים חופשיים שנעים, הופכת למקשה בלתי דינמית של חול מהודק העשיר בחומר אורגני. התייצבות החולות מתרחשת בעקבות חוסר ברעייה ומינים פולשים.

מינים פולשים הם מינים אשר הובאו בידי האדם לאזור אל מחוץ לתפוצה הטבעית שלהם. במישור החוף קיימים מינים פולשים המייצבים חולות, בראשם השיטה הכחלחלה (*Acacia saligna*) מין פולש מאוסטרליה, וטיונית החולות (*Heterotheca subaxillaris*) מין פולש מארצות הברית. מינים אלה מצליחים להתבסס במהירות הן על דיונות חשופות והן על חשבון הצמחייה המקומית, מה שמוביל להקטנת מגוון המינים בחולות. כאשר מינים פולשים משתלטים על האזור, הם מקשים על התפשטות של מיני צמחים ובעלי חיים אנדמיים, וכמו כן משנים את תכונות בית הגידול כך שבעלי חיים פסמופיליים לא יכולים לחיות בקרבתם.

רעייה, הן טבעית והן על ידי בעלי חיים מבויתים, משחקת תפקיד חשוב במערכת האקולוגית של חולות מישור החוף. בעבר, רעייה טבעית של בעלי חיים כמו צבאים, בובאלים, פראים ועוד תרמה לשמירה על המגוון הביולוגי ולמניעת התפשטות של מיני צמחים על הדיונה הנודדת. רעייה זו הוחלפה בבעלי חיים מבויתים כגון עזים, כבשים, פרות וגמלים, אך גם זו הופסקה כאשר תושבי האזור עברו מחיים כפריים ונוודים לחיים אורבניים. חוסר הרעייה תורם לעלייה בכיסוי הצומח ושינוי בית הגידול.

כיום רעייה של בעלי חיים מבויתים, כמו כבשים ועיזים, יחד עם השבת יונקים צמחוניים, יכולה להיות כלי חשוב בשיקום החולות ושמירה על המגוון הביולוגי.

שטחים צבאיים ושמורות טבע

שטחים נרחבים במישור החוף, כגון פלמחים, מטווח 24, ניצנים וזיקים, הם שטחים אימונים ושטחי בסיסים. השימוש הצבאי בהם מונע את הפיתוח העירוני והחקלאי, ובכך תורם לשמירה על השטחים הטבעיים. בשל כך, אזורים אלה נשמרים בצורה טובה יחסית, מה שמאפשר לקהלים מקומיים ולמדענים לחקור את המגוון הביולוגי ואת התהליכים האקולוגיים של החולות באזורים שלעיתים אף עולים בערכם על שמורות הטבע הפתוחות של חולות מישור החוף.

לדוגמה, במטווח 24 קיימת עוד אוכלוסייה של כוח אפור, שנכחד כליל מאזורים סמוכים. בבסיס פלמחים קיימת האוכלוסייה הגדולה

בין הזוחלים הפסמופיליים בחולות מישור החוף ניתן למצוא את שנונית הנחלים ושנונית החולות. שמן של השנוניות ניתן להן בעקבות שינון שקיים ברגליהן האחוריות ועוזר להן לנוע על החול ע"י הגדלת שטח פנים. שנונית הנחלים נפוצה ברוב אזורי המדבר בארץ, אך גם בחולות מישור החוף שם היא נמצאת בעיקר באזורים מיוצבים. שנונית חולות היא מין המתמחה בחיים בחולות נודדים. השנוניות הללו מהוות תפקיד חשוב במערכת האקולוגית של החולות, כאשר הן לרוב נפוצות במיוחד מבחינה מספרית, טורפות פרוקי רגליים ומהוות טרף למגוון בעלי חיים.



מין אחר שהיה בעבר נפוץ בחולות מישור החוף הוא הכוח האפור - הזוחל הגדול ביותר בישראל. הכוח האפור קיים בעיקר במישורים ובאזורים מדבריים, ואוכלוסייתו במישור החוף סבלה רבות מהרס בתי גידול והתייצבות הדיונות.



הכוח האפור הוא טורף-על ולכן יש לו חשיבות מכרעת, אין מין אחר שממלא את הפונקציה האקולוגית שלו בבית הגידול החולי. כיוון שמדובר במין שדורש הרבה שטח הוא לא יכול לשרוד ב"איים" של חול בין שכונות ושדות חקלאיים. צמצום אוכלוסייתו עלול להשפיע לרעה על התפקוד האקולוגי המקומי, ולכן יש חשיבות רבה לשמר על רצף של שטחי חולות איכותיים.

זוחל נוסף שקיים בחולות מישור החוף הוא נחושיית החולות. מדובר במין של חומט שממש "שוחה בחול" – את רוב זמנו הוא מעביר מתחת לחול, בכך נמנע מטורפים ויכול לארום לפרוקי רגליים אותם הוא אוכל.

אימונים על בית הגידול

לצד הייחודיות והחשיבות של חולות מישור החוף, מדובר בבית גידול הנתון באיום משמעותי. כיום, רק כ-4% משטחי החולות בישראל נותרו במצב של דיונה נודדת. הרס זה נגרם בעיקר בעקבות תהליכים של הרס בתי גידול, הפרעה לבית גידול ושינוי בית גידול.

הרס בתי הגידול מתבטא בשטחים נרחבים שבעבר היו חולות והפכו לשכונות מגורים, אזורי תעשייה ושטחים חקלאיים, דבר שהביא לצמצום שטחי החולות הטבעיים ולפגיעה במגוון הביולוגי.

1. גיאוקולוגיה של דיונות במישור החוף של ישראל, פועה בר, 2022, הוצאת דן פרי.

2. הצמחים הפולשים בישראל, ז'אן מארק דופור דרור, 2010, הוצאת רשות הטבע והגנים.

3. חולות מישור החוף בישראל - חשיבות ואתגר השימור, עודד כהן, בעז שחם ואלון רוטשילד, פברואר 2011, החברה להגנת הטבע.

ביותר של צבאים במישור החוף, ואזורים רבים ככל הנראה כוללים בתוכם ערכי טבע ייחודיים שעוד לא הספקנו לחקור כנדרש.

בין היוזמות המיוחדות הנעשות בשטחים הצבאיים נמצא פרויקט "צבא ההגנה לטבע", שמטרתו לקדם את השמירה על הטבע והסביבה במקביל לפעילות הצבאית. הפרויקט כולל בין השאר יצירת חלקות מקלט לצמחים נדירים, הפחתת קונפליקט בין פעילות צבאית לשימור הטבע, והעלאת מודעות בקרב חיילים ומפקדים לחשיבות השמירה על המגוון הביולוגי. פרויקטים אלה מסייעים בשמירה על המערכות האקולוגיות ובמציאת פתרונות המאזנים בין צרכים צבאיים לסביבה הטבעית.

השמירה על החולות

חשיבות השימור של חולות מישור החוף היא קריטית. האזור אינו רק בעל ערך אקולוגי, אלא גם תרבותי וקהילתי. חולות מישור החוף מציעים הזדמנויות רבות לפעילויות פנאי, כמו טיולים, ספורט ימי ועוד, אשר משפיעות על חיי היומיום של התושבים.

כיום, גופים שונים, הן ממשלתיים כגון רשות הטבע והגנים, רשויות מקומיות ואף צה"ל, מבינים את ערך החולות, והמאמצים במקרים רבים מגובים בידי תושבים וארגונים אזרחיים כדוגמת החברה להגנת הטבע.

על אף המודעות, דרושה עבודה מאסיבית להמשך שמירה על החולות ושיקום שטחים שנפגעו. הן בפעולות ממוקדות שיכולות להתבצע על ידי מתנדבים כגון עקירת מינים פולשים, ועד להכרזת שמורות טבע חדשות. דוגמה לקונפליקט קיים הוא שיווק בסיס מטווח 24 לרשות מקרקעי ישראל, שטח ערכי וייחודי שלא ברור כמה ממנו יפותח לשכונות חדשות בראשון לציון וכמה יהפוך לשמורת טבע ייחודית המגנה על ערכי הטבע האחרונים של החולות אשר נשארו במרכז הארץ.

מאמצים לשימור ושיקום שטחים טבעיים מהווים הכרח בשמירה על המגוון הביולוגי והמערכות האקולוגיות הייחודיות של האזור. יוזמות לשיקום חולות והגנה על המגוון הביולוגי ידרשו שיתוף פעולה בין גופים ממשלתיים, ארגוני סביבה ותושבים מקומיים כדי להבטיח את המשך קיומם של חולות מישור החוף לדורות הבאים



יהונתן בן סימון, בוגר אוניברסיטת תל אביב. עובד בתחום הסביבה והאקולוגיה כבר כ-6 שנים, סטודנט לתואר שני באוניברסיטת תל אביב ורמ"ד פרויקטי הגנת הסביבה בצה"ל. לצד העשייה לשמירת טבע, מטייל בארץ ובעולם בשביל לצפות ולצלם בחיות בר מכל הסוגים בסביבתן הטבעית.
Jonathan240@gmail.com מייל:

מלחמה ושלו

מאת: נמרוד נקדימון

מודעות ומוות

מהאשליה שיש סיכוי לשלום עם אויבינו, הוא כבר בונה את משקוף הדלת להתפכחות הבאה, נניח מהאמונה שניתן לחיות ללא אלימות. המעגליות הזו אינה בהכרח מורה על ניהיליזם, כי יש סיבות טובות להחליף תיאוריות, אך יש לזכור שגם בהפיכה של גולם לפרפר יש מוות, כזה שלו היינו או הגולם, היינו מתקשים להשלים איתו. כשאנחנו מדברים על פתרון, לסכסוך או באופן כללי, על מה אנחנו מדברים? אם נכבוש יחד עם ארצות הברית את איראן, יפסיקו הצרות? ואם תהיה מהפכה באיראן ונעשה איתם שלום? ואם נכונ נורמליזציה עם ערב הסעודית, והם "ירשו" לנו להמשיך לא להחליט מה לעשות עם יהודה ושומרון? אני מבקש לטעון שאין פתרון סופי. דפוס החשיבה שמבקש פתרונות סופיים מקשה עלינו לראות את המציאות כמורכבת ומשתנה. אליהו יוסיאן עלה לכותרות בתחילת המלחמה כשאמר שהיה צריך להרוג עשרות אלפי עזתים ב"שעות החסד" של השבעה באוקטובר. אני לא בעד. אבל גם ליוסיאן של סוף אוקטובר היה ברור שזה כבר לא רלוונטי, או לכל הפחות, שלפעולה כזו באותו הזמן יהיו משמעויות שונות מאוד.

רוח לאומית

כשהעם חושב בפתרונות סופיים, גם הפוליטיקאים חושבים ומדברים בפתרונות סופיים. לפעמים לא נעים לראות את מגוון הקשרים שבין החיים הפרטיים שלנו לקיומה של המדינה. אנחנו רוצים "פשוט לחיות", ושהמדינה תגן עלינו. אבל בישראל, תפיסה כזו היא אבסורד, הרי מי זו המדינה הזו שמגינה עלינו? אלו הם כל מי שמשרתים בסדיר ובמילואים, כלומר, אנחנו או הקרובים לנו. ופשוט מכך, מספיק לראות את חוסר היכולת או הרצון להחזיר את החטופים בחיים כדי לערער את התחושה שהמדינה מגינה עלינו. ההנדה אזרח-מדינה, כמו רוב ההנחות, מסייעת לנו להתגונן מפני הכאוס השורר במציאות, גם אם היא מועילה לקיום סדר החיים במדינה המודרנית. מדובר במוסכמה, או בהרגל מחשבת, שיום אחד מאבדים את הרלוונטיות שלהם. היום האחד הזה יכול להיות מצב חירום שצה"ל לא נוכח בו, שבו אין מדינה ולכן גם אין אזרח, אבל הוא יכול להיות גם מעבר לתקופה חדשה. כדי לפשט את הדברים, מקימי המדינה היו סוציאליסטים שחלמו למות למען המולדת, והילדים שלהם היו קפיטליסטים שרצו לחיות בדלת אמותיהם. במעבר הזה, יחסי האזרח והמדינה לבשו צורה שונה,

מתי אנחנו מתעוררים לפגוש את המוות? כשתיאוריה שלנו קורסת, או כשזוגיות באה לסופה, יש רגע חד שבו הקול הפנימי אומר לנו בשקט: "נגמר". או אז אנחנו פונים לאמץ מהר תיאוריה חדשה, או מצהירים בגאווה על בלבול ואגנוסטיות, או מכווצים את המצח וממשיכים להאמין בכוח או מציגים תגובה אחרת. במקרים רבים דווקא להמשיך להאמין זה הדבר הקל, כי לרוב הגדר לא נפרצת בבת אחת. תהא אשר תהא תגובתנו, אנו נוכחים ברגע החד. נוכחות היא לא בהכרח סבילה: כשמישהו שורד התרסקות מטוס ובוחר לסייע לצוותי ההצלה, זה ביטוי פעיל של נוכחות, כי מעשיו מראים על השלמה עם העובדה שהמטוס התרסק. לאותו מציל גם יהיה סיכוי נמוך בהרבה לפתח טראומה בהשוואה למוצלים. נוכחות היא גם לא הכחשה שקורה דבר מה חריג: "כן, ואז חילצתי את המשפחה שלי מהבית וחברתי לכיתת הכוננות... איך היה היום שלך?" הרגשות שעולים הם חלק מהמציאות, ויהיה זה מועיל להכיר בהם, אף שלא חייבים לפעול על פיהם. בשימוש שלי במונח "נוכחות" אני מתכוון לסוג של הכרה אובייקטיבית, אבל כזו שמנוגדת לתיאוריות, לנרטיבים, למילים. "היא נפרדה ממני כי יש לה טראומה מהאקס" – גם זו דרך לא לשהות עם כאב הפרידה. המחשבה הזו ממסגרת את האירוע, מציירת לו גבול: "הדבר הזה, הזוגיות, אולי מת, אבל הינה, יש לזה הסבר. אולי דברים אחרים לא ימותו". במדע, מושג האובייקטיביות קשור למושג התיאוריה, שבזכות הניסוח המדויק שלה נעשית לא-אישית, אבל ההנחה המובלעת היא שלמילים יש כוח לתאר את המציאות. אני טוען שהמילים הן כלי טוב לתקשורת, עם אחרים ועם עצמנו, אבל יש הרבה תחומים – הנוגעים להכרה ולתחושה – שהן לא מספיק מדויקות עבורם. כמו כל כלי, צריך להשתמש במילים, בתיאוריות, כשהן מתאימות. לפעמים באמת מתאים להגדיר את האירוע במשפט. אבל אולי בעוד כמה ימים כבר אפשר יהיה לשחרר את ההגדרה. לדעת מתי להשתמש ומתי לא להשתמש במילים זו מיומנות, בדומה לנוכחות עצמה.

אחת הסיבות שקשה לנו לשהות כך ברגע היא שיש בזה הכרה עמוקה במוות. להחליף תיאוריה ש"מתה" בתיאוריה אחרת אולי עדיף על דבקות עיקשת, אבל השהייה רומזת על כך שגם התיאוריה הבאה כנראה תמות, שכן בלידה טמון גם מוות. כשמישהו "מתפכח"

ומתברר שגם בדור שלנו הם לובשים צורה חדשה. אנחנו מושפעים באופן הולך ומעמיק מתרבות המערב, שבהכללה גסה סובלת ממשר משמעות. אבל המצב הביטחוני בישראל מייצר הזדמנויות מוחשיות מאוד להקריב ולהרגיש משמעותיים. כך, המדינה ממשיכה למלא את תפקידה כמי שנותנת משמעות להקרבה. "הטיול הגדול", למשל, לא יכול להיות בפשטות כיצאיה מהבית הבטוח אל הרפתקה ואל מסע התבגרות. לפעמים מתרחש ההפך הגמור: הבית לא בטוח, ואנחנו יכולים להתמסטר בזול בהודו. אבל ההזדמנויות האלו למשמעות לא מתאימות כמו כפפה ליד, שכן גם אצלנו קיים הרעיון של חיים משמעותיים כחיים של מימוש עצמי. ההכפפה של העצמי למשימה הלאומית מספקת משמעות זמנית, לא מלאה. לאחר שממלאים את החובה הלאומית, נותר פרויקט אישי של גילוי עצמי, ובכך אנחנו שוב מערביים.

מצד אחד, המלחמה מחזקת את תחושת ההקרבה הנלווית לחיים בישראל, ואז הם כביכול נראים ראויים יותר. מצד שני, כמו ניפוח בלון המחשב להיקרע, היא מעמידה במבחן את הקישור שאנחנו עושים בין הקרבה למשמעות. המדובר בקישור יסודי, שבא לידי ביטוי בדבריה של גולדה: "We Jews have a secret weapon in our struggle with the Arabs; we have no place else to go". אנחנו מוכנים להקרבה אישית, אבל רק בתנאי שיהיה ניצחון לאומי, שעצם קיומו מעיד עליו. הניצחון יוצר תחושת אלמותיות: מי שפגש בסכנה והצליח לגבור עליה, מרגיש ביטחון רב יותר ממי שלא פגש בה. הפעם איבדנו, המון ובמפתיע, ואין ניצחון הרואי. אולי אין ניצחון כלל. אנחנו מחפשים מתוך הרגל את תמונת הניצחון שתסמן לנו שהאירוע נגמר ואפשר לחזור ל"חיים". אבל כבר שנה שהמציאות לא מספקת לנו את הנרטיב שהורגלנו בו. מי שמנסה להשהות את המחשבות זמן רב כל כך משלם מחיר נפשי. העובדות שמדווחות בחדשות, למשל, נראות כתוקפניות, כי הן מזכירות לנו שעוד לא ניצחנו. כל מוות של חייל מביא עימו את השאלה, "כמה עוד נוכל לשאת?" צריך לומר בכנות, במלחמה מתים חיילים. זה לא אומר שצריך להפסיק להילחם, אלא שיש להשלים עם העובדה הקשה הזו, מבלי להפחית מן העצב והאבל. המשמעות של הקרבה שלא נלווה לה ניצחון היא שלא הצלחנו לברוח מהמוות. הפעם, אנחנו לא מצליחים לעטוף את המוות הממשי של משהו בתכלית כלשהי, או בסיפור נצחי שהוא פרק בו. המוות נשאר בלתי מאולף, שרירותי, ולכן מפחיד. לפעמים התזזית שהעם שלנו אחוז בה, של התנדבויות, תרומות, קריאות לאחדות, דאגה, חזרה בתשובה וכו' – נראית לי כמו תגובה לפחד הזה.

טבעו של עולם הוא ש"הסורים על הגדרות". תמיד אורבות לנו כל מיני סכנות שאין לנו הגנה מושלמת מפניהן. כיפת ברזל מעניקה לנו פנטזיית ביטחון כמעט מושלמת. אנחנו רואים בבירור את הרקטה המאיימת, ובכל פעם מחדש היא מיורטת על ידי טיל גדול יותר, חכם יותר. מאתגר לראות את הטכנולוגיה הזאת כהווייתה: כלי שמעלה מאוד את הסיכויים שלנו לא להיפגע מרקטה, אבל אינו מספק הגנה מושלמת. להבין זאת – פשוט, אבל לאמץ את הראייה הזו – קשה, משום שהיא מנוגדת לרצון הבסיסי שלנו לחוש מוגנים. אבל זה בדיוק האתגר: עלינו לסרב לברוח מהמציאות, ולהילחם בדרקונים האמיתיים ולא בדמיוניים. שימוש חכם בטכנולוגיה דורש ויתור על אשליית ההגנה ההרמטיות שלה. במקרה שלנו, טענתי היא שיש לנו הרבה טכנולוגיה, אבל לא אסטרטגיה ודיפלומטיה. בהגנה, כשאנו מיירטים רקטות אבל מגיבים בתקיפות לא משמעותיות, זו הסכמה להמשיך את ההצגה. חמאס מפגין בכפי העזתים מאמץ של התנגדות

לישות הציונית, וישראל משדרת ביטחון מפני אימים לאזרחיה. שני הצדדים מוציאים ממון רב לחיזוק תחושות שקריות בקרב העם, על חשבון שיפור אובייקטיבי כמו העלאת שכר המורים. ובהתקפה, מה המשמעות של תמרון ללא פעולה פוליטית-דיפלומטית? תמרון כזה הוא תוצאה של האשליה שכוח צבאי מהווה פתרון הרמטי. השכלנו להתגבר על כך בעבר: במלחמת לבנון הראשונה הפעלנו כוח צבאי, שאפשר מהלך דיפלומטי שבמסגרתו גורשו אלפי טרוריסטים מלבנון, וזה היה ההישג של המלחמה. תמוה בעיניי, שדווקא עם ישראל חושב שניצחון מגיע בכוח הזרוע. אנחנו דוגמה בולטת לאופן שבו אלימות חיצונית גורמת לעם לצופף שורות – "וכאשר יענו אותו כן ירבה וכן יפרוץ". העזתי הממוצע הוא צעיר המפותה להאשים את הישות הציונית בכל קשיי חייו. ברשתות החברתיות של העולם הערבי מעריצים אותו על עצם העובדה שהוא סובל. הוא מפחד מחמאס, שהיא תנועה אכזרית, וכנראה גם נמשך לכסף ולכוח שארגון הטרור מציע. בקצרה, פשוט להכאיב לו לא יגרום לו להפסיק לתמוך בחמאס. צריך לומר לו משהו, לרמוז לו על משהו שהוא יכול לעשות כדי לשפר את מצבו, שאם לא כן, אנו רק גורמים לו להקשיח את עמדתו. אבל כדי להתחיל בכלל לחשוב מה להגיד לאותו צעיר, איך לנתב אותו לתמוך פחות בחמאס, צריך לנטוש את התקווה שניתן לפתור את הבעיה כולה בכלים צבאיים. נתבונן בטענה הנפוצה שבמזרח התיכון מבינים רק כוח. במובלע, נטען שיש מקומות אחרים שבהם מבינים עוד דברים חוץ מכוח, כלומר הכוח הוא דרך להשפיע על הפסיכולוגיה של האויב, לא קסם. משהסכמנו על זאת, יש לנו כבר בסיס טוב יתר לדיון. אנו יכולים לטעון, למשל, שהאופן שבו אנחנו מציגים לאויב את האלימות שנפעיל עליו הוא חלק מרכזי בהשגת יעדי המלחמה. אבל כפי שארחיב בהמשך, אנחנו נמנעים מאוד מהפעלת לוחמה פסיכולוגית, וסובלים רבות מהלוחמה הפסיכולוגית שמופעלת עלינו.

ככל שמשלימים עם הפגיעות וחוסר המושלמות היסודיים של החיים, אפשר להשתמש בכלים כמו כוח צבאי ודיפלומטיה בצורה חכמה יותר. העניין הזה יכול לעזור לנו גם לגשר בין חילונים לדתיים. ההשלמה עם אי השליטה שלנו בגורל, עם קיומו של כוח גדול מאיתנו, יסודית בדתות רבות. חלקן גוזרות מכך סוג של פסיביות. בהינדואיזם ובבודהיזם, למשל, הדגש המרכזי הוא על עבודה פנימית, שקשורה בהשלמה עם חוסר השליטה על המציאות. אבל היהדות, בהכללה גסה, נוטה להגיב באקטיביות: "הכול צפוי והרשות נתונה". למשל, לדעתי יש שינוי בגישה של חלקים מהחברה החרדית כלפי גיוס לצבא כפעולה אקטיבית למען המדינה. במשך השנים המנגינה שנשמעה הייתה שמדינת ישראל נולדה בחטא ומתקיימת בחטא. בזמן האחרון נראה שהשיח עשיר יותר בפרטים: כבר אין מדובר בשלילה גורפת של המדינה, אלא על הבעייתיות של השירות המעורב של גברים ונשים, ועל הקושי ללמוד תורה במהלך השירות, כאילו אם היה מודל מתאים של שירות, הם היו מתגייסים. הירידה לפרטים היא פורייה, ומצביעה על נכונות לעבוד עם מורכבות ולהתפשר. החילונים יכולים להרוויח מירידה דומה לפרטים. רוב החילונים לא רוצים תוספת של שיעורי תורה למערכת השעות בבתי הספר הממלכתיים. שווה לשאול "איזו תורה?" ו"איך?" הרי התלמוד יכול לפתח חשיבה לוגית ויכולת דיאלקטית. ההיכרות עימו יכולה גם לשנות יחסו המלגלג לעיתים של הילד החילוני כלפי האדם הדתי, בראותו את החשיבה שהושקעה בגיבוש ההלכה. האחדות בעם, שמתחזקת על ידי הבנות עומק כאלו, וניהול המלחמה הן סוגיות הקשורות זו לזו במגוון אופנים. למשל, בדמוקרטיה, הממשלה נוטה להקשיב יותר לעם מאוחד,

דבר שמתבטא בין היתר בנייה המלחמה. היכולת של נציגי העם לקדם אינטרסים פרטיים גדלה משמעותית כשיש בעם שסעים שהם יכולים לנצל, ואילו כשהעם מאוחד אין סיבה להסתמך על קולותיה של קבוצת מיעוט.

מכורים למ"מ (מבצעים מיוחדים)

היחס שלנו לאלימות מורכב. יש לנו זיכרון שואה כפול: כבני תרבות המערב התוקפנית, וכקורבנות האולטימטיביים. גם בקורבנות יש שניות, כי עבור הציונות השואה הייתה הוכחה מוחצת לצדקת דרכה האקטיבית, ובו בזמן היא נוכסה כטיעון לזכותנו על הארץ, וניצולי השואה שולבו בחברה הישראלית. נוסף לזה את המציאות הביטחונית שמלווה את המדינה מאז הקמתה, למול הרצון להבדיל את עצמנו מהערבים: לפעמים הם חלשים ואנחנו חזקים, לפעמים הם ברברים והאלימות שלנו מנוהלת. מתחים מסוג זה, כשברקע הפחד היסודי מהמוות, מתנקזים למה שניתן לכנות "התמכרות למ"מ (מבצעים מיוחדים)". הפנטזיה הצבאית שלנו היא גיוס לסיירת מטכ"ל; אחריה, טייסים; בהגנה, כיפת ברזל; ואחריהם, לוחמת סייבר. אלו הם מיצוי האידאה של צבא מודרני: אריות מאולפים. זה הכי חזק, אבל זה לא יפגע בך. הללו גם מממשים אידאה של היעלמות ושל ניקיון. צה"ל משקיע זמן ומשאבים רבים בהכנות במקום בטוח כדי לבצע פעולות כירורגיות בעומק השטח. שאלת תם: למה צריך לבצע פעולות כירורגיות? אני מציע לשהות עם השאלה לרגע לפני התשובות המוכנות. אנחנו מבצעים פעולות כירורגיות כי אנחנו צריכים או כי אנחנו יכולים? ובכן, אנו עושים זאת כדי לצמצם סיכון לכוחותינו; מטעמים הומניטריים; וכשוט, כדי להשיג את המטרה. חימוש מדויק הוא... מדויק. אבל ההנחה המובלעת פה היא שקיימת מטרה ברורה, שניתן לכנותה מטרה מאגית: כאילו אם רק נחסל את האיש הרע המסוים הזה, משהו ישתנה. פירוק האפשרויות המורכבות של המציאות למטרות הוא דרך פעולה חשובה, בעיקר בארגון גדול כמו צבא, אך למול מטרות אלה נשמרת מידה של גמישות, אף של הדרג המבצעי הנמוך ביותר. בכתבה על "קרידו" - חלל שלדג, סיפר חברו לצוות שבאחד המבצעים הבחין אותו לוחם בפריט בצד החדר, דבר שהוליד מבצע משמעותי נוסף. ומהצד השני, לעיתים הדרג הגבוה ביותר, שאמור למצק את המטרות הראשיות מתוך מרחבי אי הוודאות, נגרר לעיסוק עקר במטרות פרטיות. עיסוק זה הוא, בין היתר, דרך להימנע מקבלת אחריות. לב העבודה של הקבינט אינו לתת אישור ירי למטוס שכבר נמצא באוויר, אלא להחליט מתי לצאת למלחמה, ומה המטרות שלה. במילים אחרות, מ"מ אמורים להיות טקטיקה, לא אסטרטגיה.

המטרות המאגיות מסתירות עניין נוסף: לפעולות יש משמעות מעבר להשפעה הקונקרטי של שלהן. לפעולות יש אתוס: הן יוצרות הרגלים, שבתורם יוצרים זהות. כשצה"ל לכד בהפתעה בחודש מרץ את מפקדת החמאס שחזרה לפעול בבית החולים שיפא, זו הייתה התחבולה הישראלית הגדולה הראשונה של המלחמה. היה לה ערך צבאי קצר וארוך טווח, אבל מעבר לכך, נזכרנו והזכרנו שלמרות הסרבול והניוון אנחנו עדיין "המִתְחַבְּלִים". הראש היהודי בפעולה. באתוס של המלחמה המודרנית ושל לוחמי הצללים יש

רתיעה מאלימות וכשהופכים את האלימות ל"משובחת" יותר, זה סימן לרתיעה יותר מאשר לריסון. בפרט כש"משובחת" פירושה מדויקת יותר, כלומר אלימות בלי אלימות, רצח בלי דם. יוני נתניהו מתאר במכתב למשפחתו את הפרקטיקה של ירי מטווח אפס, כדי להשתמש בגוף הקורבן כמשתיק קול. שהייה כזו בעין הסערה בהחלט יכולה ליצור תחושת אלמותיות, אבל באותה נשימה, גם לחזק את הפחד ממוות ומאלימות. ככל שכובלים את הזאב ביותר כבלים, ככה מפחדים ממנו יותר. וברובד עמוק יותר, אולי באמת אין זאב ואין כבלים, והדבר שאותו מרסנים הוא תולדה של עצם הריסון, אוסף הנגדות שאנחנו יוצרים ושאין מציאותיות. בין כה ובין כה, יש כאן אפשרות למהלך שהוא יותר מקרב נוסף במלחמה פנימית נגד הפחד או הספק, אלא משהו אחר, לא מלחמתי (שלטענתי יכול לעזור לנו לנהל מלחמות חיצוניות בצורה חכמה יותר).

מזווית אחרת, אנחנו לא רואים קונפליקט כחלק מרצף. אירוע מסוים לא נתפס מספיק כהמשך של האירועים הקודמים. כל פיגוע הוא טרגדיה חדשה, שוב פתחו לנו את תיבת פנדורה. באותו אופן, המ"מ מונגד לרציפות. הוא נקודה סינגולרית שכל המשאבים מושקעים בהגעה אליה. היעד מותק מהמרחב (המבנים והנוף שסביבו) ומהזמן (הפעולות הצבאיות הקודמות שבוצעו בו או בסביבתו). בניסוח פסיכולוגי, אנחנו משחזרים את הטראומה, או פשוט מכך, הטראומה מעוותת ולכן אנחנו עושים עוד טעויות. ההכרה בכך מפחידה, כי היא מוסיפה על כל הקשיים ספק עצמי, אבל גם מכילה את זרע השחרור, כי היא מאפשרת להפסיק לשחזר. טראומה היא מילה טעונה – בהרבה מקרים מקרים אנחנו פשוט כועסים, או מלאי רגשות נקם, והרגשות הגסים האלו מטים את שיקול הדעת שלנו. לדעת בו ברגע שאתה פועל מתוך כעס או שנאה (ולשנות את דרך הפעולה בהתאם) – זו משימה קשה, גם אם אין בה מורכבות פילוסופית. קשה כל כך, שלפעמים היא נראית לי בלתי אפשרית. אבל ודאי שמילוי משימה כזו הוא באפשר. אנו יכולים למשל, לא לשקר לעיתונות העולמית, בטח לא שקר בוטה שמתגלה מייד ומצביע על אינפנטיליות.

אלימות הנדסית

את האידאה של הלחימה המודרנית ניתן להבין גם כאלימות הנדסית. המצאת הרובה היא אם ההתקה בין ההחלטה לפגוע באחר למעשה הפגיעה עצמו. בהנפת החרב או במתיחת המיתר אין הפרדה ממשית בין הכוונה לביצוע של האלימות. יש רק את ההחלטה הראשונית להגיע לשדה הקרב, ולכן האידאה של הלחימה היא נוכחות (אלימה) מתמשכת, שממנה נובע רצף הפעולות והתגובות. הרובה הופך את התוקף למפקד, שמנהל יחסים אינטימיים עם מבצע האלימות הסופי, ואת המגן לפגיע בהרבה. אם כן, הלוחם מיותר – רובה "מרחף", נשלט מרחוק, מבצע אותה פונקציה התקפית, ואין לו את הפגיעות בהגנה. אבקש לטעון כאן, שהרחפן עם הרובה, שעשה שמות במלחמת רוסיה – אוקריאנה, הוא הסמל של שדה הקרב של דורנו (כפי שפצצת האטום סימלה את שדה הקרב בדור המלחמה הקרה). אך כבר עם המצאת הרובה הפשוט, הלוחם הבין בחוש שהוא אינו נחוץ עבור ביצוע האלימות במובן הפיזי ביותר שלה. כך, כמו הצייר שמבין עם

החלטה של ההנהגה המדינית (ולפניה, בקבלת לגיטימציה כזו או אחרת לכינון ההנהגה) ונגמר בפעולה צבאית קונקרטיית.

אבקש לטעון, שעלינו להיות נכונים לקרב, לא אלימים ולא פחדנים, ושהקיצוניות של שדה הקרב המודרני מקשה עלינו לעשות זאת. זכור לי שיח מתחילת המלחמה על הצורך "לדבר ערבית". השאלה היא איך מדברים ערבית בלי להיעשות ערבים, ועל הדרך: מה זה ערבים, ואיך זה שונה ממחבלים? גם כאן אפשר להצביע על ירידה נרחבת לכרטיס. אם המחבלים אלימים ומלאי שנאה, ואנחנו טהורים ומדגישים את רכיב ההגנה ב"צבא הגנה לישראל", אין לנו סיכוי. אנחנו נמשיך להיטלטל בין תגובות לא מספקות, כמו ההכלה של סבבי רקטות מעזה, לבין תגובות מוגזמות ולא עקביות, כי "הפעם הם שברו את הכלים". יש לזכור שלפני שאותם מפחידים השיגו רובים טובים ורקטות, הם היו זורקים אבנים ומפסידים במלחמות, ואנחנו זלזלנו בהם. הייתה לזה איכות אחרת – למשל, חיילים הלכו בלי חשש ברחובות ג'נין ועזה. הדבר סיפק מפגש "רך" יותר עם האיוב, שמתרגל לראות בלי לירות. והיו לכך נקודות עיוורון – למשל, היוהרה שבאי-יחוס חומרה לריבוי הנשק המוברח. ככל שאנחנו מבינים כיצד אנו רואים את הערבים ולמה, אנחנו מסירים את הלוט מעל הדימוי שלהם שיצרנו, ויכולים לחשוב בצורה רציונלית יותר. זה חשוב, כי כשאנחנו מפחידים "להתלכלך" מהתרבות הערבית, אנחנו יורים לעצמנו ברגל. הדוגמה המובהקת ביותר היא העבודה שאנחנו לא דוברים את השפה הערבית. מערכת החינוך נכשלת בהוראת הלשון הערבית, בוודאי המדוברת. מבחינה צבאית גרידא, יש לנו אינטרס בכמה שיותר חיילים דוברי ערבית. נוסף על כך, ידיעת השפה הערבית אינה מספיקה. בסופו של דבר מדובר במילים, ובלי הנכונות לפגוש בזר, להבין אותו ומתוך כך גם את עצמנו, התרגום נשאר טכני.

שיקופה של מציאות קשה קשור להכרה, ויש לו כוח מרפא. עצם ההכרה בכאב, בתחושת כישלון או אובדן, גם מבלי להשלים עימם, משחררת וכאילו מעלה אור בחדר חשוך. טבח השבעה באוקטובר והאירועים שבאו אחריו השפיעו על כל אחד באופן שונה, אך ישנה גם רוח כללית שמתעצבת בעם: זיכרון, נורמות חדשות, הרגלים, שילכו ויתגבשו עם הזמן. חגי תשרי בעתיד הנראה לעין יהיו כמו יום העצמאות, שמחה מהולה בעצב. הכאב הגדול גם הציף הרבה כאבים ישנים, פתח לדיון את מה שנדמה היה שנחתם. בכל זה אני רואה הזדמנות לביסוס אותה הכרה מרפאת, ולהתבגרות. שיתפתי במאמר כמה ניתוחים בכיוון הזה, שגם עזרו לי בחיים האישיים ובמילואים במהלך המלחמה.

נספח: מחשבים את הקץ

למתמטיקה ולמחשבים מקום מרכזי בחייו של האדם המודרני, ולעיתים קרובות הוא משתמש בהם כדי להתרחק מעמימות וחוסר ודאות. זאת בעזרת ההצהרה על אי-ידיעה, שמספקת נחמה פורתא – לפחות יודעים שלא יודעים. מבחינה מתמטית למשל, אנחנו לא יודעים אם ירד מחר גשם, אז אנחנו מעריכים שיש סיכוי של 60% למטר. יכול להיות שהחישוב מצוין, העניין הוא הצורך שלנו במספר שייתן לנו ביטחון. במחשבים מתרחשת פעולה דומה,

המצאת המצלמה שהוא אינו נחוץ עבור ייצוג גרידא, הלוחם מחפש משמעות. והחיפוש אינו עקר, כיוון שהפעולות האנושיות טעונות במשמעויות שמעבר לאלו המיידיות, גם כשהן מתיימרות לשמור על פשטות. הצלם, כמו הצייר, בוחר לייצג את המציאות מזווית מסוימת. באותו אופן, כשהלוחם המודרני הולך בגאווה עם הרובה תלוי על כתפו, הוא פועל פעולה דומה לזו של הלוחם עם החרב בנדן. הרובה בבודדת – החרב מחוץ לנדן; הרובה טעון – החרב מונפת. ההתקה בין הכוונה לפעולה לא הופכת את האלימות ללא תקשורתית, למשהו שמחוץ לאדם או למרחב האנושי. מה שקורה הוא שהטכנולוגיה מפרקת את התווך שבין הכוונה לפעולה לאוסף פעולות פשוטות, או במילים אחרות, מהנדסת את האלימות. בכך היא משנה את טיבה של הפעולה, ולעיתים גם של הכוונה.

בנידון דידן זה קורה כך: הרובה ממזער את הזמן והמרחב, ובכך מתמיר את הלחימה ממעשה של נוכחות למעשה של הסתתרות. המורא שהצבא מטיל בנוכחותו הוא חלק מהקרב הקלאסי. הוא מתפקד בתור הרקע למשא ומתן בין המפקדים או ללוחמה הפסיכולוגית. במילים אחרות, הלוחם בועל את שדה הקרב. חדירה כזאת היא מטבעה אסרטיבית, אבל לא בהכרח אכזרית. המרחב של שדה הקרב הקלאסי מזמין תקשורת שבמסגרתה ניתן, למשל, להיכנע. אך בשדה הקרב המודרני לא מספיקים להבדיל בין אויב לחבר, קל וחומר לדבר איתו על כניעה. היחסים בין הצדדים הלוחמים מתאפיינים בהסתתרות והתגלות קיצוניות, במרכזיות של אלמנט ההפתעה, עקב המהירות הלא אנושית. כך, הלחימה הופכת למעשה פסיכופתי, מעין פשע, והגבול בין אסרטיביות לאכזריות מיטשטש. במערב, רבים אומרים שהלחימה היא מטבעה מעשה פסול מוסרית ואכזרי, אבל התפיסה הזו מתעלמת מהצורך בהגנה עצמית. הצבא שלנו מודרני במיוחד, ולכן אנו מושפעים מאוד מהמאפיינים של שדה הקרב המודרני. הגבריות הישראלית, למשל, מתעצבת בצל הטשטוש הזה שבין אסרטיביות לאכזריות, לצד החרדה שמלווה את סכנת החיים המיידית. אני סבור שבעיקר מאז המלחמה, הגבר הישראלי קונפליקטואלי, תגובתי ולא רגוע. הוא קר רוח ברגע האמת, אבל אימפולסיבי בחיי היומיום. ההשפעות האלו על הישראלים מייצרות אדוות, כיוון שדימויים, כמו דימוי הגבר הישראלי, לא רק מתעצבים על ידי הנסיבות אלא מקבלים חיים משלהם. כך, למשל, צעירים שלא היו לוחמים – ואלו למעשה רוב הצעירים בארץ – מאמצים התנהגויות שנולדו בשדה הקרב, הממשי או המטאפורי. זה גם מדגים את האחריות שיש לנו על ההשפעות שאנו מושפעים מהלחימה, כביכול באופן סביל.

הטרמינולוגיה של "קלאסי" ו"מודרני" עלולה לרמז על נוסטלגיה ל"קרבות טבעיים, של גברים אמיתיים", שאני מתנער ממנה. אי אפשר להחזיר את הגלגל לאחור, ואין טעם לעסוק בכך. אך מועיל להבין את ההקשר שבתוכו מתקיימת האידיאה של הלוחמה המודרנית. כי גם הטרוריסט הוא לוחם מודרני, אלא שיש היבטים בחייו שלא עברו מודרניזציה. בפרט, הוא לא אזרח במדינה מודרנית: הוא חי, למשל, בחברה שבטית, או בשטח במדינה מודרנית ששוואף לעצמאות. המשותף: הוא אוחד בכלי נשק אך אינו חייל במובן המודרני של המילה. הסמכות להפעלת אלימות לא עברה את תהליך ההנדוס שקורה במדינה מודרנית, שהוא תהליך מורכב המתחיל בקבלת

בכיפת ברזל מתך הדחקה של חומרת השנאה כלפינו בעזה, לא מנענו שפיכות דמים רבה. ככל שנפזר אבקת AI על מגוון הבעיות בצבא ובשאר הארגונים בחיינו, נרוויח יעילות בטווח הקצר לצד ערפול בטווח הארוך. בינה מלאכותית היא לא סתם דוגמה. זו טכנולוגיה שבין היתר הופכת אותנו להרבה יותר מנהלים והרבה פחות עובדים, בדומה לרובה שנזכר, שהופך כל חייל למפקד. אנחנו נדרשים בעיקר להתנסח, והבינה המלאכותית מבצעת. לכן, החזון שהאדם הרגיל יידרש לפתח דומה בהיקפו לחזון שנדרש עד לא מזמן מהמנהלים והמנהיגים. יהיה קשה הרבה יותר לומר בהגינות "אני רק ממלא פקודות". הטכנולוגיה מעמתת אותנו עם המוסריות של עצמנו, ועם מידת האומץ שלנו לקבל החלטות מול המציאות המשתנה. בדומה לתוצאה של המצאת המצלמה – יראו אותנו, וחשוב מכך – נוכל לראות את עצמנו.

רק מורכבת ומקיפה יותר. לא סתם מצמידים מספר לתופעה, אלא מתרגמים את כל עולם התופעות לאוסף של מספרים מוגדרים היטב, ומבצעים עליהם פעולות. תמונה הופכת לפיקסלים, כתב יד הופך לפונט אחיד, שיחה חיה הופכת להתכתבות בצ'ט או לפוסט עם תגובות. אנחנו יוצרים רף גבוה מאוד של "מוגדרות", ומתרגלים לחשוב שמאחורי כל תמונה יש אוסף פיקסלים. כלומר, גם אם משהו נראה לא ברור, הוא בכל זאת ברור, מנוהל מאחורי הקלעים. נדמה לנו שבעצם פירוק התמונה לפיקסלים הבהרנו בה משהו, כשבעצם רק איבדנו אינפורמציה. דפוס החשיבה זה משפיע גם על הגישה שלנו לשדה הקרב. מרחבי אי-הוודאות בחיינו הצטמצמו משמעותית, אך הקרב הוא עדיין ממלכת אי-הוודאות, וניסיון ליצור בו ודאות מזויפת מתוך הרגל הוא דבר מסוכן.

במבט לעתיד הקרוב, בינה מלאכותית היא דוגמה לטכנולוגיה נוספת על כיפת ברזל שאני מעריך שתפצה על ניוון מוסרי. כשניגשים ליעל תהליך בעזרת בינה מלאכותית, זו הזדמנות לחשוב מחדש על התהליך באופן כללי, ובפרט על היחס שלו לתהליכים אחרים שעוברים גם כן ייעול בעזרתה. כדי לנצל את ההזדמנות הזו דרוש חזון, שהתהליכים והטכנולוגיה כפופים לו, ולא להיפך. כלומר, נקיטת עמדה יזומה כלפי המציאות, שדרושה לה הבנה, גם אם בסיסית, של אותה המציאות. דוגמה אקטואלית לכך היא ההטמעה של מערכות בינה מלאכותית יוצרת (GAI) כמו ChatGPT בחברות השונות. נניח שבחברה כלשהי לכמה עובדים יש חלק במשימה קבועה: מקבלים מידע במייל, מעבירים אותו לפורמט של טבלת אקסל, מבצעים על גביה חישוב, מעלים את תוצאת החישוב לדיון, ושולחים את מסקנת הדיון במייל חוזר. הנהלה עם חזון מסוגלת לקיים שיח מושכל בשאלה אם אפשר לתת לבינה המלאכותית להגיב לבד למייל, או לתת לה לנסח תגובה ולאשר אותה בדיון הקבוע וכו'. לחברה חסרת חזון אין את הדבר שלאורו מתקיים השיח, ולפיכך התהליכים הם תוצר של הרגלים, אינטרסים ואמונות נקודתיות או אישיות, היינו של נסיבות. אנשים מבינים בחוש כשזה המצב, אפילו אם ערכי החברה תלויים על הקיר, ונוטים להימנע מהסיכון, בדוגמה שלנו – לא לשנות את שיטת העבודה. מה שכל עובד יכול לעשות במצב שכזה, הוא לתת לבינה המלאכותית לבצע את החלק שלו בתהליך הישן. לעיתים קרובות זה לא ישפר את היעילות, כי חלוקת המשימה אינה מתאימה לכלי. לעומת זאת, הנהלה עם החזון ומנהיגות מסוגלת לחשוב מחדש על התהליך ולשמור על הרלוונטיות של החברה. ערכו של החזון הוא הרבה מעבר ליעילות המסוימת שהושגה: העובדים בחברה הזו הם אנשים שיודעים קצת יותר להסביר לעצמם למה הם עושים את מה שהם עושים. זה הרי תנאי הכרחי, גם אם לא מספיק, למוסריות. כדי לפעול בצורה ראויה, צריך להאמין שניתן לדעת מה ראוי. שחיתות, או ריקבון מוסרי, צומחים מתוך אוסף של החלטות לא אמיצות, שעוטפות את החיים במעין ערפל. טכנולוגיה עלולה לעבות את הערפל, למשל, כשהיא זוכה למעמד מאגי: "אני לא איש מחשבים אז אני לא מבין איך זה עובד, אבל אני יודע שתכל'ס, בתוצאה זה יותר טוב". אם כן, להחזיק בחזון משמעו להיות לא ניהיליסטי, אבל גם לא עקשן לגבי מטרות לא רלוונטיות. בשני הקצוות יש קיפאון, משהו מת, ובמובן הזה הם לא כל כך רחוקים. גם כשצועקים וגם כששותקים שתיקה רועמת, מנסים לא לדבר. כשהשתמשנו



נמרוד נקדימון, בטיול אחרי צבא/מילואים במזרח.
מייל: nimrod@nakdimon.com

מדור האומנות

שיר אופטימי

יוני שץ

תנשום קצת אוויר
תחוש בזרימה
תטעם קצת תקווה
תפשיר אל מול שמש חמה

תשחרר נשימה
תוציא עוד שריקה
תעוף על הרוח
תשמע שוב בדיחה מצחיקה

תרקוד עוד ריקוד
תדלג בריצה
תפזז ותשיר שוב כמו עצמך
תשוב אל החום, אל הרוך... של אמך
תטעם מאותה אהבה טהורה

תלמד עוד פתגם
תבהה בענן
תתגלגל על הדשא
תשתה עוד טל רענן

תשמח תחייך
רק כמה שאפשר
ויותר תאהב תחבק
תקבל ותכיל
ותשוב אל הבית עייף
על השביל



יוני שץ, בוגר מחזור ב' באלפא טכניון

כיום אני עוסק בניתוח נתונים, ולצד זאת בריקודים סלונים ולטיניים.
אני משתמש בשירים כדי לפרוק ולסדר את המחשבות שלי, בתקווה שיתנו נקודת אור לאנשים בתקופות ובזמנים שונים.
מייל shatz.yoni@gmail.com

הסיפור השקוף

מאור קימל

הסיפור השקוף הוא סיפור מיוחד, אחרי שעות בלי ביקורת הוא נהיה זן נכחד. הוא נכתב בפירוט כמו מגילה, אבל מה זה משנה, לא כותבים עליו אף לא מילה. הוא נשלח בקבוצה בדרך אנב ואחרי כמה דקות הוא נבלע בהודעות מלפניו ומאחוריו. עוברות השעות ועוברים הימים, כלום לא השתנה, עדיין אין קוראים.

האם בכלל יש עוד טעם לחכות, אם אני יודע שהסיפור לא הולך לקבל מאף אחד תגובות? עם כל רגע שעובר עולה הייאוש, למה טרחתי בכלל לכתוב אותו, למה הייתי כל כך נחוש? כי על הסיפור השקוף לא יתנו אף ביקורת, כאילו שחושבים שמלקרוא אותו תיגרם להם צמרמורת.

השקעתי בו הרבה, נתתי את הנשמה, ובסוף אין מענה, איזו תדהמה. כנראה שאת הסיפור אף פעם לא יפתחו, לעבור על השורה הראשונה בנס יטרחו. לכן, אני יכול לכתוב בו כל דבר איום ונורא, כי כשיישלח בקבוצה, לא יהיה אחד שיקרא. אני יודע זאת מראש, אין על מה להתאבל, על הסיפור השקוף לאף אחד לא יהיה כוח להסתכל.

אני תוהה אם כדאי בכלל לכתוב עוד סיפורים, כשאתה יודע מראש שאת הסיפור שלך לא קוראים.

בגלל שאין ביקורת אני כבר באבל, ככה זה לדעת שסיפור שכתבת יגמור לו בפח הזבל. אם מישהו יגיב לי אני כבר אופתע, לא ציפיתי לקבל מהסיפור אפילו לא פרוטה.



מאור קימל, בוגר מחזור ו' אודיסיאה תל אביב מסלול פיזיקה.
מהנדס חשמל באלתא במסגרת השירות הצבאי וסטודנט לתואר
שני בהנדסת מכונות בטכניון.
אוהב לכתוב סיפורים קצרים ושירים בחרוזים.
מייל: kimmelma2@gmail.com

בצלצול השעון העשירי

יעל הלמן

ידה נעה אל חצאיתה, אוחזת בזה. הם היו במרחק השטת זרועה בלבד כשהוא נעצר בפתאומיות. בלי לחשוב לרגע ולשקול את צעדיה, היא צמצמה את הפער, ידה נשלפת מחצאית שמלתה התכולה במהירות. כשהרגשות שולטים בה, היא נעצה בגבו את הפגיון העתיק, מרגישה את חייו האדומים עוזבים את גופו החם. סוף סוף. אחיזתה בכת החלקלקה התהדקה. "אמא" מלמלה לעצמה, אוחזת בחוזקה בלהב הטקסי שירשה מאביה, "נקמתי"

לפתע נהדפה לפניו, אדום מכתים בד כחול. בתחושה של ניתוק מרוב התעלות והפתעה, היא שלחה את ידה לאחור, האחרת עדיין לופתת את הנשק שבעבר היה כסוף. משהו חם ורטוב. לפני שהספיקה לעכל את שקרה, היא הרגישה עצמה נדחפת עוד כמה פעמים. בעודה נופלת, מלאת הפתעה, ראתה מספר דמויות מטושטשות ממהרות אל הגופה המוטלת על הקרקע, נזהרות שמא ידרכו על הפגיון שנח זרוק בשלולית האדומה. את צלצול השעון העשירי בקושי שמעה במעורפל. דמויות נוספות התקרבו אליה באיום, אך בשלב זה כבר לא הצליחה לראות דבר מעבר. עיניה נעצמו לפני שהגיעה אל הקרקע, ואת הפגיעה לא הרגישה כלל.

הם חייכו אליה. אמה מלאת החום והשלווה, אביה בעל הגב הזקוף והעיניים החכמות, אחיה הקטן והתמים. הם הביטו בה מבעד לערפל הלבן וחייכו. גם היא חייכה. פניה קרנו כשהרפתה מהפגיון הכסוף הנוצץ, והיא רצה אליהם בהקלה. סוף כל סוף להתערור מהסיט הנורא הזה. סוף כל סוף לפגוש אותם שוב.

קילומטרים רבים דרומה משם, במגדל אבן גבוה ומאיים, ישב בנחת אדם בנוי וגבה קומה. שיערו הזהוב נח בחינניות על ראשו, ותוויו פניו החדים נראו תמימים כמעט בעודו שרוע על כיסא העץ המרופד. לפתע נפקחו עיניו וסרקו את סביבתו כאילו רק עתה חזו בחדר לראשונה. מבטו התכול התקבע על החלון הקטן בקצה הצפוני של החדר, וזיק פתאומי הופיע בעיניו.

"אהמ..." מלמל לעצמו בחיוך יודע דבר, "מעניין".



יעל הלמן, בוגרת מחזור ז' של אלפא תל אביב.

חיילת בחיל התקשוב ביום ותולעת ספרים בכל שאר הזמן.

אוהבת לכתוב, לצייר ולצפות בכוכבים.

מייל: yaela.halman@gmail.com

היא הזדקפה והתארגנה במהירות, לא נותנת לעצמה לבזבז אפילו רגע. היא חיכתה ליום הזה במשך שנים, אין סיכוי שתיתן לעצמה להתעכב ולפספס את ההזדמנות הנדירה הזו רק בשביל להסתרק. עברו כבר שלוש עשרה שנים מאז אותו לילה גורלי, אך הזיכרון היה עדיין טרי במוחה, כאילו נוצר אתמול. הכאב, חוסר האונים, אותו פחד משתק מהול בזעם, כל אלה יישארו איתה עוד שנים רבות, אולי אפילו לשארית ימי חייה. לא שזה באמת משנה, בשנים האחרונות היא חיה רק כדי לראות את היום המיוחל מגיע. ולבסוף, אחרי זמן רב מדי, הוא אכן הגיע

עטוית ברדס ומצוידת היטב, היא יצאה מהבית הרעוע, נעה במהירות בחסות החשיכה. מרחוק היא הצליחה לראות את יעדה – מבצר מואר בלב הלילה השחור, רחב ידיים ומרשים במבנו המוצק – כשנשמע צלצול השעון. היא החישה את צעדיה, הזמן קצר והדרך עוד ארוכה. מתנשפת, היא הצליחה להגיע אל פתח מבצר האבן בדיוק בצלצול השעון השמיני. הכל לפי התוכנית. היא נתנה לעצמה מספר רגעים להסדיר את נשימתה בצל החומה המסותתת. אז חמקה פנימה במיומנות, חולפת ביעף על פני גבירות לבושות שמלות הדורות וגברים בלבוש מכובד לא פחות. הברדס מצא את מקומו לרגלי אחד מעמודי התאורה הרבים בכניסה, ולהמון הצטרפה אורחת נוספת לבושת שמלה פשוטה ביחס לאחרות – אם כי עדיין יקרה להחריד. היא בפנים.

נאומי האירוע החגיגי כבר נגמרו בשלב זה של הערב, לפחות לפי התוכנית שטרחה לשנן מראש. האנשים, עוטי מסכות יפות ממשי ומאבנים יקרות, היו פזורים ברחבה ההדורה, רוקדים, משוחחים בנימוס מזויף ויורקים מחמאות ריקות כרעל. היא נעה בים האנושי במהירות, סורקת את ההמון הצבעוני בחיפוש אחר אדם גבוה בעל ראש צהבהב. הוא חייב להיות כאן. מבטה רפרף על הפרצופים החולפים. לא משנה מה, הוא חייב להיות כאן. לא יכול להיות שטעתה. לא יכול להיות שתיאלץ לחכות עשר שנים נוספות.

בדיוק כשהתחילה לתהות אם, אולי, הוא בכל זאת לא יגיע, קלטו עיניה זיק זהוב בקהל האנשים ההומה. היא התמקדה בו, חוששת לפתח תקוות שווא. כן, אותו שיער קצר ובהיר, אותן עיניים תכולות כקרח, אותו גוף בנוי, ואותם תווים חדים. גם אחרי שלוש עשרה שנים היא הצליחה לזהות אותו ברגע. אמנם הוא היה מבוגר קצת יותר וזקן קל עיטר את פניו, אך לא היה ספק, זה הוא. היא מיהרה לכיוונו, מנסה לשלוט בהלמות ליבה הפועם בקצב. רק עוד קצת, אמרה לעצמה בעודה עוקבת אחריו לאזור שקט יותר.

למרות תדמיתו החברתית, הוא העדיף מקומות שקטים וריקים מאדם, עובדה שהכירה והודתה עליה בכל ליבה. במיוחד בפגישתם המחודשת מקץ שלוש עשרה שנות ציפיה. המרחק ביניהם המשיך להצטמצם בעוד האנשים מסביב החלו להיעלם. כמה צעדים נוספים, והם הגיעו לאזור ריק מאדם. נשימה עמוקה. הגיע הזמן.

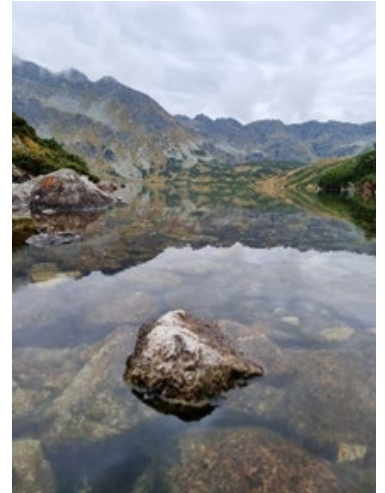
תמונות נוף

נועם מורן

תמונה שצילמתי לפני הרבה שנים בקיבוץ רמת דוד בזמן טיול בקיבוץ עם חבר.



תמונה זו צולמה בשטח מישורי על פסגה של אחד מהרי הטטרה שבסלובקיה. האגם בצילום הוא תוצר של התנקזות מי שלגים וגשמים מפסגות גבוהות יותר. צילמתי את התמונה בשנה שעברה בטיול משפחתי.



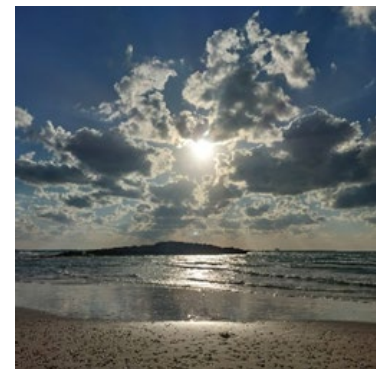
תמונה נוספת שצילמתי בטיול לסלובקיה. משפחתי ואני היינו בדרך לטיול אופניים, וכשראינו את הנוף הייתי פשוט חייב לצלם. זהו אחד הנופים היפים שראיתי, ואני לא חושב שהתמונה עושה עימו חסד.



תמונה שצילמתי עם טלפון נייד דרך טלסקופ. היה קשה מאוד להשיג תמונה יציבה משום שהיה צריך לוודא שהטלסקופ מכויל בדיוקנות ושהטלפון לא זז.



את התמונה הזו צילמתי תוך כדי geocaching עם בן דוד שלי. היינו צריכים להגיע לאי הקטן הזה כדי למצוא מיני קפסולה מתחת לסלע.



נועם מורן, בוגר מחזור ג' באלפא טכניון, מתחיל ללמוד הנדסה ביורפואית השנה.

כותב ספרים ושירה, מנגן ומלחין מוזיקה, מצלם רגעים יפים. חובב מושבע של טיפוס על קירות מפלסטיק (aka bouldering) ובדיחות אבא (כמה שיותר מטופש יותר טוב) מייל: noammoran1@gmail.com

כתב העת של רשת אסכולה | אוקטובר 2024

עיון ערך:

10



אסכולה
רשת הבוגרים



מרכז מדעני העתיד
MAIMONIDES FUND