



העצים שמדברים זה עם זה

מתוך "נפלאות הבריאה"

מלקט ועורך: ש. אייזיקוביץ

eisikovits1@gmail.com

הגיליון מופיע באתר 'לדעת' וכן ניתן לקבלו לאימייל מדי שבוע על ידי
שליחת בקשה. eisikovits1@gmail.com, ל

058-4852-443

אודה לכם אם תעבירו את העלון לאנשיכם או כתובות של נציג עלון. אשמח לקבל
הערות מחכימות ובל"נ אשתדל להתייחס אליהם. גם רשות להדפיס / לחלק / להעתיק
/ לשמור. - בשעת הצורך הרשות נתונה לאמור מהדברים שבעלון אף שלא בשם
אומרם. אבל הבא להדפיס וידפיס בשם אומרם. יביא גאולה לעולם. כמו כן יש אפשרות
לקבל כל עלון בכל שפה כמעט שתרצו בתרגום של ווארד .

החיבור הראשון הופיע במסגרת

'מפעל ליקוטי שמואל'

"זה היום עשה ה' נגילה ונשמחה בו"

בשעה טובה ומוצלחת, בסייעתא דשמיא, רואה אור ספר חדש ומפעים

ליקוטי שמואל – חומש בראשית

לאחר שנים של עיון, איסוף, ליקוט ועריכה, יוצא לאור ספר ייחודי המאגד –סוף מעשה במחשבה תחילה
את מיטב הקטעים, המאמרים, הסיפורים והמשלים שהופיעו בעלוני פרשת השבוע בשנים האחרונות.
דברי חזן ושכל טוב, שנבחרו בקפידה וערוכים בטוב טעם, כדי להחיות את הלב ולהאיר את השולחן



מתוכן הפרקים: רעיונות מאירי עיניים לפרשיות השבוע • משלים מעוררי מחשבה •
סיפורים נוגעים ללב • פנינים להעשרה ולהעברה בשולחן שבת



מתאים ללימוד אישי, למסירת דבר תורה ולשיחה משפחתית



ערוך ומוגש בעמל רב על ידי הרה"ג שמואל אייזיקוביץ שליט"א



כעת למכירה במחיר שווה לכל נפש – כרך ראשון על חומש בראשית

60 ש"ח

בלבד



להזמנה:

<https://dash.bookpod.co.il/product/2231>

העצים שמדברים זה עם זה

הרשת הסודית שמתחת ליער

כשאנחנו נכנסים ליער, אנחנו רואים עצים. עץ גבוה, עץ נמוך, גזעים, ענפים, עלים וצל. כל עץ נראה כמו יצור עצמאי שעומד במקום שלו ונלחם לבדו על אור, מים וחומרי הזנה. אבל אם היינו יכולים להסתכל כמה סנטימטרים מתחת לפני הקרקע, היינו מגלים תמונה שונה לחלוטין. מתחת לרגלינו מסתתרת מערכת מסועפת של שורשים, חיידקים ופטריות, ובמקומות רבים גם קשרים בין שורשי צמחים שונים. חלק מהפטריות הללו חיות בצמוד לשורשי העצים ויוצרות איתם שותפות מיוחדת - מעין רשת תת־קרקעית המחברת בין צמחים. הקשרים האלה נקראים **מיקוריזה**.

וזה כבר הופך את היער למקום הרבה יותר מעניין.

פטרייה אינה רק ה"כובע" שאנחנו רואים לפעמים מעל הקרקע. עיקר גופה של פטרייה נמצא בדרך כלל בתוך הקרקע, בצורת קורים דקים מאוד הנקראים היפאות. הקורים האלה יכולים להתפשט בין חלקיקי הקרקע ולהגיע אל שורשי צמחים. כאשר פטרייה יוצרת קשר עם שורש של צמח, היא יכולה לקבל ממנו סוכרים וחומרים אורגניים שנוצרו בתהליך הפוטוסינתזה. בתמורה, הפטרייה מסייעת לצמח להשיג מהקרקע חומרים כמו זרחן וחנקן, ולעיתים גם משפרת את יכולתו להגיע למים ולחומרי הזנה נוספים. זהו שיתוף פעולה עתיק מאוד שיצר הבורא

בחוכמתו. למעשה, קשרי מיקוריזה נחשבים לאחד מסוגי השותפות החשובים ביותר בין צמחים ופטריות, והם קיימים אצל מספר עצום של צמחי יבשה.

אבל כאן מגיע החלק המרתק.

כאשר אותה מערכת פטרייתית מקושרת לשורשים של יותר מצמח אחד, נוצרת אפשרות לחיבור בין צמחים שונים מתחת לאדמה.

החוקרים מכנים זאת **Common Mycorrhizal Network** – **רשת מיקוריזה משותפת**.
ובשפה פופולרית יותר נולד הכינוי:

Wood Wide Web – **"האינטרנט של היער"**.

האם עצים באמת "מדברים"?

לא במובן שאנחנו רגילים לחשוב עליו. עץ אינו שולח הודעת טקסט לעץ אחר. אבל צמחים מסוגלים לקלוט ולשדר אותות כימיים, והם מקיימים אינטראקציות מורכבות עם פטריות ומיקרואורגניזמים שבקרקע.

למשל, שורשים של צמחים יכולים לשחרר חומרים כימיים המשפיעים על הסביבה הקרובה להם. פטריות מיקוריזה עצמן משתמשות באותות מולקולריים כדי לזהות את הצמח ולהתחיל את הקשר איתו. כלומר, מתחת לאדמה מתרחש כל הזמן "דיאלוג" ביולוגי מורכב.

לא מילים.

לא קולות.

אלא מולקולות, חומרים, אותות וקשרים פיזיים.

ומה עובר ברשת?

כאן נמצאת אחת התעלומות המעניינות ביותר. מחקרים במערכות שונות הראו שאפשר למצוא העברת חומרים בין צמחים המחוברים באמצעות רשתות מיקוריזה. מחקרים שהתבססו על איזוטופים מסומנים, למשל פחמן וחנקן, אפשרו לחוקרים לעקוב אחר תנועת חומרים ולבדוק אם הם עוברים מצמח אחד לאחר.

בסקירה מחקרית שפורסמה ב־2023 נאספו מחקרים שבחנו העברת פחמן וחנקן בין צמחים באמצעות רשתות כאלה. נמצאו מקרים שבהם עברו כמויות מדידות של חומרים בין צמחים, אם כי מידת ההעברה והמשמעות שלה משתנות מאוד בין מערכות שונות.

וזה חשוב.

כי מכאן התחיל להיווצר סיפור פופולרי מאוד: עצים גדולים "מדברים" עם עצים קטנים, מזהים את הצאצאים שלהם, מעבירים להם מזון ומזהירים אותם מפני סכנות. הסיפור הזה מרתק. אבל המדע קצת יותר מורכב.

האם יש "עצי אם"?

בשנים האחרונות הפך המושג "**Mother Trees**" – **עצי אם** לפופולרי מאוד. הרעיון הוא שעצים גדולים וותיקים, המחברים לרשתות תת-קרקעיות, עשויים להיות מרכזים חשובים ביער ולהיות מקושרים לעצים צעירים.

יש מחקרים מעניינים בתחום, אך גם ביקורת מדעית משמעותית על חלק מהפרשנויות. בשנת 2023 פרסמו שלושה אקולוגים בכתב העת *Evolution & Nature Ecology* ניתוח ביקורתי של המחקר בנושא. הם הזהירו שחלק מהטענות הפופולריות על רשתות פטרייתיות ביערות קיבלו בתקשורת משמעות רחבה יותר ממה שהראיות מאפשרות לקבוע. לדבריהם, הראיות לכך שרשתות כאלה נפוצות בכל היערות, או שעצים בוגרים מעבירים באופן מועדף משאבים ואותות הגנה לצאצאיהם, אינן מספיקות כדי לקבוע זאת באופן כללי. כלומר, יש כאן תופעה אמיתית ומרתקת – אבל לא כדאי להפוך אותה לאגדה. ובכל זאת – משהו בהחלט עובר.

למרות הוויכוח על הפרשנות, עצם האפשרות של העברת חומרים דרך רשתות פטרייתיות היא תופעה מעניינת מאוד. מחקרי איזוטופים הראו שבמערכות מסוימות יכולים לעבור פחמן וחנקן מצמח אחד לאחר. בסקירה אחת נמצאו טווחים רחבים מאוד של העברת פחמן וחנקן, דבר שמדגיש עד כמה התופעה תלויה במין הצמח, במין הפטרייה ובתנאי הסביבה.

ויש כאן רעיון מפתיע:

היער אינו רק אוסף של צמחים שמתחרים זה בזה. הוא גם מערכת שבה יצורים שונים יכולים להיות קשורים זה לזה בשותפויות. עץ אחד יכול להיות תלוי בפטריות. הפטרייה יכולה להיות קשורה לשורשים של צמחים נוספים. והקשרים האלה יכולים להשפיע על הדרך שבה חומרים עוברים במערכת האקולוגית. היער משפיע על עצמו.

הקשרים בין עצים לפטריות אינם פרט שולי.

מחקרים בקנה מידה גדול מצביעים על כך שסוגי המיקוריזה הקיימים ביער קשורים למבנה היער ולמגוון המינים שבו.

במחקר שפורסם ב-2023 נבדקו 43 חלקות יער גדולות ברחבי העולם. החוקרים מצאו קשרים בין סוג המיקוריזה לבין האופן שבו עצים צעירים מופיעים בקרבת עצים בוגרים, ומצאו עדויות לכך שליחסי הגומלין עם פטריות יש תפקיד בעיצוב מבנה היערות. מחקר אחר, שהתבסס על כ-82,000 חלקות יער בארצות הברית, מצא שהרכב קשרי המיקוריזה קשור למגוון מיני העצים ביער. כלומר, הפטריות שמתחת לאדמה אינן רק "עוזרות לעצים לגדול". הן עשויות להיות חלק מהמערכת שקובעת אילו עצים יצליחו, אילו מינים יהיו נפוצים ואיך ייראה היער כולו.

לא רק מזון – גם הגנה

התקשורת בין צמחים אינה מתרחשת רק מתחת לאדמה. כאשר צמח מותקף על ידי חרקים, הוא יכול לשנות את הכימיה שלו ולייצר חומרים שמסייעים לו להתמודד עם הפגיעה. חלק מהחומרים הללו יכולים להשתחרר לסביבה ולהשפיע על צמחים אחרים. במילים פשוטות, צמח שנפגע יכול לשנות את הסביבה הכימית סביבו. הצמחים האחרים אינם "שומעים" את האזהרה כפי שאנחנו שומעים משפט, אבל הם מסוגלים לקלוט שינויים כימיים ולהגיב אליהם. זהו אחד הדברים שהופכים את עולם הצמחים למפתיע כל כך. אנחנו רגילים לחשוב על צמחים כיצורים שקטים וחסרי תנועה. אבל בפועל הם חשים שינויים בסביבה, משחררים חומרים, מזהים אותות ומגיבים זה לזה בדרכים מורכבות.

כך עץ שנפגע מתריע לשכניו

שפה כימית סמויה ביער

- 1 עץ נפגע**
חרקים אוכלים את העלים. העץ מזהה את הפגיעה.
- 2 שחרור חומרים**
העץ מייצר ומשחרר לאוויר ולסביבה חומרים כימיים נדיפים.
- 3 קליטה על ידי שכנים**
עצים סמוכים קולטים את החומרים דרך העלים או האוויר.
- 4 הפעלת הגנה**
העצים מפעילים מגנני הגנה: הם מייצרים חומרים מגנים ומשנים את הרכב העלים שלהם.
- 5 התכונות מראש**
העצים מוכנים טוב יותר להתקפות עתידיות של חרקים ומזיקים.



קשר מיקוריה

שותפות בין פטרייה לשורש. הפטרייה מספקת מים ומרכיבים מזינים, והעץ מספק לה סוכרים.

חומרים נדיפים

מולקולות כימיה המשחרות לאוויר או לקרקע ומעבירות מידע לצמחים אחרים.



אותות כימיים

חומרים המהווים מעין "שפה" בין צמחים, המשפיעים על התנהגות והגנה.



מגנני הגנה

ייצור חומרים מגנים, היזוק רקמות, שינוי טעם או ריח – והפחתת פגיעות.

היער הוא מערכת הכמה ומשולבת – לא רק מן תחרות, אלא גם שיתוף פעולה והגנה הדדית.

היער הוא מערכת אחת?

העולם הנסתר שמתחת לרגליים. כשאנחנו הולכים ביער, אנחנו רואים רק את החלק העליון של המערכת. אנחנו רואים את הגזע. את הענפים. את העלים. אבל מתחת לפני הקרקע מתרחש עולם שלם. שורשים מסתעפים לכל הכיוונים. פטריות שולחות קורים דקיקים דרך האדמה. מיקרואורגניזמים חיים סביב השורשים. חומרים עוברים בין יצורים. אותות כימיים נשלחים ונקלטים. וצמחים מגיבים לסביבה שלהם בדרכים שהמדע רק הולך ומבין. אולי לכן, בפעם הבאה שתעמדו בתוך יער, כדאי לחשוב עליו קצת אחרת. העצים שמולכם אולי נראים שקטים ובודדים. אבל מתחת לרגליים שלכם עשויה להימצא מערכת מורכבת של קשרים שאינכם יכולים לראות.

היער אינו רק מה שאנחנו רואים מעל פני האדמה. חלק גדול מהסיפור שלו מסתתר
דווקא מתחתינו.

"אז יִרְנְנוּ כָּל עֵצֵי יַעַר"