

# שינויי האקלים והחקלאות באזורנו

מאחר שנחוצות ררכיס להפחתת הפליטה של גזי חממה, כבר היום משתנה התנהלותزرנאים בצדיקות מוציאים מזיבאים, ובכלל זה תוצרת **חקלאות**. לדוגמא, במעבר עלה הדרישה לטיוג מוציאים לפי 'התוימת הפחת' שלהם, ולפי מאפייני התבולה מתרדי היין צור לאתגר האדריכלה, עד כדי העדפת מוציאים קומויים בעונתם. התנהגות ריסים חקלאיים מזיבאים בעונתם. תרומות הארכניטים אשר תתרום לפחותה בתוימת האדריכלה ישירה או עקיפה לפליות גזי חממה, אך תגעה ביצרני התוצרת החקלאית המיצי'אים ליעדים אלה. תחmittת הפחים מתעדת את כל פליות ג"ה ביצור התושבות לגני' רול, ובגירול עצמו. לדוגמא, ייצור והובלה של דשנים, תכשורי הרכבה, דרישות פרו ליאתילן ותשומות אחרות המשמשות את הנזול, השקעת האנרגיה בחימום, עכורת כלים וכו' במהלך הנזול, הובלה לשוקי העיר והחמן הדר המציג הנפלט משאריות הגירול לאחר הרוחתן מהשתה. כדי להישאר תחרותיים בשוקי היוצאה, יש צורך להפחיתת **חקלאות** המקומית את התוות בתשומות 'עשירות פחמן' כמו דלקים מאובנים, דשנים וחומר הרכבה כימיים. בנוסת, קרם צורך להפחית את תרומת בעילן חיטים להעשת גזי חממה. מבקרים ניתן להנril את כמות הפחמן המקבוע בפרקען לדוגמא, באמצעות ביופחם. כמו כן, **חקלאות** יכולה לשמש כמקור לרקלים ביולוגיים זה בגידול ישר והן מפסולות **חקלאות**.

לסייעם, יש צורך בהיערכות לצמצום ההשפעות של **חקלאות** שינויי האקלים ולהגברת תרומתה למתוון השינוי האקלמי, תוך לימוד כל ההיבטים הקשורים. הבוטב שותך במחקרים שיגרי אקלים **חקלאות** של מדען ראשי במכון החקלאות ז'נבה וחברובינציה של טרנגיון, פרויקט Envirochange



פרופ' יגאל אלון

לשנת 2000. אירודוים קייזוניים כגון גולן, כבאות ושיטפונות עשויים להפוך קייזוניים ושכחים יותר. הצעיה היא, שתפקידו המרדרד יואצן, ויגרמו **לחקלאות** מינים רבים גרים לתנאים, ולהובעת מינים האופייניים לאזורים חמים ויבשים יותר. שינויי האקלים צפויים להשפיע על כל תחומי החיים ועל אוכלוסיות נרחבות של בני אדם, בעלי חיים וצמחים בעולם. לדוגמא, גם בישראל צפויים להשפיע של פני הים, פגיעה במקורות **מים** ובאיים כותם ושינויים במערכות האקוולוגיות. לפיכך, יש חשש שבצד ייונגו פגיעה קשה במשק **מים** בחקלאות, כאיזון האקוולוגי וועה. הסוכום של פניהם עוסקת בהיבטים חקלאיים של **שינויי האקלים**, ובתרומות **חקלאות** לצמצום הנזקים.

סביר שהשפעת **שינויי האקלים** תהיה משמעותית באזורנו, ויש צורך לאפיין את השפעת **שינויי האקלים על החקלאות**. ייצור תוצרת **חקלאית** ואיכותם יושפעו על ידי **שינויי האקלים**, הן בהיבט האגרארוני - גידולי, והן בהיבטים של מסחר בין לאומיים מוציאים, והונאות, ובנסיבות גשומות או שחנות), פחתה שנתיות במסקעים במצרים ובדרום הארץ, עליה בשיטפונות בעלי נפק **מים** גדול ועליה במפלס רום התיכון. קיימת תחזית על החדרת המגמות האלה גם בעתיד, עליה צפוי מיצעת של 2.2-5.1 מ"מ' (לפי תחזית אחת באורים על גבול המדובר, כמו בישראל, עשויה לעלות בפיתוח גידולים עמידים ליפוש. מайдך, עליה השיטפונות בעלי נפק **מים** גדול ועליה צטמצם ב-4-27% עד שנת 2100 בהשוואה

בשל גידול הצריכה בכמויות להשקיה והפחיתה במקורות המים, סביר שבאזור ריסים סמי-ארידים ככלנו תגבור התהווות על משאוב המים בין **חקלאות** לבין משקי הבית והתעשייה. לשינויי האקלים צפויות להיות השפעות על פגעים ביוטיים. השינויים האטמוספריים יידומו בתחום **החקלאות**, הם עלולים להתאפיין בהחמרה בחומר מלחות מוכניות, או בהקללה בחומרת אחרת, כמו עידור והפעתן ובמסגרה הומן שהן מאירות על גידרלים. יתרון שינויים בתפוצה גיאוגרפית של גורמי מלחן ובגירולים הנתקפים על ידם, הופעת פגעים חדשים והפחתה בחשיבותם של אחרים. יתרון שינויים באקליםות פתוגנים בתוואה ישירה מעליית ריכוז הפחמן הדר המציג. שינויים אשר ידרשו שינוי במערכות ההתחמורות עם פגעים.

← פרופ' יגאל אלון  
מחלקה לפטולוגיה של **חוחים** ומגע  
השבבים, מרכו ולקני, בית דגן

מן הידוע - מ"פ ערבה תיכונה וצפונית **שינויי האקלים** הפעילים יבואו לידי ביטוי בעיקר בתחום חדור הארץ (טמפרטורת חדור הארץ המוצעת עלתה בכאה-20 ב-0.6 מ"צ) וכן גירול שיכחות באירועי אקלים קיצוניים ויבש. תופעות הקשורות בעיקר (אדראן) להגברת פליית גזי חממה, ובכללם פחמן דו חמצני.

פליטת הפחמן הדו חמצני בישראל גבוהה, ורומה לאות של מרדינות מפותחות אחרות (כ- 11 טון לנפש לשנה). קיימים דיווחים בישראל על מגמת התהווות שהחלה משנות ה-70, וכן על הקזנה בטמפרטורות היוםות והונאות, עליה ייה בסכנות וכאור גלי חום, ובנסיבות גשומות או שחנות), פחתה שנתיות במסקעים במצרים ובדרום הארץ, עליה בשיטפונות בעלי נפק **מים** גדול ועליה במפלס רום התיכון.

קיימת תחזית על החדרת המגמות האלה גם בעתיד, עליה צפוי מיצעת של 2.2-5.1 מ"מ' (לפי תחזית אחת באורים על גבול המדובר, כמו בישראל, עשויה לעלות בפיתוח גידולים עמידים ליפוש. מайдך, התמפה' אף ב- 7 מ"צ) וכמות הוגש לה צטמצם ב-4-27% עד שנת 2100 בהשוואה



קיינו. צילום: עמי דונסקי

**השפעת זיהום הסולר על התפתחות צמחי הוטיבר.**  
השפעת צמחי הוטיבר על ירידת תכלול הסולר בקרקע.

### תוצאות, דיון ומסקנות:

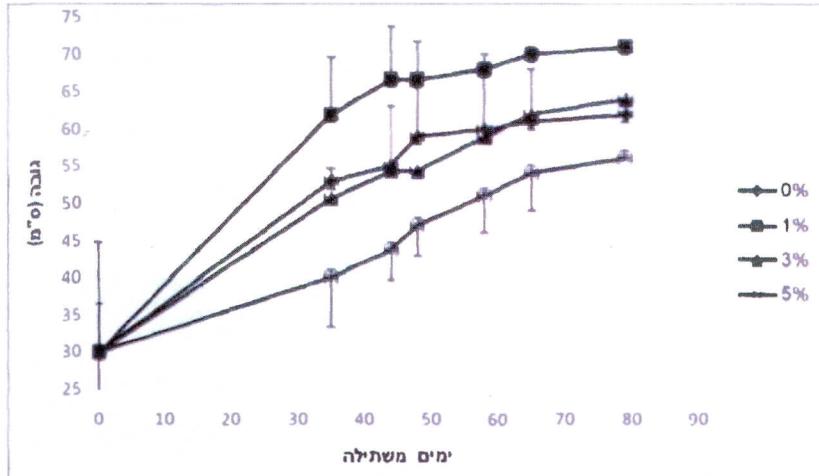
לפי התוצאות, הוטיבר מסוגל לגדיל ולפתח מערכת שורשים גם בקרקע מזוהם כטולר בריכוזו של 5%. באפין מפתיע, ברמה של 1% סולר בקרקע התקבלה אף צמיחה טובה יותר מהביבורת (ללא סולר) (איור 1).

לאחר כسمונה שביעות התקבלה בכל הטיפולים מעדכנת שורשים שמילאה את כל הנוף הדלי. לעומת זאת, חיסpa אינה מסוגלת לנבוע ולהתפתח כלל ברמות של 4 אחוז, ורמות נמוכות יותר פוגעות מאוד בכושר הנביעה (איור 2) והצמיחה (איור 3) שליה.

התגובה הכתומית של החיטה לרמות הסולר איפשרה לנו לעודק בירקה פשטה להשוואת זיהום הסולר לאחר ומונטטי פולים השונים. התוצאות מצביעות על ירידת משמעותית של תכלול הסולר בכל טיפול הקרקע שזכה בה הוטיבר, בהשוואה לאלה ללא צמחים (איורים 4, 5). לפי

<<

איור 1: התפתחות במסך הזומו (גובה העמচים) של צמחי ויטיבר שנשתלו בברקע מאולחן בברקע סולר שונים.



איור 2: שעור הצעת נבייה שנוצרו בברקע מאולחן בברקע סולר שונים ביום השבעי מהזרעה



מפוררת ומוגיפה, תוך כדי ערבול במכונת בטון. ריכוז הקרקע הסולר שנבחנו היו 0, 1, 3, 5, 5% משללי. ככל דלי נשתל שתיל ויטיבר שהתקבל על ידי פיצול צמחי אם. הניסוי בוצע בארבע חוראות. ההסקה בוצעה לפני הזרען, בעורת טפטפות 4 ל/ש, כל יום בכל הදלים, כולל אלה שהיו ללא צמחי חיים.

הרעיו שנקבע בעובדה המוצגת כאן, הוא ניסוי מס. 2: בחינת השפעת זיהום הארו מה סולר על נביטה וצמיחה של חיטה. הניסוי בוצע בעוצצים בנפח 250 סמ"ק עם **ברקע כנ"ל**, ברכיבים של 0,1, 3, 4, 5 אחוז משללי. בכ"א מהעציצים נורו עז ועי חיטה מהז גליל". הניסוי בוצע בארבע חוראות.

ניסוי מס. 3: שימוש בחיטה ככלי מדידה ביוולוגי לדמת זיהום הסולר. אדרמה מהדר לימי ניסוי מס. 1 נרגמה לכל גובה העץ בכ"ג בעורת גליל, והועברה לעוצצים בנפח 250 סמ"ק. בעוצצים נורו 20 חיטה בכ"א. כביקורת שימה **ברקע מטיפולי** ניסוי מס. 1, שלא זהה בסולר.

### תוצאות:

השפעת זיהום הסולר על נביטה וצמיחה של חיטה.

ניסוי שבדק אפשרות לניקוי נפט גולמי בסביבות בארות הנפט. החדרות הטובות הון, שצמחי הוטיבר גדרו והפתחו בברקע מזוהם בנפט גלמי ברמה של 5%. עם זאת, תוצאות הניסוי לא הוכיחו שנדידות הוטיבר בברקע תרם לפירוק חמרי הנפט (Brandt et al. 2006).

הרעיו שנקבע בעובדה המוצגת כאן, הוא לכחון האם צמחי ויטיבר מסוגלים לשדרו ולתרם לנקיוי **ברקע מזוהם** בברלך מעוכב, כמו סולה, בנזין או קרטון. אלה חומרים אורגניים פחמייניים, העשויים להחליל למי התהום, להוותם, ובנוסח לפג' עזה בסביבה גם להגיא למילוי השתייה לבני אדם. בישראל יש אתרים **מזוהמים** רבים כמו בסביבות חנתונות דלק, מאגרי דלק וכבדות תעופה אורחיים וצבאים. קיימת גישה שפירוק חומר הברלך יכול להיעשות בעוצות חידוקים אירוביים טבעיות הקיימים בברקע, לפועלותם בעומק **הקרקע** נדרשת החדרת חמצן.

הhipotזה שלנו היא, שכונסוף ליכולת קליטת המזוהמים על ידי הוטיבר, כפי שנמצא בברלך כבדות, שורשי הצמח העומקים והסבירים יתרמו לחדרת החמצן **לקרקע**, וכן לתהליכי חמצון ופעילות חיריקים אירוביים לפירוק מזוהמים פח' מינימיים בברקע.

הניסויים המתוארים להלן מהווים עכו' דה הקדמית, לבחינה ראשונית של כוונת זיהום הוטיבר לסיעע כהורדת רמת זיהום הברלך בברקע מזוהם כמורל **לקרקע** כבדה.

**ניסויים ראשוניים לבחינות יכולת היישדות וטיבר בברקע מזוהם בסולר**  
כמורולן **לקרקע מזוהם** הש' תמשנו **בראמה** כבירה שעורככ בה סולר בבריכוז ידור.

### מטרת הניסויים:

לכחון את השפעת זיהום הסולר על התפתחות צמחי הוטיבר בהשוואה לנבטיה חיטה.

לכחון את עוקמת הירידה בבריכוז הסולר בברקע עם צמחים או בלעדריהם

### שיטות וחומרדים:

ניסוי מס. 1: בחינת השפעת זיהום הסולר על צמיחת הוטיבר, ובוחנת השפעת הוטיבר על ריכוז הקרקע הסולר **ברקע** לאורך הזמן. הניסוי בוצע בברלך כבדות של 10 ליטר שמלוא **ארמה מזוהם** בבריכוזים שונים של סולר. אדרמה היהת **ארמתה** נווה יער" בתוספת דשן שחזור אטמי "אטסוקוט" 17:17:17 בבריכוז של 4 גראם **זיהום הברקע** בוצע בעורת ריסוס הסולר **ברקע**

רות שהוא דגון, איןנו גונטה להתפסת בעוזרת קני שורש, וגם איןנו מיציד ומפיץ ורעים, אך שאין סיכוי שיבחר לעשב רע (ודוראי וחובריו 2004).

לúcטום, לאור התוצאות המתוירות בעקבות הבדיקה המקומית המוגצת כאן, איןנו מוציאים לוחון את יכולת צמה הוטבר בתנאי שדה, במרבצ'י **קרקע מותחת** בדיל.

**זהליך השקיה מסיסי.** זאת בגין גודל הוטבר לא היה עיוב של נבנית החיטה וההתקחותה, בעוד **שברמתם** לא בטוחה היה עיוב מובהק.

בעובדה שהתפרסמה לאחרונה נמצאה שורשי הוטבר מכילים אופנים טביים מיקרואורגנניים שיש להם כושר לעודך מתבולזם לתרכובות אורגניות, ומיחסים להם את אחריות להרכבת השמן האת-

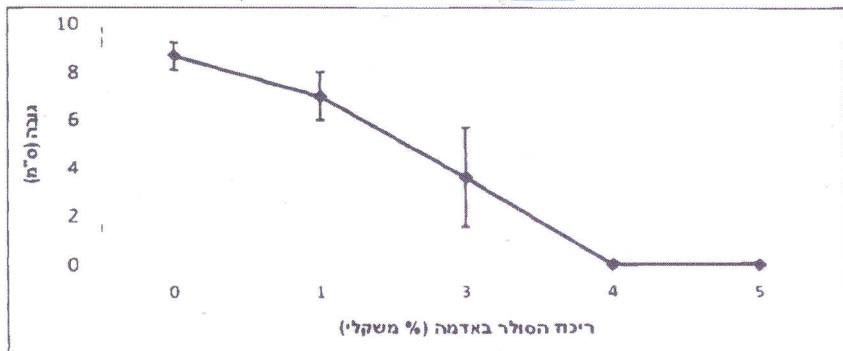
רי הייחודי של הוטבר (et al., 2008). לעומת זאת, לפי הצעה הown, הרכבת השמן הייחודי המופק מוששי הוטבר מתקבל ברובו כתוצאה מתהליכי

מתבולזם של חיידקים בשורש, כאשר הצמח מייצר עצמו רק את חומרי הגלם שלו, שכן להם את הבשומת הייחודית הown. מכיוון תיכון, שהיכולת של הוטבר לשוד ולהתפתח **בארמה** מתקבלת בין הזרת סולר גבואה מתקבלת בין גס הזרת לכליותם של זיררים אלה לפיק אוטו, ואולי להשתמש בו כמקור פחמן.

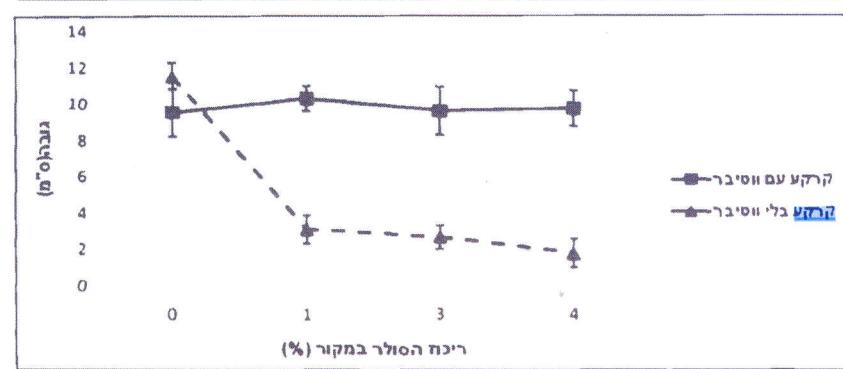
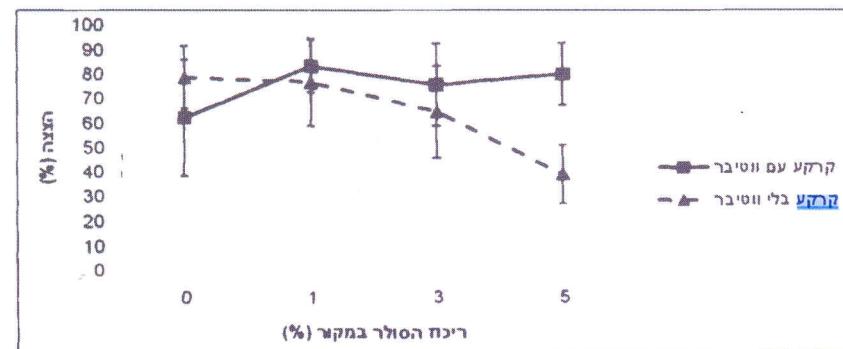
תוצאות אלה עומדות בגין לתוצאות הניסוי בונגזואלה, שם אכן נמדדה הישרדות וצימוח הוטבר ברמת **זיהום** נולמי של 5%, אך לא הורדה מזיהום היזהום (Brandt et al., 2006). אפלו להסכיד ואת בכיר, שנפטר גולמי, מכיל אקטעי גורי זוחת – לעומת מקטע הסולר שאנו בדרכנו. הבעייה שנבנה בונגזואלה עסקה בנטויי **קרקע** מנפטר גולמי בסביבה בת בארות הנפטר, דבר שלמוני הטוב או דרע (תליי בעין המתבונן) עדין לא קיים בישראל. ככל אופן, התוכנה של הוטבר לצמוח ברמת **זיהום** גבואה, תוך כדי הורדת הסולר ב**קרקע**, ביחס עם תכונתו להעניק שורש עד כדי מטרים ספורים, זופכת אותו למוגמד איריאלי לנקיון ייומני מקטעי דלק **בקרקע מותחת** מזיהומו בישראל.

לפי תוצאות הניסוי בדרילים, הייתה ירידת ברמת הסולר גם **בקרקע** מואלחת לא נמהה: מהשוואה לערכי העיכוב באירועים 2 ו-3 ניתן לשער, שבמועד הבדיקה תכרי לסתולר ב**קרקע** שלא גדול בה וטיבר לא הגיעו ל-4%, מאחר שהרכיב זה בפועל מזיא כמעכב נכיטת חיטה באופן מוחלט. ניתן להסכיד זאת בזמנית יחסית של זמן **בקרקע** הרודודה יחסית בדריל, תוך

איור 3: אגובה נבטי חיטה שנזרעה **באדמה** מואלחת ברכובו סולר שניים ביום השביעי מהזרעה



יור 4: שיעור ההצעה של נבטי חיטה ביום השביעי לאחר שנזרעו בדגימות **בקרקע** מהטיפולים השונים ניסוי מס. 1.



- הורות שער: נתן והר, אל. פטנסט. רד. חיטובי ורדי ליבוב קדר. פתרון מפעלים נידול וטבאות לתנור תארץ. דודע. נליזן-5 עמ' 45-49  
 Brandt, R., Merkl, N., Schulte-Kraft, R., Infante, C., and Broll, G. (2006) Potential of vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.) Nash for phytoremediation of petroleum hydrocarbon-contaminated soils in Venezuela. *Int J Phytoremediation* 8: 273-284  
 Chen, Y.H., Shen Z.G. and Li, X.D. (2004) The use of vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*) in the phytoremediation of soils contaminated with heavy metals. *Applied Geochemistry* 19 pp. 1553-1565  
 Dudai, N. and Ben Hur, M. (2009) Using vetiver (*Vetiveria zizanioides*) as a soil conservation technique under mediterranean conditions. *Proceedings of the International Symposium on Floods and Modern Methods of Control Measures*. pp. 123-132  
 Dudai, N., Putievsky, E., Chaimovitch, D. and Ben-Hur, M. (2006) Growth management of vetiver (*Vetiveria zizanioides*) under Mediterranean conditions. *Journal Environmental Management* 81(1): 63-71  
 Del Giudice,L., Massardo, D.R., Pontieri, P., Berte, C.M., Mombello, D., Carata E., Maurizio Tredici, S., Talà, A., Mucciarelli, M., Ivanova Groudeva, V., De Stefano, M., Vigliotta, G., Maffei, M.E., and Alifano, P. (2008) The microbial community of Vetiver root and its involvement into essential oil biogenesis. *Environmental Microbiology* 10(10), 2824-2841  
 (Danh, L.T., Truong, P., Mammucari, R., Tran,T., and Foster, N. (2009) Vetiver grass, *Vetiveria zizanioides*: a choice plant for phytoremediation of heavy metals and organic wastes. *International Journal of Phytoremediation*, 11:664-691