



## מדינת ישראל

### משרד החקלאות ופיתוח הכפר

### מנהלת ההשקעות בחקלאות



13 מאי, 2013

#### הצעת עבודה להערכה כלכלית עלות מול תועלת של חלופות השימוש החקלאי באפר הפחם

להלן הצעה לעבודה כלכלית שתעריך את עלות מול תועלת באפשרויות יישום אפר הפחם המרחף והתחתי בחקלאות.

תיאור הבעיה:

בישראל, בקרקעות חקלאיות רבות נרשמו בעיות של פוריות נמוכה כמו לדוגמה בקרקעות חוליות בשל כושר תאחיזת מים נמוך; בעיות סחף, נגר והיסדקות בקרקעות לס; סידוק קרקעות נתרניות כבדות בתקופות יובש. נושאים אלו אפשר לפתור חלקית בעזרת שימוש באפר פחם בשילוב עם בוצה או פרש בעלי חיים. השאלה העיקרית הנשאלת היא האם שימוש באפר זה יואיל לקרקע ויהיה כלכלי לשימוש חקלאי.

נתוני רקע

גידולים חקלאיים בשטחים נרחבים בישראל, בעיקר על קרקעות נתרניות, סובלים מבעיות קרקע המגבילות את היבולים ופוגעות באיכותם. סקר ספרות מקיף וניסיונות מקדמיים אחדים הצביעו על אפשרויות שיפור מבני של קרקעות הגלומות באפר מרחף. עם זאת, היתרון העיקרי של השימוש באפר המרחף הוא בשילוב שלו עם בוצות שפכים וסיד לקבלת בוצה סוג א' (במס"א). יישום במס"א מחליף תשומות דשן, משפר מבנה של קרקעות בעייתיות, ובקרקעות חוליות הוא מפחית באופן משמעותי נוכחות של גורמי מחלה צמחיים. למגזר העירוני, הנדרש לטפל בבוצה, יש יתרון כלכלי בייצוב בוצות באפר ובסיד בכך שלא נדרש טיפול מוקדם בבוצה הגולמית (או בוצה מעוכלת). בנוסף, פסטור בוצות בשיטת N-Viro במקום בקומפוסטציה מצמצם מאד פליטות של אמוניה ושל גזי החממה לאטמוספירה. עם זאת, טיפול בבוצה שלא עברה עיכול אל-אוירני מונע את אפשרות ניצולה לייצור ביוגז.

מטרה

במחקר יבדקו עלויות מול תועלות בהיבטים הכלכליים של שימוש באפר הפחם ובוצות שפכים וסיד לקבלת בוצה סוג א' למגזרים העירוני והחקלאי ולסביבה בהיבטים שצוינו לעיל.



## מדינת ישראל

### משרד החקלאות ופיתוח הכפר

### מנהלת ההשקעות בחקלאות



#### השערת המחקר

פוצולניות (חומר מינרלי המתקשה בתגובה עם סיד בסביבה מימית) האפר המרחף, גודל הגרגר וצורתו הכדורית גורמים לשינויים כימיים ופיזיקליים בקרקע שיש בהם פוטנציאל לשיפור פוריות הקרקע. עד כה לא נערך כימות כלכלי שהעריך עלות מול תועלת של השימוש באפר הפחם למטרה זו. מול רשימת התועלות הכוללת שיפור פוריות הקרקע, חלופות של מצע מנותק, שיפור תאחיזת מים, אפשרויות ליישום הבוצה שמהווה תוסף אורגני לקרקע וכו' נרשמים גם סיכונים אפשריים כדוגמת שטיפת יסודות קורט מזהמים (מתכות, בורון) לסביבה וקליטתם בצמחים, חשיפה ליסודות רדיואקטיביים (אפר מאופיין בריכוז גבוה יחסית למרבית קרקעות ישראל) ופוטנציאל חשיפה לאבק (גורמים מזיקים באבק "נשים") והשאלה האם יש משמעות בכלל לתוספת החומר המינרלי הנ"ל לקרקע.

אנו נניח כי בהינתן יתרונות אלו ובנוסף ההנחה כי נדרש להוציא את האפר מתחנות הכח ואין מקום בו מותר לסלקו (אין חלופת אפס של הטלה לים או של הטמנה באתר יבשתי) אזי על החקלאי לא תוטל עלות לרכישת האפר. זאת כמובן לאחר שייבדק האם סך התועלות מאפר הפחם עולה על סך העלויות כך שלטווח ארוך למשק כדאי להמשיך לרכוש את אפר הפחם למטרה זו.

#### ממצאי ביניים מניסויים באפר

תוספת אפר מרחף לקרקע לס הגדילה את יציבות מבנה הקרקע, עיכבה היווצרות קרום על פני הקרקע ושיפרה בכך את קצב חזור המים.

תוספת אפר פחם לקרקע חולית גרמה לירידה של עד 90 אחוז בקצב חזור המים בהשוואה לקרקע מקבילה ללא אפר פחם ובמקביל להגדלת תאחיזת המים. כמו כן גדל חוזק התלכידים בקרקע בהשפעת התכונות הפוצולאניות של האפר.

כרום היה היסוד היחיד שקליטתו בקלחי תירס הושפעה באופן משמעותי על-ידי תוספת אפר הפחם לקרקע. אולם למרות הכמויות הגבוהות של אפר פחם שהוספו לקרקע, ריכוז הכרום (שהוא יסוד חיוני) בקלחי תירס שגודל בחלקות המועשרות באפר לא הגיע לרמה המהווה בעיה בריאותית.

הרחבה לגבי תועלות וסיכונים אפשריים ביישום חקלאי של אפר ובמס"א ראה בדיווחים של פיין וחוב' באתר מנהלת הפחם. לגבי צמצום פליטה של גזי חממה בשיטות



## מדינת ישראל

### משרד החקלאות ופיתוח הכפר



### מנהלת ההשקעות בחקלאות

טיפול שונות בביוב עירוני (בהקשר זה – בוצה) ראה העבודות של הדס ופיין 2010 ושל Fine and Hadas (2012), פיין והדס (2005), הדס וכסלו (2010) ועבודות שנעשו בנושא הסקנות מסחיפת קרקע עם התייחסות לקרקע שאינה פוריה (הדס, זידנברג, איזנקוט וטור ציון (2009) ובנושא השימוש בפרש בקר שם הוקדש פרק מיוחד לאפשרויות השימוש בבוצה, הדס, פיין, איזנקוט וצוקרמן (2008).

#### תוכנית כללית

להלן הנושאים העיקריים שיכללו בעובדה זו:

- ריכוז הנתונים הכלכליים על היקפי הגידולים והשטחים בהם ניתן להשתמש בבמס"א (אפר הפחם בוצות שפכים וסיד) כבוצה סוג א.
- הערכה כלכלית, אגרונומית וסביבתית, של עלות מול תועלת בשימוש באפר הפחם.
- הערכה כללית לס"ה השימוש הכולל בחקלאות המומלץ בבמס"א כבוצה סוג א

הערה: ההערכה הכלכלית תתייחס לגורמים ישירים בלבד. השפעות חיצוניות כמו למשל הפחתת כרייה הנדרשת לייצור דשנים וחומרי הדברה וההשפעות הסביבתיות הכרוכות בייצורם ייסקרו ללא מתן תג מחיר.

#### חוקרים:

דר' פנחס פיין, מכון למדעי קרקע, מים וסביבה, מרכז וולקני לחקר החקלאות  
finep@volcani.agri.gov.il

ד"ר הדס אפרת, מנהלת תחום כלכלה בכיר, מנהלת ההשקעות בחקלאות, משרד החקלאות.

פרופ' אורי מינגלגרין, מכון למדעי קרקע, מים וסביבה, מרכז וולקני לחקר החקלאות  
uriming@agri.gov.il

אשר איזנקוט, מנהל תחום שרות שדה, שרות ההדרכה והמקצוע משרד החקלאות



## מדינת ישראל

### משרד החקלאות ופיתוח הכפר

### מנהלת ההשקעות בחקלאות



ספרות מצוטטת

- 2009 הפחתת פליטת גזי חממה בטיפול בביוב ליישום חקלאי, פרק ג- הפחתת פליטת גזי חממה בטיפול בביוב בישראל, אפרת הדס, פנחס פיין, הנדסת מים, מגזין המים בישראל, גיליון מספר 62, אפריל 2009
- 2009 הפחתת פליטת גזי חממה בטיפול בביוב ליישום חקלאי, פרק ב- ניצול יסודות ההזנה שבקולחים ובבוצה לצמצום הפליטה, אפרת הדס, פנחס פיין גיליון מספר 61, פברואר 2009
- 2009 מניעת סחף קרקע- עלות מול תועלת, אפרת הדס, יורם טור ציון, אשר איזנקוט, רמי זידנברג, ניר ותלם, ירחון לנושאי גידולי שדה מיכון והנדסה חקלאית בחקלאות, גיליון מספר 13, ינואר 2009.
- 2008 הפחתת פליטת גזי חממה בטיפול בביוב ליישום חקלאי, פרק א- טיפול בגזי חממה בישראל ובעולם, אפרת הדס, פנחס פיין הנדסת מים, מגזין המים בישראל, גיליון מספר 60, דצמבר 2008
- 2008 השימוש המיטבי בפרש בקר, אפרת הדס, אשר איזנקוט, פנחס פיין אפרים צוקרמן, ניר ותלם, ירחון לנושאי גידולי שדה מיכון והנדסה חקלאית בחקלאות, גיליון מספר 8, יוני-יולי 2008.
- 2011 Options to reduce greenhouse gas emissions during wastewater treatment for agricultural, Elsevier, Pinchas fine, Efrat Hadas Journal of Environment Management, December 2011.
- 2010 Economic aspects of irrigation with treated wastewater, Chapter 4 p113 Efrat Hadas and Yoav Kislev, Treated Wastewater in Agriculture: Use and impacts on the soil environments and crops by Guy Levy (Editor), P. Fine (Editor), A. Bart-Tal (Editor), November 2010, Hardcover
- 2005 Economic Considerations for Wastewater Upgrading Alternatives, An Israeli test case, Elsevier, Pinchas fine, Ramy Halperin Efrat Hadas Journal of Environment Management, April 2005.