



## מנהל המחקר החקלאי

### ראשי פרקים לתוכנית המשך בנושא:

#### השימוש באפר פחם בחקלאות

מוגש ע"י: אורי מינגלגרין, פנחס פיין, רמי קרן, אריה בוסק וניר עצמון - מינהל המחקר החקלאי ומגדלי הדרום  
מאי 2006

#### מבוא

שלב הבדיקה הראשונית של שימושים פוטנציאליים של אפר פחם בחקלאות נמצא בשלבי סיום. התוצאות שהושגו עד כה מאפשרות ניסוח בראשי פרקים של תוכנית ההמשך.

עד כה נבחנו שלושה שימושים של אפר פחם לשיפור תכונות קרקעות חקלאיות וממצאי העבודה מסכמים בדוח הנמצא בכתיבה. להלן סיכום תמציתי של התוצאות המשמעותיות ביותר:

שיפור תאחיזת המים של קרקעות חוליות: תוספת של אפר פחם בכמות ראשונית השקולה ל- 10 טון לדונם ולאחר מכן הוספה שנתית של כ-2 טון לדונם הביאה לשיפור תאחיזת המים של חול דיונה, ללא תופעות שליליות משמעותיות. ריכוזי הכרום בתשטיפים היו אמנם בסדר גודל מעל המותר במי השתייה, אולם אלה אינם מהווים בעיה לבד מאשר במקרים יוצאי דופן. השפעת תוספת אפר הפחם על מניעת סחף רוח נבדקה במנהרת רוח בשת"ף עם פרופ' צוער מאונ' בן-גוריון והממצאים נמצאים בשלב ניתוח וסכום. עובדת היווצרות תלכידים בחול מטוייב באפר מצביעה על האפשרות הסבירה של הפחתה בעוצמות סחף רוח בחולות מטוייבים באפר.

מניעת היווצרות קרום בלס: תוספת לקרקע לס של כמות השקולה ל- 10 טון לדונם אפר פחם הכפילה את כושר חדור המים של הקרקע, דהיינו הקטנה משמעותית בחזק הקרום. בחינת הפחתת סחף רוח בקרקע לס שעברה הפרעה מכנית (שבירת הקרום, למשל כתוצאה ממעבר ציוד חקלאי או עיבוד) נמצאת בשלבי סיום.

שיפור תכונות פיסיקו-כימיות של קרקע חרסית נתרנית: תוספת אפר פחם (עד לכ - 80 טון לדונם) לקרקע הסובלת מפגעי ניתרון לא גרמה לפחיתה ביבול תירס למספוא. בדיקות כימיות של הקרקע נמצאות בשלבי סיום ותצפיות לבחינת מידת הסידוק צריכות להתבצע לאורך זמן לאחר תום עונת הגידול על מנת להגיע למסקנות אמינות בדבר השפעת תוספת האפר על הסידוק.

על בסיס התוצאות הללו מוצעת תוכנית המשך שעיקרה תצפיות שדה והשלמת ניסויי המעבדה.

#### מטרות

מטרת המשך העבודה היא לבחון בתנאי שדה את פוטנציאל יישום מסקנות התצפיות שנערכו בשנה הראשונה.

מטרת משנה היא בחינה של שימושים ספציפיים, לרבות

- שיפור תאחיזת המים בכתמי חול בלב שטחי קרקע כבדה יותר
- מניעת איבוד מים בהתאדות בנטיעות בגבול ובלב המדבר.

## תמצית תוכנית ההמשך

א. באתר קיבוץ רבדים (קרקע נתרנית) יימשך המעקב אחר השפעת אפר הפחם שהוסף בשנה הקודמת על הגידול ועל תכונות הקרקע, לרבות סידוק. הגידול שיבחן היא כותנה. במהלך יולי - אוגוסט תיבחן מידת ההסתדקות של הקרקע בטיפול אפר הפחם השונים אחת ל 2-3 שבועות. היווצרות סדקים תמדד כתלות במרחק מקוי ההשקיה. ייבחנו גם ההצצה (העלולה להיות בעייתית בקרקעות נתרניות) ומדדי גידול שונים.

יערך מעקב אחר התפתחות הצמח במונחי גובה ועל פי פרמטרים נוספים שייקבעו על פי תצפיות במהלך העונה, בתדירות של אחת ל 4-5 שבועות. בסיום העונה יוחלט אם יש מקום לבצע קטיף ידני בחלקות השונות להגדרת היבול ואיכות הסיבים. יערכו בדיקות קרקע בכל חלקות הניסוי. בדיקות הקרקע יכללו לפחות את המדדים הבאים: EC, pH, הערכת מידת הסידוק (מדידה על צילום והערכה איכותית בשטח), יסודות מיקרו ומקרו. בסיום העונה יערכו בדיקות קרקע נוספות שאופיין יקבע על פי התוצאות הצמחיות.

ב. שיפור תאחיזת המים בכתמי חול. בקרבת בני דרום קיימים כתמי חול בלב אזור בו הקרקע כבדה יותר. גודל כתם אופייני נמדד בדונמים. הופעת הכתמים משבשת את ממשק ההשקיה-דישון בשדה. תיבדק האפשרות לניצול המימצא שתוספת אפר פחם מביאה לשיפור בתאחיזת המים של חול, להקטנת ההבדל בתאחיזת המים בין כתמי החול לבין הקרקעות השכנות וזאת על מנת לאפשר האחדת ממשקי ההשקיה והדישון.

אנו מתכננים פזור אפר פחם בחלקה חולית מיד לאחר קציר החימצה הגדלה כרגע על השטח. יערכו בדיקות קרקע מקיפות לפני ולאחר הפזור וההצנעה, לרבות ההרכב המיכני, קבול שדה, תאחיזת המים, EC, pH ותכולת יסודות מיקרו ומקרו. בהמשך נעקוב אחר ההשפעה של טיפולי אפר הפחם השונים על הגידול החקלאי שיזרע בשטח ושיושקה וידושן באופן אחיד ועל פי המקובל באזור. העבודה בשדה צפויה להתחיל באוגוסט-ספטמבר.

ג. מניעת איבוד מים בהתאדות בנטיעות בנגב. נטיעות בנגב מבוצעות בשיחין או בלימנים. השיחים (או שיחין) משמשים לנטיעת עצים בקרקע הלס בספר המדבר. דפנות השיחין משמשות לאיסוף מי-גשם, הזורמים לתחתית הבור, וכך עולה זמינות המים לצמחים וגדלים שיעור היקלטותם וקצב צמיחתם. השיחין אכן צוברים מים, אולם חלק הארי של מים אלה אובד בהתאדות ואינו זמין לעץ. הסיבה לכך היא הרבדה על פני הקרקע של חרסיות המורחפות במי הנגר והמצטברות בתחתית הבור ("קרום לאמינארי" או "depositional crusting"), המקטינה את קצב חדירת המים. תיבדק תוספת אפר פחם כאמצעי למניעת התקרמות החרסית המצטברת ולפיכך לשיפור חידור המים לקרקע ולהגדלת כמות המים הזמינים לעץ. יבדקו אחוז הקליטה וקצב הגידול של העצים, חדירות השכבה העליונה של הקרקע למים ופרופיל הרטיבות בקרקע, EC, pH ותכולת יסודות מיקרו ומקרו. עבודת השדה תתחיל במהלך יולי-אוגוסט.

משום חשיבות הנושא והחידוש שבו, ניתנת בנספח המצורף סקירה מורחבת של מהות הבעיה והפתרון המוצע. הנספח מנוסח כהצעת מחקר עתידית שבמסגרתה תבחן תוספת אפר פחם לשיחין וללימנים. תכנית העבודה המוצעת לשנה זו תבחן תוספת אפר לשיחין בלבד.

## **התועלת הצפויה**

התצפיות המוצעות מתייחסות לבעיות ייחודיות הניתנות לפיתרון על בסיס ממצאי השנה שעברה, אולם בוא בעת תוצאותיהן תאפשרנה הרחבה משמעותית של השימוש באפר פחם לשימושים עתידיים אחרים בקרקעות לס, בחול ובקרקעות נתרניות.

תוצאות חיוביות של בחינת השימוש באפר להפחתת סידוק בקרקעות נתרניות יגרמו לייעול משמעותי בהשקיה ודישון ולשיפור היבולים בקרקעות אלו.

שפור תאחיזת מים בכתמי חול תביא להפשטה משמעותית בממשק ההשקיה והדישון בשדות הנגועים בכתמים אלו ולפיכך לחיסכון בכח אדם ובהוצאות ייצור, תוך העלאת היבולים.

הפחתת אבוד מים כתוצאה מהתאדות בשיחין תביא להקטנה משמעותית בכמויות המים וההוצאות הכספיות הכרוכות בנטיעות יער בגבול המידבר תוך שפור אחוז הקליטה של הנטיעות.

## נספח

### פיזור אפר פחם בלימנים ושיחים לשיפור חדירות מי הגשם

טיוטת תוכנית מחקר עתידית המיועדת להגשה למנהלת אפר הפחם

מוגש ע"י:

ניר עצמון, פנחס פיין, אורי מינגלגרין, מנהל המחקר החקלאי

### רקע

באזור הנגב הצפוני מתבצעת פעילות נטיעות נרחבת על-ידי הקק"ל. אזור זה מאופיין ברמת משקעים של 200-250 מ"מ גשם בשנה. התקופה הרטובה מוגבלת בארץ ל-4-5 חודשים ולאחריה מגיע קיץ ארוך ויבש. התבססות השתילים תלויה בזמינות מים בקרקע גם במהלך הקיץ, עד ראשית עונת הגשמים הבאה. הדבר אפשרי רק אם בחורף שלפני השתילה הייתה הרטבה מלאה של חתך הקרקע, לעומקו. המשקעים כפי שהוגדרו לעיל אינם מספיקים כשלעצמם לגידול עצים, ולפני השתילה מבוצעת הכנת-שטח, המיועדת להגדלת הנגר, ולאיסוף מי-הנגר והחדרתם לתוך הקרקע. הגדלת אוגר המים בקרקע מונע את הצורך בהשקיות עזר יקרות (ולא תמיד יעילות) במהלך הקיץ. איסוף מי הנגר נעשה בשתי שיטות: (א) שיחים (או שיחין) – יצירת תלולית בגובה של עד מטר לאורך קווי גובה (תמונות 1 ו-2). השטח בין השיחים מהווה את השטח תורם-המים, ורוחבו תלוי ברמת המשקעים ובשיפוע המדרון. (ב) לימנים – יצירת סכרון בצורת 'ח', כשהצלע הפתוחה מכוונת למעלה היובל, שדרכה נכנסים מי-הנגר ללימן (תמונה 3). לימנים ישימים לאזורים עם כמות גשם נמוכה ביותר, כשיש צורך בשטח תורם גדול, או כשהמדרונות תלולים עם זרימות מים חזקות יחסית.

במהלך אירוע גשם או כתוצאה משיטפונות, הלימנים והשיחים מתמלאים במים האמורים לחלחל לקרקע. אולם, לעיתים קרובות הקרקע נאטמת לאחר הירטבה בתהליך הקרוי depositional crusting, והמים עומדים זמן רב על פניה בלי לחלחל לתוכה. עקב כך, המים מתאדים ברובם. כאשר אירוע גשם נוסף מתרחש לפני העלמות המים שהצטברו על פני הקרקע, מים עלולים לגלוש מהשיחים או הלימנים המלאים תוך גרימת נזק מבני, העלול להסתיים בפריצת השיח או מגלש העודפים הבנוי בדופן הלימן, ובאיבוד יכולת השיח או הלימן לאצור את מי-הנגר. תופעה נוספת האופיינית ללימנים הבנויים בערוצי ואדיות, היא איבוד מים תת-קרקעי עקב היווצרות מחילות ניקוז (piping) מתחת לסכרון (תמונות 4 ו-5). התופעה נגרמת עקב חולשה מבנית בתשתית הקרקעית של הסכרון, והמים העומדים בלימן חורצים תעלה המנקזת את המים מתחת לסכרון וכך מתרוקן הלימן ממים. מקרה ידוע של נזקי piping הוא פריצת הסכר בנחל-עוז תוך איבוד כ-3 מיליון מ"ק מים.

הבעיות הנובעות מקצב חידור מים בלתי מספיק פוגעות בצורה חמורה בתשתית לאיסוף מי הנגר ומקטינות את יעילות המערכת. לאור-זאת, ובהתחשב בהשקעה העצומה בהקמת תשתית הלימנים והשיחין, יש צורך במציאת פתרון אמיתי שישפר את קצב חלחול המים בלימנים ובשיחין, וימנע את התופעות הגורמות לאובדן המים.

### **שימוש באפר במערכות איסוף המים**

מטרת השימוש באפר בשיחין ובלימנים היא למנוע היווצרות קרום בפני הקרקע ולהגביר את קצב חידור המים לתוך השתית (קרקע וסדקי סלע). להערכתנו, הקרום נוצר רובו ככולו עקב הרחפה של חלקיקים (בעיקר במקטע הגודל החרסיתי) במי-הנגר, ושקיעתם של פני הקרקע בתחתית המאגרים. קצב החלחול דרך קרום החרסית הנוצר בפני השטח הנו איטי מאד בהשוואה לקרקע ללא קרום. אפר פחם מרחף עשוי למנוע את היווצרות הקרום כתוצאה מתהליכים כימיים (הגדלה של ריכוז הסידן המסיס ושל העוצמה היונית הכללית) ופיסיקליים (הפרעה פיזית להיווצרות קרום).

משום תכונות המילוט של האפר, הוספתו לקרקע הלימנים עשויה להפחית רגישות הלימנים לתופעת ה-piping, כלומר להווצרות מחילות ניקוז. לצורך בחינת שימוש זה של האפר יצורפו לצוות המחקר קבוצה המתמחה בהיבטים ההנדסיים של אגירת מים וחוקרי שימור קרקע מתאימים.

### **מטרת המחקר**

המחקר יבחן את האפשרות להגדיל את קצב חידור המים בלימנים ובשיחין ולהפחית תופעת piping בלימנים על-ידי הצנעת אפר פחם בתשתית. ערבוב האפר בשיחין יהיה בשכבה העליונה של הקרקע עד לעומק 20 ס"מ. בלימנים הצנעת האפר תהיה לעומק רב יותר.

### **תוכנית המחקר**

המחקר יתמקד בלימנים ושיחין באזור מיתר וביתרים שבצפון הנגב.

**המחקר בלימנים** - באזור ביתרים הוקמה שרשרת של כ-15 לימנים המרכזים כמות גדולה של מי-נגר. השטח הממוצע ללימן הוא קרוב לדונם אחד. הלימנים יחולקו לשלושה טיפולים:

1. בקורת - ללא כל טיפול
2. עירבוב של אפר הפחם בריכוז של 20% מהמצע והצנעתו בחתך של כ-3 מטר.
3. עירבוב של אפר הפחם בריכוז של 40% מהמצע והצנעתו בחתך של כ-3 מטר.

מדדים שיאספו:

הצנעת אפר הפחם ניתנת להעשות לקראת חורף 2006\2007. עם תחילת הגשמים יאספו

הנתונים הבאים:

- אירועי הגשם וכמות המים שנאגרה בכל לימן
- משך הזמן עד להתייבשות הלימן
- מעקב אחר לימנים שסבלו מתופעת ה-piping בחורף הקודם
- מעקב אחר התפתחות השתילים בלימנים לאחר הנטיעה
- במהלך הקיץ יערכו קידוחים לקביעת הרטיבות בפרופיל הקרקע
- בדיקות לקביעת השינויים במבנה הפיזי ובכימיה של הקרקע כתוצאה מהוספת אפר הפחם.

המחקר בשיחין - בשיחין קיימים תיערך הצנעה של אפר הפחם בשלושה ריכוזים לפי חישוב של: 0 (ביקורת), 30 ו-60 קו"ב אפר פחם מרחף לדונם. הוספת האפר תבוצע בצורה ידנית.

מדדים שיאספו:

- אירועי הגשם וכמות המים שנאגרה בשיחין
- משך הזמן עד להתייבשות השיחין
- מעקבים אחר התפתחות השתילים בשיחין לאחר הנטיעה
- במהלך הקיץ יערכו קידוחים לקביעת הרטיבות בפרופיל הקרקע
- תבוצענה בדיקות לקביעת השינויים במבנה הפיזי ובכימיה של הקרקע כתוצאה מהוספת אפר הפחם.



תמונה 1: שיחים לקראת נטיעה באזור מיתר



תמונה 2: הכנת השיח. ניתן דגש ליצירת אזור נמוך שיקלוט את המים בתחתית השיח. בקו זה ניטעים השתילים.



**תמונה 3:** שורת לימנים לאורך ערוץ באזור ביתרים (סמוך לאזור התעשייה של הישוב עומר). התמונה צולמה שלושה ימים לאחר אירועי הגשם של תחילת אפריל 2006.



**תמונה 4:** לימן שהתייבש מייד לאחר השיטפון עקב ניקוז המים למדרון מתחת לסכר.



**תמונה 5:** פתח ניקוז המים מהלימן.