

שם ההצעה: השפעת יישום של פולימר מייצב מבנה קרקע על הקטנת נגר וסחף משטחים חקלאיים

מוגש במסגרת קול קורא למחקרים מיוחדים

בתחום: מחקרים בתחום שימור הקרקע וניהול נגר

חוקר ראשי: ד"ר אורי נחשון

(1) סטטוס המחקר:

1. תיאור הידע והמצב הקיים כיום במועד הגשת הבקשה:

אחד הפתרונות המקובלים למניעת נזקי נגר עילי וסחף קרקע הנגרמים לקרקע חקלאית בעקבות עיבוד מתמשך הוא מעבר לחקלאות משמרת הכוללת חיפוי צמחי מלא עם ע"י גידולי כיסוי או שאריות צמחיות מגידול קודם על פני הקרקע. הסקר האחרון של ארגון המזון העולמי מצביע על עלייה מתמדת במעבר לחקלאות משמרת, והיקף השטחים המעובדים בגישה זו ברחבי העולם עומד על כ- 157 מיליון הקטר המהווים כ-11% משטחי גידולי השדה בעולם [1]. עבודות רבות בעולם וגם לאחרונה בארץ בחנו את ההשלכות של מעבר לחקלאות משמרת ושילוב גידולי כיסוי והראו כי יתרונות ממשק זה לחקלאות מתבטאים ביכולת להקטין את נפח ועוצמות הנגר העילי, להקטין את סחיפת הקרקע בשיפור יציבות מבנה הקרקע, בשמירה על יכולת חידור המים לקרקע ובמיתון משרעת טמפרטורת הקרקע, כל זאת יחד עם שמירה על רמת היבולים המקובלת בחקלאות הקובנציונאלית [2-5]. תוצאות אלו נמצאות בהתאמה מלאה עם המחקר ארוך הטווח בחיטה (זה מעל ל-20 שנים) של ד"ר בונפיל בגילת שהראה שממשק אי פליחה הכולל השארת חיפוי צמחי מלא הגדיל את חדירות המים ואת אגירתם בקרקע, מנע סחף קרקע ע"י רוח ומים ושמר על רמת יבולים גבוהה בכ-20% יחסית לעבוד קובנציונאלי [6]. אולם, המחסור בארץ במספוא עבור צאן ובקר מוביל לביקוש גבוה לקש וערכו הכלכלי לחקלאי כהכנסה נוספת יכול לנוע בין 50 ל-100 ₪ לדונם. תוספת הכנסה זו מונעת מחקלאים לקצוץ ולפזר את הקש על פני הקרקע בזמן קציר החיטה, כמקובל בעולם ובחוות גילת. ממשק אי פליחה המקובל כרגע בארץ, הכולל במקרה הטוב השארה של שלפים, לא מאפשר המשך רציף של אי פליחה בגלל פחיתה ביבולים, ולכן הוחל כבר לפני כ-7 שנים מעבר לממשק של עיבוד עיתי, והוספה של חומר אורגני (זבל רפת ולול) בשיעור של 4~ מ"ק/ד' אחת ל-3-4 שנים (אשר איזנקוט, מידע אישי). בשנים בהן מתבצעת הפליחה העיתית לצורך הוספת החומר האורגני לקרקע, הקרקע בשדות נמצאת שוב במצב של רגישות גבוהה לסחיפה ולכן נדרש פתרון נוסף שיכול לשמר את הקרקע בשנים אלו.

בנוסף, ישנם קשיים בשילוב עקרונות חקלאות משמרת בגידולי שורה של מינים בעלי זרעים קטנים, כמו גזר ובצל, לא ניתן לצמצם בהם באופן משמעותי את עיבודי הקרקע מכיוון שיש צורך בהכנת מצע זרעים נאות להבטחת מגע טוב בין הקרקע לזרעים העדינים. כתוצאה מכך, בתקופת הזריעה, בגידולים אלו, ולאורך מספר שבועות עוקבים הקרקע חשופה לגמרי לגשם או להשקיה בהמטרה בכמויות גבוהות יחסית. כתוצאה מכך יש סיכון גבוה לקבלת נגר וסחף קרקע בכמויות משמעותיות עקב איטום של פני הקרקע בעקבות פגיעה ישירה של טיפות הגשם (או השקיה) בפני קרקע חשופים. בנוסף - גם לסחף רוח יש משקל בתהליכי הבליה ואיבוד הקרקע, ובעיקר בגידול גזר, פגיעה של גרגירי חול הנישאים ברוח עלולה לגרום נזק משמעותי להתפתחות הגידול עקב גדימה של קודקוד הצמיחה.

במציאות מורכבת זאת, אנו מציעים לבחון את השימוש בפוליאקרילאמיד (PAM) ככלי נוסף בארגז הכלים של פתרונות שימור הקרקע. הוספה של PAM שהינו פולימר בעל משקל מולקולרי גבוה ומטען שלילי, לקרקע, תורמת

לייצוב התלכידים [7]. מחקרים רבים בחנו את יעילות הוספת ה-PAM לפני הקרקע (בשיעור של 2-4 ק"ג/ד') ומצאו כי הוספתו משפרת את כושר החידור של הקרקע למים ומונעת נגר עילי וסחף [8]. השימוש ב-PAM בתנאי השקיה (השקיה בהצפה ובהמטרה כאחד) הפך למקובל בעולם [9]. בישראל לא מקובל השימוש ב-PAM בהשקיה כיון שמרבית ההשקיה היא בטפטוף שלא גורם לבעיות נגר וסחף. בניגוד למערכת מושקית, טרם נמצא פתרון מתאים ליישום ה-PAM בגידולי בעל. חסרונם של ה-PAM הוא בצמיגות הרבה של התמיסה המתקבלת לאחר המסתו במים. הוספתו לפני הקרקע לפני עונת הגשמים דורשת את המסתו בנפחי מים גדולים בכדי להקטין את צמיגות התמיסה ובעקבות זאת נדרש לרסס בנפח תמיסה גדול ($4 < \text{מ"ק/ד'}$) שמבחינה אגרונומית אינו ישים. כמו כן, פיזור אבקת PAM יבשה על פני הקרקע נמצא יעיל במניעת סחף אך לא היה יעיל במניעת היווצרות נגר עילי [8].

על מנת להגדיל את מגוון הכלים העומדים לרשות החקלאי לצורך שימור קרקע ומניעת סחף אנו מציעים במחקר הנוכחי לבחון את יעילות השימוש ב-PAM הן בגידולי בעל (חיטה) בשלב העיבוד העיתי לצורך הוספת חומר אורגני, ובגידולי בצל וגזר החשופים למזקי סחיפה של מים ורוח מרובים, בעיקר בתחילת עונת הגידול כאשר הקרקע חשופה ורגישה לתהליכי הסחיפה. ייחודו של המחקר המוצע הוא בבחינה של טכנולוגיה חדשה להוספת ה-PAM לפני הקרקע. הטכנולוגיה מבוססת על ריסוס ה-PAM שנעשה ע"י העברת תרחיף (אמולסיה) המכיל 25% חומר פעיל (PAM) דרך דיסקה מסוג מיקרומקס (Micro group, UK איור 1) המסתובבת במהירות אשר שוברת את טיפות החומר למיקרו-טיפות המותזות ומפוזרות באופן אחיד על פני הקרקע. השימוש בשיטה זו מאפשר את יישום ה-PAM בתמיסה תוך שימוש בנפח תמיסה קטן (1-4 ל"ד') ושמירה על פיזור אחיד של החומר על כלל השדה. אופן יישום זה של ה-PAM הוא חדשני בעולם ולמיטב ידיעתנו מעולם לא נבחן בארץ. ייחוד נוסף של המחקר המוצע יהיה שימוש בסורק micro CT (Bruker, SkyScan – 1172), הקיים במינהל המחקר החקלאי, מכון וולקני, המאפשר אפיון מרחבי וכמותי של מבנה הקרקע, באופן לא הרסני, ללימוד אופי הצמדות ה-PAM לתלכיד הקרקע והשפעתו על יציבות הקרקע והמבנה הפנימי שלה לאחר אירועי גשם.

תוצאות ראשוניות מתצפית שבצענו בשדה בצל על יד מושב שדה צבי, בצפון הנגב, בה בחנו ריסוס של ה-PAM בטכנולוגיה הנ"ל בעזרת מרסס מיקרומקס שהועמד לרשותנו, הראו כי ה-PAM הצליח לשמור על תלכידים בפני הקרקע ולמנוע היווצרות קרום במשך יותר מ-150 מ"מ של גשם (איור 2). זאת בניגוד לשאר השדה אשר בו סופת גשם אחת של פחות מ-20 מ"מ הספיקה בכדי לשבור את תלכיד הקרקע בפני השטח וליצור קרום אטים. בנוסף, בניסוי מעבדה שערכנו תוך שימוש במכשיר מדמה גשם נמצא שריסוס פני קרקע חרסיתית חולית מאזור פלשת וקרקע לס מאזור הנגב הצפוני בכמות של 1 ק"ג/ד' PAM גרמה לפחיתה משמעותית בסחף קרקע (איור 3).

2. הישגי המחקר של מגישי ההצעה: (הפרסומים הרלוונטיים של החוקרים מודגשים ב-¹ ברשימת הספרות) למגישי ההצעה ניסיון ניכר בכלל התחומים הנוגעים לעבודה המוצעת. ד"ר אורי נחשון עוסק בתנועת מומסים בתוך הבלתי רווי והשפעתם על תכונות הקרקע ותהליכי בלייה וסחף ובעל ניסיון בשימוש בסורק CT לצרכי מחקר כפי שמוצע לעשות בהצעה זו [10-14]. ד"ר גיא לוי עוסק בתחום של היווצרות קרומי קרקע, תהליכי נגר וסחף ובשימוש במייצבי קרקע וביניהם PAM לצורך מניעת נגר וסחף [7-8, 15]. ד"ר גיל אשל – מתמחה בפיתוח ואימוץ ממשקי עיבוד משמרי קרקע מים וסביבה [2-5, 16].

(II) מטרת המחקר וחשיבותו:

1. תוצרי התוכנית: הידע התשתיתי בסיסי, הטכנולוגיות והמוצרים שיפותחו:

הסקירה שלעיל מדגישה את הצורך האמתי בפיתוח פתרונות נוספים בארגז הכלים לשימור קרקע שיהיו זמינים לחקלאי הן בשלב הפליחה העיתית בממשק האי פליחה הנהוג בארץ והן לגידולי שורה בעלי זרעים קטן כמו גזר ובצל. זאת בכדי להקטין תהליכי איטום פיזיקאלי בעקבות פגיעת טיפות הגשם בקרקע החשופה בשלבי הגידול הראשונים. כלי שכזה אף יכול להיות יעיל להתמודדות עם הפגיעה ביבול הגזר בעקבות סחף רוח בקרקעות במרקם חולי בצפון מערב הנגב.

מטרת העל של המחקר המוצע היא לבחון האם הוספת PAM בעזרת מרסס המיקרומקס עשויה לפתור בעיות הקשורות לאיבוד קרקע בשדות החשופים לתהליכי נגר וסחף משמעותיים, בעיקר בשלב העיבוד העיתי בגידולי בעל (חיטה) תחת מימשק אי פליחה חלקי (לא רציף) ובגידולים בעלי זרע קטן כדוגמת בצל וגזר.

שאלת המחקר העיקרית אותה אנו מציעים לבדוק היא האם שימוש ב- PAM יסייע להקטנת הנזקים הנוצרים בממשקים חקלאים של קרקע חשופה מבחינת איבוד קרקע בתהליכי סחף מים וסחף רוח.

מטרות המחקר הפרטניות הן:

(1) בחינת יעילות השימוש ב מיקרומקס לפיזור PAM לייצוב מבנה הקרקע ומניעת סחף מים.

(2) בחינת האינטראקציות בין PAM לבין הקרקע.

(3) בחינת תרומת ה-PAM המוסף לקרקע בעזרת מיקרומקס לייצוב מבנה הקרקע.

היפותזות המחקר הן: (1) שימוש ב- PAM יקטין תהליכי התקרמות והיווצרות נגר וסחף בחקלאות בעל בשלב הפליחה העיתית ובגידולי שורות בהם לא ניתן ליישם ממשקי אי פליחה.

2. על איזה צורך יענה הידע הבסיסי-תשתיתי שילמד, המוצר או הטכנולוגיה שיפותחו:

במחקר זה אנו מציעים לתת מענה יישומי לשתי בעיות: הראשונה, ייצוב הקרקע בשלב של עיבוד עיתי בממשק הפליחה לסירוגין; השניה, ייצוב קרקע בגידולי שורה עם זרעים קטנים (כמו גזר ובצל). המענה אותו מוצע לבחון הוא שימוש בטכנולוגיה חדשנית ליישום ישירות לפני הקרקע של חומר מייצב מבנה קרקע - PAM תוך שימוש במרסס – מיקרומקס לשם הקטנת הנגר והסחף. תוצרי המחקר יתרמו כלי עבודה נוסף ב"ארגז הכלים" של חקלאי ישראל שיאפשר להם להתמודד בצורה יעילה עם בעיות נגר סחף קרקע, תוך צמצום המשאבים, האנרגיה והזמן הדרושים להתמודדות עם בעיות אלו.

(III) טבלת משימות:

(#)	המשימה
שנה א'	
1	לימוד השימוש ב- מיקרומקס ואפיון אופי וקצב פיזור ה- PAM.
2	אפיון האינטראקציות בין PAM לבין תלכידי קרקע תוך שימוש במכשיר micro CT.
3	ניסוי במדמה גשם לבחינת השפעת ה-PAM על תהליכי נגר וסחף.

שנה ב'	
1	השלמת ניסויי המעבדה כמפורט בשנה א'
2	הקמת מערכת ניסויית בשדה לבחינת השפעת ה-PAM על תהליכי נגר וסחף (כולל סחף רוח).
3	ניסויי שדה לבחינת השפעת ה-PAM על תהליכי נגר וסחף (כולל סחף רוח).
4	בחינת דוגמאות קרקע מניסויי השדה במכשיר micro CT לאפיון השפעת ה-PAM על מבנה הקרקע.
שנה ג'	
1	המשך ניסויי השדה לבחינת השפעת ה-PAM על תהליכי נגר וסחף (כולל סחף רוח).
2	המשך בחינת דוגמאות קרקע מניסויי השדה במכשיר micro CT לאפיון השפעת ה-PAM על מבנה הקרקע.
3	הערכה כלכלית של היעילות האגרונומית של השימוש ב-PAM.

(IV) פירוט המשימות:

שנה א'
א1 - לימוד השימוש ב- Micromax ואפיון אופי וקצב פיזור ה- PAM: כאמור, המיקרומקס הינו מרסס ייחודי של תמיסות צמיגות במיוחד שאינו נפוץ בשימוש החקלאים בארץ ויש צורך ברכישת מיומנות הפעלת המרסס, אפיון פיזור ה-PAM וכיולו לשם פיזור כמות חומר אחידה ומדודה בניסויים המוצעים להלן וביישומים החקלאיים העתידיים. לשם כך נבצע מספר ניסויים בהם נמדוד את ספיקת המרסס (מדידת כמות ה-PAM שתרוסס ליחידת זמן) ואת שטח הכיסוי של המרסס, אחידות פיזור החומר וריכוז החומר ליחידת שטח. תכונות פיזור ה-PAM בעזרת המיקרומקס יימדדו על ידי ביצוע ריסוס, בשדה, על פי הוראות היצרן אך על פני הקרקע יפוזרו פלטות זכוכית בגודל של 15X15 ס"מ במרווחים קבועים של 10 ס"מ על פני שטח של 1.5X1.5 מטר² ולאחר הריסוס הן יאספו ופיזור ה-PAM על פלטות הזכוכית יימדד על ידי צילום הפלטות ועיבוד התמונה בתוכנת מחשב ייעודית. הבדיקה תעשה ב- 5 חזרות.
א2 - אפיון האינטראקציות בין PAM לבין תלכיד קרקע: האינטראקציה בין PAM לבין תלכיד קרקע תלמד בשלוש קרקעות: קרקע חרסיתית חולית מאזור רוחמה (~40% חרסית), לס ממרחב שדה צבי בצפון הנגב (~20% חרסית) וקרקעות חוליות מאזור חבל מעון במערב הנגב (~5% חרסית). אזורים אלו נבחרו עקב היותם אזורי גידול משמעותיים לחיטה בעל, לגזר ולבצל הסובלים מבעיות של נגר, סחף מים וסחף רוח. דוגמאות מהקרקעות הנ"ל משכבת הקרקע העליונה (0-20 ס"מ) יובאו למעבדה, ייובשו ליובש אוויר, וינופו לקבלת גודל תלכידים בתחום 0.5-1.0, 1-2 ו- 2-4 מ"מ. נבחן הוספת PAM לתלכידים בעזרת המיקרומקס ברמה השקולה ל 4, 8 ו- 16 ל"ד/דונם [שווה ערך ל 1, 2 ו 4 ק"ג חומר פעיל]. ה- PAM יוסף לתלכידים הנמצאים בתכולת יובש אויר וכאלו שיובאו לתכולת רטיבות של קיבול שדה. כל טיפול יבוצע ב 3 חזרות. תלכידים שטופלו ב- PAM וביקורת (ללא טיפול ב PAM) ייסרקו בסורק micro CT, לאחר ייבושם, ברזולוציה מרחבית של ~5 מיקרומטר ובהן נימדוד את נקבוביות התווך, גודל הנקבובים הממוצע ורמת הקישוריות ביניהם. בנוסף, נאפיין את המבנה הפנימי של התלכידים, הימצאות סדקים פנימיים והערכה של המוליכות ההדראולית כמתואר בעבודה של Weisbrod et al.

[14]. בנוסף נלמד גם על אופי הצמדות ה-PAM לחלקיקי הקרקע וציפויים.

א3 - ניסוי במדמה גשם לבחינת השפעת ה-PAM על תהליכי נגר וסחף: בשלב זה תיבחן יעילות ריסוס ה-PAM במיקרומקס והשפעת החומר על ייצוב הקרקע. דוגמאות מהקרקעות שצוינו לעיל בסעיף 2 ינופו לקבלת תלכידים בגודל $4 > \text{מ"מ}$ שיארזו בתבניות בגודל 50×30 ובעומק 2 ס"מ . אחר כך ה-PAM ירוסס על התבניות על פי הריכוז המומלץ (4 ל"ד/דונם [שווה ערך ל 1 ק"ג חומר פעיל]) ובשני ריכוזים נוספים השווים ל-50% ו-150% מריכוז זה. בנוסף ייבדק גם טיפול ללא הוספת ה-PAM כביקורת. לכל טיפול יהיו 3 חזרות. המגשים יונחו במדמה הגשם הקיים במכון וולקני, בהטיה של 9° וייחשפו ל 4 סופות גשם של 45 מ"מ כל אחת עם תקופת ייבוש של שבוע בין סופות עוקבות. במהלך כל 45 מ"מ של סופת גשם מדומה תוך שימוש במים חסרי יונים תימדד כמות הנגר, הסחף ונפח המים שחלחל דרך הקרקע. תלכיד קרקע ייאספו מהמגשים השונים לאחר ניסויי הגשם ולאחר שייובשו, מידת השינוי במבנה הפנימי של התלכידים בעבור הטיפולים השונים תיבחן ב-micro CT, כמתואר בשלב א'2.

שנה ב'

ב1 - השלמת ניסויי המעבדה כמפורט בשנה א'

ב2 - הקמת מערכת ניסויית בשדה לבחינת השפעת ה-PAM על תהליכי נגר וסחף (כולל סחף רוח): ניסויי השדה יוקמו בשדה חיטה של קיבוץ רוחמה, בשדה בצל ובשדה גזר במרחב שדה צבי (סה"כ 3 שדות ניסוי). בכל אתר ניסוי ייבחנו הטיפולים הבאים: (1) פיזור PAM בריכוז המיטבי כפי שיוגדר בניסויי המעבדה; ו-(2) טיפול משקי רגיל, ללא הוספת ה-PAM. כל טיפול ישתרע על חלקה ברוחב 8 מ' ואורך 120 מ' בשדה החיטה ועל 4 ערוגות (8 מ') ולאורך 120 מטר בשדות הבצל והגזר, עם שלוש חזרות לטיפול. יישום ה-PAM על ידי המיקרומקס יבוצע מיד לאחר הזריעה. בכל חלקת ניסוי תוקמנה חלקות נגר ייעודיות באורך 100 מ' וברוחב 6 מ' למדידות נגר וסחף קרקע ע"י מים.

ב3 - ניסויי שדה לבחינת השפעת ה-PAM על תהליכי נגר וסחף (כולל סחף רוח): ממשקי הגידול וההשקיה בחלקות הניסוי יתקיימו באופן זהה בכל החלקות. בכל חלקה, לפני יישום ה-PAM, ולאחר כל ארוע גשם יילקחו דוגמאות קרקע בלתי מופרות מפני השטח ולעומק של 1 מטר, במרווחים של 25 ס"מ לקביעת תכולת הרטיבות לאורך פרופיל הקרקע. בנוסף, בחלק מהחלקות יותקנו מדי רטיבות קרקע עד לעומק של 1 מטר, שיחוברו לאוגר נתונים וימדדו באופן רציף את תכולת הרטיבות לאורך פרופיל הקרקע. מהלך יצירת הנגר בכל חלקה יימדד בעזרת מכשיר מדידה ייעודי למדידת ספיקות נגר (מזרם HS) שיותקן במורד כל חלקת נגר. ספיקת הנגר מחושבת על בסיס מדידת רום המים בחתך המדידה שבמתקן, שיצויד במד מפלס אולטרה-סוני. הערכת השפעת הטיפולים על תנועת סחף הקרקע תקבע ע"י מדידת נפח כמות הסחף שתצטבר באגני השיקוע של המזרמים. לאורך הניסוי תנטר מידת הפגיעה (חיגור) של נבטי הגזר על ידי סחף הרוח ובסיום הניסוי תימדד מסת הגידול בכל טיפול.

ב4 - בחינת דוגמאות קרקע במכשיר micro CT לאפיון השפעת ה-PAM על מבנה הקרקע: דוגמאות קרקע שיאספו בשלב ב'3 ייסרקו בסורק micro CT (Bruker, SkyScan – 1172), כמתואר בסעיף א'2 לצורך אפיון מרחבי וכמותי של מבנה הקרקע.

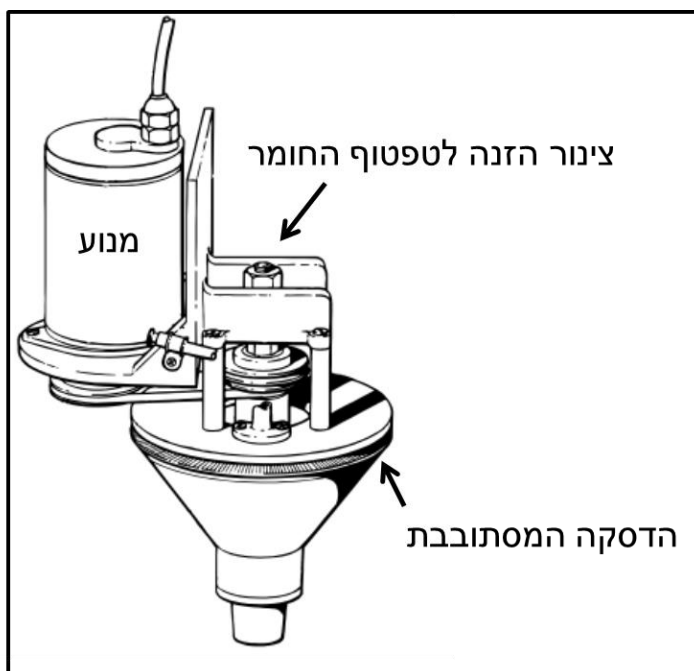
שנה ג'

ג1 - המשך וחזרה לאורך עונת גידול נוספת של שלב ב3': ניסויי השדה המתוארים בשלב ב3' יימשכו לאורך עונת גידול נוספת בשנה ג' של המחקר.
ג2 – המשך בחינת דוגמאות קרקע מניסויי השדה במכשיר micro CT לאפיון השפעת ה-PAM על מבנה הקרקע: דוגמאות קרקע שייאספו במהלך שנת המחקר השלישית גם כן יסרקו בסורק micro CT כמתואר בסעיף ב4.
ג3 - הערכה כלכלית של השימוש ב-PAM: לאחר שנתיים של ניסויי שדה, בהם תיבחן יעילות השימוש ב-PAM תתבצע הערכה כלכלית ראשונית לחישוב היעילות האגרונומית של הטיפולים שנבחנו, קרי עלויות השימוש בהוספת ה-PAM לממשקי העיבוד, כנגד הפחיתה בנגר ובסחף והחיסכון שיתכן ויושג באיכות וכמות היבול שיתקבל.

(V) אבני דרך:

מועד הבדיקה לעמידה באבני הדרך נכתב בהנחה כי המחקר יתחיל בנובמבר 2016.

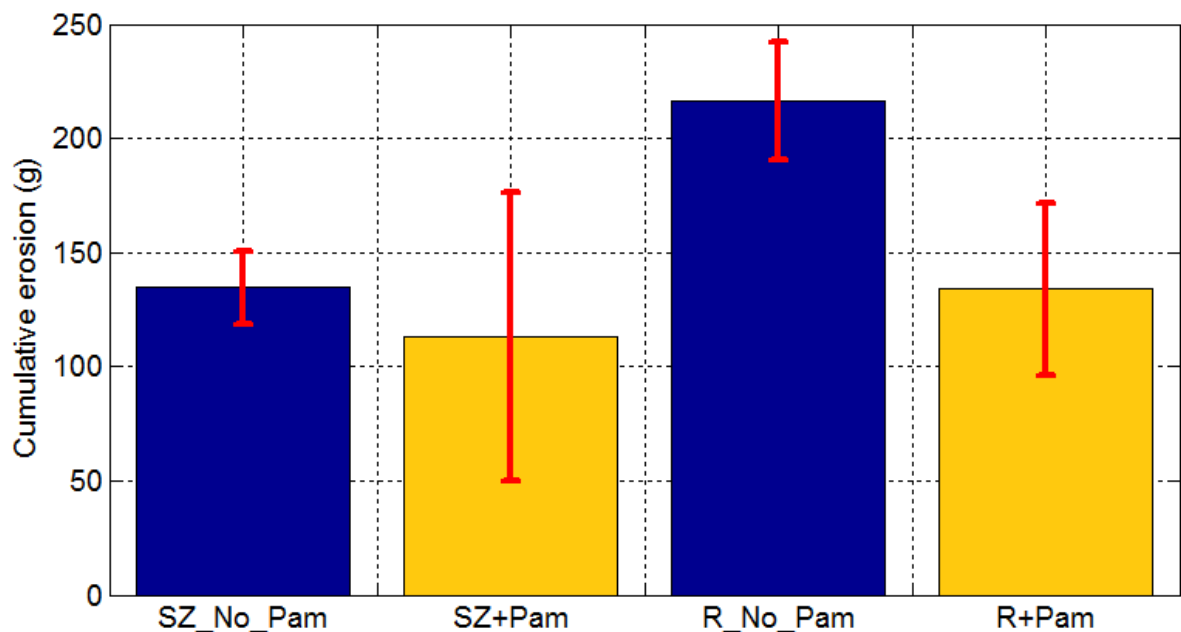
(#)	תיאור אבן הדרך ואופן בדיקת העמידה בה	מועד בדיקה מת
1	אפיון פיזור ה-PAM דרך ה-Micromax.	2/2017
2	אפיון האינטראקציות בין PAM ותלכיד קרקע בהסתמך על מדידות ב- micro CT של דוגמאות מניסויי המעבדה.	9/2017
3	תוצאות ראשונות של ניסויי השדה – אופטימיזציה היישום מבחינת מינונים של ה-PAM.	11/2018
4	הערכה כמותית של יעילות ה-PAM למניעת נגר וסחף בשדות חקלאים	5/2019
5	הערכה כמותית של יעילות ה-PAM לצמצום סחף רוח.	5/2019
6	אפיון איכותי ומורפולוגי של השפעת ה-PAM על מבנה הקרקע בהסתמך על מדידות ב- micro CT.	8/2019
7	הערכה כלכלית ראשונית של יעילות הטכנולוגיה והגישה החדשנית של השימוש ב-PAM –	10/2019



איור 1: מרסס המיקרומקס.



איור 2: קרקע לס בשדה הבצל מאזור שדה צבי בצפון הנגב לאחר מספר סופות גשם. בקרקע שרוססה ב-PAM נשמר מבנה האגרגטים ולא נוצר קרום על פני השטח.



איור 3: השפעת תוספת PAM על סחף קרקע מניסוי ראשוני במכשיר מדמה הגשם בעבור קרקעות שדה צבי (SZ) ורבדים (R). ב-SZ+Pam סטיית התקן גדולה עקב בעיות טכניות במדידה.

2. רשימת ספרות:

- [3]* ר., אגוזי, ג., אשל, א., פורמן. השפעת חיפוי קרקע על היווצרות נגר עילי בפרדסים. עלון הנוטע נובמבר 2015 מספר 11 חקר הפרי הקטוף - חלק א 32–38, 2015.
- [4]* א., חיות, י. גולדווסר, מ. סיבוני, ב. רובין, צ. דר, י. קשתי, ד. דיסני, פ. פיין, ר. א., ר. אגוזי וג. אשל. גידולי כיסוי כאמצעי להפחתת השיבוש בעשבים רעים בתפוחי אדמה. ניר ותלם - 52:27-32. 2014.
- [5]* ה., קוז'יקרו, י. גולדווסר, ב. רובין, ר. אגוזי וג. אשל. השפעת גידולי כיסוי על הטמפרטורה. תכולת הרטיבות וחידור המים בקרקע. שדה וירק, 292: 33-39. 2016.
- [6] ד. י., בונפיל, ב., רובין, ד., שטיינברג, י., מופרדי, ס., אסידו, ש., כיתאין, ע., נפתליה וא., וואזה. ממשק אי-פליחה וחיפוי בקש - סיכום רב שנתי. גן שדה ומשק. 8:13-23. 2004.
- [1] A. Kassam, T. Friedrich, R. Derpsch and J. Kienzie, Overview of the Worldwide Spread of Conservation Agriculture, Field Actions Science Reports [Online], Vol. 8 | 2015, Online since 26 September 2015, connection 15 October 2015. URL : <http://factsreports.revues.org/3966>
- [2]* Eshel, G., Egozi, R., Goldwasser, Y., Kashti, Y., Fine, P., Hayut, E., Kazukro, H., Rubin, B., Dar, Z., Keisar, O., others, 2015. Benefits of growing potatoes under cover crops in a Mediterranean climate. Agriculture, Ecosystems & Environment 211, 1–9.
- [7]* A. I. Mamedov, S. Beckmann, C. Huang, and G. J. Levy, "Aggregate stability as affected by polyacrylamide molecular weight, soil texture and water quality," Soil

Sci. Soc. Am. J., vol. 71, pp. 1909–1918, 2007.

[8]* G. J. Levy and D. N. Warrington, “Polyacrylamide Addition to Soils : Impacts on Soil Structure and Stability,” pp. 9–32.

[9] R. D. Lentz and R. E. Sojka., “Applying polymers to irrigation water: Evaluating strategies for furrow erosion control,” Trans. Asae, vol. 43, no. 6, p. 1561, 2000.

[10]* U. Nachshon, N. Weisbrod, M. I. Dragila, and A. Grader, “Combined evaporation and salt precipitation in homogeneous and heterogeneous porous media,” Water Resour. Res., vol. 47, no. 3, pp. 1–16, Mar. 2011.

[11]* U. Nachshon, E. Shahraeeni, D. Or, M. Dragila, and N. Weisbrod, “Infrared thermography of evaporative fluxes and dynamics of salt deposition on heterogeneous porous surfaces,” Water Resour. Res., vol. 47, no. 12, pp. 1–16, Dec. 2011.

[12]* U. Nachshon, A. Ireson, G. van der Kamp, and H. Wheeler, “Sulfate salt dynamics in the glaciated plains of North America,” J. Hydrol., vol. 499, pp. 188–199, Aug. 2013.

[13]* U. Nachshon and N. Weisbrod, “Beyond the Salt Crust: On Combined Evaporation and Subflorescent Salt Precipitation in Porous Media,” Transp. Porous Media, 2015.

[14]* N. Weisbrod, U. Nachshon, M. I. Dragila, and A. Grader, “Micro-CT Analysis to Explore Salt Precipitation Impact on Porous Media Permeability,” in Transport and Reactivity of Solutions in Confined Hydrosystems, L. Mercury, N. Tas, and M. Zilberbrand, Eds. Springer Netherlands, 2014, pp. 231–241.

[15]* J. Levin, M. Ben-Hur, M. Gal, and G. J. Levy, “Rain energy and soil amendments effects on infiltration and erosion of three different soil types,” Aust. J. Soil Res., vol. 29, no. ii, p. 455, 1991.

[16]* N. Goldshleger, E. Ben-Dor, R. Lugassi, and G. Eshel, “Soil degradation monitoring by remote sensing: examples with three degradation processes,” Soil Sci. Soc. Am. J., 2010.