

**מודל לשיתוף פעולה מחקרי בין מכונים למחקר ופיתוח לבין
מכללה להכשרת מורות (חמדת הדרום) במסגרת סמינריון
מחקרי במדעים**

עיריית חלילי רוטמן¹, תהילה זבולון¹, נטלי גבסו¹, רוויה כהן¹, אלי
צעדי², ושלמה שריג³

iritr@hemdat.ac.il, iritr95@gmail.com

¹ המחלקה להוראת המדעים, מכללת חמדת הדרום ת.ד. 412 נתיבות 80200

² המחלקה למקורות טבעיים ומחקר חקלאי, מכון לחקר הצומח, מרכז למחקר
גילת ד.נ. הנגב 85280

³ המרכז למחקר קטיף, שדות נגב, ד.נ. נגב 85200

מילות מפתח: שיתוף פעולה מחקרי, סמינריון במדעים, חזית
המחקר, מכון למחקר ופיתוח

שיתופי פעולה מהווים מנוף ליצירה, צמיחה וחדשנות במדע
ותעשייה. הם חלק מהתהליך הטבעי במכוני מחקר ובמוסדות
לימוד (2).

המאמר הנוכחי מציג מודל של שיתוף פעולה בין המרכז למחקר
ופיתוח קטיף ומינהל המחקר החקלאי - מרכז גילת, לבין מכללה
להכשרת מורות (מכללת חמדת הדרום), במסגרת הקורס:
סמינריון מחקרי במדעים. המודל יושם ועדיין מיושם כחלק
ממבנה הקורס וממהלכו. בפרקי המאמר השונים, מתואר מהלך
ותכנון שיתוף הפעולה, שבו לקחו חלק פעיל הסטודנטיות,
המרצה, והלברנטית של המכללה והחוקרים. במהלך יישום
מודל זה נבדקה השפעת יישומו הן על היכולות הלימודיות של
הסטודנטיות והן על התרומה לחוקרי המכון.

מכללות להכשרת מורים למדעים מתמקדים בלימוד תכנים מדעיים, תוך הכרת נושאים מחקרניים שהממצאים שלהם ידועים. עולם המחקר מונגש לסטודנטים באמצעות המרצים במכללות, מעבדות לימוד והספרות המדעית.

כאמצעי חיבור בין עולם ההוראה לעולם המחקר, התקיים שיתוף פעולה בין המרכז למחקר ופיתוח קטיף ומינהל המחקר החקלאי - מרכז גילת, לבין המכללה להכשרת מורות למדעים (מכללת חמדת הדרום). שיתוף זה יצר דינמיקה מיוחדת בין החוקרים לבין הסטודנטיות, וייצר סביבה חדשה, מושכת ומעניינת לסטודנטיות. בנוסף, כתוצאה משיתוף הפעולה, מעבדת הלימוד של המכללה תפקדה כמעבדת מחקר.

מטרות שיתוף הפעולה

1. לייצר עבור הסטודנטיות סביבה שבה יוכלו לקחת חלק פעיל בעיסוק בנושא מחקרי הנמצא בחזית המחקר.
2. לאפשר לסטודנטיות לסכם ולהציג את ממצאי המחקר במסגרת כנס מדעי.
3. לאפשר לחוקרים לחלוק את הידע הרב והמומחיות שלהם עם סטודנטיות להוראת מדעים.
4. לאפשר לחוקרים להיעזר בממצאים שנתקבלו מעבודת הסטודנטיות לצורך התקדמות המחקר.

הסוגיות שנבדקו במסגרת שיתוף הפעולה:

1. מהי ההשפעה של יישום המודל המוצג על התבטאות יכולות לימודיות ואירגוניות של הסטודנטיות, ועל הטמעת מהויות המחקר האמפירי בסטודנטיות?
2. האם בשיתוף פעולה מסוג זה, הסטודנטיות עשויות לתרום להתקדמות המחקר במכון?

תכנון שיתוף הפעולה : מהלך וחלוקת עבודה

שיתוף הפעולה החל על ידי קיום של מספר מפגשים בין המרצה של הקורס לבין החוקרים. במהלך המפגשים התרשמה המרצה מהיקף העבודה של כל נושא, מידת הרזולוציה הנדרשת בביצוע הניסויים, שיטות העבודה והיקף הסקירה הספרותית הנדרשת. ממצאי ההתרשמות של המרצה לגבי נושא מחקרי מסוים, עלו בקנה אחד עם מבנה, דרישות ותכני הקורס המכללתי. החוקר האחראי על נושא זה, תכנן עם המרצה את פרטי שיתוף הפעולה. התכנון נעשה בפיקוח ובמעורבות של חוקר נוסף (שהשתייד למינהל המחקר החקלאי - גילת), וכלל את חלוקת העבודה בין החוקר, מרצת הקורס והסטודנטיות. בנוסף, נקבעו מהלכי שיתוף הפעולה, לוח הזמנים, ואופן סיכום הממצאים והצגתם. מהלך שיתוף הפעולה כלל: הצגת הנושא המחקרי בפני הסטודנטיות (על-ידי מרצת הקורס במסגרת הרצאות המבוא, ובמסגרת סיור של הסטודנטיות במכון), בחירת הסטודנטיות לפרויקט שיתוף הפעולה (במסגרת מפגשים אישיים עם המרצה), והכנת המודל הניסויי במתחם מרכז המו"פ. עוד נקבע, שביצוע הבדיקות, כגון הביוכימיות, יעשה על-ידי הסטודנטיות (בפיקוח המרצה ובעזרת הלבורנטית של המכללה במעבדת המכללה) והבדיקות הפיזיקליות יבוצעו על-ידי החוקר במעבדת המו"פ. כמו-כן, סוכם שהתוצאות הגולמיות יעובדו על-ידי הסטודנטיות בהנחיית המרצה, ובתיאום עם החוקר, וממצאי ומסקנות המחקר יוצגו הן במסגרת כנס: "תורה ומדע" באוניברסיטת בר-אילן, והן במסגרת מייצג המתקיים כחלק ממהלך הקורס בסוף השנה האקדמית.

הצגת פרויקט שיתוף הפעולה בהרצאות המבוא

הפרויקט הוצג לסטודנטיות על-ידי מרצת הקורס במסגרת הרצאות המבוא. המרצה הסבירה את חשיבות הנושא המחקרי

של הפרויקט, היותו בחזית המחקר, וכל שיימצא יהיה חדש. העיסוק בו כרוך בנכונות רבה להשקעה, נדרש דיוק רב בביצוע הניסויים, חקר ספרותי יסודי, וגמישות והתאמה ללוח הזמנים של החוקרים. הודגש לסטודנטיות שפרק הזמן הנדרש לביצוע נושא זה הרבה יותר ארוך מזה שנדרש מסטודנטיות שיעסקו בנושאי מחקר שאינם מצויים בחזית המחקר.

בהמשך, הוסבר על ידי המרצה הנושא בו יעסוק שיתוף הפעולה, אשר מתמקד בניצול תוצרי לוואי אגרו-תעשייתיים, לצורך ייצוב פני הקרקע בצפון הנגב והגדלת עמידותה כנגד סחף על ידי רוחות. הוסבר שיציבות הקרקע החולית בצפון הנגב נפגעת באופן ניכר כתוצאה מהפעילות החקלאית (3). היות וידוע על-פי הספרות שתוצרי לוואי אגרו-תעשייתיים מועשרים לעיתים בחומרים בעלי פוטנציאל חיובי וניתן לנצלם לתועלת האדם (8), הוחלט לבחון כיצד התוספת שלהם לקרקע תשפר את יציבותה.

סיור של הסטודנטיות במתחם מרכז המו"פ קטיף בשדות נגב

לאחר הצגת פרויקט שיתוף הפעולה בהרצאת מבוא, התקיים סיור במתחם המו"פ. בסיור השתתפו כל הסטודנטיות הלומדות בקורס, ובמהלכו החוקר הציג לסטודנטיות את החממה הניסויית, המכשור ושיטות העבודה במו"פ. בנוסף, הסטודנטיות הכירו שיטות מחקר ממוחשבות במסגרת חקלאות ותקשוב.

בחירת הסטודנטיות להשתתפות בפרויקט שיתוף הפעולה

לאחר שהתרשמו מהצגת הנושא הן במסגרת הרצאת המבוא והן במסגרת הסיור, הראו שלוש סטודנטיות נכונות להיכנס לפרויקט מחקרי זה. ראשית, הן נפגשו עם המרצה של הקורס במסגרת מפגשים אישיים. המרצה הנגישה להן ממצאי מחקרים חשובים שפורסמו בספרות ולפיהם, קרומים ביולוגיים המאכלסים את פני הקרקע החולית מורכבים ממיקרופלורה של

מיקרואורגניזמים שונים, וביניהן אצות כחוליות. הללו מפרישות קרבוהידרטים (רבי-סוכרים), שמדביקים את חלקיקי הקרקע זה לזה ויוצרים קרום ביולוגי (1). באופן זה נעשה ייצוב פני הקרקע באופן טבעי, אך לאורך שנים, גם בחוליות נודדות, באזורים מדבריים וחצי-מדבריים. כמו-כן, המרצה הסבירה על ה- Filter cake, החומר המצטבר על המסננים והינו אחד מתוצרי הלוואי המתקבל במהלך זיקוק קנה סוכר לצורך הפקת סוכר. תוצר לוואי זה מועשר ברבי-סוכרים וכנראה שיש לו פוטנציאל כגורם משפר יבולים בקרקעות חקלאיות (7,8).

על-סמך ממצאים אלה נוסחה על-ידי הסטודנטיות ובסיוע המרצה, השאלה המחקרית הבאה: "מהי השפעת פיזור או/ו ריסוס של אבקת ה- Filter cake על ריכוזי חלבון, רב-סוכרים ובדיקת חוזק הדחיסה של פני הקרקע בקרקע חולית. במסגרת המפגש תוכננו גם הכנת המודל הניסויי ואופן בדיקות המשתנים התלויים על-ידי הסטודנטיות.

הכנת המודל הניסויי במתחם המו"פ

החוקר, שלוש הסטודנטיות שנבחרו להשתתף בפרויקט, והמרצה הגיעו לחממת הניסוי והכינו את המודל הניסויי. ההכנה כללה את הבאת חול מדיונות בצפון הנגב והבאת תערובת Filter cake, טחנתה ושקילתה. בהמשך, הסטודנטיות מילאו שישה מגשי אלומיניום בחול. בשניים מתוך ששת המגשים רוסס החול בתערובת אבקה שמקורה ב- Filter cake בריכוז 2%. בשני מגשים אחרים פוזרה התערובת על גבי החול, ושני המגשים הנותרים שמשו כמגשי לביקורת. הריסוס נעשה על-ידי המסת התערובת במים, וריסוס התמיסה באמצעות בקבוק פלסטיק עם פקק מחורר, והפיזור נעשה באופן ידני – אחיד ככל האפשר. המגשים הונחו בחממה שבמתחם מרכז המו"פ, והושקו במים

אחת ליום-יומיים, לפי הצורך. תנאי החממה אפשרו שמירה על טמפרטורה קבועה במהלך שעות היום, ותנאי הארה נאותים. ראוי לציין, שבמהלך העבודה, התפתחה דינמיקה מעניינת בין הסטודנטיות לבין החוקר, ובין הסטודנטיות לבין עצמן. דרך הפעולה של הסטודנטיות לא הייתה שוויונית. אחת מהן התאמצה להבין באופן מערכתי את תכנון הניסוי. היא התעקשה להבין את המהות של הביקורת, ואף הביעה את דעתה שיש צורך להוסיף ביקורת מסוג נוסף (חול שעבר עיקור). בהמשך התברר שטענתה זו הייתה מוצדקת. סטודנטית אחרת לקחה על עצמה את הביצוע של הבדיקות. באופן זה, היכולות האירגוניות שלה באו לידי ביטוי. לעומתן, הסטודנטית השלישית הייתה בגדר לומדת מהצד, פסיבית

למרות השוני בצורת הפעולה שלהן, שלושתן שאלו את החוקר את השאלה: "מה צפויות להיות תוצאות הניסוי?". לאחר שהחוקר ענה: "לא יודע", שלושתן הגיבו בהתלהבות לתשובה זו. תשובה שהמחישה להן שהנושא מצוי בחזית המחקר, ולכן תוצאותיו אינן ידועות. תגובה זו המחישה להן שכנראה צפוי להיות אפקט של חידוש לממצאי עבודתן. תחושות אילו התבטאו בהמשך בביצוע הבדיקות הניסוייות תוך מוטיבציה גבוהה, התלהבות וחריצות, ובהשקעת זמן רב מצדן.

ביצוע הבדיקות הביוכימיות והפיזיקליות

אחת לשלושה שבועות, הגיעו הסטודנטיות לחממת הניסוי ולקחו דגימות מהחול לבדיקת ריכוזי חלבון, ורב-סוכרים. הגעתן הייתה מתואמת ישירות עם החוקר. הבדיקות נעשו במעבדת המכללה בפיקוח המרצה ובעזרת הלבורנטית של המכללה. ריכוז החלבון נבדק ספקטראלית בשיטת ברדפורד (5), וריכוז הרב-סוכרים, נבדק על-ידי הידרוליזה באמצעות חומצה וריאגנט אנטרון וקריאה ספקטראלית של הצבע שנוצר (4,6). בדיקת הכוח

הנדרש לחדירת פני הקרקע (כמדד לחוזק הקרום הנוצר בפני הקרקע), נעשתה על-ידי החוקר באמצעות מכשיר המיני-פטרומטר (3), אחת לשלושה שבועות.

עיבוד תוצאות הניסוי, והסקת מסקנות

התוצאות הגולמיות עברו עיבוד על-ידי הסטודנטיות, ובתיווך המרצה, במסגרת מפגשים אישיים. לאחר העיבוד, התוצאות הוצגו בטבלה, ועל-פיה הסטודנטיות תיארו את ממצאי המחקר ומסקנותיו. הממצאים העיקריים שהתקבלו: בכל נקודות הבדיקה, הוספת אבקת-Filter cake בפיזור או בריסוס על פני החול הביאה לעליה ניכרת בחוזק הקרום הנוצר בפני הקרקע, ובריכוזי החלבון והרבי-סוכרים. לאחר שלושה שבועות, שיעור ההגברה שנמדד היה גבוה יותר בטיפול בריסוס מאשר בטיפול בפיזור. אולם, לאחר תשעה שבועות נמצאה מגמה הפוכה הנובעת כנראה מהפעילות הבקטריאלית שמעודדת על ידי הסוכרים בקרקע. אם כן, הטיפול בתוצרי לוואי תעשייתיים אילו, שיפר את יציבות הקרקע, ושיקם אותה. ממצא זה תואם לממצאים אחרים שפורסמו בספרות (8).

העברת התוצאות וממצאי המחקר לחוקרים

תוצאות הבדיקות הביוכימיות והממצאים הועברו לחוקרים. הממצאים הוטמעו כחלק ממצאי המחקר הרחב בתחום.

הצגת ממצאי המחקר בכנס: "תורה ומדע"

ממצאי המחקר ומהלכו, הוצגו בפוסטר שנלווה בהרצאה במסגרת כנס: "תורה ומדע" ה-23 באוניברסיטת בר-אילן. בהרצאה הוסבר שהציווי המקראי לכבוש את העולם "פרו ורבו ומלאו את הארץ וכבשׁוּ ורדו בדגת הים" (בראשית א, כח) מלווה בקריאת אזהרה לא לקלקל את העולם: "תן דעתך שלא תקלקל ותחריב את עולמי שאם קלקלת אין מי שיתקן אחריך" (מדרש

רבה קהלת פרשה ז, א [י"ג]]. באופן זה חוו הסטודנטיות הרמוניה בין מטרת המחקר וביצועו התובעני לבין ערך שימור העולם, שהוא חלק מאורח חייהן הדתי.

הצגת ממצאי המחקר במצגת, במסגרת הקורס

תצוגה נוספת של הממצאים נעשתה במסגרת פרזנטציה בסוף השנה האקדמית, כחלק ממבנה הקורס. בתיאור הרקע למחקר ומטרות המחקר הסטודנטיות הצליחו לתאר במדויק את שאלת המחקר, תוך הסבר על חשיבותה בשל אי-הידע שהיה קיים בנושא, וכיצד היא מעוגנת במחקר הכללי. כמו כן, נערך תיאור של שיטות המחקר, והממצאים העיקריים של המחקר, שנעשו בצורה יסודית ועניינית. ניכר בבירור שהדינמיקה שהסטודנטיות לקחו בה חלק הוטמעה במצגת ובעבודת הסיכום שהגישו.

לסיכום



תרשים 1: שלבי פרויקט שיתוף הפעולה והטמעתם בקורס

שיתוף הפעולה בין המכללה למרכזי המחקר הניב תוצאות חיוביות וטובות הן לסטודנטיות במכללה והן לחוקרים. בתרשים מספר 1 לעיל, מתוארים השלבים העיקריים של פרויקט שיתוף הפעולה ואופן הטמעתם במבנה הבסיסי של הקורס. בהתייחס לסוגיה הראשונה שנבדקה במאמר זה, שעיקרה: מהי ההשפעה של יישום המודל על התבטאות יכולות לימודיות ואירגוניות של הסטודנטיות, ועל הטמעת מהויות המחקר האמפירי

בסטודנטיות? נתברר, שבמהלך שיתוף הפעולה כל סטודנטית ביטאה את היכולות שבהן היא חזקה, וכל אחת תרמה ונתרמה על-ידי האחרת. הסטודנטית שהשקיעה מאמץ רב בחשיבה על תכנון הניסוי ודרך ביצועו, נתרמה על-ידי החוקר, בידיעותיו ובהזדמנות לשיח ישיר אתו. לעומתה, הסטודנטית שלקחה חלק פעיל יותר בביצוע הניסוי הצליחה ליישם את יכולותיה האירגוניות. ואילו, הסטודנטית הפסיבית, הרוויחה ידע רב מהתנסות זאת. כמו-כן, הסטודנטיות הציגו את ממצאי המחקר, בכנס מחקרי, באמצעות פוסטר שלווה בהרצאה קצרה. הפוסטר וההרצאה כללו התייחסות לממצאי המחקר, בדיקת התאמה בין ממצאי המחקר להשערת המחקר, השוואה למחקרים שנעשו במודלים אחרים, והמלצות למחקרים עתידיים. כל אילו אכן תרמו להפנמת חשיבה ומהויות המחקר אצל הסטודנטיות.

כמרצת הקורס, חשתי שבעקבות יישום שיתוף הפעולה הצלחתי להטמיע ולהטמין בסטודנטיות את הגירוי לפיתוח אפיקי מחשבה חדשים, שבמקרה זה נמצאים בחזית המדע.

התיווך שנעשה על ידי כמרצה, פתח במינון מסוים, תקשורת ישירה בין החוקרים לסטודנטיות והתאמת הדינמיקה של הקורס למחקר.

בהתייחס לסוגיה השנייה שנבדקה במאמר זה: האם בשיתוף פעולה מסוג זה, הסטודנטיות עשויות לתרום להתקדמות המחקר במכון? נתברר שהממצאים שנמסרו לחוקרים על-ידי הסטודנטיות, אכן שולבו כחלק מממצאי המחקר של המכונים, ותרמו הן להתקדמות המחקר והן לפרסום עתידי של הממצאים במסגרת מאמר בכתב עת שפיט.

ניתן לסכם ולומר ששיתוף הפעולה יצר סביבה חדשה, מאתגרת ומעניינת עבור הסטודנטיות. סביבה שבה נחשפו לנושאים הנמצאים בחזית המחקר, הכירו מודלים ניסויים עדכניים,

והתאפשר להן לבצע ניסויים במעבדת הלימוד של המכללה ולקבל ממצאים. באופן זה מעבדת הלימוד של המכללה תפקדה כמעבדת מחקר. הסטודנטיות הרגישו שהן מבטאות את הרצון לעצמאות אישית והתפתחות. ערכים אילו לא התנגשו עם ערכי המכללה הידועה כמכללה דתית.

לחוקרים של מכוני המחקר ניתנה הזדמנות להיחשף לדינמיקה של מכללה להכשרת מורות, לתרום באופן ישיר מידיעותיהם ומניסיונם הרב לסטודנטיות ולהיעזר בממצאים לקידום מחקרם. אם כן, זהו מודל מוצלח ומפרה. וחשוב לעודד יישום של מודל זה במכללות נוספות.

ספרות

1. צעדי א', (1999), קרומי קרקע ביולוגיים ותפקידם במערכת אקולוגית מדברית. *אקולוגיה וסביבה*, 5 : 77-83.
2. Wong CY', Hu MC', and Shiu W', Collaboration between public research Institutes and Universities: A Study of Industrial Technology Research Institute, Taiwan (2015) *Science, Technology & Society*, 20: 161-181.
3. Zaady , E', Katra, I', Barkai, D', Knoll, Y' and Sarig S' (2017). The coupling effects of using coal fly-ash and bio-inoculant for rehabilitation of disturbed biocrusts in active sand dunes. *land degradation & development Land Degrad. Develop.* 28: 1128-1236.
4. Piccolo A', Zena, A' and Conte, P'. (1996). A comparison of acid hydrolyses for the determination of carbohydrate content in soils. *Commun.soil .sci.plant annual.* 27: (15-17)

5. Grintzalis K', Georgiou CD' and Schneider YJ' (2015). An accurate and sensitive Coomassie Brilliant Blue G-250-based assay for protein determination. *Anal Biochem* 1; 480: 28-30
6. Disch Z', (1955). New colour reactions for determination sugar in polysaccharides. *Methods in biochemical analysis 2*: 313-358.
7. Pedro A', Ochoa G', Juan J', Luc H' and Vandecasteele C', (2010) Residue from Sugarcane Juice Filtration (Filter Cake): Energy Use at the Sugar Factory. *Waste and Biomass Valorization 1*: 407-413.
8. Allen P' and Paday A', (2011), Agriculture use of filter cake from the Tongaat hulett sugar refinery *Proc S Afr Sug Technol. 84*: 510 - 515

חוזק החידור של פני הקרקע (ק"ג/סמ"ר)	ריכוז רבי-סוכרים בחול (מ"ג גלוקוז/גרם חול)	ריכוז חלבון בחול (מ"ג חלבון/גרם חול)	הטיפול	זמן הבדיקה מתחילת הניסוי (שבועות)
0.053	0.039	0.065	ביקורת	3
0.071	0.14	0.074	פיזור	
0.08	0.48	0.109	ריסוס	
0.041	0.068	0.027	ביקורת	6
0.05	0.95	0.107	פיזור	
0.052	0.62	0.043	ריסוס	
0.04	0.65	0.068	ביקורת	9
0.067	1.54	0.094	פיזור	
0.054	1.28	0.092	ריסוס	

טבלה 1: השפעת פיזור/ריסוס filter cake על ריכוזי חלבון רבי-סוכרים

וחוזק הקרום בפני הקרקע.