



The International Society of Precision Agriculture presents the
**15th International Conference on
Precision Agriculture**
26-29 JUNE 2022

Minneapolis Marriott City Center | Minneapolis, Minnesota USA

Hybrid Conference - Attend ICPA in-person or online!

ספטמבר 2022, אלול תשפ"ב

משרד החקלאות ופיתוח הכפר
שירות ההדרכה והמקצוע
אגף ענפי שירות וסביבה חקלאית



רשמים מכנס חקלאות מדייקת 2022 The 15th ICPA, Minneapolis, MN, USA

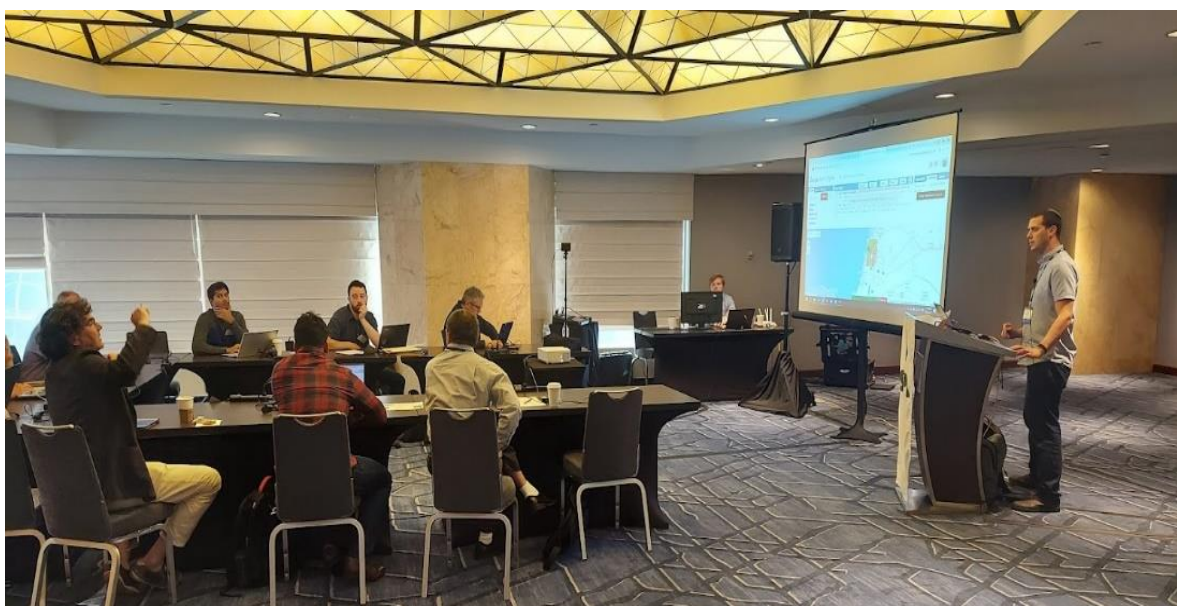
הראל גרינבלט, מדריך מיכון וטכנולוגיה
תחום מיכון וטכנולוגיה, שה"מ, משרד החקלאות

הקדמה

הכנס התמקד בהצגת מחקרים שנעשו בתחום החקלאות המדייקת בכל העולם וכלל סדנאות וסיור קצר. כנס זה מתקיים אחת לשנתיים בארה"ב, ובו מציגים חוקרים וסטודנטים מרחבי העולם מחקרים שונים שנעשו בתחום החקלאות המדייקת. השנה לקחו חלק בכנס 243 משתתפים, שמהם נכחו פיזית במקום 179 משתתפים, וכ-64 נוספים השתתפו באופן וירטואלי. משתתפי הכנס הגיעו מ-31 מדינות (רובם חוקרים וסטודנטים לתארים מתקדמים); נערכו בו 139 הרצאות, והוצגו 49 כרזות. [קישור לאתר הכנס](#)

סדנה

זכיתי להעביר שתי **סדנאות** בנושא ניתוח צילומי לוויין. הסדנה כללה תרגול מעשי על **אתר ייעודי** של גוגל לניתוח צילומי לוויין. בסדנאות נכחו עשרות משתתפים ממדינות שונות, וכמה מהם ציינו בפניי כי הודות לסדנה ישתמשו באתר זה כבר במחקרם, והם מאמינים שהדבר ישפר עבורם את תהליך עיבוד הנתונים.



סיכום ההרצאות

להלן אסכם חלק מההרצאות ששמעתי בכנס. ההרצאות עסקו בנושאים מגוונים, כגון השקיה מדייקת, חיזוי יבול, מערכות תומכות החלטה, סקרים בנושא אימוץ טכנולוגיות של חקלאות מדייקת, חישה מקרוב ועוד. את המאמרים המדעיים שהוצגו בכנס ניתן למצוא בקישור.

בהרצאת הפתיחה דיבר ד"ר ספארו מאוניברסיטת מונש באוסטרליה על השימוש ברובוטיקה ובבינה מלאכותית בחקלאות.

לפי ספארו, אין תרחיש בעתיד, שבו לא נשתמש בבינה מלאכותית (AI) וברובוטיקה בחקלאות. כבר כיום אנו רואים שימוש נרחב ב-AI וברובוטיקה בתחומים אחרים, כמו בריאות, תחבורה, מסחר ועוד. ספארו טען כי בין היתרונות העצומים, אשר ה-AI והרובוטיקה מקנים לנו, ניתן למנות את צמצום התלות בכוח אדם, את שיפור ניהול משאבי הטבע, את זיהוי המזיקים והמחלות ועוד. הוא אף ציין שחלק מהקשיים בשימוש ברובוטים הוא התאמתם לתנאי השטח. כיום השימוש ברובוטים נעשה ברובו במפעלי ייצור, שבהם שוררים התנאים האופטימליים עבורם. כאשר רובוט נדרש לביצוע פעולות בשטח, יש קושי להתאימו לכך, בעיקר אם תנאי השטח הם בוציים, משופעים, בעלי תאורה משתנה ועוד. מסיבה זו, חקלאים רבים מבצעים פעולות אגרו-טכניות שונות, כולל נטיעה מחדש, בצורה צפופה ובגיוזם מיטבי, תוך התאמת הגידול למכונה או לרובוט, והדוגמה המוחשית לכך היא המעבר לצורת הגידול של קיר פירוטי, כמו בגידול תפוחים, כך שמתאפשר הקטיפה בכמות עבודה, ובעתיד ייתכן באמצעות רובוטים. התקווה היא שבעתיד יחלו לגדל בישראל גידולים שכיום אינם רווחיים, אך בשימוש ב-AI וברובוטיקה ישתלמו לחקלאי.



בתמונה מימין: מטע הבנוי במבנה של קיר ומותאם למיכון מתקדם; משמאל: מטע סטנדרטי

לאחר הסקירה הכללית דיבר ספארו על סוגיות אחדות שכדאי לעסוק בהן. הסוגיה הראשונה שהעלה היא מאגר הנתונים (הדאטה). בעניין זה ישנם פרסומים רבים בשנים האחרונות, והדילמות העולות כאן הן: למי שייכים הנתונים שנאספו? אילו נתונים מותר לאסוף ואילו לא? איזה שימוש מותר לבצע בנתונים? מה מידת האחריות של הרגולטור בנושא? ועוד. כאשר רובוט או אפילו ציוד חקלאי מתקדם מופעלים, מתחיל להתבצע איסוף של נתונים, כמו מיקום, צריכת אנרגיה ומידע נוסף הקשור למשימת המכונה. בעניין זה עולה השאלה, אם יש ביכולתו של החקלאי לדעת בוודאות כי המידע הנאסף מהמיכון שרכש אינו מועבר לצד שלישי.

סוגיה שנייה היא השפעת השימוש ברובוטים על עולם התעסוקה. ניתן להניח שמשרות של פועלים בשדה יצטמצמו, בעוד שמשרות הקשורות באלגוריתמיקה, בראייה ממוחשבת ובמכניקה - ילכו ויתרחבו. מקומות התעסוקה הקשורים במשרות מתקדמות אלה נמצאים לרוב במרכז הארץ, מה שייצור מצב של היעלמות משרות בפריפריה, והגדלת היצע המשרות במרכז.

סוגיה שלישית היא האחריות לנזקים בציוד האוטונומי - האם האחריות מוטלת על היצרן, על החקלאי, על המפעיל, הנמצא לעתים אף במרחק של 100 ק"מ מהמקום, או אולי בכלל על המתכנת?

הסוגיה הרביעית מתמקדת בפיתוח רובוט מודולרי היכול לבצע כמה פעולות. כיום יש רובוטים המתאימים לביצוע פעולה אחת בלבד, כגון קטיפה פירות, חליבה או טיפול בעשבייה, והדבר יוצר קושי כלכלי. יש מקום לקוות כי בעתיד יפותחו רובוטים שיתאימו לביצוען של כמה פעולות שונות.

הסוגיות הללו מציפות בעיות שלא התמודדנו עמן בעבר, ולפתרון חלק מהן דרושה התערבות של הרגולטור. עם זאת, ניתן להעריך שעוצמתן של החברות האוספות מאגרי נתונים, כמו יצרני ציוד חקלאי, תגדל משמעותית ביחס לכוחו של החקלאי,

דבר שיערער את היחסים ביניהם. עדיין נראה שרובוטים ו-AI יאפשרו לחקלאים הקטנים את המשך קיומם ויערערו את התפיסה שהחקלאי חייב לגדול משמעותית או לסגור את המשק.

בכמה הרצאות התייחסו לנושא הנתונים, ואסכם בהמשך חלק מהנקודות שהיו מעניינות במיוחד.

פריירה מחברת סינגטה דיבר על חשיבות הסטנדרטיזציה של הנתונים הנאספים. כיום יש מודעות לכך שניתן לאגור מידע רב, שלא היה בעבר, כגון צילומי רחפן, מידע בזמן אמת מחיישנים ועוד. כדי להשלים את המעבר לחקלאות חכמה ומדייקת, שתתמודד עם כל המידע שנאסף, יש להשתמש בתקנים מוגדרים. התקנים הללו צריכים להתבסס על **FAIR** (Findable, Accessible, Interoperability, Re-usable). מטרת השימוש בתקנים מוגדרים היא לאפשר לגופים שונים לנתח את הנתונים ולהפיק מהם תועלת עבור כלל בעלי העניין. מהלך כזה יחייב עבודה של גורמים שונים תחת תקנים מוגדרים וקבועים.

פרופ' קוסלה מאוניברסיטת קנזס שבארה"ב התייחס לעובדה שכיום אנו אוספים שכבות מידע רבות, הכוללות, בין היתר, מידע מטאורולוגי, נתוני צמח וקרקע ועוד, ומזינים אותן למערכות שונות, אך עדיין אין אנו יודעים איזה מידע לא היה צריך להיאסף, ומה משקלו של כל פרמטר. כך לדוגמה, עולה השאלה אם מהירות הרוח היא נתון חיוני להערכת השקיה, ואם כן, מה משקלה? קוסלה מאמין שבעתיד נצטרך גם ללמוד מה הקשר בין שכבות מידע שונות, למשל, אם יש קשר בין מבנה הקרקע לעשבייה, כדי שנוכל להתקדם באמת לחקלאות המבוססת על מידע עתק (Big Data).

ברצוני להוסיף כי לדעתי, יש בכך גם סכנות, שכן ברור שכאשר האלגוריתם יספק מידע חדש כלשהו, יהיה קשה לחלוק עליו, בהיותו מתבסס על מידע רב, כך שחברות מסוימות עלולות לנצל לרעה את המידע החדש, כדי להעלות, למשל, את המחיר לחקלאי מתוך ידיעה שהוא חייב להשתמש בחומר מסוים בחלקתו, מבלי שיש לו אלטרנטיבה יעילה אחרת. סיכון נוסף נובע מהעובדה שאלגוריתמי AI ישמשו רק עבור גידולים מסוימים, משום שמדובר בפיתוח מורכב ויקר, ובמקרה כזה עלול להיווצר מצב שבו חקלאי גידולים אחרים ייפגעו משמעותית עקב אי-יכולתם להתחרות במידע המתקבל מה-AI.

פרופ' סמבורסקי מאוניברסיטת וורשה, פולין, הרצה על בחינת הפרמטרים המתאימים ביותר לחיזוי היבול בתפוחי אדמה.

מטרת המחקר הייתה לבחון אילו פרמטרים הם בעלי הקשר הטוב ביותר ליבול. המחקר בוצע בשני שדות שונים ואצל כמה חקלאים. בין המאפיינים שנבדקו היו NDVI, שנמדד על ידי חיישן ידני; בדיקת גובה הצמח; LAI בחיישן ידני; ובחינת כיסוי צמחי, שפוענחה מצילום במצלמה מקצועית בזווית אנכית כלפי מטה. נמצא שהכיסוי הצמחי הציג את הקשר הטוב ביותר לרמת היבול, עם סטייה של בערך 400 ק"ג לדונם. חשוב לציין שהיבול הממוצע בשדה אחד היה 2.83 טון לדונם, והערכים נעו בין 1.38-3.75 טון לדונם, בעוד שבשדה אחר הממוצע היה 1.83 טון לדונם, והערכים נעו בין 673 ק"ג ל-3.11 טון לדונם. את השונות הגבוהה בין השדות ניתן לשייך בעיקר לטופוגרפיה ולסוג הקרקע. במחקר זה ההנחה היא כי הערכת יתר והערכת חסר קשורות לתהליכים הקשים לזיהוי בצמח, כמו שורשים הפונים לתלמים, היכן שהאדמה מהודקת יותר, או אי-ירידת מוטמעים מהעלים לשורשים.

בהרצאה של רן פלטה מחברת Manna Irrigation הוצג השימוש בלויין SAR ליצירת מדד NDVI.

בהרצאתו הסביר רן כי משתמשים כיום ב-NDVI ככלי לזיהוי שונות בצימחה, להמלצות השקיה ועוד. עם זאת, אין ביכולתו של ה-NDVI להתמודד עם עננות וצל, השכיחים מאוד באזורים מסוימים בעולם, ולכן בחברה פיתחו מערכת למידת מכונה (ML), המבוססת על מדדי צימחה שונים שמתקבלים מלויין SAR (לויין רדאר), כדי להעריך NDVI, שבעזרתו יהיה אפשר להמשיך לספק המלצות השקיה בתקופות מעוננות. המערכת פעלה בעשרות גידולים ובמגוון מדינות.

בכנס התקיים פאנל שכלל חוקרים מובילים מהעולם, וביניהם ד"ר יפית כהן ממכון וולקני.

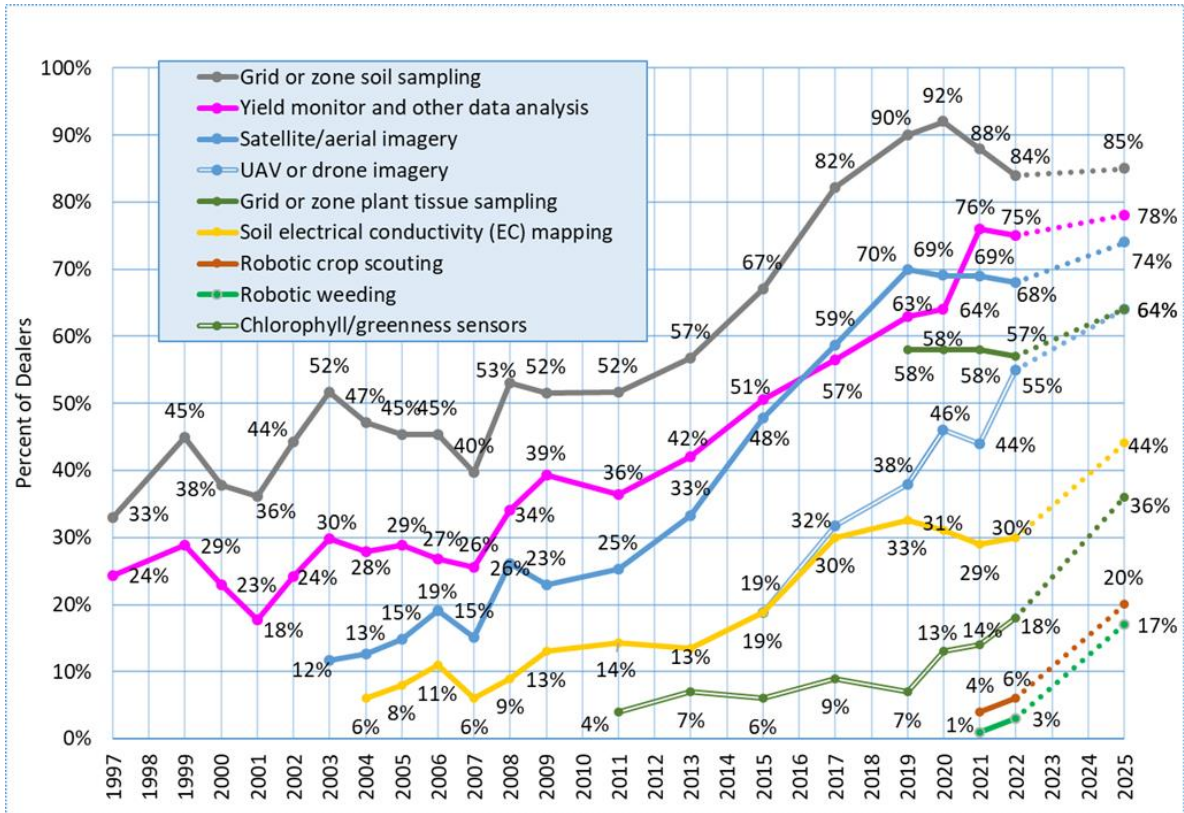
בפאנל נשאלו החוקרים על האופן שבו ה-ISPA (האגודה הבין-לאומית לחקלאות מדייקת) צריכה לפעול כדי לקדם חקלאות מדייקת בעולם. החוקרים השיבו כי נדרשת הפצה של ידע במגוון דרכים, כמו ובינרים, סדנאות ומפגשים בין חוקרים. יש לפעול ליצירת מאגר מידע אחיד בין-לאומי, שישמש בסיס למחקרים, ובמקביל לשפר את נושא ההדרכה באמצעות קורסים והכשרות מתאימות.

חלק ציינו שיש צורך ביצירת שיתופי פעולה עם גורמים נוספים, כמו חוקרים מתחומי מדעי החברה. יש להגביר את שיתוף הפעולה בין חוקרים לחקלאים, כיוון שמחקר שמתקיים בשדה אמנם קשה במידת מה, אך תורם לחקלאי ומסייע לחיבור בין המחקר לשטח.

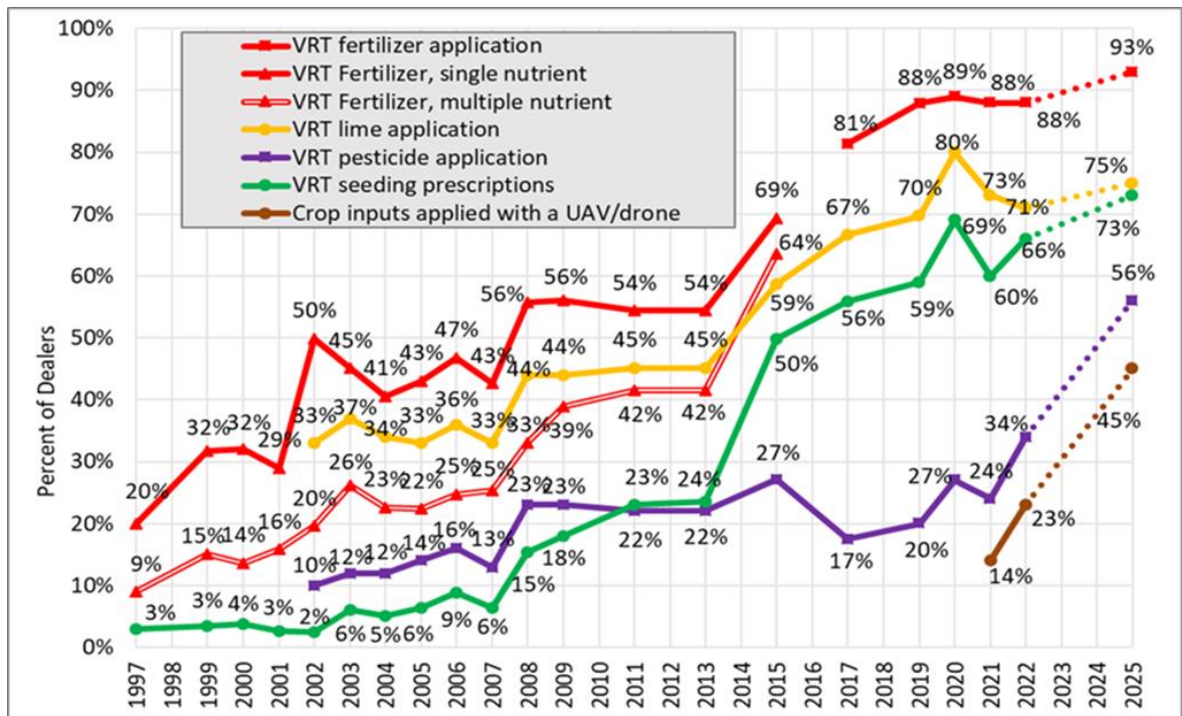
בנוסף, צוינה החשיבות הרבה שיש לידע שנצבר באגודה, העשוי לסייע גם לאנשי הרגולציה ולקובעי המדיניות.

ההרצאה של ד"ר אריקסון מאוניברסיטת פורדו שבארה"ב עסקה באימוץ טכנולוגיות של הקלאות מדייקת בארה"ב.

בהרצאתו סקר ברוס את הסקר הנערך זו הפעם ה-22. הסקר מבוסס על תגובות של ספקי ציוד ולא של הקלאים, אך עדיין מצליח להדגיש את המגמות ואת ההבדלים ברמת אימוץ הטכנולוגיות. הגרף שלהלן מציג את רמת האימוץ של טכנולוגיות שונות, וניתן לראות בו כי נעשה שימוש נרחב בטכנולוגיות של מד-יבול, צילומי לוויין, צילום מרחפן או ממשטס ואף של רובוטים לטיפול בעשבייה ולזיהוי תקלות בגידול. הצפי (מסומן בקו מקווקו) העתידי, לדברי המשיבים, הוא הרחבת התחום באופן משמעותי בשנים הקרובות.



הגרף שלהלן מציג את רמת האימוץ של טכנולוגיות של VRT (יישום משתנה במרחב). ניתן לראות כי בעשור האחרון יש אימוץ נרחב של טכנולוגיות בדישון ומדייקת ובזריעה מדייקת, ואילו בשימוש בריסוס מדייק אין עלייה משמעותית, אך הצפי הוא שהשימוש יתרחב מאוד בעתיד. כמו כן, ניתן להבחין בעלייה בשימוש ברחפנים ליישום תשומות, דבר שאף קיים בארץ.



מידע נוסף ניתן לראות בקישור.

חלק מהקשיים שהעלו החקלאים הם:

1. העלות הגבוהה של הטכנולוגיה, כשלעתים קשה להעריך את הרווח המתקבל מהשימוש בה.
2. אי-יכולת לדרישת תשלום גבוה יותר עבור השימוש בטכנולוגיות השונות.
3. חוסר אמון בהמלצות האגרונומיות של המערכות ל-VRT (יישום משתנה במרחב).
4. תנאי השטח של החקלאי המגבילים את הרווחיות מהטכנולוגיות.
5. קושי בגיוס עובדים היודעים להשתמש בטכנולוגיות המתקדמות השונות.

באדיבות: CropLife/Purdue Precision Agriculture Dealership Survey

בנימה אישית

השתתפתי בכנס תרמה רבות לידע המקצועי שלי בתחום החקלאות המדייקת וסייעה לי ליצור קשרים עם חוקרים מובילים בעולם. בכנס נחשפתי לתחומים חדשים, כמו אתיקה בחקלאות.

הראל גרינבלט

מדריך מיכון וטכנולוגיה

שירות ההדרכה והמקצוע, משרד החקלאות

harelg@shaham.moag.gov.il