



# פרופ' דה-וויט, מדמה מערכות ביולוגיות וחברתיות בעזרת המחשב

מאת ישי ספרים



פרופ' דה-וויט (משמאל) מקבל את פרס קרן וולף מידי נשיא מדינת ישראל.

מטוס במנהרת רוח הוא מודל של מערכת אירונאוטית, ו"כרס מלא-כותית" היא מודל המדמה את מערכת העיכול של הפרה. החידוש שהכניס דה-וויט היה — סימולציה של מערכת ביולוגית בעזרת מערכת משוואות מתמטיות, בדרך-כלל תוך היעזרות ביכולת החישוב של המחשב. תהליך הפיתוח של טכניקה זו לא היה קצר. בתחילה עבד דה-וויט על מודלים המדמים את ההתחרות בין צמחים על שטח מוגבל. למודלים הללו היו תוצאות מעשיות בתחום קביעת רווחי הזריעה. אחר-כך עבד על סימולציה של תהליכים פיסיוולוגיים בסיסיים כגון הטמעה (פוטוסינתזה), כלל-אידוי (אֶוּאפּוֹ-טרנספירציה) ונשימה. על בסיס המודלים הללו בנו דה-וויט וחבריו מודלים של מערכות גידול שלמות. אלו נתנו תשובה לשאלות כגון: מהו פוטנציאל היכול של גידולים שונים; ז"א, מהו היכול המרבי שיכול שדה של תירס לתת כאשר מספקים לו כל מה שדרוש. העבודות הבאות עסקו בתחום של עקה וענו על שאלות כגון: מהו היכול שאפשר להשיג בגידול מסוים כאשר נותנים לצמח פחות (המשך בעמוד הבא)

בימים אלו הוענק בכנסת בירושלים פרס "קרן וולף" — לחוקר החקלאי פרופ' דה-וויט. דה-וויט מוכר בעולם כמי שתורם תרומה חשובה לפיתוח הגישה של סימולציה של מערכות ביולוגיות ולהכנסתה לתחומים רבים של המחקר החקלאי. סימולציה (הדמיה) של מערכות היא טכניקה של מחקר, שאפשר לתאר אותה בדרך הבאה: החוקרים העוסקים במחקר של מערכת מסוימת בונים מודל (דגם) סימולציה של מערכת זו. המודל צריך להיות כזה, שהמבנה שלו והיחסים בין רכיביו יהיו דומים למבנה וליחסים הקיימים בין רכיבי המערכת שאותה הוא מדמה. אם ההדמיה טובה — אפשר לחזות בעזרתה את תגובת המערכת במצבים הפותחים שונים.

דוגמה: סימולציה של המערכת בביולוגיית עדר לבשר — מאפשרת לקבל תשובה על שאלות כגון: כיצד תשפיע הרעת איכות המזון המוגש על כושר הפרות להתעבר. במקרה כזה יכול מודל הסימולציה לחסוך מחקר יקר בפרות ממש. לסימולציה של מערכת יכולים לשמש דברים רבים ושונים. דגם

# WHY DOES ISRAEL NEED A GENE BANK FOR PLANTS?

M. Zur\*

Israel is situated in an important part of the "fertile crescent", which is considered the cradle of agriculture. Many of the major crop plants which play an important role in world food production have evolved in the region, e.g. wheat, barley, pea, chickpea, lentil, etc., as well as some fruit trees, and medicinal and spice plants. Similarly, some local varieties of important crops have been bred by primitive agriculture in past generations. Like their relatives in the wild flora, they are an invaluable source of genetic variability for drought tolerance, earliness, and resistance to diseases.

Since in recent years we have witnessed the rapid erosion and loss of important genetic material, without being able to evaluate it or use it in breeding programmes, an Israel Gene Bank for Agricultural Crops was established.

Its main fields of activity are:

- introduction of new crops and improved material, and their integration in Israeli agriculture;
- cooperation with appropriate research units in evaluating and selecting breeding material from introductions;
- testing the possibilities of developing wild species into crops for cultivation;
- expanding the genetic base of existing agricultural crops;
- preservation of plant material in good condition for future generations;
- exchange of genetic material with many research institutes throughout the world.

\* Israel Gene Bank for agricultural crops.

מהדרוש להשגת היכול הפוטנציאלי: למשל — פחות מים או פחות דשן. אחר־כך ניתוספו מודלים המדמים יחסי גומלין (אינטראקציה) בין שתי מערכות ביולוגיות. בכלל זה מודל "האוכל והנאכל", כאשר הנאכל הוא העשב במרעה והאוכל הוא הצאן.

השאלות שנשאלו היו לגבי צפיפות הרעייה, מספר הרחלות לדונם ומשטר הרעייה. למודל "האוכל והנאכל" צמחה גירסה נוספת, שלפיה האוכל הוא המזיק, והנאכל — צמח הכותנה; והשאלה הנשאלת בעזרתו היא: האם, או מתי, להדביר את המזיק? במפעלים האזוריים "גרות" בעמק־חפר יש כיום תוכנית מחשב, המבוססת על מודל כזה, והיא נמצאת בתחילתו של היישום המסחרי.

אף כי דה־וויט התכוון להביא להכנה טובה יותר של העולם, אפשר לשאול: מה היתה התועלת המעשית של תורתו? במבט שלאחר מעשה בולטות שתי תועלות. האחת שהיתה צפויה: יצירת כלי מחקר, שיאפשר הגדלת היעילות של המחקר והפיתוח; והאחרת, שהיתה פחות צפויה מראש: יצירת כלים לניהול הגידול החקלאי. עם ההתפתחות שחלה בשנים האחרונות במיזעור המחשבים — נעשו הללו מכשיר שווה לכל נפש, ונמצאים או יימצאו בקרוב בידי המוני חקלאים. המחשבים הללו, כשהם נתמכים בתוכנה המבוססת על מודלים של מערכות ביולוגיות שמקורם בבית מדרשו של דה־וויט, נותנים בידי החקלאים כלים לניהול תהליך הייצור החקלאי.

בשנים האחרונות חלה אצל דה־וויט הסטה של תחום התעניינותו, ממערכות ביולוגיות למערכות חברתיות. הוא נתמנה מטעם מלכת הולנד כחבר בוועדה, שתפקידה לערוך "סקר על עתיד החברה ההולנדית". הוועדה היא ועדת מומחים, אך היא ראתה מתפקידה להעלות לדיון בציבור ההולנדי בעיות שהן בעיקרן בעיות אידיאולוגיות. לדעת דה־וויט, שהוא כנראה הרוח החיה בוועדה, סקר של העתיד פירושו: חשיבה שיטתית בשאלה מה רוצים הרכיבים השונים של החברה ההולנדית בהווה — מן העתיד. לשם כך הלכו עורכי הסקר, שכנראה לא היו מוגבלים באמצעים, בדרך הבאה: הם שאלו מה פירושם של סוציאליזם, ליברליזם, קלריקליזם, בחברה ההולנדית כיום. לאחר שהגדירו את הללו — שאלו מה כל אחד מן הזרמים האידיאולוגיים הללו רוצה להשיג בעתיד. השאלה הבאה, האם מה שרוצים אפשרי, התבקשה מאלה; וכדי לענות עליה השתמשו כסֵי מולטור במודל תכנון קווי רכ־תקופתי. בעזרת המודל הזה שאלו שאלות כגון: באיזו מידה אפשר להשיג את כל היעדים שמנסחות האידיאולוגיות הסוציאליסטית, הליברלית, הדתית; וכן — באיזו מידה צריך לוותר על השגת יעד אחד כדי להגיע ליעד אחר. תוצאות המחקר הזה — לא הסופיות, שכן עדיין לא נסתיים — הן טיטות מדיניות בנושאים כגון אבטלה, חיסכון באנרגיה, מאזן תשלומים, איכות הסביבה, מחקר ופיתוח, טיטות אלו מתפרסמות בהולנד ואמורות להיות חומר־רקע לוויכוח הפוליטי שם.

העובדה, שטיטות אלו קיימות, עשויה להעלות את רמת הוויכוח על־ידי כך, שהיא מגדירה את אזורי החפיפה, וגם מבהירה ומחדדת את ההבדלים בין האידיאולוגיות השונות ונותנת בידי המתווכחים כלים להשוואה בין מדיניות שונות.

סיפור קצר זה על דה־וויט — אפשר למצוא לו גם מוסר־השכל ישראלי. האם גם אנו הטרחנו את עצמנו בתחום הצר של החברה הכפרית, או בתחום הרחב של החברה הישראלית כולה, לעשות ניתוח דומה, ניתוח העוסק בדברים הבסיסיים ומעמיד לרגע בצל את התפקיד החשוב־שלעצמו של כיבוי שריפות?