



שיבולים בשדה חיטה סמוך לקיבוץ מגן | צילום: יותם מנחם

יותם מנחם

המכון למדעי הקרקע המים והסביבה, מנהל המחקר החקלאי – מכון וולקני; הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים

רואי בן-דוד

המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי – מכון וולקני

אהוד שטרובך

המכון למדעי הקרקע המים והסביבה, מנהל המחקר החקלאי – מכון וולקני

ציטוט מומלץ

מנחם י, בן-דוד ר ושטרובך א. 2023. בצורות חקלאיות בישראל בעתיד של אקלים משתנה. *אקולוגיה וסביבה* 14(2).

בצורות חקלאיות בישראל בעתיד של אקלים משתנה

10 ביולי, 2023

גיליון קיץ 2023 / כרך 14(2)

[בקצרה](#)

שינוי האקלים צפוי להשפיע בצורה משמעותית על מערכות חקלאיות ועל הביטחון התזונתי העולמי. ביטויים שונים שלו – עליית טמפרטורות, בצורות, תנודתיות משקעים ועלייה בתכיפות של אירועים קיצוניים אחרים – עלולים לסכן גידולים חקלאיים^[5]. בצורת חקלאית היא תופעה שנגרמת כאשר תנאי סביבה קיצוניים גורמים לעקת מים בגידול, והדבר משפיע על תהליך הגדילה וההתפתחות התקין ועלול לגרום לירידה ביבול ואף לאובדן שלו^[4, 10, 11].



שדה בקיבוץ מגן מושקה בתחילת תקופת הגידול כדי להימנע מעקת יובש בשלב ההתבססות / צילום: יותם מנחם

רישת המים של הגידול החקלאי תלויה בתכונות הזן, במאפייני הקרקע, בתנאי מזג האוויר ובסביבת הגידול^[10]. החיטה בממשק בעל מושקית במשקעים טבעיים בלבד ובאופן ישיר. לכן, לכמות המשקעים ולפיזורם לאורך עונת הגידול חשיבות מכרעת לפוטנציאל לגרימת בצורת חקלאית. לדוגמה, כמות משקעים מעטה סמוך לזריעה ותכולת רטיבות נמוכה בשכבה העליונה של הקרקע בזמן הזריעה מאיטה ואף עוצרת את ההצצה וההתבססות, ועשויה להביא לעומד שדה (מספר צמחים למטר) נמוך. כמות משקעים תקינה לאחר הזריעה חשובה להיווצרות שורשים, תיצים (tillers) וגדילה וגטיבית. מצד שני, עקת מים לאחר שלב הפריחה עלולה לגרום להאצת תהליך ההזדקנות, לפגיעה בתהליך שינוע הסוכרים ובמילוי הגרגר, שהוא שלב הגדילה הסופי והחשוב ביותר של החיטה. בשלב זה הגרגר מתפתח וצובר עמילן, ומשקל הגרגר, הרכבו, איכותו נקבעים, ואיתם גם היבול הסופי בשדה^[6]. את ההתפתחות התקינה של הגידול ניתן לאפיין באמצעות מדד שטח עלה (LAI – Leaf Area Index), בחישוב של מ"ר עלה למ"ר קרקע). המדד מתאר את היחס בין שטח העלווה לבין שטח הקרקע שהצמחים נמצאים עליו, ומעיד על כושר קליטת הקרינה של אוכלוסיית הצמחים בשדה. ערך גבוה של המדד מקושר לעלייה בדיות, לעלייה ביחס בין האידוי-דיות לדיות, להאצה של הצמיחה, להגברת ייצור החומר היבש ולעלייה ביעילות ניצול המים (היחס בין היבול לצריכת המים). נוסף על כך, ערך גבוה מקושר גם להתאדות נמוכה יותר מפני הקרקע^[8,9].



נחילת עונת גדול החיטה בשדה סמוך לקיבוץ רבדים בשפלה המערבית | צילום: יותם מנחם

ב-30 השנים האחרונות קיימת בישראל מגמה של הפחתה בכמות המשקעים הכללית והתארכות הזמן בין אירועי גשם, שאינה מובהקת סטטיסטית^[2, 7]. מודלים לחיזוי האקלים על פי תרחישים RCP4.5 ו-RCP8.5 של הפאנל הבין-ממשלתי לשינוי האקלים (IPCC) מצביעים על כך שבהשוואה לשנים 1988–2017, כמות המשקעים צפויה לקטון בסוף המאה (2071–2100) בשיעור ממוצע של כ-10% בתרחיש האופטימי RCP4.5, ושל כ-24% בתרחיש הפסימי RCP8.5 (לפי תרחיש RCP8.5 ההפחתה מובהקת סטטיסטית). נוסף על כך, צפויה מגמת הפחתה של כ-8–13 ימי גשם לעונה, אך עם אירועים משמעותיים יותר, ביחס לתקופתנו. המודלים בוחנים גם את פרקי היובש בעונות הגשמים, כלומר את רצף הימים שכמות הגשם בהם נמוכה מ-1 מ"מ ליום. בתקופה 2021–2050 צפויה התארכות ממוצעת של יום וחצי בין אירועי הגשם. בשנים 2071–2100 המגמה צפויה להחריף, עם התארכות ממוצעת של ארבעה ימים בין אירועי הגשם בשני התרחישים, מה שיכול לגרום לירידה משמעותית יותר בתכולת הרטיבות בקרקע ולירידה בזמינות המים לצמח למשך פרקי זמן ארוכים יותר^[1, 2, 7].



בנגב הצפוני, אזור גידול החיטה המרכזי בישראל (כ-43% מכלל שטחי גידול החיטה), צפויה מגמת ירידה דומה (כ-2.1-3.9%) בכמות המשקעים בתקופה 2021-2050. בתקופה 2071-2100 צפויה ירידה של כ-9.7-12% בתרחיש RCP4.5 האופטימי, ושל 22.2-20.5% בתרחיש RCP8.5 הפסימי [1,2,7].

מיעוט המשקעים בדרום הארץ הוביל לקביעת קו המכונה "קו הבצורת", שמדרום לו ישנה הסתברות גבוהה לרמת משקעים עונתית פחותה מ-200 מ"מ גשם, מה שמביא את גידול החיטה בממשק בעל אל סף הכדאיות כלכלית. "קו הבצורת" משמש כלי לפיצוי חקלאים בשל נזקי בצורת על-ידי הקרן לנזקי טבע. חקלאי הזורע חיטה מדרום לקו הבצורת נושא בסיכון לשנה שחונה [4].

עונת גידול החיטה 2022-2023 יכולה לשמש דוגמה להשפעה של בצורת חקלאית על המערכת חקלאית. בעונה הזו פיזור המשקעים וכמויות המשקעים לאורך העונה היוו מגבלה להתפתחות התקניה של גידול החיטה בשדות הנגב הצפון-מזרחי, וגרמו לבצורת חקלאית. מעקב אחר גדילה והתפתחות של שדות באזור בית קמה סיפק תמונה על הקשר שבין הכמות והפיזור של המשקעים ליבול. המעקב כלל אפיון של השלבים הפנולוגיים של הצמחים בשדה, מעקב אחר צבירת הביומסה ומדידת מדד שטח עלה. לדוגמה, שדה 'בין הכבישים' באזור בית קמה חווה עקת יובש בתחילת הגידול. בין הגשם המנביט לגשם הבא חווה הגידול תקופת יובש של 27 ימים שיצרה תנאי עקה ופגיעה בצימוח (איור 1). עם שבירת היובש בעקבות הגשם הגידול התאושש מעט, והמגדל החליט על המשך הגידול כנגד חלופת השזרוע (זריעה מחדש של השדה). עם זאת, חלק גדול מהנזק לא היה בר-תיקון. צמחי החיטה בשדה הגיעו לשלב ההשתכלות נמוכים וללא הסתעפות, ולכן כיסוי פני הקרקע בעלווה היה נמוך. ניתן לראות זאת במדד שטח העלה, שערכו המרבי הגיע ל-2 (איור 2), לעומת ערכים רגילים של 6-7. מתוך הנחה שיבול הגרעינים הצפוי יהיה נמוך, השדה נקצר מוקדם יותר לשחת.

איור 1. שדה 'בין הכבישים' בעקה שבין הגשם המנביט לגשם השני | צילום: יותם מנחם

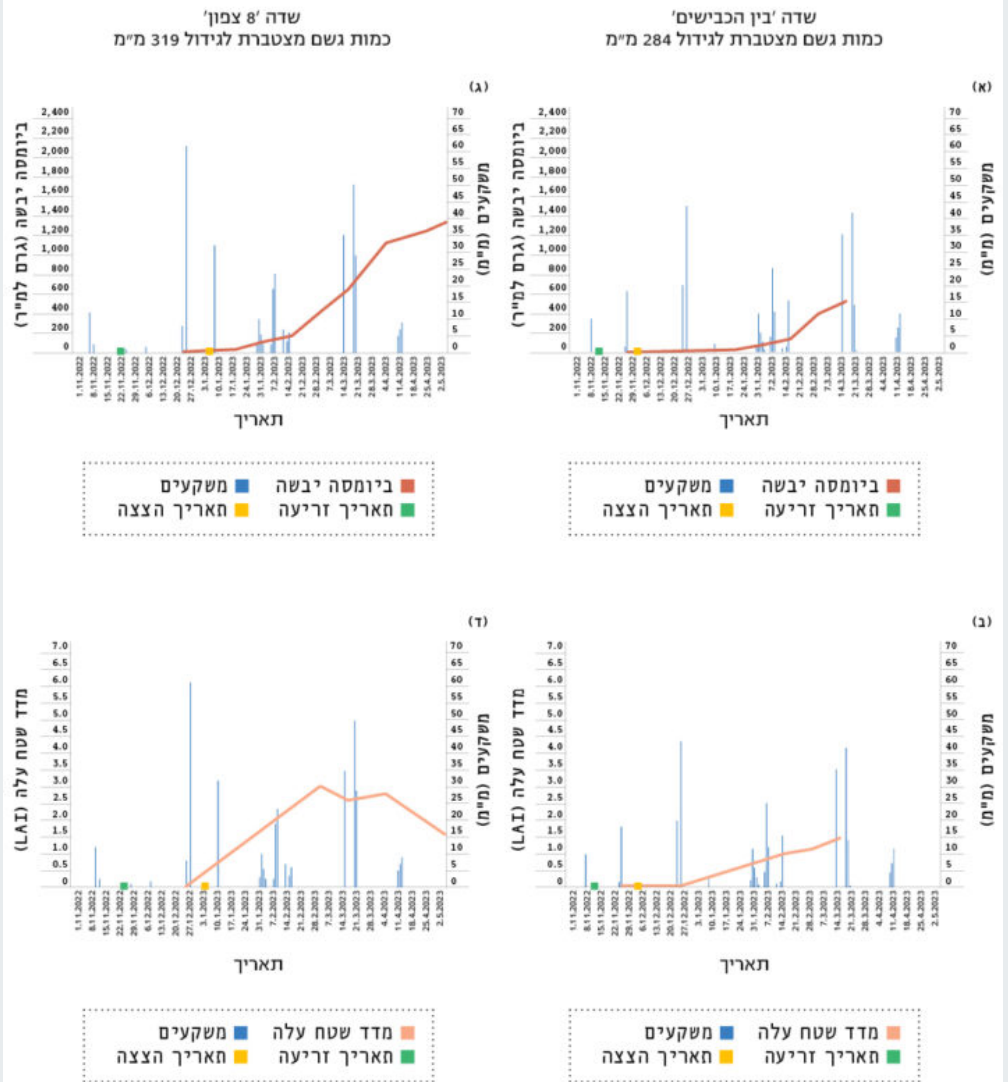


איור 1

שדה 'בין הכבישים' בעקה שבין הגשם המנביט לגשם השני
צילום: יותם מנחם

איור 3. צבירת ביומסה והשתנות מדד שטח עלה בשני השדות לאורך עונת הגידול

- א. צבירת ביומסה בשדה 'בין הכבישים' שבאזור בית קמה. ניתן לראות את העצירה בגדילה בעקבות תקופת היובש שלאחר הנביטה, ואת הביומסה הנמוכה בשדה בשלב מילוי הגרגר לפני קצירת השדה לשחת;
- ב. מדד שטח העלה בשדה 'בין הכבישים'. ניתן לראות את העלייה במדד שקרתה רק לאחר שהצמחים בשדה יצאו מעקה, ואת הערכים הנמוכים שנמדדו סמוך לקציר;
- ג. צבירת ביומסה בשדה '8 צפון' שבאזור משמר הנגב. ניתן לראות את הנביטה המאוחרת שקרתה בגלל אירוע גשם משמעותי שאיחר לבוא;
- ד. מדד שטח העלה בשדה '8 צפון'. ניתן לראות את הערכים הנמוכים שנמדדו בשיא העונה.



איור 2

צבירת ביומסה והשתנות מדד שטח עלה בשני השדות לאורך עונת הגידול

- א. צבירת ביומסה בשדה 'בין הכבישים' שבאזור בית קמה. ניתן לראות את העצירה בגדילה בעקבות תקופת היובש שלאחר הנביטה, ואת הביומסה הנמוכה בשדה בשלב מילוי הגרגר לפני קצירת השדה לשחת;
- ב. מדד שטח העלה בשדה 'בין הכבישים'. ניתן לראות את העלייה במדד שקרתה רק לאחר שהצמחים בשדה יצאו מעקה, ואת הערכים הנמוכים שנמדדו סמוך לקציר;
- ג. צבירת ביומסה בשדה '8 צפון' שבאזור משמר הנגב. ניתן לראות את הנביטה המאוחרת שקרתה בגלל אירוע גשם משמעותי שאיחר לבוא;
- ד. מדד שטח העלה בשדה '8 צפון'. ניתן לראות את הערכים הנמוכים שנמדדו בשיא העונה.



ונושית השבע – חרק מועיל בחקלאות – על גבי שיבולת חיטה | צילום: יותם מנחם

שדה '8 צפון' באזור משמר הנגב נזרע בשבוע האחרון של חודש נובמבר 2022 בזן 'עומר', שנה א' במחזור הזרעים. אירוע הגשם המשמעותי הראשון היה רק ב-24.12.2022 והוא זה שגרם להצצה בתחילת ינואר 2023, בעוד שמועד הצצה המיטבי לדגניים בארץ הוא 30 בנובמבר עד 5 בדצמבר. השדה אופיין בצפיפות צמחים נמוכה ובביומסה נמוכה, וניתן לראות זאת בערך מדד שטח עלה נמוך שמגיע בשיאו לקצת מעל 3 (איורים 2, 3). הנביטה המאוחרת גרמה לקיצור עונת הגידול, ולבסוף הביאה ליבול נמוך של 196 ק"ג לדונם. לשם השוואה, במבחן זנים שנערך בבית קמה בשנת 2021 כשירדו 281 מ"מ גשם, הזן 'עומר' הניב יבול של 340 ק"ג לדונם^[3].

לסיכום, לבצורות חקלאיות יש פוטנציאל גדול להזיק לגידולים חקלאיים בכלל ולגידולים בחקלאות בעל בפרט. אי-יציבות אקלימית שצפויה בעתיד, בולטת בבחינת המגמות האקלימיות החזיות. את ההשפעה של אותה אי-יציבות, המאופיינת בתנודתיות ובאירועים קיצוניים, ניתן לראות כבר כיום. היערכות, מחקר והתאמה של החקלאות המקומית והעולמית לשינוי האקלים הם בעלי חשיבות להמשך הבטחת חוסן של מערכות חקלאיות וייצור מזון בר-קיימא.



איור 3

שדה י' 8 צפון' בשלב מילוי גרגר

כיסוי העלווה בשלב מתקדם של הגידול היה דליל מאוד | צילום: יותם מנחם

מקורות

1. ונגר, ד, חלפון נ ויוסף י. 2021. מגמות היסטוריות ומגמות חזויות בדפוסי המשקעים בישראל עד סוף המאה הנוכחית. דו"ח מחקר מס' 4000-0804-2021-0000112. השירות המטאורולוגי הישראלי.
2. יוסף י, בהר"ד ע, און ל ואחרים. 2019. שינוי האקלים בישראל מגמות עבר ומגמות חזויות במשטר הטמפרטורה והמשקעים. דו"ח מחקר מס' 4000-0804-2019-0000075. השירות המטאורולוגי הישראלי.
3. נפתליהו ע, גבר ל, אברבנאל א ואחרים. 2021. מבחן זני חיטה לגרגרים – בית קמה. סיכום עונה וניסויים בגידולי שדה בנגב – 2021.

4. רן נ. 2007. בצורת בישראל. בתוך: ענבר מ ופורת ר (עורכים): אסונות טבע בישראל. בהוצאת החוג לגיאוגרפיה ולימודי הסביבה, אוניברסיטת חיפה.

5. Anderson R, Bayer PE, and Edwards D. 2020. Climate change and the need for agricultural adaptation. *Current Opinion in Plant Biology* **56**: 197–202.
6. Basso B, Fiorentino C, Cammarano D, et al. 2012. Analysis of rainfall distribution on spatial and temporal patterns of wheat yield in Mediterranean environment. *European Journal of Agronomy* **41**: 52–65.
7. Drori R, Ziv B, Saaroni H, et al. 2021. Recent changes in the rain regime over the Mediterranean climate region of Israel. *Climatic Change* **167**(1–2): 15.
8. Gu L, Meyers T, Pallardy SG, et al. 2006. [Direct and indirect effects of atmospheric conditions and soil moisture on surface energy partitioning revealed by a prolonged drought at a temperate forest site](#). *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* **111**(D16).
9. Kang S, Gu B, Du T, and Zhang J. 2003. Crop coefficient and ratio of transpiration to evapotranspiration of winter wheat and maize in a semi-humid region. *Agricultural Water Management* **59**(3): 239–254.
10. National Drought Mitigation Center. [Types of Drought](#).
11. Zhang Y, Wu Z, Singh VP, et al. 2023. Agricultural drought characteristics in a typical plain region considering irrigation, crop growth, and water demand impacts. *Agricultural Water Management* **282**: 108266.