

## נספח 1. מאזן אנרגיה שנתי של כדור הארץ

מאזן שטפי האנרגיה השנתי הממוצע של כדור הארץ עם החלל החיצון בחלקה העליון של האטמוספירה ובתווך בין האטמוספירה לפני כדור הארץ מוצג באיור 1 (בנספח). החיצים מייצגים ממוצע שנתי עולמי של שטפי קרינת השמש, הקרינה התרמית ושטפי החום המוחלפים בין הימים והיבשות עם האטמוספירה.

סך קרינת השמש השנתית המגיעה לאטמוספירה בקירוב קבועה, והיא מקור האנרגיה העיקרי לכל התהליכים צורכי האנרגיה המתרחשים בכדור הארץ<sup>[55]</sup>. מכדור הארץ מוחזרת לחלל קרינת שמש ונפלטת קרינת חום. החזר קרינת שמש לחלל תלוי בעיקר בכיסוי העננות ובהחזר קרינה ישירה מהיבשות ומהימים. בעקבות הגברת אפקט החממה נחסמת חלקית פליטת קרינת חום לחלל הגוררת התחממות של פני כדור הארץ והאטמוספירה, והחימום מגביר פליטת קרינת חום עד הגעה לשווי משקל תרמי חדש בין כמות הקרינה הנקלטת לזו הנפלטת לחלל.

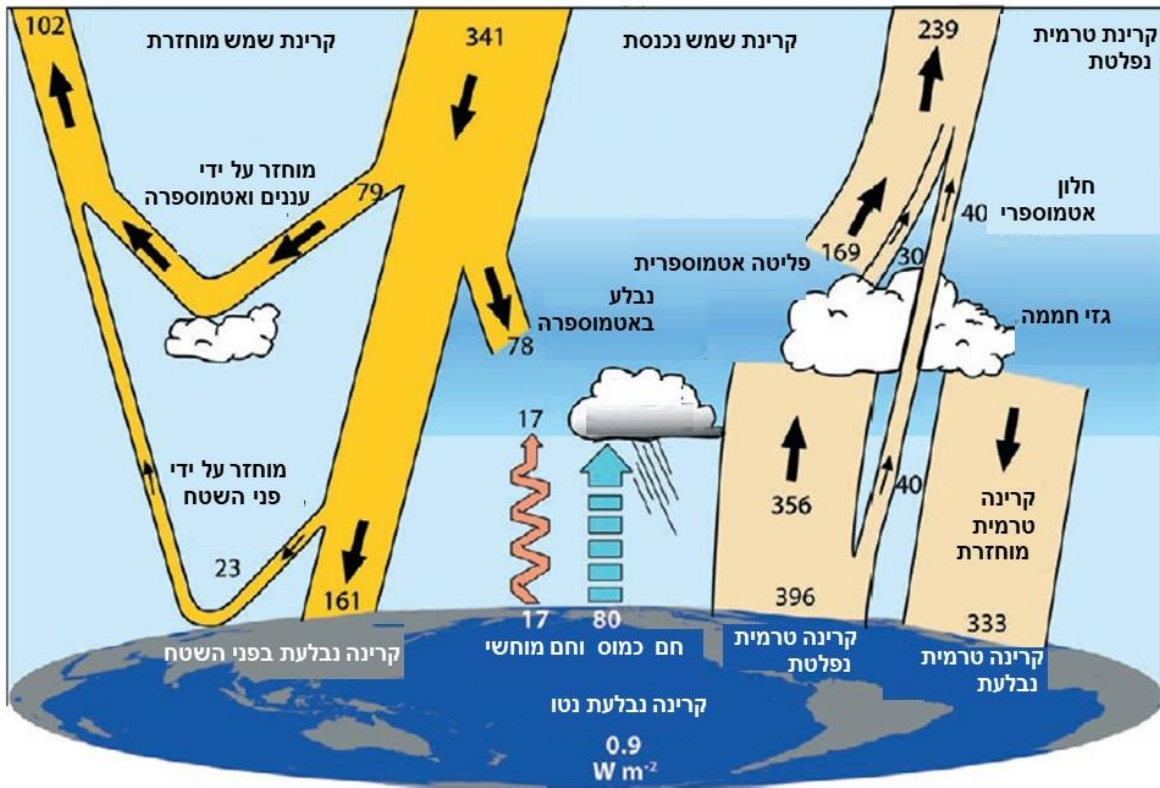
ההשפעה הביוגיאוכימית הצמחית עקב קיבוע הפחמן מתבטאת בלכידת גז חממה זה ובאפחות (mitigation) קצב עליית ריכוזו באטמוספירה. ריכוז הגז משפיע על בליעה ופליטה של קרינה תרמית (חום) מהאטמוספירה לעבר הקרקע ולחלל (קווי השטפים בצהוב בהיר בצד ימין של האיור). חשוב לציין כי אדי המים באוויר הם גז החממה העיקרי באטמוספירה, אך משום שמרבית שטח כדור הארץ הוא גופי מים, ההשפעה הישירה של פעילות האדם על ריכוזו באוויר זניחה. עליית טמפרטורת האוויר מגבירה את ריכוזו, משום שאוויר חם יותר יכול לשאת יותר מולקולות מים.

ההשפעה הביוגיאופיזית של הצמחים מתבטאת א. בשינוי כסות הצומח המשפיעה על עוצמת קרינת השמש המוחזרת מפני הקרקע לחלל (חיצים שצבעם צהוב-כתום). ב. בשינוי טמפרטורת המשטחים הפולטים קרינת חום (חץ עולה צהוב בהיר). ג. בשינוי עוצמת שטף החום הממשי (חץ בצבע אדום). ד. בעוצמת החום הכמוס, ויש מתאם בינה לבין קצב התאדות המים (חץ בצבע כחול).

שני התהליכים, הכימי והפיזיקלי, יוצרים משובים חוזרים מורכבים, המשפיעים על עוצמות חילופי האנרגיה שבין האטמוספירה עם הקרקע ועם החלל, וכך על מערכת האקלים העולמית. לדוגמה, עלייה בריכוז אדי המים באוויר מגבירה עננות, המשנה את עוצמת שטף קרינת השמש המוחזרת לחלל ואת רמת קרינת השמש המגיעה לקרקע, וכן את רמת הבליעה והפליטה של קרינה תרמית באטמוספירה. מודלים נומריים (על בסיס הדמיות מחשב) משמשים לכימות ולהבנה של מכלול השפעות גומלין אלה על מאזן האנרגיה של כדור הארץ ולחיזוי שינוי האקלים הצפוי עקב פעילות האדם.

**מאזן אנרגיה, ממוצע עולמי שנתי (ואט למ"ר), לתקופה מרץ 2000 ועד מאי 2004, בין כדור הארץ לחלל, בין פני כדור הארץ והאטמוספירה והשינוי באוגר החום באוקיינוסים**

החיצים מציינים את כיוון שטפי האנרגיה, ורוחבם יחסי לערכם. חיצים בצבע צהוב מייצגים שטפים שמקורם בשמש, חיצים בצבע בז' מייצגים שטפים של קרינה תרמית (קרינה ארוכת גל), חום ממשי (של אוויר חם עולה) בחץ כתום (זיגזג), וחום כמוס (הנוצר בתהליך התעבות המים) מיוצג בחץ תכלת מקווקו [62].



Trenberth KE, Fasullo JT, and Kiehl J. 2009. Earth's global energy budget. *Bulletin of the American Meteorological Society* **90**: 311-323. doi:10.1175/2008bams2634.1 ©American Meteorological Society. Used with permission.

## נספח 2. ציוד ושיטות מדידה

כדי לנטר ולהבין את ההשפעות ההדדיות בין תווכי הקרקע, הצומח והאטמוספירה המשפיעים על פעילות הצמח (קיבוע פחמן, שימוש במים על-ידי הצמח ועוד) כתלות בתנאים הסביבתיים (נתונים מטאורולוגיים ונתוני הקרקע) ובו-בזמן להבין את השפעות הצומח על עוצמות חילופי שטפי אנרגיה (קרינה וחום) עם האוויר מעל, מופעלים מכשירים רבים ושונים ברשת התחנות העולמיות בשילוב תצפיות לוויינים. על בסיס הנתונים המדודים לפעילות הצמחים, לפעילות המיקרואורגניזמים בקרקע ולזרימות אוויר באטמוספירה מפותחים מודלים נומריים המתארים פעילות הצמחים והדינמיקה של האטמוספירה. מודלים נומרים אלו משולבים יחדיו במודלי אקלים איזוריים וגלובליים ואלו חוזים את תנאי האקלים לתקופות זמן שונות, עד מאות שנים.

בבסיס מערכת המדידות ברשת התחנות העולמית, כולל זו שביתר, חיישן למדידת מהירויות הרוח במרחב התלת-ממדי וחיישן למדידת ריכוזים של פחמן דו-חמצני ואדי מים באוויר. תדירות מדידות אלה גבוהה, והחיישנים פועלים ברציפות ומוצבים מעל חופת היער. משילוב קריאות שני החיישנים בשיטת מתאם הערבולים (Eddy Covariance, EC) <sup>[11]</sup> מתקבלים ערכים של שטפי חום ממשי, חום כמוס (ביחידות ואט למ"ר למשל) ושטפי פחמן ומים (ביחידות גרם פחמן וק"ג מים למ"ר ליחידת זמן) בין נוף הצמח לאטמוספירה.

שיטת מדידה זו ייחודית, כיוון שהשטפים מייצגים פעילות של כסות הנוף משטח הנגזר מגובה הצבת המכשור מעל הנוף. ביתר 'רדיוס השפעה' או האזור שהמדידות מייצגות, הוא של שטפים המגיעים מרדיוס של קילומטר סביב נקודת המדידה. בתחנה ביתר (איור 1א), פועלים ברציפות משנת 2016 מעל 500 חיישנים הממוקמים מגובה של 19 מטר מעל פני הקרקע ועד לעומק של 1.2 מטר בקרקע. בעזרת חיישנים אלה נמדדות קרינות השמש באורכי גל שונים וקרינת חום מעל לנוף הצמח ומתחתיו. כמו כן מנוטרים הלחות והטמפרטורה באוויר והלחות והטמפרטורה בקרקע וכולן בגבהים ובעומקים שונים, שטפי חום בקרקע, מהירויות הרוח בחופת העצים, משטר הרוחות באטמוספירה עד גובה של מאות מטרים, זרימות מים בעצת העצים, שינויים בקוטרי הגזעים במהלך הזמן ועוד. במהלך השנים האחרונות אף נמדדים לפרקים שטפי גזים נדירים כאוזון, שעוצמתם נגזרת מהפעילות הפוטוסינתטית של העצים, מהפעילות הביוטית של האורגניזמים ומהפעילות (האביוטית) שבקרקע. חלק מהחיישנים מודדים מדדים שונים בעצים בודדים. כדי לקבל נתונים על כלל היער מופעלים חיישנים זיהים במרחב שסביב מגדל המדידות. נוסף על כך, מתבצעות מדידות תומכות בסבבי מדידה תקופתיים, כגון מדידות שטח עלוות העצים, ריכוז מינרלים בקרקע ועוד. הנתונים ממוצעים לערכים חצי שעתיים, הם נאגרים, איכותם ואמינותם נבדקות, והם מעובדים ומנותחים בתוכנות ייעודיות. מתקבל בסיס נתונים רחב של כל המשתנים

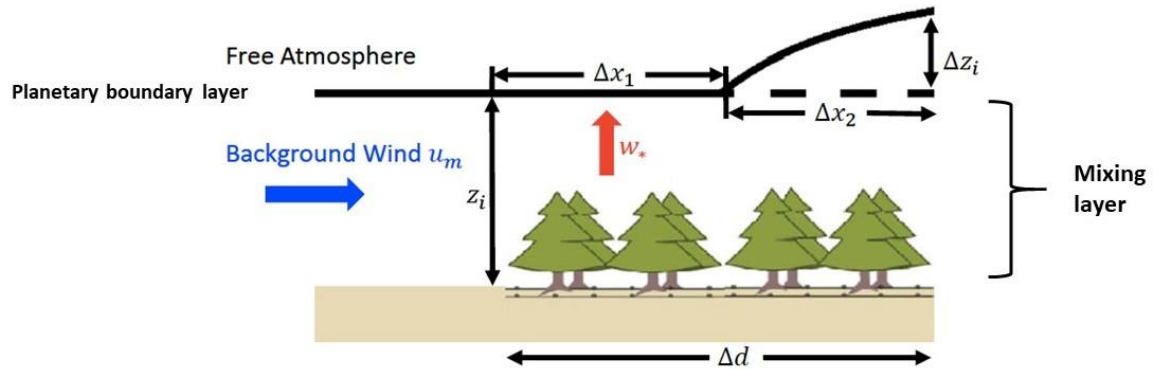
המדודים והמחושבים (big data), המשמש לפעילות המחקרית ולתוצריה המתפרסמים במאמרים.

במטרה לכמת את פעילות הצומח במרחבים אזוריים נלמדו הקשרים בין הנתונים מיער יתיר ונתונים המתקבלים מיערות המצויים בתחנות לאורך מפל המשקעים, בעזרת המערכת הניידת של קבוצת המחקר יחד עם נתונים המתקבלים מתצפיות לוויינים באותן נקודות (בשיתוף עם קבוצת מחקר נוספות). על בסיס הקשרים בין המדידות הישירות ונתוני הלוויינים ניתן לפתח מדדים מורכבים, ובעזרתם ניתן לחשב משתנים כשטח עלוות הנוף, שטפי פחמן ושטפי מים, שאינם נמדדים ישירות על-ידי החיישנים המצויים בלוויינים. כך ניתן להעריך פעילות נוף של אזורים טבעיים נרחבים ממדידות בעזרת לוויינים בלבד [34, 59].

### נספח 3. השפעת שינוי שימושי קרקע על מאזן החום באטמוספירה התחתונה ועל האקלים

כימות ההשפעה הגלובלית ה'מחממת' למול ההשפעה ה'מקררת' בעקבות שינוי כסות הצומח של פני הקרקע, ליחידת שטח ובשכבת הגבול שבין הביוספירה לאטמוספירה<sup>[53,14]</sup> הוא תהליך המורכב ממספר שלבים. הוא מתרגם (1) שינוי בקליטה נטו ממוצע רב-שנתי של פחמן ביחידת שטח נוף, לשינוי בריכוז הפחמן באטמוספירה (ביחידות של פחמן דו-חמצני למיליון מולקולות אוויר); (2) שינוי בריכוז הפחמן באטמוספירה לשינוי בעוצמת קרינה תרמית הנפלטת מהאטמוספירה אל יחידת שטח קרקע (בוואט למ"ר)<sup>[46]</sup>; (3) שינוי בכסות לשינוי במאזן קליטת קרינת שמש וקרינה תרמית רב-שנתית ממוצעת מהנוף (בוואט למ"ר). יש לשים לב שאף על פי שרק כ-10% מהקרינה התרמית הנפלטת מגיעה ישירות לחלל, השפעתה על חימום האוויר בגבהים של מאות מטרים מעל נוף הצמח גבוהה. (4) הקרינה העודפת נקלטת בתווך הצמחי, והיא מוחזרת כאנרגית חום כמוס וכחום ממשי לאטמוספירה. האנרגיה שווה בגודלה לשינוי בכמות הקרינה הנקלטת, וגורמת (במקרה של יתיר) להתחממות האטמוספירה. ההשפעה הישירה השנתית הממוצעת של שינוי כסות הקרקע ליחידת שטח, על מאזן אנרגיה של פני כדור הארץ, היא ההפרש בין השפעת הקירור (על פי סעיף 2) לזו של החימום (3)<sup>[14]</sup>.

עקב השנוי הביוגיאופיזי במאזן הקרינה על פני הקרקע, מאזן החום על פני כדור הארץ מגיע למצב שיווי משקל קבוע חדש. בדרך כלל השינוי מהיר וקצר (למשל ממדבר לשטח נטוע בעצים). לעומתו, השינוי הביוגיאוכימי, העלייה (הירידה) בריכוז גז הפחמן באטמוספירה עקב פעילות הצמחים, הוא תהליך המצטבר לאורך שנים. למשל יער עשוי לקבע פחמן במשך כל שנות קיומו עד כריתתו, שבמהלכן השפעתו על ריכוז הגז באטמוספירה מצטברת ומתחזק אפקט קירור האוויר.



#### נספח 4. תיאור סכמטי של השפעת יער על גובה שכבת הגבול האטמוספירית (פלנטרית) במהלך שעות היום

רוח במהירות ממוצעת  $u_m$  נושבת בשכבת הערבוב של האטמוספירה (שכבת האוויר מעל היער שמתקיים בה ערבוב אוויר שמקורו בקרקע) מכיוון השטח הפתוח אל מעל לאזור המיוער. זרם האוויר ( $u_m$ ) נתקל באוויר חם העולה מהיער במהירות ממוצעת  $w^*$  ו'מנפח' במדורג, עם כיוון זרימת האוויר, את גובה שכבת הגבול ( $\Delta z$ ) עם ההתרחקות מקצה היער ( $\Delta x_1 + \Delta x_2$ ).  $\Delta x_1$  הוא המרחק מקצה היער (בכיוון הרוח המגיעה) לנקודה שהאוויר החם העולה מהיער פורץ את שכבת הגבול האטמוספירית. להגבהת שכבת הגבול האטמוספירית שווה להיות השפעות היזון חוזר על תנאי האקלים באזור.

Brugger P. 2018. Interactions between a solitary semi-arid forest and the Atmospheric Boundary Layer. Ph.D., desertation . KIT Campus Alpin, Germany.

**נספח 5. מאזן שטפי הפחמן של ישראל בסוגי נוף שונים**

המאזן מבוסס על (א) הערכת קיבוע הפחמן השנתי של יערות האורנים, שטחי החורש והשטחים הפתוחים (ב) פליטות משריפת בנזין ומייצור חשמל, שטח יער (ביתר) הנדרש לקיבוע פליטות אלה במשך שנה, וכלל פליטות הפחמן לאטמוספירה בישראל.

**א. קיבוע פחמן**

מקור מידע (קיבוע)	קיבוע שנתי (גרם פחמן)	שטח הנוף בישראל (מ"ר)	NEE (גרם פחמן למ"ר לשנה)	סוג הנוף
לפי יער יתיר, שנים 2010-2000	1.1*10 <sup>11</sup>	0.5*10 <sup>9</sup>	220	יערות אורנים
[44]	7.6*10 <sup>11</sup>	1.4*10 <sup>9</sup>	380	חורש ים תיכוני
	--	18.3*10 <sup>9</sup>	± 0.5	כיסויי הקרקע שאינם עצים
				סך קיבוע הפחמן בשטחי ישראל (המאה ה-21)
	8.7*10 <sup>11</sup>	2.2*10 <sup>10</sup>		

**ב. פליטות פחמן**

מקור נתונים	פליטה כוללת שנתי (גרם פחמן)	שטח יער הנדרש לקיבוע שנתי (מ"ר)	יחידת אנרגיית דלק	מקור
	-	3.5	ליטר בנזין	רכב
[5]	-	1	קילו-ואט שעה	חשמל פליטת
[4]	17*10 <sup>12</sup>	--	שריפת דלקי מחצבים	פחמן דו-חמצני שנתי

**נספח 6. מקורות**

- [1] אסם י. 2013. סוגיות עיקריות בחקר היערות המחטניים של ישראל – סיכום ארבעים שנות מחקר (1972–2012). חלק ב: הבנת התהליכים הטבעיים המתרחשים ביער ומעבר לניהול היער כמערכת אקולוגית רב-תכליתית. *אקולוגיה וסביבה* 4(4): 321–330.
- [2] הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. 2002. דו"ח שימושי קרקע. [www.gis.cbs.gov.il/website/landuse\\_2002/mavo/main.html](http://www.gis.cbs.gov.il/website/landuse_2002/mavo/main.html)
- [3] הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. 2016. פליטות משריפת דלק, לפי סוג דלק. [www.cbs.gov.il/shnaton67/st27\\_05.pdf](http://www.cbs.gov.il/shnaton67/st27_05.pdf)
- [4] חברת החשמל לישראל. דין וחשבון סביבתי, לשנים 2014–2015. [www.iec.co.il/environment/Documents/IECEnvironmentalReport122016.pdf](http://www.iec.co.il/environment/Documents/IECEnvironmentalReport122016.pdf)
- [5] ממשלת ישראל. 2015. הפחתת פליטות גזי חממה וייעול צריכת האנרגיה במשק. [www.sviva.gov.il/InfoServices/ReservoirInfo/DecisionStockpileGovernment/Pages/2015/Decision542.aspx](http://www.sviva.gov.il/InfoServices/ReservoirInfo/DecisionStockpileGovernment/Pages/2015/Decision542.aspx)
- [6] פלטיאל א, ספולקר מ, קורנילוקו א ומלדונדו מ. 2012. תחזיות אוכלוסייה לישראל לטווח ארוך: 2009–2059. הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. [www.cbs.gov.il/publications/tec27.pdf](http://www.cbs.gov.il/publications/tec27.pdf)
- [7] פרייזלר י, רוטנברג א, הר נ, ואחרים. 2016. שרידות יער אורנים על גבול המדבר בעקבות שנות בצורת קיצונית. *אקולוגיה וסביבה* 7(1): 41–51.
- [8] Ahlstrom A, Raupach MR, Schurgers G, et al. 2015. The dominant role of semi-arid ecosystems in the trend and variability of the land CO<sub>2</sub> sink. *Science* **348**: 895-899.
- [9] Alkama R and Cescatti A. 2016. Biophysical climate impacts of recent changes in global forest cover. *Science* **351**: 600-604.
- [10] Alpert P, Ben-Gai T, Baharad A, et al. 2002. The paradoxical increase of Mediterranean extreme daily rainfall in spite of decrease in total values. *Geophysical Research Letters* **29**.
- [11] Aubinet M, Grelle A, Ibrom A, et al. 2000. *Advances in Ecological Research* **30**: 113-175.
- [12] Bastin JF, Berrahmouni N, Grainger A, et al. 2017. The extent of forest in dryland biomes. *Science* **356**: 635-638.



- [13] Beer C, Reichstein M, Tomelleri E, et al. 2010. Terrestrial gross carbon dioxide uptake: Global distribution and covariation with climate. *Science* **329**: 834-838.
- [14] Betts RA. 2000. Offset of the potential carbon sink from boreal forestation by decreases in surface albedo. *Nature* **408**: 187-190.
- [15] Betts RA, Boucher O, Collins M, et al. 2007. Projected increase in continental runoff due to plant responses to increasing carbon dioxide. *Nature* **448**: 1037-1041.
- [16] Bonan GB. 2008. Forests and climate change: Forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science* **320**: 1444-1449.
- [17] Brutsaert W. 1982. Evaporation into the atmosphere; Theory, history and applications. Dordrecht (Holland): Springer Science, Business Media B.V.
- [18] Calev A, Zoref C, Tzukerman M, et al. 2016. High-intensity thinning treatments in mature *Pinus halepensis* plantations experiencing prolonged drought. *European Journal of Forest Research* **135**: 551-563.
- [19] Charney J, Stone PH, and Quirk WJ. 1975. Drought in Sahara – Biogeophysical feedback mechanism. *Science* **187**: 434-435.
- [20] Claussen M, Brovkin V, and Ganopolski A. 2001. Biogeophysical versus biogeochemical feedbacks of large-scale land cover change. *Geophysical Research Letters* **28**: 1011-1014.
- [21] Collins M, Knutti R, Arblaster J, et al. 2013. In: Stocker TF, Qin D, Plattner GK, et al. (Eds). Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge (UK): Cambridge University Press.
- [22] Cox PM, Betts RA, Bunton CB, et al. 1999. The impact of new land surface physics on the GCM simulation of climate and climate sensitivity. *Climate Dynamics* **15**: 183-203.
- [23] David-Schwartz R, Paudel I, Mizrachi M, et al. 2016. Indirect evidence for genetic differentiation in vulnerability to embolism in *Pinus halepensis*. *Frontiers in Plant Science* **7**: 768.

- [24] Davin EL and de Noblet-Ducoudre N. 2010. Climatic impact of global-scale deforestation: Radiative versus nonradiative processes. *Journal of Climate* **23**: 97-112.
- [25] Eder F, De Roo F, Rotenberg E, et al. 2015. Secondary circulations at a solitary forest surrounded by semi-arid shrubland and their impact on eddy-covariance measurements. *Agricultural and Forest Meteorology* **211**: 115-127.
- [26] FAO. 2006. Global forest resources assessment 2005 – Progress towards sustainable forest management. Vol. 147.
- [27] Feddema JJ, Oleson KW, Bonan GB, et al. 2005. The importance of land-cover change in simulating future climates. *Science* **310**: 1674-1678.
- [28] FluxNet. [www.fluxnet.fluxdata.org](http://www.fluxnet.fluxdata.org).
- [29] Gelfand I, Feig G, Meixner FX, et al. 2009. Afforestation of semi-arid shrubland reduces biogenic NO emission from soil. *Soil Biology and Biochemistry* **41**: 1561-1570.
- [30] Giannini A, Saravanan R, and Chang P. 2003. Oceanic forcing of Sahel rainfall on interannual to interdecadal time scales. *Science* **302**: 1027-1030.
- [31] Giorgi F and Lionello P. 2008. Climate change projections for the Mediterranean region. *Global and Planetary Change* **63**: 90-104.
- [32] Good SP, Noone D, and Bowen G. 2015. Hydrologic connectivity constrains partitioning of global terrestrial water fluxes. *Science* **349**: 175-177.
- [33] Grunzweig JM, Hemming D, Maseyk K, et al. 2009. Water limitation to soil CO<sub>2</sub> efflux in a pine forest at the semiarid "timberline". *Journal of Geophysical Research-Biogeosciences* **114**: 14.
- [34] Helman D, Osem Y, Yakir D, et al. 2017. Relationships between climate, topography, water use and productivity in two key Mediterranean forest types with different water-use strategies. *Agricultural and Forest Meteorology* **232**: 319-330.
- [35] Houghton RA and Hackler JL. 2006. Emissions of carbon from land use change in sub-Saharan Africa. *Journal of Geophysical Research-Biogeosciences* **111**: 12.
- [36] Kafle HK and Bruins HJ. 2009. Climatic trends in Israel 1970–2002: Warmer and increasing aridity inland. *Climatic Change* **96**: 63-77.

- [37] Kiehl JT and Trenberth KE. 1997. Earth's annual global mean energy budget. *Bulletin of the American Meteorological Society* **78**: 197-208.
- [38] Klein T, Cohen S, Paudel I, et al. 2016. Diurnal dynamics of water transport, storage and hydraulic conductivity in pine trees under seasonal drought. *iForest* **9**: 710-719.
- [39] Klein T, Di Matteo G, Rotenberg E, et al. 2013. Differential ecophysiological response of a major Mediterranean pine species across a climatic gradient. *Tree Physiology* **33**: 26-36.
- [40] Klein T, Rotenberg E, Tatarinov F, et al. 2016. Association between sap flow-derived and eddy covariance-derived measurements of forest canopy CO<sub>2</sub> uptake. *New Phytologist* **209**: 436-446.
- [41] Lal R. 2004. Carbon sequestration in dryland ecosystems. *Environmental Management* **33**: 528-544.
- [42] LeHouerou HN. 1996. Climate change, drought and desertification. *Journal of Arid Environments* **34**: 133-185.
- [43] Llusia J, Roahtyn S, Yakir D, et al. 2016. Photosynthesis, stomatal conductance and terpene emission response to water availability in dry and mesic Mediterranean forests. *Trees-Structure and Function* **30**: 749-759.
- [44] Luyssaert S, Inglima I, Jung M, et al. 2007. CO<sub>2</sub> balance of boreal, temperate, and tropical forests derived from a global database. *Global Change Biology* **13**: 2509-2537.
- [45] McDowell NG, Williams AP, Xu C, et al. 2016. Multi-scale predictions of massive conifer mortality due to chronic temperature rise. *Nature Climate Change* **6**: 295-300.
- [46] Myhre G, Kvalevag MM, and Schaaf CB. 2005. Radiative forcing due to anthropogenic vegetation change based on MODIS surface albedo data. *Geophysical Research Letters* **32**.
- [47] Otterman J. 1974. Baring high-albedo soils by overgrazing – hypothesized desertification mechanism. *Science* **186**: 531-533.
- [48] Pan YD, Birdsey RA, Fang JY, et al. 2011. A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science* **333**: 988-993.

- [49] Perlin J. 2005. A forest journey: The story of wood and civilization. New York: Countryman Press.
- [50] Poulter B, Frank D, Ciais P, et al. 2014. Contribution of semi-arid ecosystems to interannual variability of the global carbon cycle. *Nature* **509**: 600-603.
- [51] Ramati E. 2015. Tradeoffs between carbon sequestration and radiation budget in influencing climate along the precipitation gradient in Israel (MSc Thesis). Rehovot: The Weizmann Institute of Science.
- [52] Raz-Yaseef N, Rotenberg E, and Yakir D. 2010. Effects of spatial variations in soil evaporation caused by tree shading on water flux partitioning in a semi-arid pine forest. *Agricultural and Forest Meteorology* **150**: 454-462.
- [53] Raz-Yaseef N, Rotenberg E, and Yakir D. 2010. Effects of spatial variations in soil evaporation caused by tree shading on water flux partitioning in a semi-arid pine forest. *Agricultural and Forest Meteorology* **150**(3): 454-462.
- [54] Raz Yaseef N, Yakir D, Rotenberg E, et al. 2010. Ecohydrology of a semi-arid forest: Partitioning among water balance components and its implications for predicted precipitation changes. *Ecohydrology* **3**: 143-154.
- [55] Ross J. 1981 The radiation regime and architecture of plant stand. London: Dr W. Junk Publishers.
- [56] Rotenberg E and Yakir D. 2010. Contribution of semi-arid forests to the climate system. *Science* **327**: 451-454.
- [57] Rotenberg E and Yakir D. 2011. Distinct patterns of changes in surface energy budget associated with forestation in the semiarid region. *Global Change Biology* **17**: 1536-1548.
- [58] Sankaran M, Hanan NP, Scholes RJ, et al. 2005. Determinants of woody cover in African savannas. *Nature* **438**: 846-849.
- [59] Sprintsin M, Karnieli A, Berliner P, et al. 2009. Evaluating the performance of the MODIS Leaf Area Index (LAI) product over a Mediterranean dryland planted forest. *International Journal of Remote Sensing* **30**: 5061-5069.
- [60] Tatarinov F, Rotenberg E, Maseyk K, et al. 2016. Resilience to seasonal heat wave episodes in a Mediterranean pine forest. *New Phytologist* **210**: 485-496.

- [61] Trenberth KE, Dai AG, van der Schrier G, et al. 2014. Global warming and changes in drought. *Nature Climate Change* **4**: 17-22.
- [62] Trenberth KE, Fasullo JT, and Kiehl J. 2009. Earth's global energy budget. *Bulletin of the American Meteorological Society* **90**: 311-323.
- [63] Ungar ED, Rotenberg E, Raz-Yaseef N, et al. 2013. Transpiration and annual water balance of *Aleppo pine* in a semiarid region: Implications for forest management. *Forest Ecology and Management* **298**: 39-51.
- [64] Xue YK. 1997. Biosphere feedback on regional climate in tropical North Africa. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* **123**: 1483-1515.