פליטות מחבל דארפור ממלאות כלי מים עבור משפחותיהן ממכל שסיפקה סוכנות הסיוע של האו"ם. סודאן, 2011 | צילום: אלברט גונזלס פארן, באדיבות האו"ם

המדבור – בעיה מקומית וסיכונים עולמיים

סקירות
גיליון קיץ 2014 / כרך 5(2)
3 באוגוסט, 2014

אוריאל ספריאל
המחלקה לאקולוגיה, אבולוציה והתנהגות, המכון למדעי החיים ע"ש סילברמן, האוניברסיטה העברית בירושלים ; המוקד לאמנות סביבתיות, המכונים לחקר המדבר ע"ש יעקב בלאושטיין, אוניברסיטת בן–גוריון בנגב

מאמר זה עבר שיפוט עמיתים

ציטוט מומלץ

ספריאל א. 2014. המדבור – בעיה מקומית וסיכונים עולמיים. *אקולוגיה וסביבה* **5**(2): 152–160.

על קצה המזלג

- מדבור הוא מצב שבו פעילות אנושית גורמת לכך שהיצרנות הביולוגית של הקרקע נמוכה מכפי שמאפשרים הקרקע והאקלים. מדבור הוא מהבעיות הסביבתיות העולמית החמורות ביותר, ואחד מגורמי העוני במדינות מתפתחות.
- מדבור הוא תוצאת פעילות חקלאית, בדרך כלל באזורים יובשניים במדינות מתפתחות, עקב ניצול יתר של הקרקע (כתוצאה מעיבוד או ממרעה) ושל משאבי המים, המלחת הקרקע, אבדן תכסית הגורם לסחיפת קרקע וכדומה.
- ניתן למנוע מדבור ולשקם שטחים שעברו מדבור, באמצעות זיהוי גורמי המדבור וטיפול משולב בהם, וזאת למרות הקשר בין תהליכי מדבור מקומיים לבין שינוי האקלים העולמי.
- ישראל כולה חשופה לסכנת מדבור, ובייחוד האזור הים תיכוני שבה. פיתוח חקלאי מואץ אמנם הביא למדבור מסוים, אך נקיטת אמצעים שונים לאסדרת השימוש בקרקע ובמים יחד עם ממשקי מרעה, ייעור וחקלאות משמרת, מונעים תהליכי מדבור נרחבים.

המערכת

תקציר

המונח "מדבור" אינו מתייחס לתהליך האקלימי הטבעי של יצירת מדבריות, אלא למצב מתמשך של יצרנות ביולוגית נמוכה מזו שהקרקע והאקלים מאפשרים, שנובע מפעילות אנושית. זה ביטוי קיצוני של תהליך שנקרא הגרעת הקרקע (land degradation), שבו פוריות הקרקע פוחתת כאשר הקרקע נסחפת בעקבות פגיעה בתכסית הצומח שלה. הגורמים העיקריים לו הם רעייה וקישוש חומרי בעירה (צומח מעוצה) או המלחה בעקבות השקיית גידולים חקלאיים במים באיכות נמוכה ובשיטות שגויות. הירידה המתמשכת בפוריות ומצב המדבור נגרמים מפעילותם של עובדי האדמה, בעיקר באזורים היובשניים המאופיינים בגירעון מים פוטנציאלי, ורובם בארצות המתפתחות. פחות מ–20% מהשטחים היובשניים עברו מדבור עד כה, ורובם לא במדבר אלא בשטחים היובשניים שמחוצה לו. מגמה זו נמשכת, וייתכן שאף מואצת. המדבור הוא תופעה מקומית, הנגרמת ישירות בגלל פעילות הקהילות המקומיות של עובדי האדמה, ומביאה לעוני מקומי. אף על פי כן, ניצבים ברקע גורמים עקיפים – חברתיים, כלכליים ושלטוניים, הפועלים ברמה האזורית והעולמית. בו–בזמן, המדבור מעורר דאגה עולמית מכמה סיבות: העוני הכפרי במדינות המתפתחות משפיע על הגירה, על פליטים, על חוסר יציבות חברתית ופוליטית ועל סכסוכים בין–לאומיים; אבדן פוריות הקרקע משפיע על הביטחון התזונתי העולמי; יש קשר הדדי בין המדבור המקומי ובין שינוי האקלים העולמי. ישראל, שנמצאת באזור יובשני, חשופה לסיכוני מדבור, אך מצליחה לעקוף את מרביתם בעזרת פעולות לשימור הקרקע, פעילות רשויות הניקוז, חקלאות משמרת ופיתוח משאבי מים. ישראל מוכרת כפעילה בזירה הבין–לאומית של המאבק במדבור ובקידום המחקר המדעי התומך במאבק בו.

"**מדבור**" (desertification) הוא מצב מתמשך של יצרנות ביולוגית נמוכה מזו שהקרקע והאקלים מאפשרים, שנובעת מפעולות האדם. התופעה עצמה עתיקת יומין, אך המונח המיוחד לה נטבע רק ב-1949 [6]. ב-2005 הוגדר המדבור כאחת הבעיות הסביבתיות החמורות בזמננו [5] וכאחד מגורמי העוני באזורים הכפריים של המדינות המתפתחות. מאמר זה מתאר כיצד מתרחש המדבור, היכן, מי גורם לו ומדוע; מתייחס לתוצאות המדבור ודן באמצעים למאבק בו; מציג את הקשר בין המדבור לבעיות סביבתיות אחרות; מתייחס למדבור בישראל.

מה הוא מדבור והיכן הוא מתרחש?

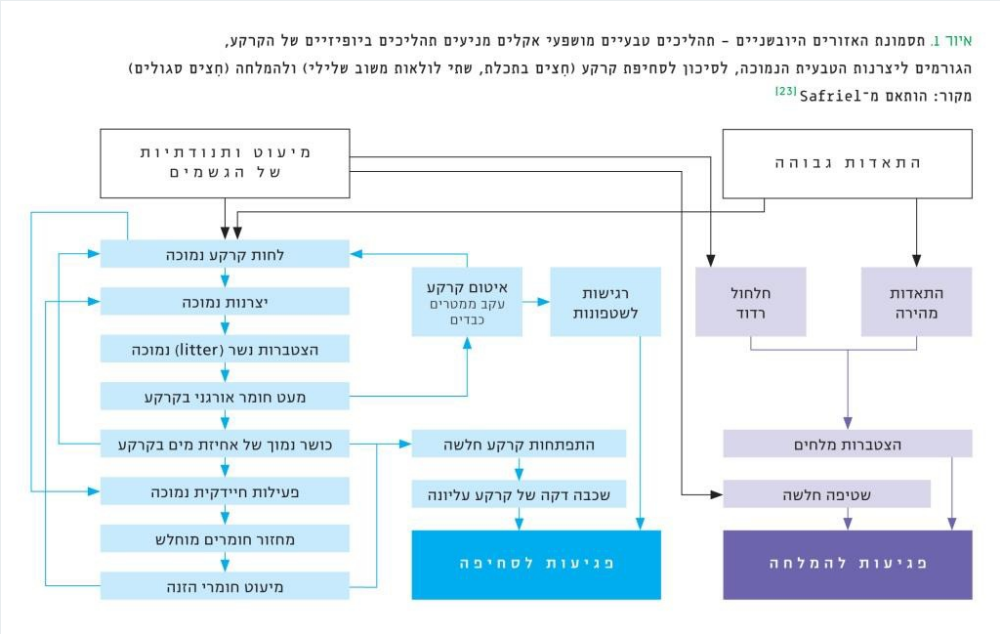
אף על פי ש"מדבור" מזכיר "מדבר", רוב השטחים שעוברים מדבור לא נמצאים במדבר אלא באזורים יובשניים (drylands), שיבשים פחות מהמדבר. אזורים אלה נחלקים לארבע קטגוריות, שאחת מהן היא האזורים הצחיחים (arid). המונח "מדבור" לא מיוחס להתרחבות המדבר, שהיא תלוית-שינוי אקלימי, אלא לירידה במדי תכסית הצומח (והיצרנות הביולוגית שבבסיסה) לרמות המאפיינות את המדבר. הירידה תלויה בפעילות האדם, ולא בהכרח קשורה לשינוי אקלים. המונח "מדבור" נקלט בשיח הציבורי והפוליטי רק במהלך שנות ה-70, ומאז הוגדר מחדש מספר פעמים. לפי אחת ההגדרות האחרונות, ביטויו המוחשי והמדיד של המדבור הוא מצב מתמיד של יצרנות ביולוגית נמוכה בהתייחס לפוטנציאל התמיכה של הקרקע ביצרנות, בעיקר זו בעלת הערך הכלכלי (מזון, סיבים וכדומה) [35, 5].

הירידה ביצרנות היא תוצאה של תהליכים ביופיזיים בקרקע, שמביאים לירידה מתמשכת בפוריותה (הגרעת הקרקע – land degradation). תהליכים אלה מתרחשים במקומות רבים, אך מובילים למצב הסופי והקיצוני – המדבור – בעיקר באזורים שהיצרנות בהם מוגבלת-מים. אזורים אלה (כ-40% משטח היבשה של כדור הארץ) נקראים אזורים יובשניים (נספח 1), שכן הם נתונים בגירעון מים מתמיד (ממוצע כמות המים העשויה להתאדות מהקרקע, גבוה לפחות פעם וחצי מממוצע המשקעים). נוסף על כך, האזורים היובשניים חשופים לתנודתיות בין-שנתית גבוהה במשתני אקלים אלה, שבעטיה גם מידת היצרנות אינה קבועה. תנודתיות זו ביצרנות היא טבעית, אבל ממוצע תנודות ביצרנות שהוא נמוך מהממוצע הטבעי (המבטא את פוטנציאל פוריות הקרקע), מצביע על תהליך של הגרעת קרקע שעלול להסתיים במדבור. משום הקושי להבחין בין קרקע בתהליך הגרעה לבין קרקע במצב מדבור, רווח המונח "הגרעת קרקע ומדבור", תהליך ומצב, כתסמונת עולמית [35, 26].

החשיפה הביופיזית לסיכוני מדבור והתממשותם בידי אדם

תכונה חשובה התורמת לפוריות הקרקע היא תחיחותה, המקנה לה אוורור ויכולת לאצירה של מים על המינרלים המומסים

בהם, הנדרשים לתהליך הייצור. תחיחות זו מסכנת את יציבות הקרקע ואת עמידותה בפני שחיקה וסחיפה על-ידי מים ורוח, בעוד תכסית הצומח שלה משפרת אותן. גם אם באזורים היובשניים תכסית זו מפותחת פחות מאשר באזורים אחרים, היא ממתנת עוצמות רוח, ומצמצמת את עוצמת הפגיעה של טיפות הגשם במרקם שכבת הקרקע העלית (topsoil). תנודות האקלים עלולות לפגוע ביעילות התכסית, ולכן גם לפגוע במרקם זה, שמקטין את חדירות הקרקע למים. התוצאה – היווצרות נגר עילי, המביא לשחיקה ולסחיפה של הקרקע העלית. בגין תהליכים אלה מאבדים צמחי התכסית לא רק את התמיכה הפיזית, אלא גם ובעיקר את חומרי הגלם לתהליך הייצור. נוסף על כך, גם אם מי הגשמים מכילים מלחים בשיעורים נמוכים ביותר, הם מצטברים בקרקעות האזורים היובשניים בגין חדירה שטחית והתאדות גבוהה. המליחות פוגעת בכושרם של צמחים לינוק מים מהקרקע, ובכך תורמת גם היא לתכסית צומח דלה יחסית. לסיכום, **בגין האקלים השורר בהם, האזורים היובשניים פגיעים לתהליכים הביופיזיקליים העיקריים של הגרעת קרקע – סחיפת קרקע או המלחה שלה – שתוצאתם פחיתה ביצרנות הביולוגית; פעילות האדם עלולה להעצים את התהליכים הללו לכדי מדבור** (איור 1).



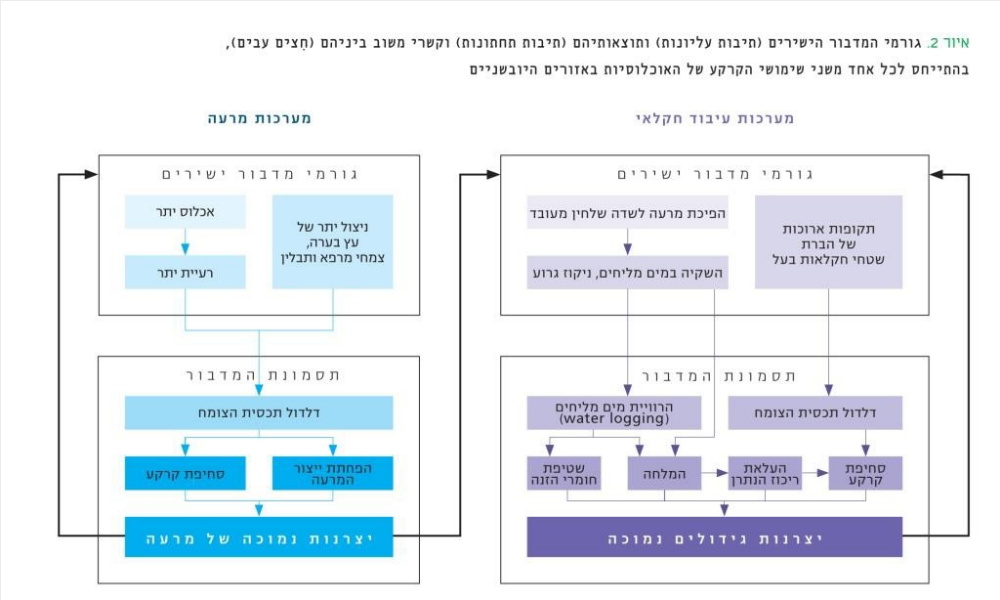
איור 1
תסמונת האזורים היובשניים – תהליכים טבעיים מושפעי אקלים מניעים תהליכים ביופיזיים של הקרקע, הגורמים ליצרנות הטבעית הנמוכה, לסיכון לסחיפת קרקע (חִצים בתכלת, שתי לולאות משוב שלילי) ולהמלחה (חִצים סגולים)
מקור: הותאם מ-Safriel [23]

מאז המצאת הביות והחקלאות מגביר האדם את אספקת התוצרים הביולוגיים של הקרקע שיש להם ערך כלכלי – מזון, סיבים, עצה, עץ בעירה ועוד. פעולות אלה תרמו משמעותית לרווחת האדם והזינו את גידול אוכלוסייתו. הגידול הגביר תדיר את ממדי האספקה אל מעבר לפוטנציאל הייצור הביולוגי של הקרקע, ועד כדי חציית ערך הסף שמעבר לו נפגעת האספקה ועִמה גם הרווחה. חציית ערכי הסף מתרחשת בעיקר באזורים היובשניים, עקב פגיעותם הגבוהה יחסית לזו של אזורים אחרים (איור 1). וכך, כאשר ממדי ניצול המרעה ועץ הבעֵרה עולים על כושר ההתחדשות הטבעית של הצומח, נחשפת הקרקע לשחיקה ולסחיפה.

נוסף על כך, קציר התוצרת החקלאית משטחי המרעה ומהשטחים המעובדים (יבולים) הוא יצוא של ביומסה אורגנית. הביומסה מכילה את היסודות הכימיים (בעיקר חנקן וזרחן) שהתחדשותם ומִחזורם בקרקע עלולים להיות נמוכים מקצב יציאתם ממנה. כך גם מתדלדלת תכולת החומר האורגני של הקרקע, המקנה לה את תחיחותה, ועִמה פוחת כושר אחיזת המים בקרקע.

נהליכי הגרעת הקרקע והמדבור שחלים בשטחי מרעה טבעי מביאים במקרים רבים להפיכתם לשטחים מעובדים (איור 2) – החלפת תכסית הצומח הטבעית בתכסית צמחי היבולים, שרובם חד-שנתיים. החלפה זו מותירה את פני הקרקע חשופים בעונות היבשות, ולכן מביאה לשחיקה ולסחיפה, היינו – שוב למדבור. ניתן לעקוף מכשלה זו, ואף לאפשר ניצול של הקרקע בעונות היבשות, על-ידי מעבר מחקלאות בעל לחקלאות שלחין. אולם השקיה מתמשכת גורמת להמלחה מואצת של הקרקע, משום שמי ההשקיה באזורים היובשניים מליחים על פי רוב, ונדירותם היחסית אינה מספקת לשטיפות תקופתיות של הקרקעות המומלחות. לסיכום, ניתן להגביר את היצרנות הביולוגית באזורים היובשניים עד גבול מסוים, שעם חצייתו מתכנסת הקרקע

למצב של מדבור, המעיד כי ניצול פוריות הקרקע היה "ניצול ביתר" (רעיית יתר, עיבוד יתר או השקיית יתר) [12].



איור 2
גורמי המדבור הישירים (תיבות עליונות) ותוצאותיהם (תיבות תחתונות) וקשרי משוב ביניהם (חִצים עבים), בהתייחס לכל אחד משני שימושי הקרקע של האוכלוסיות באזורים היובשניים

מדוע המשתמשים בקרקע גורמים למדבור?

הסיכונים למדבור באזורים היובשניים, שמקורם בתהליכים הביופיזיים המתרחשים בהם (איור 1), מתממשים כשאותם תהליכים מועצמים כתוצאה מפעולותיהם של המשתמשים בקרקע, ונעשים גורמי המדבור הישירים (איור 2). תורמים לכך גורמי המדבור הבלתי ישירים – הגורמים הדמוגרפיים, הכלכליים, הטכנולוגיים, המוסדיים והתרבותיים, וגורמי מדיניות וממשל [22] (איור 3). כל אחד מאלה עשוי לדחוק את המשתמשים בקרקע לניצול יתר, המעצים את הגורמים הישירים למדבור, וזאת בגין נסיבות מקומיות (עוני, סכסוכים) או אף בגין תהליכים ומדיניות ברמה האזורית והעולמית [27].

איור 3
גורמי מדבור עקיפים – חברתיים, כלכליים וגורמי מדיניות (ראו איור 2 לגורמים המשפיעים על גורמי המדבור הישירים)
מקור: מעובד על פי איור 3 בעמ' 173 של [22] Reynolds

מה הם ממדי המדבור?

הביטוי המוחשי של פגיעה בפוריות הקרקע הוא ירידה בכמות היבול, אך היא לא בהכרח משקפת את הפוריות הטבעית של הקרקע. לפיכך, זיהוי המדבור ואומדן משרעתו נעשים לא באמצעות ניטור היבולים אלא על-ידי ניטור מצב הקרקע. בהיעדר נהלים מוסכמים לניטור המדבור, לא מפליא שיש הערכות שונות לשיעור השטח שעובר תהליך מדבור מתוך כלל השטח היבשתי של כדור הארץ ומתוך שטח האזורים היובשניים בו. חמש הערכות שונות נתנו טווחים שבין 15% ל-63% ובין 4% ל-74%[24], בהתאמה. הערכה מחודשת וביקורתית של מידע זה העלתה ("בוודאות בינונית") כי בשנת 2000 בין 10% ל-20% משטחי האזורים היובשניים היו נתונים בתהליכי מדבור [29].

ניתוח של נתוני חישה מרחוק העלה שבמהלך השנים 1981 ועד 2003 פחתו והלכו ממדי היצרנות ב-24% משטחו היבשתי של כדור הארץ [8], אך מחקר שניפה את השפעת תנודתיות הגשמים על תנודתיות היצרנות העלה כי רק 9% מהשטח היבשתי עברו תהליכי מדבור בשנים 1981-2006 [9]. אי-התאמות אלה משקפות את האתגרים העומדים בפני מחקר התופעה, אך בכל אופן נראה כי במהלך 30 השנים האחרונות לא הואטה תסמונת הגרעת הקרקע, וודאי לא נעצרה. לפיכך, קרקעות כדור הארץ, בעיקר באזורים היובשניים, חשופות לסיכונים של הגרעת קרקע ומדבור.

המדבור מעורר דאגה עולמית – עוני, הגירות וסכסוכים

הגרעת הקרקע והמדבור הם תופעות מקומיות הפוגעות באוכלוסיות המקומיות, ומביאות עוני מקומי. לעוני זה מיוחסות השפעות חיצוניות: הוא מניע נטישה וסוגים שונים של הגירה – פנימית, חוצת גבולות ואף אל מעבר לים; המהגרים נעשים לפליטים שבגינם פורצים סכסוכים, לעתים אלימים, שחומרתם מצריכה התערבויות חיצוניות (איור 3). כל אלה מעצימים את המדבור והופכים אותו מכשל מקומי לבעיה עולמית. לשרשרת האירועים שתוארה לעיל יש רק עדויות מוצקות מעטות. ניתן להראות מתאם בין המדבור לבין תמותה ותת-תזונה של יילודים ותינוקות, שהם סמנים מקובלים לעוני [25]. באשר לייחוס הגירה למדבור – המידע בעיקרו נסיבתי, ורובו עוסק בהגירות תלויות בצורת, כמו באוקלהומה בשנות ה-30 (Dust Bowl) ובטַמְבַּקוֹאוּנְדָה שבסנגל בשנות ה-60. הגירות אלה היו מאזורים שתכסית הצומח הטבעית שלהם הוסרה לאחר שינוי ייעודם

ממרעה לעיבוד חקלאי. כשהתרחשה הבצורת, יבשו הגידולים והותירו את הקרקע ללא הגנה מסחיפה על-ידי רוח, דבר שמנע שיקום טבעי של היצרנות לאחר סיום הבצורת. אבדן היצרנות בגין שימושי קרקע שאינם תואמים את תנאי האקלים, הביא להגירות נרחבות מן הכפר לעיר, למחוזות אחרים, למדינות אחרות וליבשות אחרות [16]. בתחום מדעי החברה, ייחוס של סכסוכים ואלימות למדבור הוא נושא שנתון במחלוקת [30], אך מחקר מעמיק זיהה את המדבור כגורם חשוב למשבר דארפור, שגם גורמים חברתיים-כלכליים ומדיניים היו משולבים בו [40].

סיכוני המדבור העולמיים – ביטחון תזונתי, שירותי המערכת האקולוגית, אצירת פחמן

סיבים, חומרי בעירה, צמחי רפואה, תבלין ונוי הם תוצרים התלויים בפוריות הקרקע, ואספקתם נפגעת בגינו של המדבור. יש להם תחליפים תעשייתיים, למעט קבוצת מוצרים ללא תחליף – תוצרי המזון. הגרעת הקרקע והמדבור פוגעים בממדי ייצור המזון מהקרקע. אבדן זה מדאיג את עובדי האדמה שמתפרנסים מתוצריה, אך הוא עלול לפגוע בכולנו, ולכן המדבור המקומי המצטבר והולך, מערער את הביטחון התזונתי העולמי. ההערכה היא כי תוספת של 8.9 מיליון קמ"ר ל-15 מיליון הקמ"ר של הקרקע החקלאית המעובדת (בשנת 2000) [13], תאפשר את הזנת האוכלוסייה הצפויה בשנת 2050. עם זאת, נותרו רק 4.4 מיליון קמ"ר של קרקע מתאימה לעיבוד (בשנת 2000) [33]. מכאן, שהביטחון התזונתי העולמי אינו מובטח, והמדבור מעצים את ערעורו.

המדבור המקומי יוצר גם נזקים נוספים, שכן הקרקע ותכסית הצומח שלה מעורבים בתהליכים טבעיים כמו ויסות של מחזור המים, איכות המים, האקלים המקומי, ואוכלוסיות של מאביקים ומינים טורפי מזיקים. הגרעת הקרקע והמדבור פוגעים באספקת שירותי המערכת האקולוגית מהבחינה הזו – גם באזורים מרוחקים מאלה שהקרקע נפגעה בהם [5, 34].

המדבור מעורר דאגה עולמית גם משום פגיעתו בוויסות האקלים העולמי. תכסית הצומח ממתנת את ההתחממות העולמית: היא קולטת פחמן דו-חמצני אטמוספרי (שהוא גז חממה) ומתמירה אותו לפחמן אורגני מוצק, הנאצר בביומסה של מכלול היצורים החיים, בנשר שעל פני הקרקע ובתרכובות האורגניות שבקרקע העלית. לא רק שהמדבור פוגע בתהליך זה, הממתן את ההתחממות העולמית, אלא שהוא אף מעודד את ההתחממות העולמית, שכן הפחמן האורגני האצור בקרקע מתחמצן, ונפלט לאטמוספרה כגז חממה במהלך הבליה של הקרקע. 14% ו-20% מכמות הפחמן האורגני העולמי אצורים במכלול הצומח והקרקעות של האזורים היובשניים, בהתאמה [28], והמדבור תורם כ-4% מכמות גזי החממה הנפלטת לאטמוספרה במכלול הפליטות שמקורן אנושי (בשנת 2000) [5].

מה אפשר לעשות?

מרבית הקרקעות באזורים היובשניים שבשימוש חקלאי לא עוברות מדבור [18, 24], וזאת למרות היותן חשופות לגורמים ישירים ועקיפים שמאיצים מדבור [17]. הוצע [19, 32] שדווקא גורמים אלה מביאים לחשיפת התושייה של החקלאים המקומיים, המתבטאת באימוץ שיטות עיבוד אינטנסיביות אך מקיימות, בניצול הזדמנויות ובשיפור נגישות לשווקים הגדלים, בהתאמת טכנולוגיות לשיפור פוריות, בהגדלה ובייעול של כוח העבודה, ובפנייה לפרנסות "חלופיות" (שאינן תלויות-קרקע) כמו שירותי תיירות וחקלאות מים [4] (aquaculture) ולמשלחי יד עונתיים במרכזים עירוניים סמוכים [16]. המודעות הגוברת לסיכונים העולמיים הכרוכים במדבור והעובדה שרוב האזורים היובשניים נמצאים במדינות מתפתחות [29], הביאו את הקהילייה הבין-לאומית להכרה בצורך לקדם את הסיוע בתחום זה מטעם המדינות התעשייתיות. ב-1996 נכנסה לתוקף אמנת האו"ם למאבק במדבור, שהיא הסכם בין-ממשלתי המחייב את 195 המדינות שאשררו את האמנה, ובהן ישראל.

במהלך העשור הראשון לקיומה הצליחה האמנה להגביר את המודעות וליצור עניין מדעי במדבור, לגייס סיוע למיזמים רלוונטיים בשטח ולפתח מנגנוני בקרה על תוצאות פעילותה. אולם משום שבמהלך תקופה זו לא ניכרה האטה בהתפשטות המדבור, השגת היעדים נראתה רחוקה [30]. לאור זאת, ועידת האו"ם לפיתוח בר-קיימא (UN Conference on Sustainable Development), שהתקיימה בריו דה-ז'ניירו ביוני 2012, קראה לקהילייה הבין-לאומית לפעול לכך שממדי השטח שעובר מדבור בכדור הארץ לא יגדלו בעתיד [39]. אי אפשר להשיג מטרה זו על-ידי עצירה מוחלטת של התפשטות המדבור (יעד לא רֵאלי), אלא יש לנטרל את המדבור המתווסף כל שנה על-ידי שיקום שטחים שעברו מדבור בעבר, ובכך להשיג מצב של "Land Degradation Neutral World".

עד ראשון במניעת מדבור נוסף ובשיקום שטח שעבר מדבור, הוא זיהוי גורמי המדבור וטיפול משולב בהם [31] באמצעות "ניהול קרקע מקיים" (Sustainable Land Management). ניהול זה אמור להביא לאספקה מֵרבית של תוצרים ביולוגיים מבלי לחצות את סף הניצול המקיים. התנהלות זו משמרת את אספקת שאר שירותיה האקולוגיים של הקרקע, שרובם מעניקים את התמיכה הדרושה לאספקת התוצרים, ומקנים למערכת הקרקע עמידות ללחצים סביבתיים [11].

אדמה שעברה מדבור. צפון אפגניסטן, © 2006 | ACNUR/V.Tan

מה צופן העתיד?

ניתן לראות במדבור תוצאה של כשל מתמשך באיזון בין הדרישה לשירותי המערכות האקולוגיות היובשניות [5] והאספקה שלהם. הכשל מעצים את הפגיעה במגוון הביולוגי ותורם לשינוי האקלים העולמי, ושלושת התהליכים – מדבור, דלדול המגוון הביולוגי ושינוי האקלים העולמי – לא רק שהם שזורים זה בזה, אלא הם גם מועצמים הדדית [5] (נספח 2). המיזם "הערכת המילניום של המערכות האקולוגיות" מצביע על התגברות המדבור, בעיקר בהשפעת שינוי האקלים [5], וזאת כתוצאה מהגידול בעוצמה ובתכיפות של אירועי קיצון – בצורות, שרפות, שיטפונות, התייבשות והתאדות מוגברת – שיאיצו את קצב סחיפת הקרקע ואת המלחתה [20].

שינוי האקלים העולמי, בניגוד לגורמי האקלים הטבעיים, הוא גורם מדבור ישיר. ולא רק משום שהוא מגביר את ממדי המדבור שכבר מתרחש בידי אדם באזורים היובשניים, אלא בעיקר משום שהוא הופך אזורים לא-יובשניים לאזורים יובשניים, ובכך מצרף אותם לקטגורית האזורים שבסיכון. למשל, 250,000 קמ"ר של אזורים שהוגדרו כלא-יובשניים באפריקה, נעשו אזורים יובשניים במהלך השנים 1961-1990 [15]. לסיכום, גם אם המדבור נגרם על-ידי האדם בקנה המידה המקומי, נלווה אליו גורם אקלים חדש יחסית המתעצם והולך, גורם שלמשתמשים הישירים בקרקע אין שליטה עליו, והשפעתם עליו זניחה.

המדבור בישראל

המילה "מדבור" לא הייתה שגורה בשיח הישראלי, ומשחדרה לארץ במהלך שנות ה-90 נתפס הביטוי "המאבק במדבור" כנרדף ל"פיתוח הנגב", "דחיקת המדבר", ו"כיבוש השממה" – היינו, כחלק מִרְכִיב האתוס הישראלי, המתייחס בעיקר לנגב. רק הצטרפות ישראל לאמנת המדבור הביאה לחישוב מדד הצחיחות עבור שטח המדינה (נספח 3), ומסתבר כי כל שטחה למעט מחצית האחוז – יובשני. מבין שלוש הקטגוריות של האזורים היובשניים בישראל, הקטגוריה "צחיח למחצה" (semi-arid) היא הגדולה ביותר בשטחה. רוב האזור הים תיכוני בארץ נכלל בקטגוריה זו. **ישראל כולה חשופה, אפוא, לסיכוני מדבור – לא כל כך במדבר, אלא דווקא באזור הים-תיכוני שבה**.

לפי הנרטיב הציוני, ראשוני המתיישבים היהודים מצאו ארץ שוממה לא רק מידי שמים, אלא גם מידי אדם. התנהלות גרועה של שימוש בקרקע ואקלים קשה מוכרים כגורמי מדבור, ומכאן, לפי הנרטיב, הארץ עברה מדבור, אך במהלך כמאה שנות מאבק במדבור שוקמה פוריות הקרקעות, ואפילו המדבר חווה עדנה. גם אם אין תיעוד אמין המאפשר זיהוי וכימות של שטחי המדינה שפעולות פיתוח הקרקע שנעשו בהם נאבקו במדבור, הרי שבהיות הארץ יובשנית ובעלת פוריות טבעית נמוכה, אין ספק

שהייתה חשופה לסיכוני מדבור. בשנת 2006 נמצא כי לפחות 19% משטח המדינה חשופים לסיכונים של סחיפת קרקע (נספח 4)[38].

טרם ההתיישבות היהודית שימשו מרבית השטחים למרעה, וחלק מהם לחקלאות בעל. ההתיישבות הפכה שטחי מרעה לשטחי גידולים, חלק מהם אינטנסיביים ורובם בהשקיה. מרבית הפרנסה הפסטורלית נזנחה, רוב מקנה הבקר מואבס במספוא, ובשטחי חקלאות הבעל יש מרעה שלפים עונתי. האם מהפך זה בשימושי הקרקע בארץ היווה ביודעין או שלא ביודעין מאבק במדבור, או שהוא עצמו גרם וגורם למדבור? בעוד שהיה מקובל לראות ברעייה גורם לסחיפת קרקע ולשאר ביטויי המדבור, ערער המחקר הישראלי את המוסכמה הזו [21]. נמצא שהמערכות האקולוגיות ששימשו ומשמשות למרעה טבעי באזורנו, עמידות כנגד רעיית מקנה. עמידות זו נרכשה במהלך אלפי שנים, שכן המרעה מתחדש גם בלחצי רעייה חזקים, וכך מתקיימת הגנת הקרקע על-ידי תכסית הצומח. יתר על כן, דווקא רעיית יתר ממתנת נזקי שרֵפות הפוגעות בתכסית, אך תהליך הקטנת מספר העדרים וממדיהם בישראל הביא למצב של רעיית חסר, שמגבירה את הסיכון לשרפות, ובכך תורמת למדבור.

אם שימושי הקרקע בישראל גורמים למדבור, חלקם של עובדי האדמה גדול בכך מזה של הרועים: המלחת קרקע חקלאית כתוצאה מניקוז גרוע; השקיה בקולחין [10]; סחיפת קרקע חקלאית כתוצאה מהשקיה לא מוסדרת; פליחה לא נכונה; ממשק פגום של אגני ניקוז המביא לשיטפונות. מוקדי סחיפת קרקע קיימים גם באזורי הפזורה הבדואית, שחלק מפרנסתה הוא מרעה מקנה, אלא שהגורם הישיר לסחיפה אינו רעיית יתר (המקנה מואבס גם בקש), אלא עיבוד שטחי מרעה שנותרים חסרי תכסית בעונות היובש ובשנות הבצורת.

לסיכום, החלוצים מצאו ארץ יבשה, ענייה, אך לא בהכרח ארץ שעברה מדבור. אם ישנו מדבור בישראל, הוא תולדת הפיתוח החקלאי – מואץ, מתוחכם, אך לא תמיד זהיר. עם זאת, המצב היה יכול להיות גרוע יותר אילולא ננקטו אמצעים למניעת מדבור, גם אם לא תחת הכותרת "המאבק במדבור". האמצעים כוללים [37] תחיקה, אסדרה וכלים להגנה על הקרקע, להסדרת איכות המים המושבים ולהפחתת המליחות בהם; הקמת רשויות ניקוז; פיתוח משאבי מים והסדרת השימוש בהם; ממשק שטחי מרעה טבעי; ייעור ועיצוב מדרונות; פיתוח ועידוד אימוץ של שיטות לחקלאות משמרת; השקעות במחקר [3] ובהדרכה.

כל אלה תרמו לחקלאות הישראלית, ששמה הולך לפניה ככזו שהתמודדה בהצלחה עם סביבה יובשנית. עם זאת, קרקעות ישראל מייצרות רק חלק קטן מצריכת המזון המקומית, שכן שיעור גבוה מתצרוכת האוכלוסייה מיובא (למשל, 97% מתצרוכת הדגנים של ישראל מיובאת[2]). נוסף על כך, בעוד המניע להצבת המדבור כבעיה עולמית הוא הקשר שלו לעוני בעולם המתפתח, הרי שנכון לשנת 2008, העוני בישראל (לפי ההגדרה הישראלית) אמנם גבוה באוכלוסיה הכפרית (25%) יותר מאשר בעירונית (19.3%), אך לא רק שלא ניתן לייחסו למדבור, אלא שאוכלוסייתה הכפרית של ישראל מהווה רק 8.3% מתושבי המדינה, ורק כ-1.5%-1 מכוח העבודה הישראלי מועסק בחקלאות ומתפרנס (גם) ממנה [1]. מכאן, שהמדבור ותוצאותיו, כפי שהם נתפסים ברחבי העולם, אינם בראש דאגותיה של ישראל.

מנגד, לישראל נִראוּת גבוהה בתחום, והיא פעילה בנושא בזירה הבין-לאומית. הפעילות כוללת תרומה ומעורבות מתמדת ומוערכת בהתנהלות אמנַת המדבור. אחת מההתכנסויות הבין-לאומיות החשובות בנושא המדבור מתקיימת אחת לשנתיים (החל ב-2006) בקריית שדה בוקר של אוניברסיטת בן-גוריון (בסיוע משרד החוץ ובחסות מזכירות אמנַת המדבור). מיזמים אזוריים במעורבות ישראלית חרטו את המדבור על דגלם [28], וגם המדע הישראלי תורם לקידום הידע העולמי בנושא. לדוגמה – זיהוי סחיפת קרקע באזור מדברי שאינה תוצאת מדבור, אך יצרה חלון הזדמנויות לפיתוח חקלאי [7], וכן אפיון קטגוריות הצחיחות לפי דרגת הסיכון למדבור ויכולת השיקום של הקרקעות [36].

מקורות

1. הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. יישובים, ומפקד האוכלוסין, (מפקד 2008). נצפה ב-1 במרץ 2013.
2. הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. מאזן אספקת המזון 2010. נצפה ב-1 במרץ 2013.
3. מירלס ו, בנימיני י וגוטסמן מ. המלחת קרקעות סביב מאגרים בישראל. כנס האגודה הגאוגרפית הישראלית. 17–19 בדצמבר 2006. אוניברסיטת תל-אביב.
4. Adeel Z and Safriel U. 2008. Achieving sustainability by introducing alternative

livelihoods. *Sustainability Science Journal* **3**: 125–133.

5. Adeel Z, Safriel U, Niemeijer D, and White R. 2005. Ecosystems and human well-being: Desertification synthesis; The Millennium Ecosystem Assessment: Washington (DC): World Resources Institute.

6. Aubreville A. 1949. Climats, forêts, et desertification de l'Afrique tropicale. Paris: Societe de Editions Geographiques, Maritime et Coloniales.

7. Avni Y. 2005. Gully incision as a key factor in desertification in an arid environment, the Negev highlands, Israel. *Catena* **63**: 185–220.

8. Bai Z, Dent D, Olsson L, and Schaepman ME. 2008. Proxy global assessment of land degradation. *Soil Use and Management* **24**: 223–243.

9. Bai ZG, de Jong R, and van Lynden GWJ. 2010. An update of GLADA – Global assessment of land degradation and improvement, ISRIC report 2010/8. Wageningen: ISRIC – World Soil Information.

10. Ben-Gal A, Ityel E, Dudley L, et al. 2008. Effect of irrigation water salinity on transpiration and on leaching requirements: A case study for bell peppers. *Agricultural Water Management* **95**(5): 587–597.

11. Cowie AL, Penman TD, Gorssen L, et al. 2011. Towards sustainable land management in the drylands: Scientific connections in monitoring and assessing dryland degradation, climate change and biodiversity. *Land Degradation and Development* **22**: 248–260.

12. Dryland Science for Development Consortium (DSD) Working Group 1. 2009. Integrated methods for monitoring and assessing desertification/land degradation processes and drivers (land quality). www.tinyurl.com/DSD-Working-Group1. Viewed Mar 2012.

13. Fischer G, Shah M, van Velthuizen H, and Nachtergaele FO. 2000. Global agroecological assessment for agriculture in the 21st century. Viewed Mar 2012.

14. Geist HJ and Lambin EF. 2004. Dynamic causal patterns of desertification. *Bioscience* **54**: 817–829.

15. Hulme M, Marsh R, and Jones PD. 1992. Global change in a humidity index between 1931–60 and 1961–90. *Climate Research* **2**: 1–22.

16. Leighton M. 2006. Desertification and migration. In: Johnson PM, Mayrand K and Paquin M (Eds). Governing global desertification: Linking environmental degradation, poverty and participation. Aldershot, England: Ashgate Publishing.

17. Malmberg B and Tegenu T. 2007. Population pressure and dynamics of household livelihoods in an Ethiopian Village: An elaboration of the Boserup-Chayanovian framework. *Population and Environment* **29**: 39–67.

18. Middleton N and Thomas D (Eds). 1997. World atlas of desertification. London: Arnold.

19. Mortimore M and Harris F. 2005. Do small farmers' achievements contradict the

nutrient depletion scenarios for *Africa? Land Use Policy* 22: 43–56.

20. Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, et al. (Eds). 2007. Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge (UK) and New York (NY): Cambridge University Press.

21. Perevolotsky A and Seligman NG. 1998. Grazing in Mediterranean ecosystems: Inversion of a paradigm. *Bioscience* **48**: 1007–1017.

22. Reynolds JF, Grainger A, Stafford Smith DM, et al. 2011. Scientific concepts for an integrated analysis of desertification. *Land Degradation & Development* **22**: 166–183.

23. Safriel UN. 2006. Dryland development, desertification and security in the Mediterranean. In: Kepner WG, Rubio JL, Mouat DA, and Pedrazzini F (Eds). Desertification in the Mediterranean region. A security issue – NATO security through science series, Volume 3, Germany: Springer publishers.

24. Safriel UN. 2007. The assessment of global trends in land degradation. In: Sivakumar MVK and Ndiaugui N (Eds). Climate and land degradation. Berlin: Springer.

25. Safriel UN. 2009. Deserts and desertification: Challenges but also opportunities. *Land Degradation and Development* **20**: 353–366.

26. Safriel UN. 2009. Global land degradation: State, risks and prospects under global change. In: Bigas H, Gudbransson GI, Montanarella L, and Arnalds A (Eds). Soil, society and global change. Italy: European Communities.

27. Safriel UN. 2011. Alternative livelihoods for attaining sustainability and security in drylands. In: Brauch HG, Oswald Spring U, Mesjasz C, et al. (Eds). Coping with global environmental change, disasters and security; Vol 5, Hexagon series on human and environmental security and peace. Berlin: Springer.

28. Safriel U and Abu-Sliman S. 2007. Building bridges of confidence through technical dialogue. Middle East and North Africa regional initiative for dryland management. ICARDA-FAO-World Bank.

29. Safriel UN and Adeel Z. 2005. Dryalnd systems. In: Hassan R, Scholes R, and Ash N (Eds). Ecosystems and human well-being: Current state and trends. Washington (DC): Island Press.

30. Safriel U and Adeel Z. 2008. Development paths of drylands – Thresholds and sustainability. *Sustainability Science Journal* **3**(1): 117–123.

31. Sendzimir J, Reij CP, and Magnuszewski P. 2011. Rebuilding resilience in the Sahel: Re-greening in the Maradi and Zinder regions of Niger. *Ecology and Society* **16**(3): 1.

32. Tiffen M and Mortimore M. 2002. Questioning desertification in dryland Africa, sub-Saharan Africa. *Natural Resources Forum* **26**: 218–233.

33. Tilman D, Fargione J, Wolff B, et al. 2001. Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science* **292**: 281–284.

34. Verstratete MM, Scholes RJ, and Smith MS. 2009. Climate and desertification: Looking at an old problem through new lenses. *Frontiers in Ecology and Environment* **7**: 421–428.

35. Vogt JV, Safriel U, Von Maltitz G, et al. 2011. Monitoring and assessment of land degradation and desertification: Towards new conceptual and integrated approaches. *Land Degradation and Development* **22**: 150–165.

36. von Hardenberg J, Meron E, Shachak M, and Zarmi YD. 2001. Diversity of vegetation patterns and desertification. *Physical Review Letters* **87**: 19–22.

37. UNCCD. 2006. National report of Israel, years 2003–2005, to the United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), July 2006.

38. UNCCD 2012. Performance review and assessment of implementation system. Fourth UNCCD reporting cycle, 2010–2011 leg. Israel report as affected country party. Viewed 15 Dec 2013.

39. UNCCD. 2012. Zero net land degradation. A sustainable development goal for Rio+20. UNCCD secretariat policy brief, 2ed May 2012. Brazil: Ediouro Grafica e Editora. Viewed 24 Aug 2012.

40. United Nations Environment Programme. 2007. Sudan Post-Conflict Environmental Assessment: Nairobi, Kenya, 2007. Viewed Mar 2012.

נספחים (זמינים באתר)

נספחים 1-4

להורדה