

בריאות הקרקע כמפתח לשיקום אקולוגי מוצלח, בקרקות ישראל



גיל אשל

המעבדה לחקר בריאות הקרקע וחקלאות משמרת,
התחנה לחקר הסחף,
החטיבה לניהול משאבי סביבה,
משרד החקלאות וביטחון מזון

חטיבה
לניהול משאבי
סביבה



CASH
Research Lab



Conservation Agriculture
& Soil Health

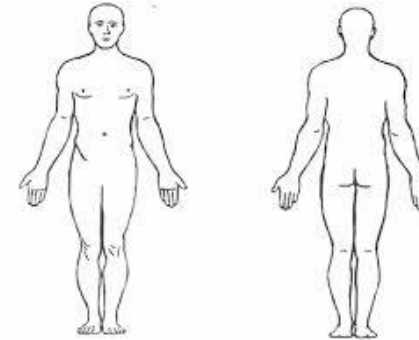


התחנה
לחקר
הסחף
החטיבה לניהול משאבי סביבה
משרד החקלאות וביטחון מזון

מה היא בריאות?



זה מה שהשיב לי Chat GPT

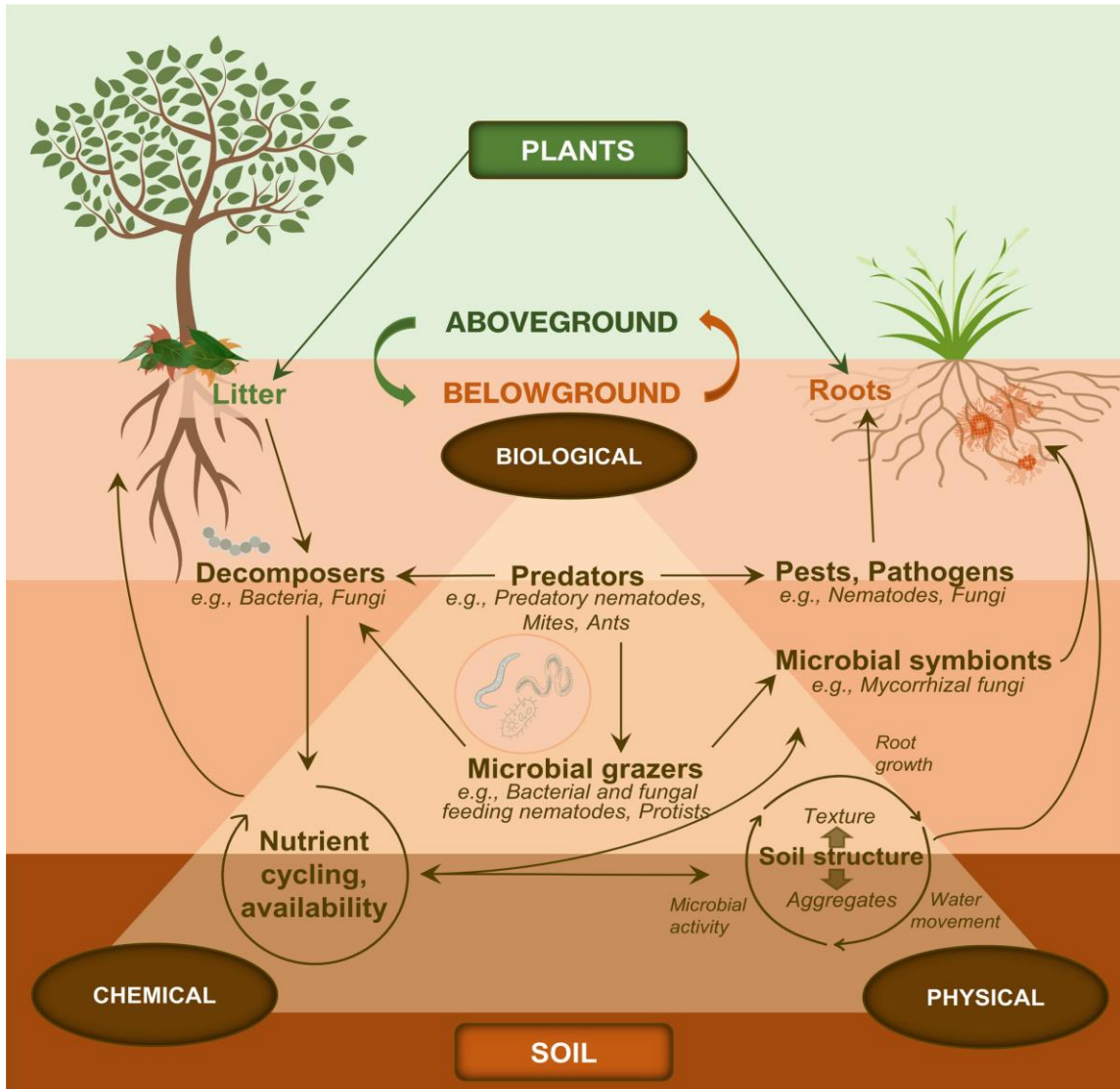


מצב של הקרקע וכיצד היא תומכת
בחיים ובמערכות האקולוגיות
הסובבות אותה.

מושג כולל שמשקף את **כושר** הקרקע
לספק את הצרכים של צמחים, בעלי
חיים, ושימושים אנושיים.

מצב של רווחה פיזית, נפשית
וחברתית, ולא רק היעדר מחלה או
פציעה.

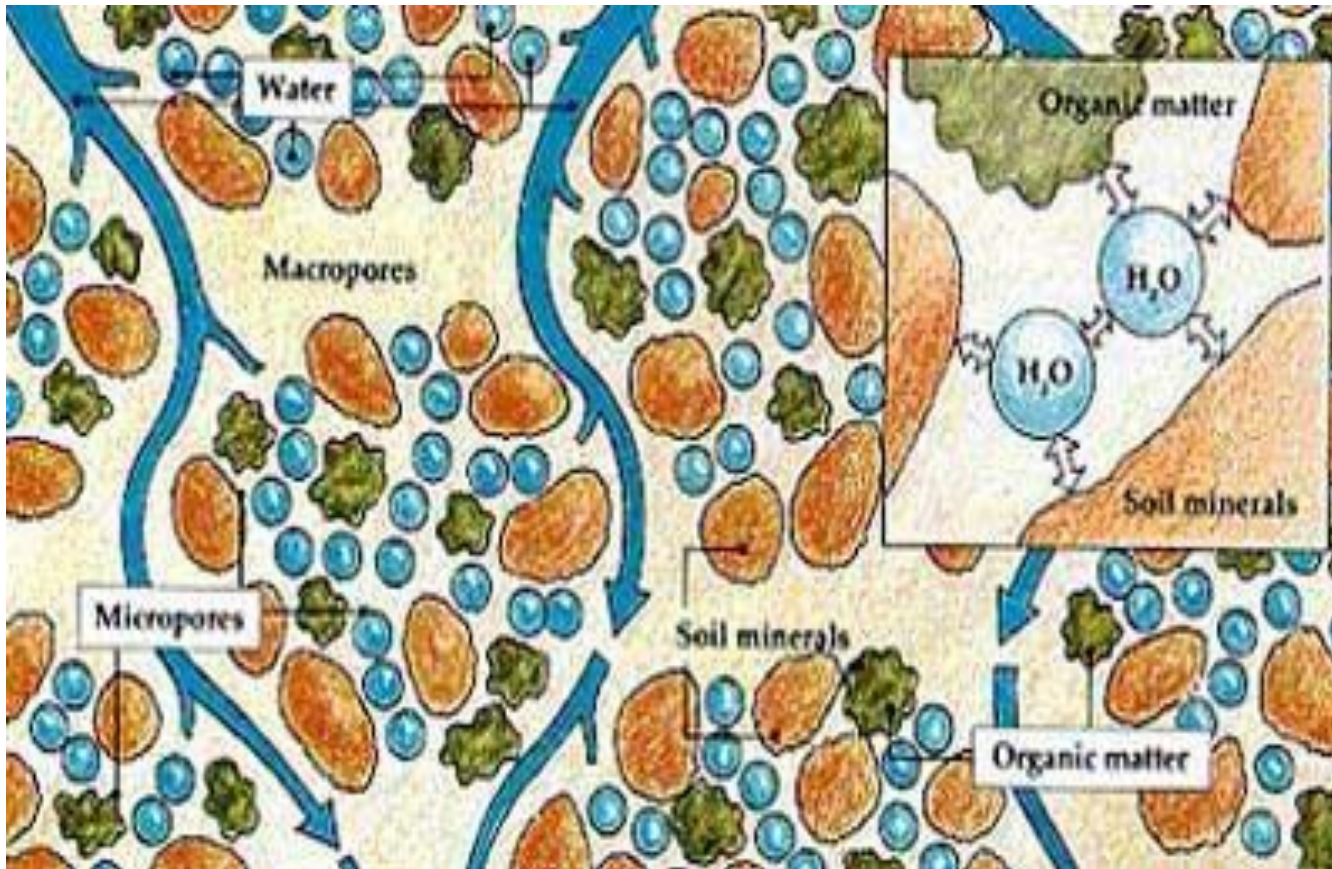
כוללת את ה**יכולת** של אדם לתפקד
בצורה מיטבית בחיי היומיום,
להתמודד עם לחצים, וליהנות מאיכות
חיים גבוהה היאות האדם:



גישה מערכתית כוללנית (הוליסטית) המתייחסת לקרקע כאל מערכת חיה ודינמית (בשונה ממערכת דוממת/מצע גידול). כאשר הקרקע היא מערכת אקולוגית פעילה, ולמארג המזון בקרקע, ברמות טרופיות השונות, יש חלק חשוב בתפקודה של המערכת האקולוגית.



קרקע היא מערכת נקבובית מורכבת...



הקרקע הינה מארג מורכב של מינרלים, חומר אורגני, אויר ומים. כל מרכיב חשוב לתמיכה והתפתחותם של צמחים והאוכלוסיות המיקרוביאלית שמניעות פירוק שאריות אורגניות ומחזור יסודות הזנה (Image courtesy of FAO)

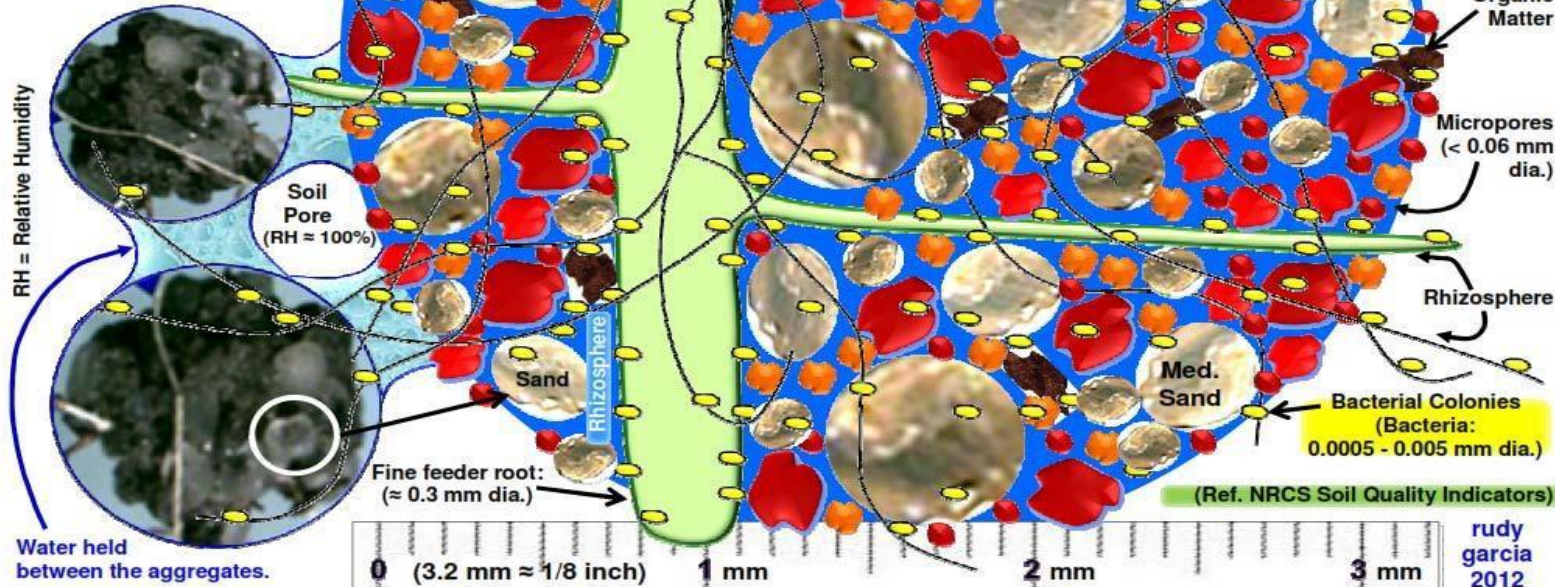
קרקע היא מערכת נקבובית מורכבת...

Soil Microaggregates: consisting of silt, clay, humus, iron & aluminum oxides, lime (i.e., depending on soil pH), precipitated minerals (e.g. calcium phosphate).

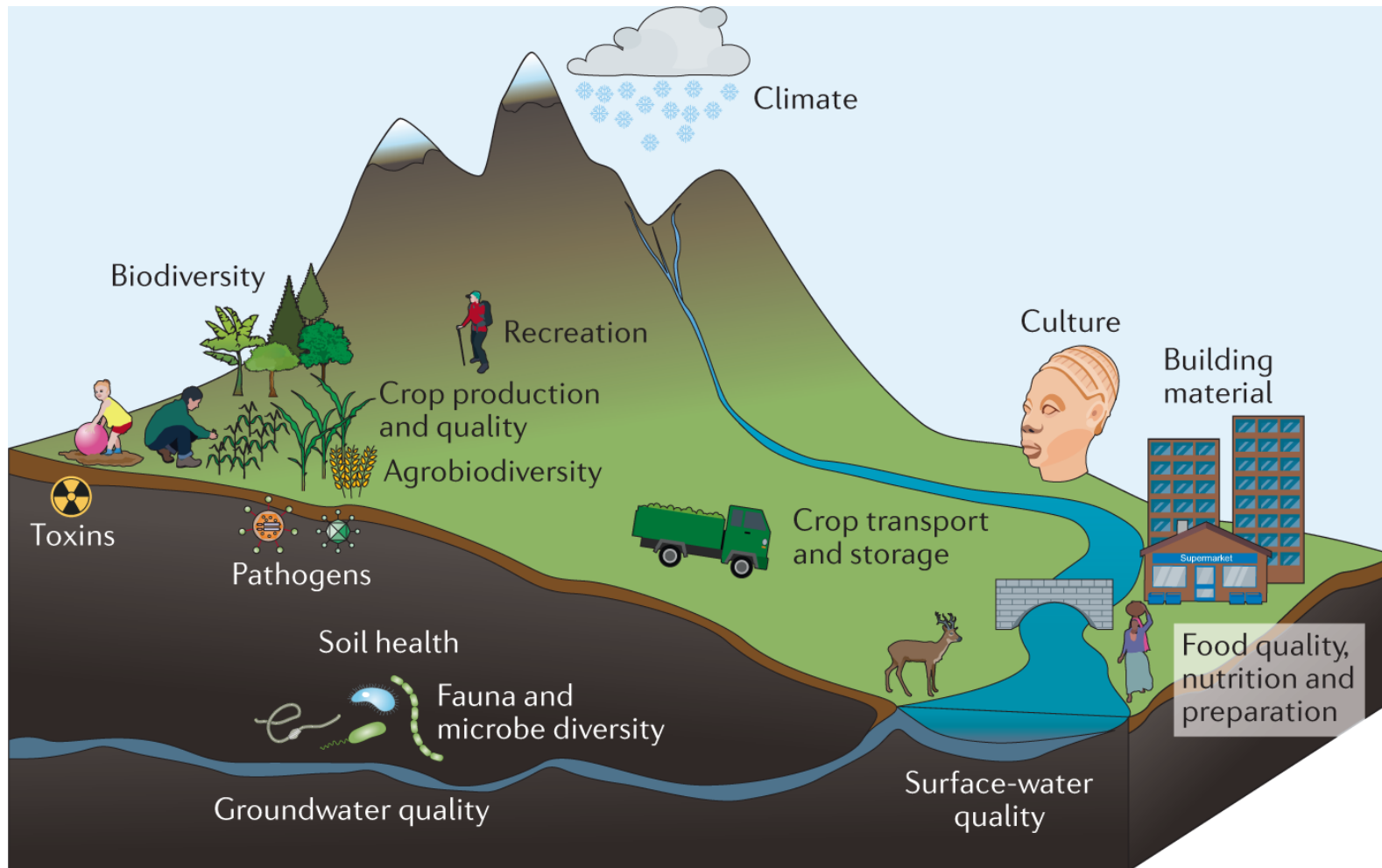
Soil Microaggregates: < 0.25 mm dia.

Root Hairs: 0.01- 0.05 mm dia.

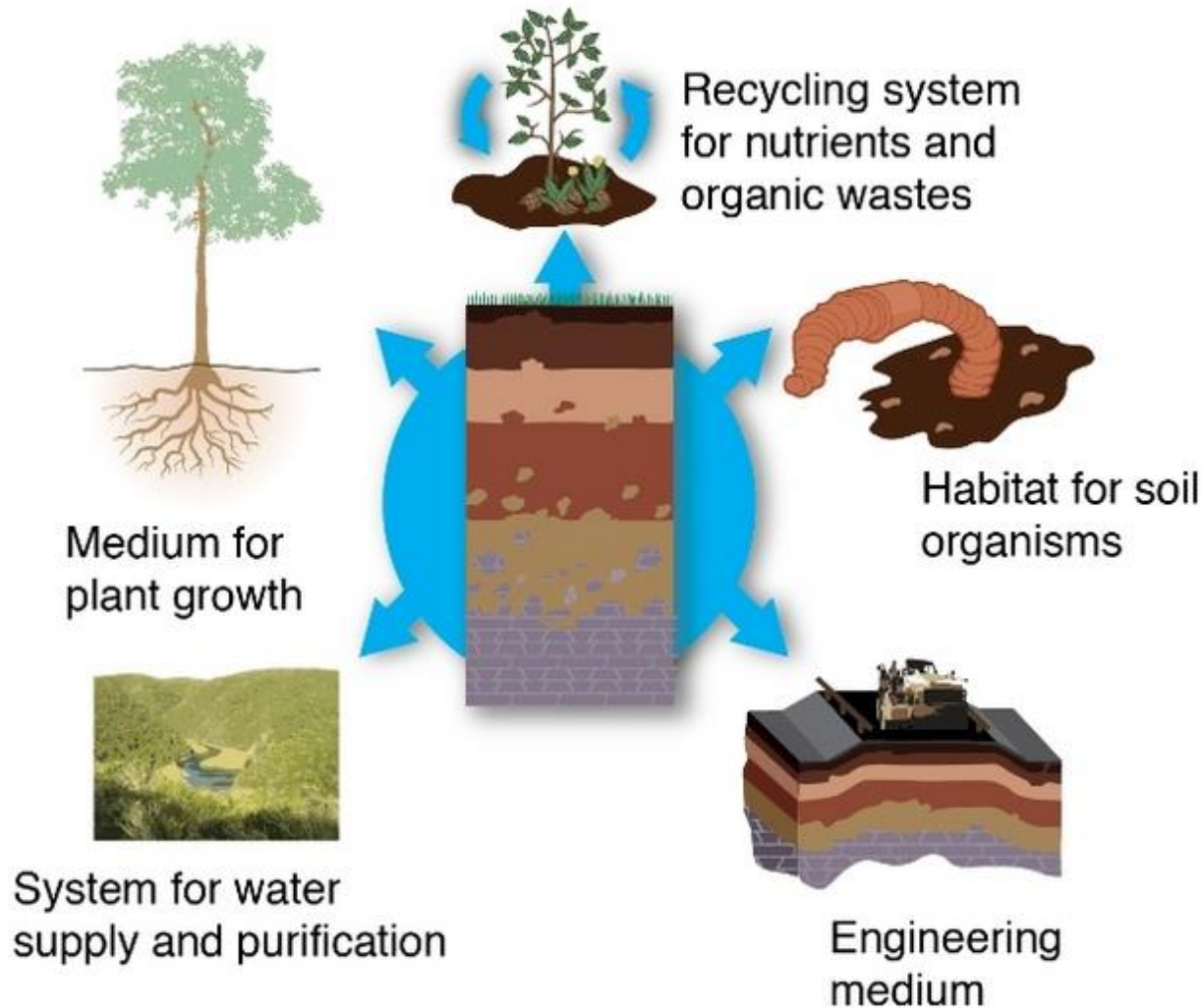
Mycorrhizal fungi: (0.002 – 0.007 mm dia.) Hyphae can grow 5 – 15 cm from the root. Glomalin coats & aggregates the soil particles.



צריך לזכור שישנו קשר ישיר בין בריאות קרקע לשמירת הקיום והיציבות של המערכות האקולוגיות החקלאיות עצמן, והמערכות האקולוגיות המשיקות להן.



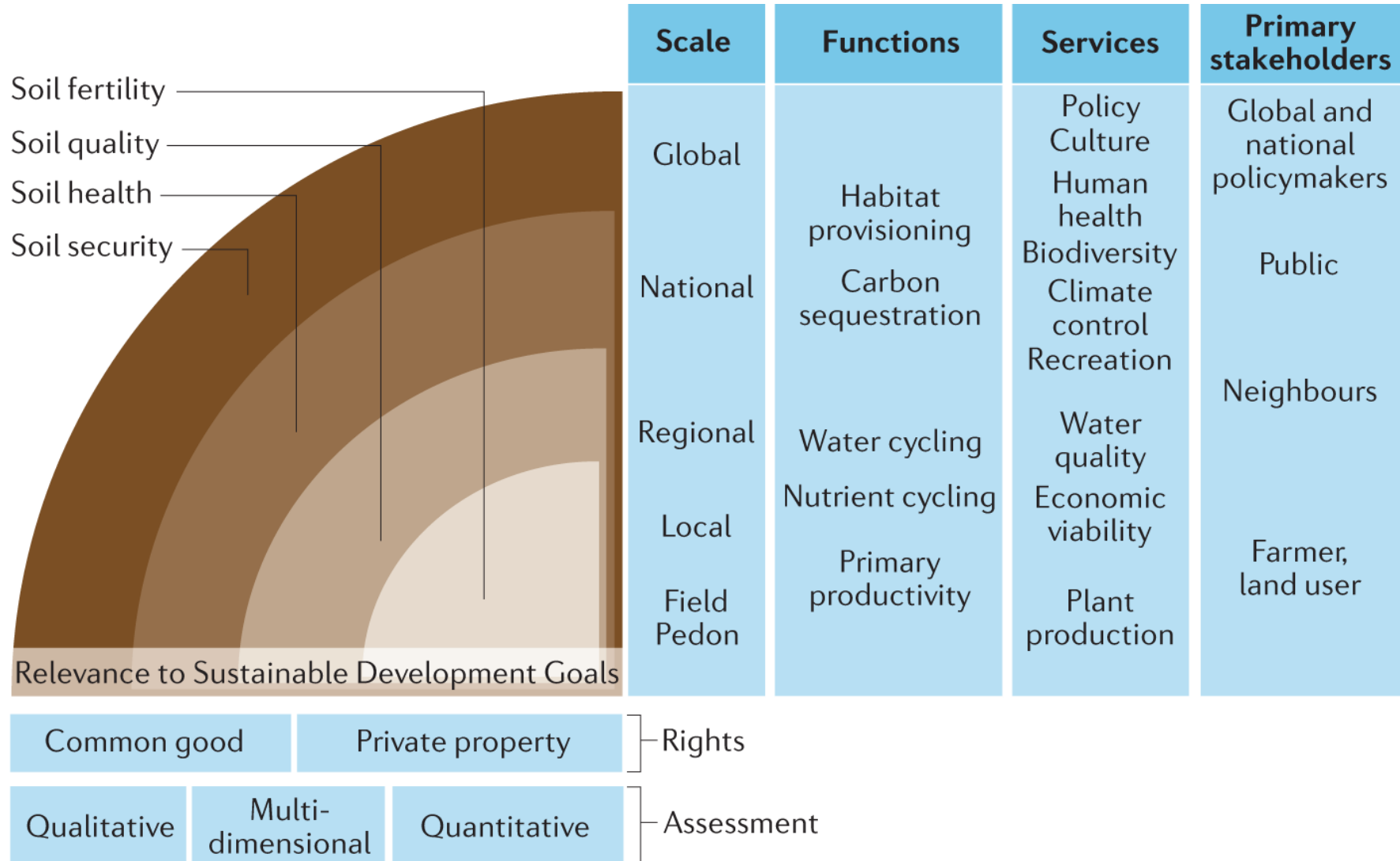
בריאות קרקע



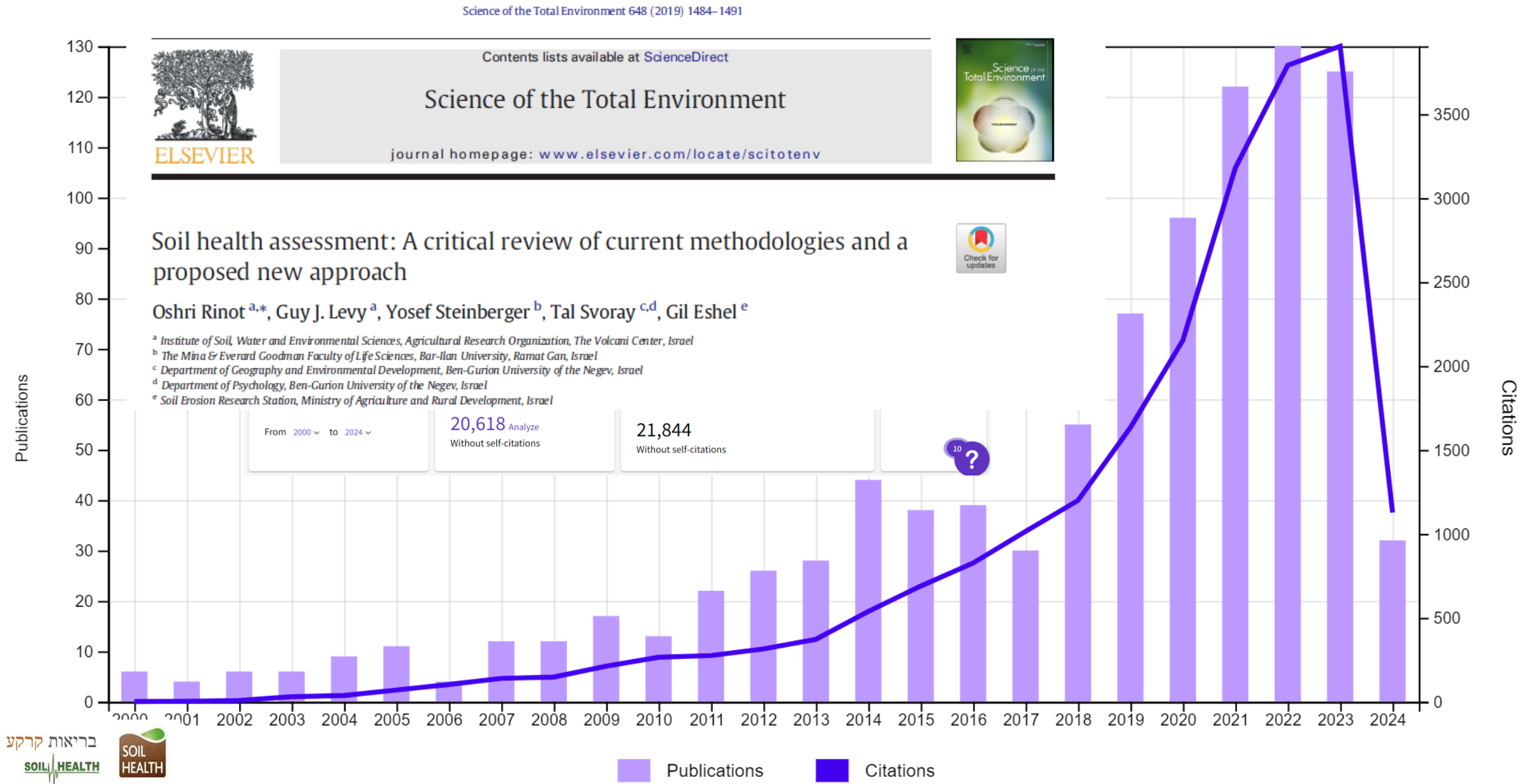
נקבעת ומושפעת ממגוון רחב של תכונות קרקע (ביוטיות ואביוטיות) המקיימות יחסי גומלין מורכבים.

מתארת את רמת תפקוד הקרקע כמערכת המספקת שירותים לאדם (שירותי מערכת האקולוגים) וביניהם

מה ההבדל בין פוריות, איכות, בריאות וביטחון קרקע?



Evaluating the soil health status is an emerging scientific challenge...



מהי קרקע בריאה?

ביולוגית:

מכילה מגוון מינים גדול על
ותת קרקעי

מגוון מינים גדול של מינים, ברמות
טרופיות שונות, מצביע על מערכת
קרקעית המתאימה לטווח רחב של
יצרנות ובכלל זה טווח רחב של
יצרנות חקלאית



פיזיקלית:

בעלת מבנה יציב, מערכת נקבובים
מקושרת והטרוגנית, עם יכולת
תאחיזת מים גבוהה.

קרקע כזו תהייה פחות רגישה לסחיפה,
ויצירת נגר על קרקעי, תהווה בית גידול
מיטבי, תספק יותר מים לטרנספירציה (מים
ירוקים) ותאפשר יצרנות גבוהה.

כימית:

שאיפה לרמות אופטימליות של יסודות הזנה (פוריות) וחומר
אורגני.

קרקע כזו תאפשר תמיכה במגוון רחב של גידולים ומזעור זיהום סביבתי

כיצד צריך לגשת לבחינת שינויים בבריאות קרקע?

תהליכי דעיכה בבריאות הקרקע כוללים תהליכים:
פיזיקליים (הרס מבנה, הידוק ואיטום, הידרופוביות, סחף קרקע
על ידי מים ורוח),
כימיים (המלחה, דלדול ביסודות הזנה וחומר אורגני, הצטברות
מזהמים)

ביולוגיים (פגיעה באוכלוסיות המיקרופלאורה, המיקרו-
והמזופאונה המובילים להפרת במאזן והקטנת המגוון הביולוגי,
השמדת אוכלוסיות רצויות, והתפרצות פתוגניים)



בחינת בריאות הקרקע דורשת לכן לימוד והבנה
תחומי התמחות אגרונומיים וסביבתיים שונים.

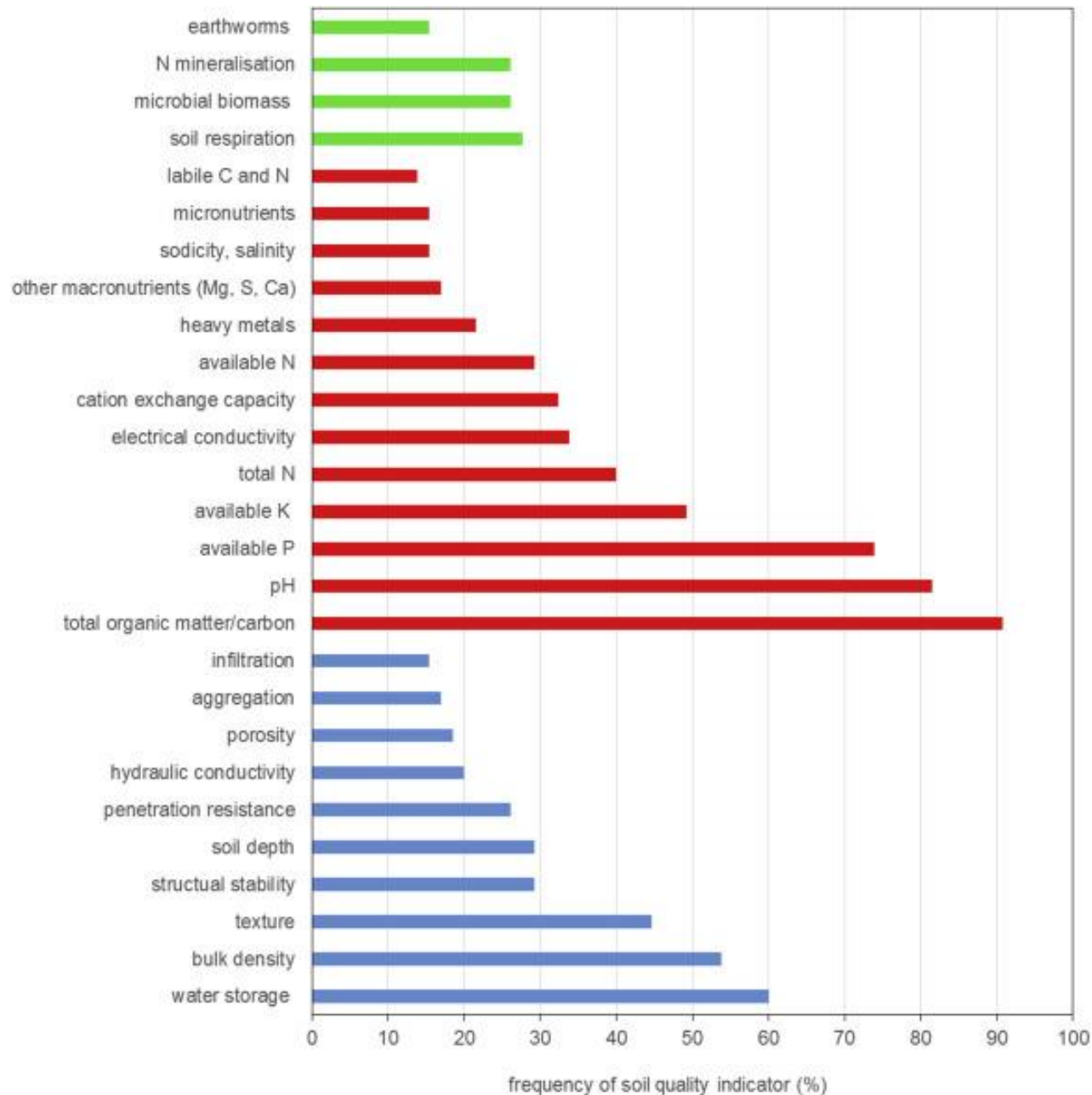
מדוע חשוב לקבוע באופן כמותי את מצב בריאות הקרקע?

בריאות קרקע נקבעת לא רק על ידי תכונות קרקע בסיסיות (מרקם, הרכב מינרלוגי, תכולת גיר וכו') אלא גם כתוצאה מהשימוש בקרקע והממשק החקלאי.

מכאן, יש צורך בפיתוח כלי כמותי להערכה של שינויים שמתרחשים בקרקע בעקבות פעילות חקלאית כדי למנוע פגיעה ביכולתה למלא את הפונקציות הנדרשות ממנה.

פיתוח מדד לקביעת בריאות קרקע מהווה מענה לצורך הזה.

אינדיקטורים נפוצים לקביעת בריאות קרקע



שיטות נפוצות להערכת בריאות קרקע

- **Cornell's Comprehensive Assessment of Soil Health (CASH)** includes **12 indicators**, most of which are assessed in the laboratory from a composite soil sample.
- A Solvita soil health assessment is based on **six** indicators measured using equipment in the field and laboratory.
- The Soil Management and Assessment Framework (proposes an MDS based on management objectives and agroecological context. Users can utilize or ignore the suggested MDS.
- **AHDB Soil assessment methods (England and Scotland):** includes **5-7 on-site and in-lab indicators (like the VSA+)**
- And many other combinations

פגיעה בבריאות הקרקע (הגרעת קרקע) יכולה להתבטא ב:

- פחיתה בתכולת החומר אורגני ויסודות הזנה
- סחף בקצב מואץ (מים ורוח)
- פגיעה במבנה הקרקע ובתכונות ההידראוליות
- המלחה/ ניתרון
- פחיתה במגוון המינים
- הפרת איזון אקולוגי כמו השתלטות צמחייה קשת הדברה, מחלות ומזיקי קרקע...



Soil degradation is defined as a change in the soil health status resulting in a diminished capacity of the ecosystem to provide goods and services for its beneficiaries (FAO).



הגרעת קרקע מוגדרת כשינוי במצב בריאות הקרקע כתוצאה בפגיעה ביכולת הקרקע לספק מוצרים ושירותים לנהנים (ארגון המזון והחקלאות)

הגורמים עיקריים להגרעת קרקע:

- רעיית יתר, עיבודי קרקע, שרפות - סחיפה מועצת, אובדן חומר אורגני והרס מבנה
- השקיה, איכות מים ירודה, דישון יתר- המלחה, ניתרון והרס מבנה
- מונוקרלטורה- התפרצות מחלות, מנזיקים עשבים קשים לניהול
- פיזור פסולות, דליפת דליקים שימוש יתר באגרו-כימיקלים - זיהום קרקע וסביבה
- שינוי יעוד לבינוי ותשתיות- כיסוי ואיטום והוצאה מיצרנות



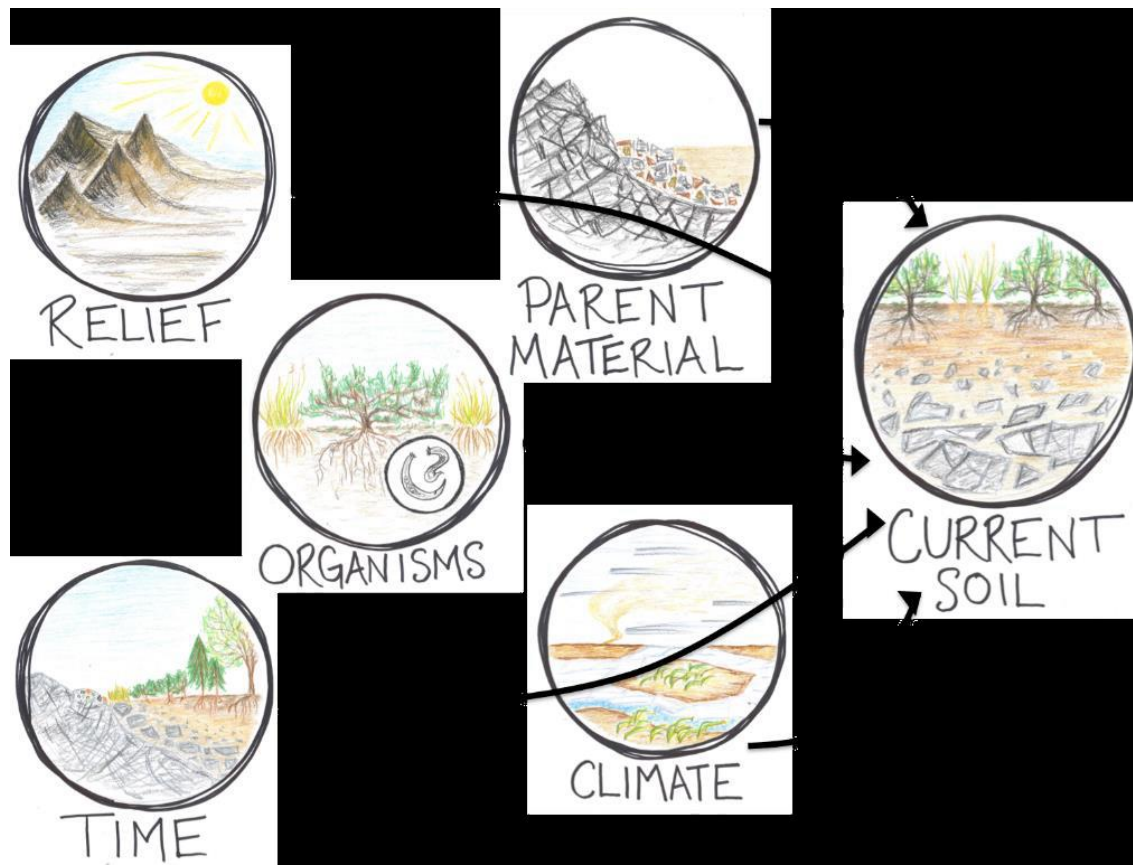
מתי אנחנו נדרשים לשיקום אקולוגי של קרקע?

- שיקום אקולוגי בעקבות זיהומי קרקע (כמו דליפות ושפיכה של דקלים, שמנים כימיקלים) או שרפות.
- שיקום אקולוגי בעקבות הפרה ושינוי פני השטח (חציבה, חפירה, בניית סוללות, גשרים כבישים ועוד).

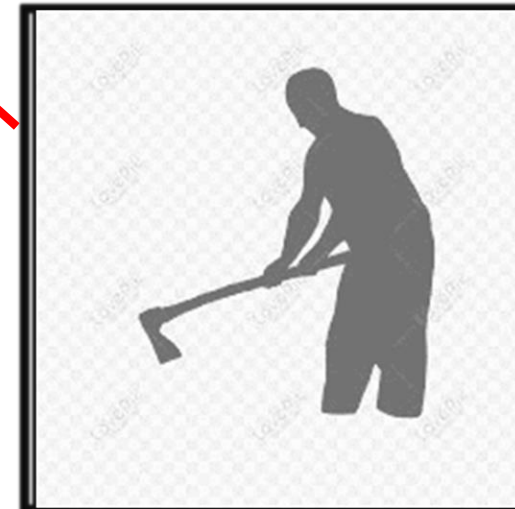


לפני שניגשים לשיקום אקולוגי של קרקע, חשוב להבין מה
ההיא נקודת הייחוס של הקרקע שאותה רוצים לשקם

חמשת הגורמים להיווצרות קרקע



הגורם השישי



הגורם השישי



Soil health indicators for monitoring forest ecological restoration: a critical review

Implications for Practice:

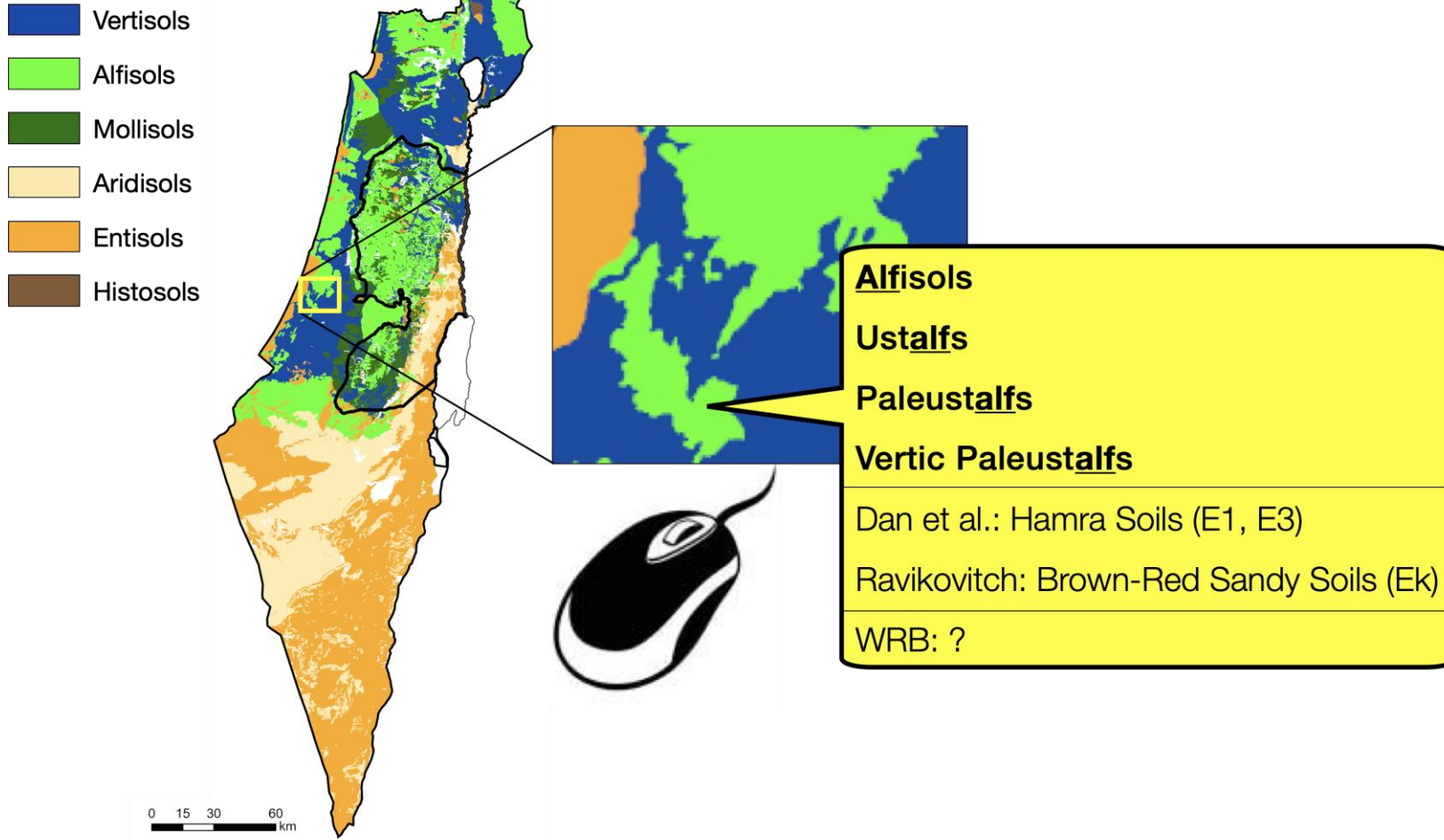
- Practitioners and researchers should embrace soil diversity and complexity. Thus, they must ensure that soil types in the degraded and reference sites are comparable. Using available soil maps complemented with local observations could aid soil identification.
- Increasing knowledge of soil biological indicators for ecosystem restoration is essential as they can be more directly related to ecological processes and functions.
- Developing integrative indicators that provide information and link different soil functions could help reduce the number of indicators required for evaluation and may help minimize monitoring costs.
- The evaluation of integrative, chemical, and biological indicators should be prioritized during the first years, while the assessment of physical indicators could be spread over extended evaluation periods (slow long-term response).

טקסונומית הקרקע ככלי בשיקום אקולוגי של קרקעות ישראל

- מיון קרקע משמש לאפיון ומיפוי קרקעות ומהווה שפה משותפת עבור חקלאים, מדענים, מהנדסים וקובעי מדיניות.
- שיטת מיון הקרקע שנכנסת ממחר לישראל נקראת "טקסונומית קרקע" (Soil Taxonomy). שיטת מיון זו מחולקת לשש דרגות טקסונומיות: **סדר** (בישראל יש 7 סדרי קרקע מתוך 12 סדרים בעולם), **תת-סדר**, **קבוצה גדולה**, **תת-קבוצה**, **משפחה** ו**סדרה**.
- סדרת הקרקע (הדרגה הנמוכה ביותר) מספקת את המידע המפורט ביותר. זו הדרגה הנפוצה ביותר בארה"ב לסקרי קרקע, מיפוי, ניתוח נתוני קרקע, קביעת מדיניות, תקשורת ויישומי קרקע נוספים.
- בנוסף למאפייני הקרקע הבסיסיים, סדרת הקרקע יכולה לכלול מדדי בריאות והגרעת קרקע: מאפיינים ביולוגיים, כימיים, פיזיקליים (ואנתרופוגניים), ובכך לשמש כלי פדולוגי יעיל בשיקום קרקעות.

ממחר טקסונומית קרקעות ישראל יהיה כלי זמין לעזרה

בשיקום אקולוגי של קרקעות ישראל



<https://experience.arcgis.com/experience/a3e2530b0f474f43bb5c7b14e7deh=elacol?/27010>

שימו לב! – כמו במפות קרקע קודמות של ישראל, כל פוליון מציג את הקרקע הנפוצה ביותר בשטחו, גם כאשר נכללות בו קרקעות אחרות. לכן, חתך קרקע ספציפי (בשדה) עשוי להיות שונה מהמוגדר בפוליון בו הוא נמצא (שאלות בנושא ניתן להפנות לדני איטקין בדוא"ל itkind@post.bgu.ac.il).

מדד בריאות הקרקע: פיתוח וגיבוש מדד רב-גורמי לאפיון בריאות קרקע חקלאית ובחינתו במספר ממשקים משמרים.

במימון מדען ראשי משרד החקלאות 20-03-000 #

• חוקרים השותפים למיזם

- גיא לוי - מנהל ארגוני; מדדי המלחה ונתרון קרקע
- יוסף שטינברגר, א. בר אילן - מדדים ביולוגים של הקרקע
- אלכס פורמן, טכניון - מדדים פיזיקליים של הקרקע
- אורי ירמיהו, המכון למדעי הקרקע, מים וסביבה גילת - מדדים כימיים
- יעל משאל, המחלקה לקרקע ומים פקולטה לחקלאות - מדדים ליציבות תלכידים, וקביעת זמינות חומרי הדברה
- חנן איזנברג, נווה יער - מדדים לאילוח עשבים
- לאה צרור, המעבדה למחלות קרקע, גילת - מדדים למחלות שוכנות קרקע
- מיכאל בוריסובר, המכון למדעי הקרקע, מים וסביבה - אפיון החומר האורגני בקרקע
- טל סבוראי, א. בן גוריון - פתוח מדד משוקלל ושיטות לאינטרפולציה מרחבית
- אושרי רינות, פוסט דוקטורנט אפיון חומר אורגני מומס, ריכוז המידע מכל קבוצות המחקר ואינטגרציה שלו

Based on soil and agronomy experts' opinions, we selected to test 87 soil properties

Biological		Parameter Abbreviation	Description
Soil organic matter	1	DOC	Dissolved organic C
	2	TDN	Total dissolved N
	3	ABS254nm	UV absorbance (254nm)
	4	SUVA	Specific UV absorbance at 254nm
	5	TN	Total N
	6	TC	Total C
	7	OC	Total organic C
	8	F1/ Σ fmax	Fractions of fluorescent PARAFAC components of water extractable organic matter
	9	F2/ Σ fmax	
	10	F3/ Σ fmax	
	11	F4/ Σ fmax	
Soil pathogens	12	Vd _{DNA}	Verticillium Dahliae
	13	Vd _{#sclerotia}	Verticillium Dahliae
	14	Rs _{DNA}	Rhizoctonia Solani
	15	Rs _{#sporeballs}	Rhizoctonia Solani
	16	Sss _{DNA}	Spongospora Subterranea
	17	Sss _{#sporeballs}	Spongospora Subterranea
CFU bacteria	18	CFUB	number of colony forming units of soil bacteria
CFU fungi	19	CFUF	number of colony forming units of soil fungi

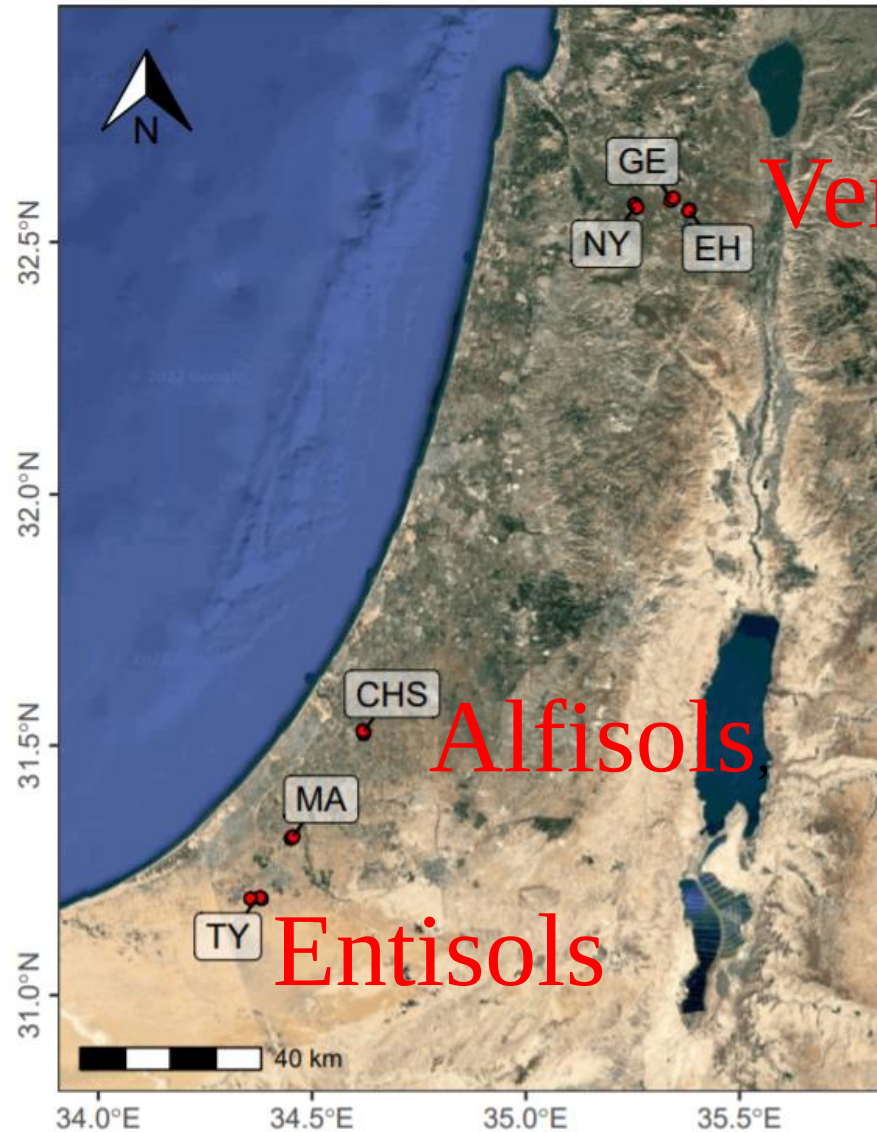
		Parameter Abbreviation	Description
Soil respiration	20	CO ₂ Ev	CO ₂ evolution
	21	qCO ₂	Microbial metabolic Quotient
Microbial biomass	22	MB	Microbial biomass
Microbial utilization of functional groups	23	Aromatic acid	
	24	Carboxylic acid	
	25	Carbohydrates	
	26	Aminogroup	
	27	H'	Microbial community catabolic diversity
	28	CLPP	Community-level physiological profile
Nematodes	29	TNEM	Total number of nematodes
	30	BF	Bacteria feeders
	31	FF	Fungi feeders
	32	OP	Omnivores predators
	33	PP	Plants parasites
	34	FF/BF	
	35	(BF+FF)/PP	
	36	TD	Trophic diversity
	37	FF/(FF+BF)	

Chemical		Parameter Abbreviation	Description
Soil Chemistry	38	pH	
	39	IC	Inorganic C
Macro- elements	40	P Olsen	Available phosphorous
	41	NH ₄ -N	Total soil ammonium
	42	NO ₃ -N	Total soil nitrate
	43	Min N	Total soil Mineral N
	44	K	Soluble potassium
Soluble ions	45	EC	Electrical conductivity
	46	Cl	Soluble chloride
	47	SAR	Sodium adsorption ratio
	48	PAR	Potassium adsorption ratio
	49	Na	
	50	Ca	
	51	Mg	
	52	S	
Exchangable cations	53	CEC	Cation exchange capacity
	54	Exchangeble Na	Exchangeable sodium
	55	ESP	Exchangeable sodium percent
	56	Exchangeble K	Exchangeable potassium
	57	EPP	Exchangeable potassium percent
	58	Exchangeble Ca	Exchangeable calcium
	59	ECaP	Exchangeable calcium percent
	60	Exchangeble Mg	Exchangeable magnesium
	61	EMgP	Exchangeable magnesium percent
Micro elements	62	B	
	63	Fe	
	64	Zn	
	65	Mn	
	66	Mo	
	67	Cu	
	68	Co	

Physical		Parameter Abbreviation	Description
Physical properties	69	SSA-m2	Specific surface area
	70	Clay	
	71	Silt	Soil texture
	72	Sand	
	73	Bulk density	
	74	Aggregate stability	Depth A only
HYDRUS- ROSETTA Model (SSC)	75	Alpha	
	76	n	porosity
	77	Ks	Saturated hydraulic conductivity

On-site		Parameter Abbreviation	Description
Visual soil assessment (VSA)	78	Structure	Semi quantitative
	79	Erosion	
	80	Porosity	
	81	Colour	
	82	Mottles	
	83	Earthworms	
	84	Crusting and surface cover	
	85	Sumarry	
	86	Weeds cover	
Weeds	87	Number of weeds species	

Soil sampling campaign



- We studied **2 crucial agricultural regions** of Israel that contain 3 of the 6 main soil orders.
- At each region, we selected **3 sites**, so we sampled **a total of 6 sites**.
- At each site, we sampled **3 land uses** (perennial crops, annual crops, and non-cultivated lands).
- **We sampled at 2 sessions** (in the fall and in the spring).

Conclusions:

Sampling season- **Fall.**

Depth of sampling- **at least 60 cm.**

22 indicators, only 7 are not sensitive to depth

Organic matter and biological	Physical and chemical
SOC	Bulk density
SUVA254	Aggregate stability*
F1/ΣFmax	VSA - Summary*
F3+F4/ΣFmax	Min. N
qCO ₂	P Olsen
Amino group*	SIC
TNEM*	EC
TD	pH
FF*	Ca
CLPP	B*
# of weeds species*	Cu

scientific reports



OPEN

A sensitive soil biological indicator to changes in land-use in regions with Mediterranean climate

Yosef Steinberger^{1,2}, Alfred Stein², Michael Dorman³, Tal Svoray³, Tirza Doniger³, Oshri Rinot⁴ & Eshel Gil⁵



Contents lists available at ScienceDirect

Geoderma

journal homepage: www.elsevier.com/locate/geoderma



Organic matter in aqueous soil extracts: Prediction of compositional attributes from bulk soil mid-IR spectra using partial least square regressions



Alla Nasonova^a, Guy J. Levy^a, Oshri Rinot^a, Gil Eshel^b, Mikhail Borisover^{a,*}

^a Institute of Soil, Water and Environmental Sciences, Agricultural Research Organization, Volcani Institute, P.O. Box 15159, Rishon LeZion 7505101, Israel

^b Soil Erosion Research Station, Ministry of Agriculture and Rural Development, P.O.Box 30, HaMaccabim Road, Rishon LeZion 50200, Israel

Ecological Indicators 121 (2021) 107103



Contents lists available at ScienceDirect

Ecological Indicators

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecolind



Fluorescence spectroscopy: A sensitive tool for identifying land-use and climatic region effects on the characteristics of water-extractable soil organic matter



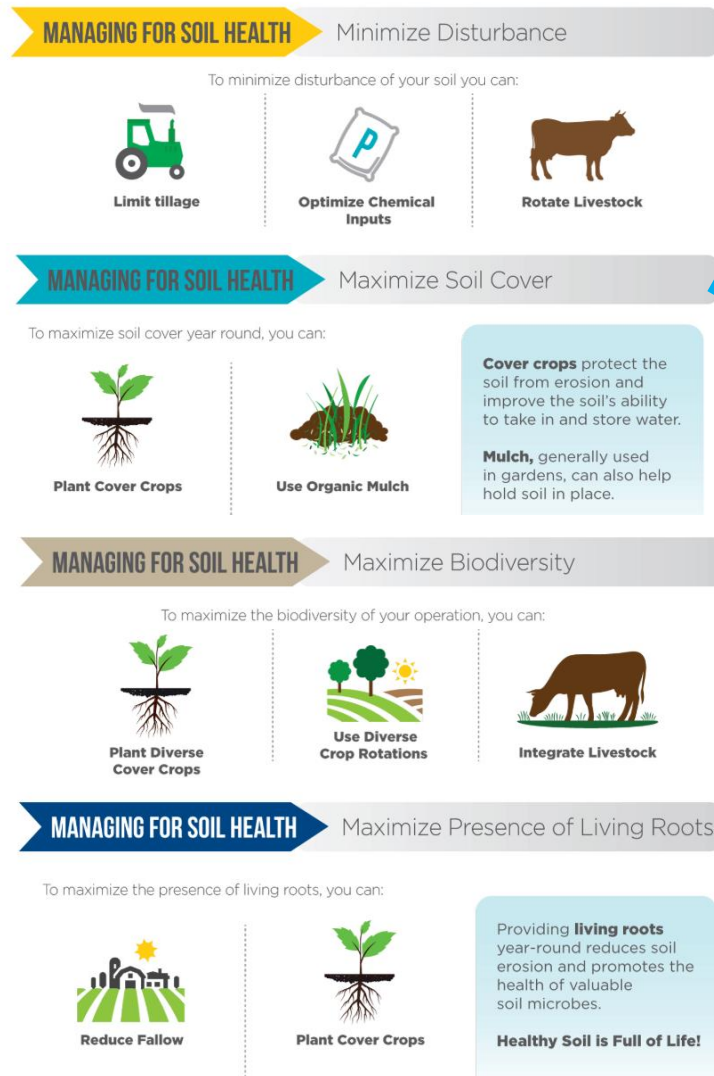
Oshri Rinot^{a,b,*}, Mikhail Borisover^a, Guy J. Levy^a, Gil Eshel^b

^a Institute of Soil, Water and Environmental Sciences, Agricultural Research Organization, The Volcani Center, Israel

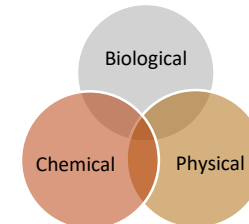
^b Soil Erosion Research Station, Ministry of Agriculture and Rural Development, Israel

Soil health management

SOIL HEALTH index



Soil attributes



Measurement

Correlation, PCA, clustering

Minimum data set (MDS)

<https://www.farmers.gov/conserve/soil-health>

בריאות קרקע

Soil health management

MANAGING FOR SOIL HEALTH

Minimize Disturbance

To minimize disturbance of your soil you can:



Limit tillage



Optimize Chemical Inputs



Rotate Livestock

MANAGING FOR SOIL HEALTH

Maximize Soil Cover

To maximize soil cover year round, you can:



Plant Cover Crops



Use Organic Mulch

Cover crops protect the soil from erosion and improve the soil's ability to take in and store water.

Mulch, generally used in gardens, can also help hold soil in place.

MANAGING FOR SOIL HEALTH

Maximize Biodiversity

To maximize the biodiversity of your operation, you can:



Plant Diverse Cover Crops



Use Diverse Crop Rotations



Integrate Livestock

MANAGING FOR SOIL HEALTH

Maximize Presence of Living Roots

To maximize the presence of living roots, you can:



Reduce Fallow



Plant Cover Crops

Providing **living roots** year-round reduces soil erosion and promotes the health of valuable soil microbes.

Healthy Soil is Full of Life!

<https://www.farmers.gov/conservet/soil-health>

ממשק לשיפור בריאות קרקע

reflect local conditions and needs:



Minimum mechanical soil disturbance: Minimum soil disturbance refers to low disturbance no-tillage and direct seeding. The disturbed area must be less than 15 cm wide or less than 25% of the cropped area (whichever is lower). There should be no periodic tillage that disturbs a greater area than the aforementioned limits. Strip tillage is allowed if the disturbed area is less than the set limits.



Permanent soil organic cover: Three categories are distinguished: 30-60%, >60-90% and >90% ground cover, measured immediately after the direct seeding operation. Area with less than 30% cover is not considered as CA.



Species diversification: Rotation/association should involve at least 3 different crops. However, repetitive wheat, maize, or rice cropping is not an exclusion factor for the purpose of this data collection, but rotation/association is recorded where practiced.



גידולי שרות (כיסוי)



SOIL HEALTH

SO, MR VERTISOL, WHAT BRINGS YOU HERE TODAY?

DON'T KNOW DOC, I KEEP GETTING THIS STRANGE SHRINK-SWELL FEELING...



DANNY ITKIN

לסיכום

- קרקע היא לא רק מצע גידול, היא מערכת אקולוגית.
- כאשר משקמים מערכת אקולוגית חייבים להתייחס לקרקע המקומית לפני תהליכי ההגרעה כנקודת יחוס. לכן שיקום אקולוגי לא יכול להתעלם מהקרקע המקומית ובריאותה/ הגרעתה.
- בריאות קרקע זה נושא בלמידה, הדיסציפלינה נולדה מהעולם האגרונומי. בעולמות של שיקום אקולוגי אנחנו למיטב ידיעתי אפילו לא בתחילתו של תהליך למידה.