المحاضرة العاشرة

دور الزراعة الحافظة في تحسين إنتاجية التربة والمياه

د. حيدر الحسن

غطاء عضوي دائم = مقاومة للجفاف ومكافحة للتصحر

ما هي العوامل المهدّدة لاستقرار الإنتاج الزراعي في الوطن العربي عامةً وسورية خاصةً؟

1. **التدهور المستمر للأراضي الزراعية Soil degradation.**
2. **ازدياد وتيرة شح الموارد المائية العذبة Water scarcity.**
3. **سوء عوامل إدارة الأرض والمحصول.**
4. **غياب الأصناف المحسّنة ذات الكفاءة الإنتاجية المرتفعة والمتحمّلة الإجهادات الأحيائية واللاأحيائية.**

ما هي العوامل الرئيسة المسبّبة لتدهور النظم البيئية الزراعية والطبيعية؟

1. **التكثيف الزراعي Intensive farming system.**
2. **الاستغلال الجائر للأراضي الزراعية.**
3. **الرعي الجائر للمراعي الطبيعية Over grazing.**
4. **الاحتطاب.**
5. **إزالة الغابات لتوفير مساحات جديدة من الأراضي الزراعية، بهدف زراعتها لتأمين الاحتياجات السكانية المتزايدة من الغذاء والكساء.**

ما هي أهم أعراض تدهور الأراضي الزراعية؟

1. انجراف التربة الريحي Wind erosion، والمائي Water erosion، الأمر الذي يؤدي إلى تراكم الطمي Siltation في السدود والبحيرات، ما يؤثّر سلباً في كفاءتها التخزينية.
2. انضغاط طبقات التربة تحت السطحية Soil compaction.
3. ازدياد وتيرة تكرار دورات الجفاف Drought frequency.
4. تدني خصوبة التربة، وتدهور خصائصها الفيزيائية، والكيميائية والحيوية.

ويمكن في ظل مثل هذه التبدلات المحافظة على ثباتية الإنتاجية، واستقرار الإنتاج الزراعي فقط من خلال الزيادة المستمرة لمدخلات الإنتاج الزراعي، وبخاصةٍ الأسمدة المعدنية والمياه،

الأمر الذي سيؤدي إلى زيادة تكاليف الإنتاج الزراعي، وتقليل هامش الربح الاقتصادي للمزارع، مما يؤثر سلباً في مستوى معيشة المزارعين عامةً، ويهدد بقاء المزارع الصغيرة.

تـأثيرات انجـراف التربـة النـاجم عـن نظـام الفلاحـة التقليدي:

١- ارتفاع مستوى الترسبات الطميه Sedimentation في الأنهار، والخزانات، والبحيرات، وأماكن تجميع المياه الصغيرة Micro catchments، الأمر الذي يؤثر سلباً في كفاءتها التخزينية.

٢- انخفاض نوعية المياه، الأمر الذي يتطلب تكاليف إضافية لتنقيتها ومعالجتها.

٣- حدوث مشاكل في محطات توليد الطاقة الكهربائية التي تعمل بقوة المياه.

4- تغطية الطرقات العامة بنواتج انجراف التربة.

٥- تدهور الإنتاج الوطني، بسبب خروج نسبة كبيرة من الأراضي الزراعية من نطاق الاستثمار الزراعي نتيجة الانجراف، ما يجعل الاستخدام المستدام للأرض غير ممكن بسبب استنزاف مصادر التربة.

ما هو النظام البديل؟

يُعد نظام الزراعة الحافظة Conservation agriculture من الأنظمة التي يمكن أن تحقّق مثل هذه الاحتياجات، حيث يشجّع:

1. عدم تحريك أو خلخلة التربة بواسطة الفلاحة، من خلال اعتماد نظام البذر المباشر Direct drilling (بدون فلاحة No-tillage).
2. الإضافة المتوازنة لمدخلات الإنتاج الزراعي الكيميائية.
3. الإدارة الدقيقة لبقايا المحصول.
4. تطبيق الدورة الزراعية المناسبة.

يساعد اتباع نظام الزراعة الحافظة في تحقيق الآتي:

- تقليل تلوّث التربة والمياه.
- الحدّ من انجراف التربة.
- تقليل الاعتماد على مدخلات الإنتاج الخارجية على المدى البعيد.
- تحسين الظروف البيئية ونوعية المياه.
- زيادة كفاءة استعمال المياه.
- تخفيض انبعاث غازات الصوب الزجاجية.

دور الزراعة الحافظة في تحسين محتوى التربة من المادة العضوية عن طريق:

1. بقايا المحصول المتروكة فوق سطح التربة.
2. جذور النباتات المتحلّلة.
3. حماية الدبال Humus من أشعة الشمس، أو العوامل الخارجية.
4. تقليل معدّل تحلّل المادة العضوية نتيجة خفض درجة حرارة التربة.
5. كل زيادة مقدارها ١% في محتوى التربة من المادة العضوية تزيد من كمية المياه المتاحة بالتربة بنحو ١٥٠ م^{٣} في الهكتار.

المنافع المترتّبة على تحسين محتوى التربة من المادة العضوية:

1. تحسين قوام التربة Improvement of soil structure.
2. تحسين كفاءة التربة في الاحتفاظ بالماء Increased WHC.
3. التحرير البطيء للعناصر المعدنية المغذية.
4. زيادة حجم وثباتية الكتل الترابية وزيادة عمق قطاع التربة الفعّال.
5. زيادة أعداد الكائنات الحيّة في التربة Biota، ومن ثمّ النشاط الحيوي، لأنها تشكّل الغذاء لتلك الكائنات. وتثبّط تطوّر الأمراض.
6. تحسين خصوبة التربة Soil fertility، ومن ثمّ كفاءتها الإنتاجية.

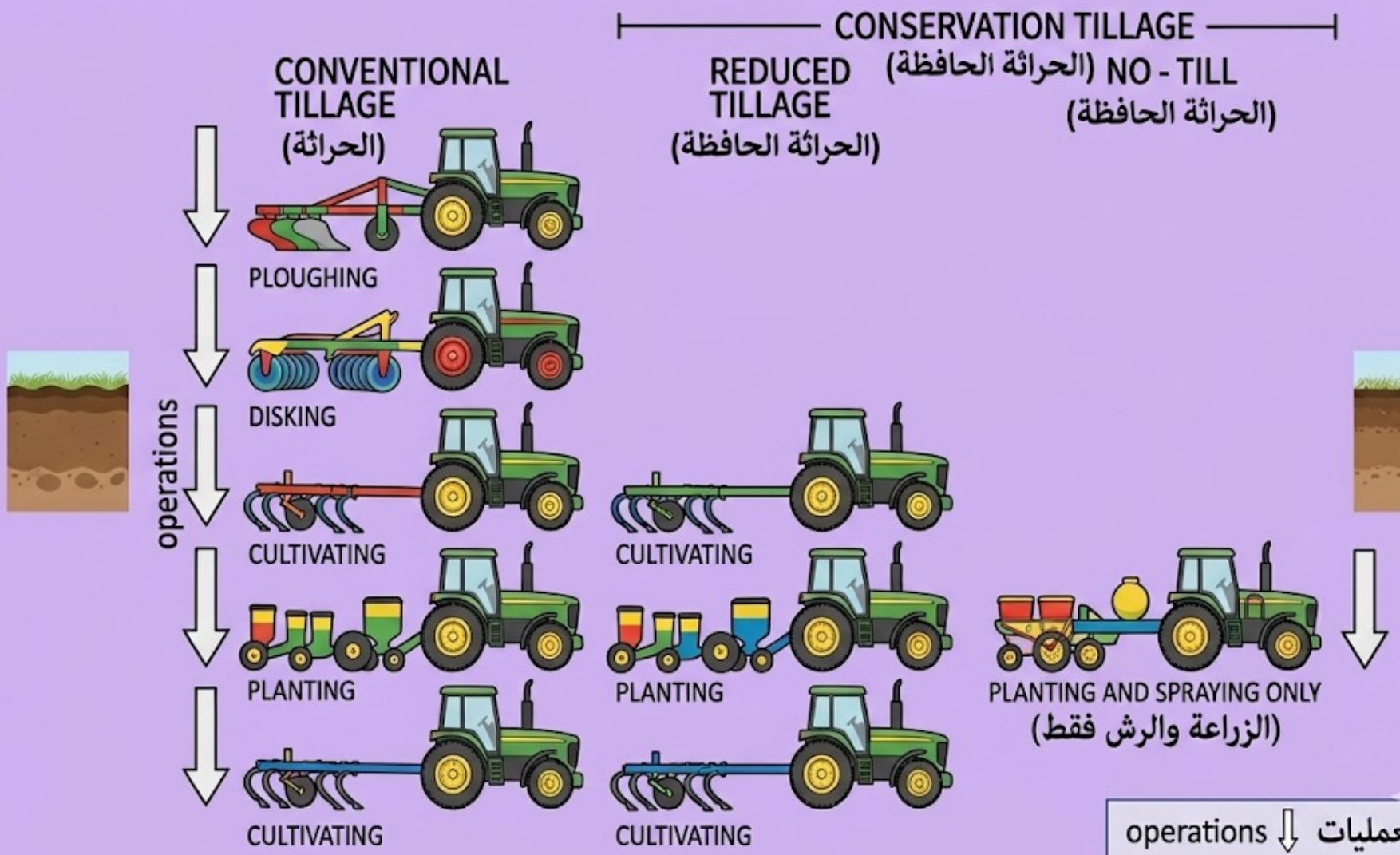
عموماً، يُعزى التباين في محتوى التربة من المادة العضوية تحت نظام الزراعة الحافظة إلى:

التباين في كمية الكتلة الحية المنتجة، وكمية بقايا المحصول المتروكة فوق سطح التربة بعد الحصاد.

VENCE TUDO
SA 7300

Conventional Agriculture is Labor and Energy Intensive.

الزراعة التقليدية كثيفة العمالة والطاقة.



دور الزراعة الحافظة في تحسين رطوبة التربة:

يُساعد تطبيق نظام الزراعة الحافظة في تحسين علاقات التربة المائية من خلال:

1. تقليل معدّل فقد الماء بالتبخر بشكلٍ مباشر من سطح التربة.
2. تحسين إنتاجية المياه، من خلال تقليل معدّل فقد المياه بالتبخّر، والجريان السطحي، والصرف العميق، ومن ثمّ زيادة كمية المياه المتاحة في منطقة انتشار الجذور، والمفقودة عن طريق مسامات الأوراق أثناء عملية التبادل الغازي، ما يزيد من معدّل انتشار الكربون عبر المسامات وكفاءة النباتات التمثيلية.
3. زيادة معدّل رشح المياه إلى باطن التربة Water infiltration.
4. تحسين مسامية التربة Soil porosity.

عموماً، يتوقّف تحقيق مثل هذه المكاسب، وخاصةً تحت ظروف الزراعة المطرية على المكافحة الفعّالة لنباتات الأعشاب الضّارة، التي يمكن أن تنافس نباتات المحصول الرئيس على المياه المتاحة بكمياتٍ محدودة في التربة.

تأثير ترك أكبر كمية ممكنة من بقايا المحصول في محتوى التربة المائي

إنّ المحافظة على البقايا النباتية فوق سطح التربة يزيد من كفاءة احتفاظ التربة بالمياه، **وخاصةً في المناطق الجافة**. ويؤدّي ترك البقايا النباتية فوق سطح التربة إلى:

1. **زيادة معدّل رشح المياه إلى باطن التربة من خلال:**

- الحدّ من تشكّل القشرة السطحية الصمّاء **Crust**، وتحسين قوام التربة.
- **امتصاص الطاقة الناشئة عن قطرات المطر Splash effect of rain drops، وتخفيف التأثير المفرّق لها لوقع قطرات المطر لحبيبات التربة.**
- تقليل معدّل الجريان السطحي للمياه، حيث تشكّل البقايا النباتية القائمة Standing stems حواجز فيزيائية للمياه المتدفقة.
- تقليل معدّل فقد المياه بالتبخّر **Evaporation** من خلال تقليل سرعة الرياح عند سطح التربة.

٢. أسر كمية أكبر من المياه بالمقارنة مع التربة الجرداء Bare soil، بسبب خشونة سطح التربة، حيث تعمل البقايا النباتية كسدودٍ صغيرةTiny dams.

3.تظلل البقايا النباتية سطح التربة مقللةً بذلك من ارتفاع درجة حرارتها، والحدّ من فقد المياه بالتبخر.

4.تزيد من مقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، من خلال تحسين قوامها نتيجة زيادة محتواها من المادة العضوية(الملاط)، التي تؤدّي دوراً مهماً في ربط حبيبات التربة، الأمر الذي يؤدّي إلى زيادة حجم الكتل الترابية وثباتيتها، فتزداد مقاومتها للإنجرافين الريحي والمائي، ويزيد من مقدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه.

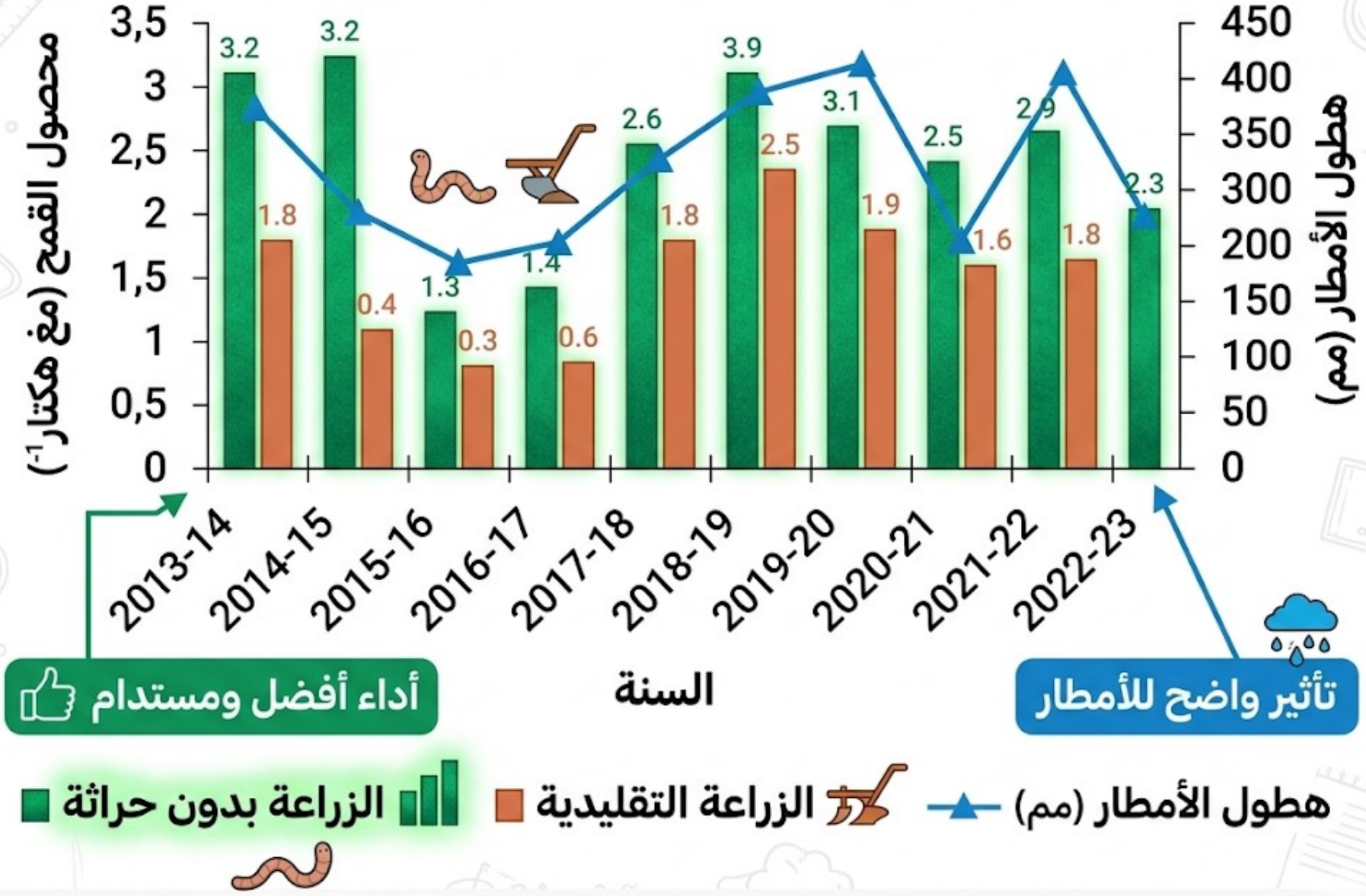
5.تُحسّن مسامية التربة، الأمر الذي يُساعد في زيادة معدّل رشح المياه إلى باطن التربة.

6.الحدّ من استهلاك المياه بواسطة الأعشاب الضّارة: حيث يُساعد انخفاض درجة حرارة التربة وخاصةً بين السطور في تثبيط نمو نباتات الأعشاب الضّارة، وتطورها، فتقلّ حدّة المنافسة على المصادر المائية المتوفرة بكمياتٍ محدودة، وبخاصةٍ تحت نظم الزراعة المطرية.

٧. تقليل فرص ظهور التباين اللوني على الأوراق Temperature banding: يمكن أن يؤدّي حدوث التباين الحادّ بين درجات حرارة الليل والنهار تحت ظروف الزراعة التقليدية إلى ظهور مناطق متبادلة بين اللونين الأصفر والأخضر على الأوراق خلال مرحلة البادرات. وعادةً ما تكون البادرات في حقول الزراعة الحافظة أقل حساسيةً لمثل هذا التأثير لعدة أسباب، أهمها:

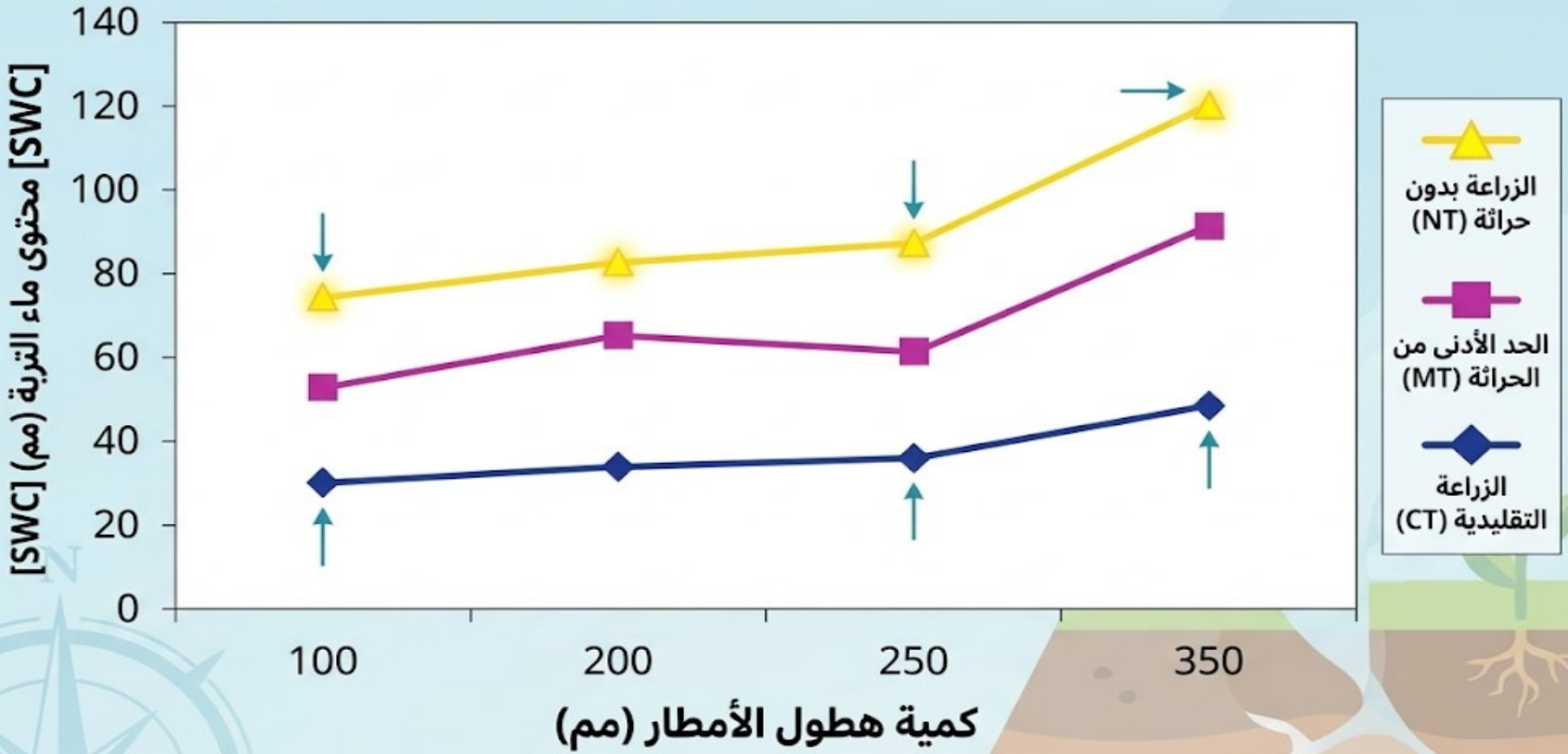
1. تعمل بقايا المحصول المتروكة فوق سطح التربة على عزل التربة، وحمايتها من الانخفاض السريع في درجة الحرارة Cooling off أثناء الليل.
2. تعمل بقايا المحصول على عكس جزء كبير من الأشعة الشمسية، وتحول بذلك دون تسخين التربة بشكلٍ زائد.
3. تُساعد التبدّلات في حجم الكتل الترابية في زيادة مسامية التربة، والكثافة الظاهرية لها، فتزداد مقدرتها على الاحتفاظ بالماء (تشبّعها بالماء)، الأمر الذي يحول دون تسخينها بشكلٍ سريع بسبب ارتفاع الحرارة النوعية للماء .

تحديث البيانات: مقارنة أنظمة الحراثة عبر الزمن



العلاقة بين معدّل الهطل المطري ومحتوى التربة المائي تحت نظم زراعية مختلفة.

تحديث تدريبي ملون: فهم علاقة هطول الأمطار ورطوبة التربة

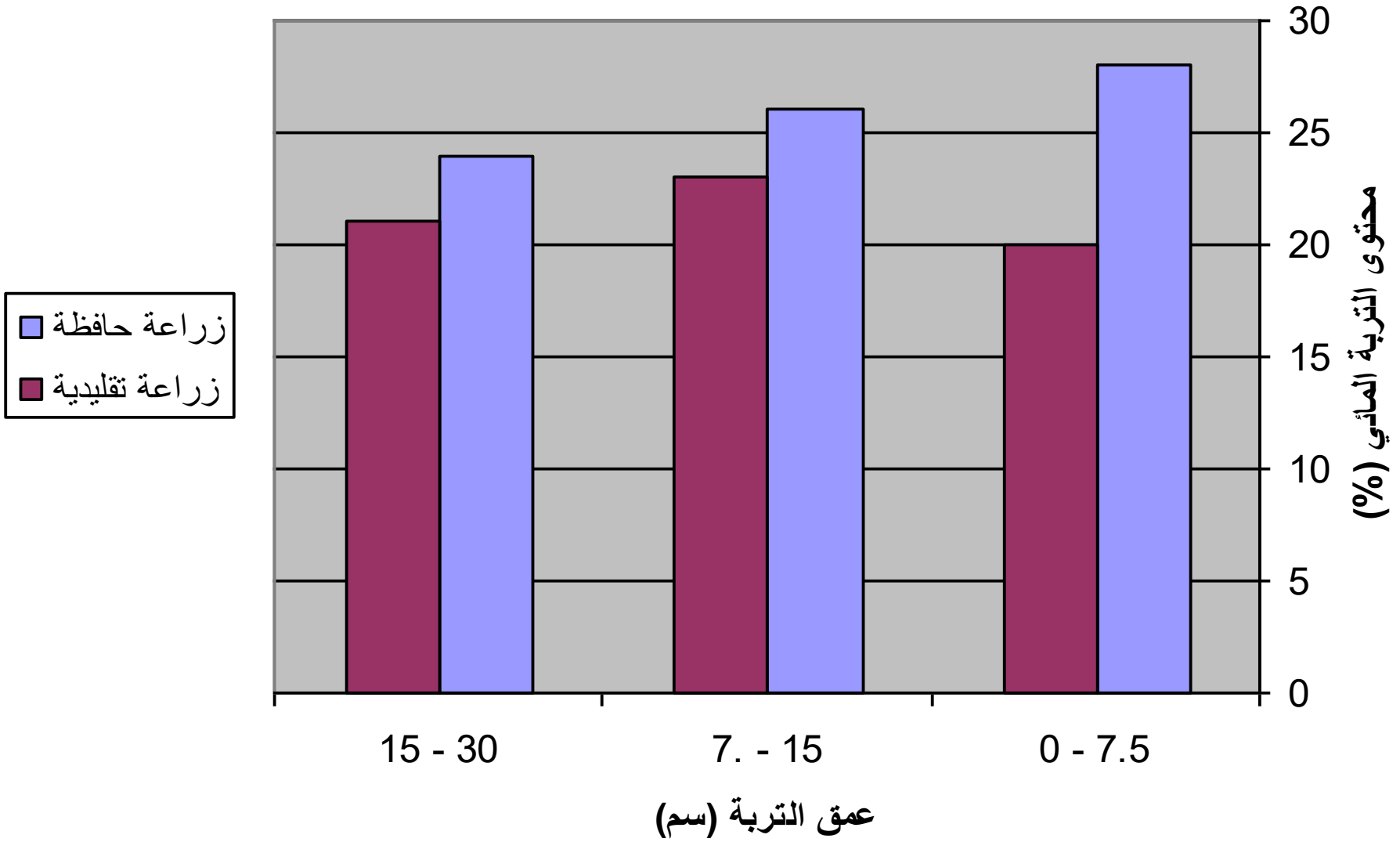


النتيجة الرئيسية: رطوبة أعلى دائماً مع 'بدون حراثة التربة'

النصيحة: الزراعة بدون حراثة هي هي الأفضل لإدارة الرطوبة

للنقاش: كيف يؤثر نوع التربة على هذه النتائج؟

كمية المياه المخزونة في التربة تحت نظامي الزراعة الحافظة والتقليدية



يُقلل تطبيق الزراعة الحافظة من تأثيرات الجفاف ويحافظ على استدامة اخضرار الأوراق خلال المراحل المتقدّمة الحرجة من دورة حياة المحصول.

نسبة الزيادة في غلة الأنواع المحصولية المختلفة مع زيادة عدد مواسم النمو لتطبيق نظام الزراعة الحافظة في سوريا، تحت ظروف الزراعة المطرية (2007-2015)

الموسم الحافظ	Barley الشعير	Wheat القمح	الموسم الزراعي Agriculture
1	0,18	7,14	2007 – 2008
2	8,56	12,21	2009 – 2009
3	18,60	15,30	2010 – 2009
4	23,82	21,38	2011 – 2010
5	23,89	22,04	2011 – 2012
6	25,37	23,65	2013 – 2012
7	29,12	26,17	2014 – 2013
8	31,92	30,88	2015 – 2014

تحسين احتباس الماء

زيادة المواد العضوية

تحسين احتباس العضوية الماء

الغطاء النباتي: تُعد عملية تغطية سطح التربة بشكلٍ دائم بطبقةٍ من البقايا النباتية عاملاً أساسياً لنجاح نظام الزراعة الحافظة. وإنّ المزارعين الذين لا يفهمون أهمية ترك البقايا النباتية فوق سطح التربة، فهم لم يستوعبوا بعد نظام الزراعة الحافظة.

أمثلة مشاريع وتطبيقات فعلية في سوريا

قدمت منظمة الـ **UNDP** تدريبات في الزراعة الإحيائية (Regenerative) بمحافظة الريف الدمشقي، وشملت ممارسات مماثلة للزراعة الحافظة. ساعد المشروع مئات الأسر على تحسين إنتاجية الخضار والاستغناء عن بعض المدخلات الكيميائية.

مشروع الريّ والصرف في الرقة بدعم من SRTF و UNDPأعاد تفعيل ٨٤٨ هكتارًا، ساهم في الحماية من مخاطر الملوحة وتحسين بنية التربة .

نفذت كل من الـ **ICARDA** والـ **FAO** برامج منذ ٢٠١٩ تشمل التوعية، التدريب، وتنفيذ تجارب حقليّة للزراعة الحافظة، بما في ذلك ورش حول إدارة التربة والمياه.

بعض الدراسات الحديثة المتعلقة بالزراعة الحافظة في سوريا:

1.دراسة تأثير الزراعة الحافظة على خصوبة التربة وإنتاجية المحاصيل

نشرت مجلة *Nature Communications* دراسة في أكتوبر ٢٠٢٤، حيث تمَّ مقارنة الزراعة الحافظة بالزراعة التقليدية على مدار ٨ سنوات تحت ظروف الاحترار المناخي.

أظهرت النتائج أنَّ الزراعة الحافظة أدت إلى زيادة بنسبة ٩.٣% في إنتاجية القمح، وتحسن بنسبة ٢١% من خصوبة التربة مقارنةً بالزراعة التقليدية.

كما أظهرت الدراسة أنَّ الزراعة الحافظة تعزز من تنوع الكائنات الدقيقة في التربة، مما يساهم في استدامة الإنتاج الزراعي في ظل التغيرات المناخية.

2.دور الزراعة الحافظة في تعزيز الأمن الغذائي في شمال وشرق سوريا

في عام الـ ٢٠٢٣، تمَّ نشر تقرير على *Reddit* يناقش تأثير التغيرات المناخية على الأمن الغذائي في شمال وشرق سوريا .

أشار التقرير إلى أن الزراعة الحافظة يمكن أن تلعب دورًا مهمًا في مواجهة أصعب التحديات مثل **الجفاف وندرة المياه**، من خلال تحسين خصوبة التربة وزيادة كفاءتها في استخدام الموارد.

٣.مبادرات محلية ودولية لدعم الزراعة الحافظة

في الـ ٢٠٢٥، أعلن وزير الزراعة السوري، عن خطة لإنشاء ١٠ ملايين فرصة عمل في القطاع الزراعي، مع التركيز على **مواجهة التغيّر المناخي** وإصلاح اتفاقيات المياه.

تشير هذه المبادرة إلى اهتمام متزايد من الحكومة السورية بدعم الزراعة المستدامة، بما في ذلك الزراعة الحافظة.

التحديات التي تواجه الزراعة الحافظة في سوريا

- رغم الفوائد المحتملة، تواجه الزراعة الحافظة في سوريا تحديات كبيرة، منها:
- **الدمار الناتج عن الحرب** :أدى النزاع المستمر إلى تدمير الأراضي الزراعية في الكثير من المناطق، مما يجعل تطبيق تقنيات الزراعة الحافظة أكثر صعوبة.
- **نقص الموارد**: تواجه المناطق المتضررة من الحرب صعوبة في الحصول على المعدات والموارد اللازمة لتطبيق الزراعة الحافظة.
- **الافتقار إلى التدريب والخبرة**: يحتاج المزارعون إلى برامج تدريبية لتعلم تقنيات الزراعة الحافظة وتطبيقها بشكل فعال.

بعض التوصيات لتعزيز الزراعة الحافظة في سوريا

- تعزيز برامج التدريب والمزارع التجريبية (demo-farms) لتبني الممارسات عملياً حول تقنيات **الزراعة الحافظة**.
- **دعم الابتكار الاجتماعي** من خلال تشكيل جمعيات للمزارعين ومنح صغيرة مرتبطة بالممارسات المستدامة.
- **تشجيع شراكات ملائمة** بين المنظمات والهيئات والقطاع الخاص والمؤسسات الأكاديمية لتعزيز البنى التحتية والتقنيات الحديثة.
- **تشجيع السياسات الوطنية الداعمة** عبر تقديم حوافز مالية، وامتيازات لمصاريف الاستثمار في **الزراعة الحافظة**.
- **التركيز على الزراعة المقاومة للجفاف** كجزء من الاستجابة للتغيّر المناخي.
- **توفير الدعم الفني والمالي**: تقديم حوافز مالية ومساعدات فنية للمزارعين لتشجيعهم على تبني **الزراعة الحافظة**.
- **إعادة تأهيل الأراضي المتضرّرة**: تنفيذ مشاريع لإعادة تأهيل الأراضي الزراعية المتضررة من النزاع، **باستخدام تقنيات الزراعة الحافظة**.

أحدث نتائج أبحاث الزراعة الحافظة في سورية والوطن العربي(٢٠٢٥ - ٢٠٢٦)

الاستجابة للجفاف الاستثنائي وتحقيق السيادة الغذائية (سورية ٢٠٢٥ - ٢٠٢٦)

نتائج مواجهة الجفاف: واجهت سورية في موسم ٢٠٢٥ أسوأ موجة جفاف منذ ٣٦ عاماً، أدت إلى تراجع حاد في إنتاج القمح التقليدي بنسبة تصل إلى ٧٥% عن ذروته التاريخية. ومع ذلك، أثبتت حقول الزراعة الحافظة المدعومة بأصناف الحبوب والبقوليات المعتمدة والمتحملة للجفاف (والتي طورتها إيكاردا بالاعتماد على بنك الأصول الوراثية) مرونة مذهلة في الحفاظ على رطوبة التربة واستقرار الإنتاجية في ظل شح الأمطار الحاد.

- **التحول نحو نظام "الزراعة التجديدية":** تؤكد دراسات عام ٢٠٢٦ أن إعادة إعمار القطاع الزراعي في سورية يجب ألا تقتصر على "الترميم الاستخراجي التقليدي"، بل عبر تبني هندسة مؤسسية جديدة تركز على **الزراعة الحافظة** لتعظيم القيمة الحيوية والإنتاجية لكل متر مكعب من المياه، ومواجهة استنزاف المياه الجوفية الناجم عن الضخ العشوائي بالطاقة الشمسية.

٢. التوسع المتسارع للمساحات المطبقة في الوطن العربي (بيانات ٢٠٢٥)

أظهر تقرير السياسات الصادر عن المنظومة البحثية **CGIAR** لعام ٢٠٢٥ قفزة هائلة غير مسبوقة في معدلات تبني المزارعين العرب لنظام الزراعة الحافظة (العدم الفلاحة وتغطية التربة بالبقايا)، **مدفوعة بارتفاع أسعار الأسمدة والوقود والأزمات الاقتصادية والمناخية:**

المملكة المغربية: قفزت المساحات المطبقة للزراعة الحافظة من ١٢ ألف هكتار عام ٢٠١٩ إلى **أكثر من ١٦٠ ألف هكتار في عام ٢٠٢٥.**

الجزائر: ارتفعت المساحة من ٧ آلاف هكتار عام ٢٠١٩ إلى **٣١ ألف هكتار في عام ٢٠٢٥.**

العراق: تواصل التوسع الميداني انطلاقاً من نينوى وصولاً إلى حقول المزارعين في قضاء سنجار وتلعفر عبر (مركز بحوث الزراعة الجافة والحافظة بجامعة الموصل) بحلول نهاية عام ٢٠٢٥، لتقييم كفاءة الباذرات المباشرة في خفض تكاليف الإنتاج، الحفاظ على المادة العضوية، ومكافحة التصحر.

إدماج تقنيات الثورة الصناعية الرابعة (أكساد ٢٠٢٥)

. خلال المؤتمر الإقليمي الأول للذكاء الاصطناعي في سورية (**IA-SYRIA 2025**)، ركز المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (**أكساد**) على إدماج أدوات الذكاء الاصطناعي والاستشعار عن بعد كـ "مضاعفات قوة" (Force Multipliers) مع ممارسات الزراعة الحافظة.

يساعد هذا الدمج في المراقبة الدقيقة لرطوبة التربة، والتنبؤ المبكر بموجات الجفاف، وإدارة بقايا المحاصيل بدقة متناهية لتجنب تدهور النظم البيئية.

تؤكد تقارير **FAO** وإيكاردا (**٢٠٢٥-٢٠٢٦**) أن دمج المحاصيل البقولية (كالعدس والحمص والمجففات) في الدورة الزراعية مع نظام الزراعة الحافظة لا يحسن المادة العضوية فحسب، بل يرفع من كفاءة استخدام المغذيات في التربة الفقيرة ويقلل الاعتماد الكامل على الأسمدة الصناعية المستوردة والمكلفة ذات البصمة الكربونية العالية.

جدول مقارنة الزراعة التقليدية مقابل الزراعة الحافظة (وفقاً لمعطيات ٢٠٢٥ - ٢٠٢٦)

وجه المقارنة	نظام الفلاحة التقليدي الكثيف	نظام الزراعة الحافظة والتجديدية (CA)
تأثير الاحترار والمناخ	يفقد التربة كربونها الخزني (CO_2) ويزيد الانبعاثات والتبخر السطحي.	يؤدي إلى أسر وتثبيت الكربون في التربة وتخفيف آثار الإجهاد الحراري.
كفاءة الاستخدام المائي	جريان سطحي عالٍ، تبخّر مباشر سريع، وضياع الصرف العميق.	زيادة الرشح لداخل التربة، خفض التبخّر، وتحسين الإنتاجية المائية بنسب تصل لـ ٢٨%.
التنوّع الحيوي للتربة	تدمير الكتل الترابية وقنوات الكائنات الحية الدقيقة والدودة الأرضية.	تنشيط مذهل للحياة الحيوية (Biota) وتحسين مسامية التربة البيولوجية.
جدوى التكلفة الاقتصادية	استهلاك مفرط للوقود (حرث متكرّر) والمدخلات الكيميائية لتعويض تدني الخصوبة.	توفير كبير في الطاقة، الأيدي العاملة، والاعتماد على التسميد الطبيعي من البقوليات المتناوبة.

Conservation Agriculture

Organic soil cover = Erosion control
Soil Organic Matter = Drought Resistance

Action of Soil Biota

Structure/Porosity

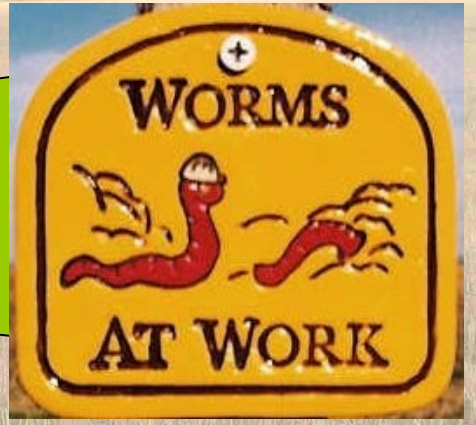
Conventional Agriculture

Zero Tillage

low soil organic matter

High Soil Organic Matter

Biological Tillage



Mechanical Tillage

إلى اللقاء في المحاضرة القادمة