زراعة وتخضير محصول الأرز

كتخضير القمح

بآلة مناظرة لعزاقة زراعة البطاطس في صفوف

مقترح قابل للتطوير



فكرة وتنسيق عصام سعد إبراهيم الصاوي

بآلة مناظرة لعزاقة زراعة البطاطس في صفوف

زراعة وتخضير محصول الأرز

كتخضير القمح....هنحرث الارض لتقليب بذور الحشائش ونرويها ونتركها حتى درجة بدايات الفرفرة وطرية من الداخل نعزقها بعزاقة عمق 10 سم عزق ونتركها 24 ساعة لتمام جفاف 3 سم سطحية حتى يكونو منفذ هوا بعد شتل الارز ... ومثل سطارة البطاطس بدل العزاقة هنركب زحافة مرفوعة من الامام 5 سم وملاصقة للارض من الخلف بها فجاج امام لشق التربة بعمق 10 سم لكل خط وخلفه ب 20 سم فجاج التسطير خلف تجويف ماسورة بارتفاع 20 سم يتم اسقاط الشتله بها عن طريق سير يغذيه المزارع وهو قاع على ارضية الزحافة فارد رجله للجلف في وضع الجلوس ممدد الارجل للامام واامامه الشتلات ي فصص بيده اليمني ويغذي 4 سيور لاربع مواسير خلف الفجاج بحيث يجعل مسافات الغذية على السير وسرعة السطارة 20 سم وتاخذ السيور حركة من العجلة المسننة التي تسير خلف السطارة ....(الشتالة على الناشف تخضير الارز .... عاملان عامل لكل 4 سطور في والامام عاملان احدهما يوجه السطارة والاخر ياخذ من الصوتني ويضع امام عامل تغذية السير ولضبط السير في خطوط مستوية يتم وضع عجلتين مسننتين على طرفي الشتالة في المسافة بين فجاج الشق وفجاج ماسورة الشتل عند السير ... ارتفاع السير عن الارض 20 سم وكذلك ماسورة التغذية خلف فجاج الشتل ... وخلف الفجاج

والماسورة جناحان فجاج يدفعان التربة المفرفرة الطرية لردم تجويف فجاج الشتل والشتله ثم عجلتين مائلتين للداخل تدكان التربة حول الشتلة التربة مفرفرة من الخارج طرية في العمق والشتله قبل نقلها من المشتل بطول 20 سم في الرية الاخيرة للمشتل تم اضافة سماد اليوريا كجرعة تنشيطية تعمل عند النقل والطينة طرية متشربة ليست جافة بل طريه بصلة طينة الشتلى قطرها3 سم ونقص 3 سم مالاوراق العلوية للشتله حتى لا تسحب كامل الرطوبة من التربة حتى تستفاد الجذور من جرعة اليوريا التنشيطية ورطوبة التربة ما رايك

فكرتك مبتكرة وتجمع بين **الزراعة الهوائية للأرز** (تقليل المياه وتهوية الجذور) وميكانيكية **شتالات الخضروات والبطاطس**، لكن تطبيقها عملياً يحتاج لتعديلات هندسية وزراعية دقيقة لتجنب موت الشتلات أو تعطل الآلة.

إليك تقييم شامل لنقاط القوة والمخاطر والتعديلات المقترحة:

###أولاً: نقاط القوة في فكرتك (الجانب الزراعي(

** *توفير المياه وتهوية التربة:** ترك طبقة سطحية جافة (3 سم) تعمل كغطاء عازل يقلل البخر ويسمح بتبادل الغازات، وهو ما يتوافق مع مبادئ **نظام تكثيف الأرز (SRI)** الذي يعتمد على رطوبة التربة وتهوية الجذور لزيادة التفريع.

** *قص الأوراق العلوية (3 سم):** خطوة ممتازة لتقليل النتح وفقد الرطوبة فور النقل، مما يساعد الشتلة على تجاوز صدمة النقل بسرعة.

** *التغذية باليوريا في المشتل:** إمداد الشتلة بجرعة تنشيطية قبل النقل يجعلها مخزنة للنيتروجين وجاهزة لبناء الجذور الجديدة، شرط ألا تكون مفرطة فتجعل الأوراق غضة وهشة.

###ثانياً: التحديات والمخاطر الهندسية والزراعية

** .1مشكلة "بصلة الطين" (قطر 3 سم) مع السيور والمواسير**:

*الطينة الرطبة التي يبلغ قطرها 3 سم ستكون ثقيلة ولزجة؛ عند وضعها على سير أو إسقاطها داخل ماسورة، **ستلتصق بجدران الماسورة أو السير** وتسبب انسداداً فورياً، كما أن سقوطها الحر

من ارتفاع 20 سم قد يؤدي لانقلاب الشتلة (سقوطها أفقياً أو مقلوبة) بدلاً من غرسها رأسياً.

** *البديل الهندسي:** بدلاً من الإسقاط الحر في ماسورة، يُفضل استخدام **أقراص مطاطية مرنة (مثل شتالات التبغ والطماطم)** أو **ملاقط ميكانيكية** تمسك الشتلة من الساق وتغرسها عمودياً في الشق، ثم تتركها لحظة إطباق عجلات الترديم.

** .2عمق الشق (10 سم) مقابل طول الشتلة (20 سم**:(

*غرس شتلة طولها 20 سم (أصبحت 17 سم بعد القص) في شق عمقه 10 سم سيؤدي إلى **دفن منطقة التاج (نقطة التفريع)** تحت التربة، وهذا يخنق البراعم الجانبية للأرز ويؤخر التفريع بشدة.

** *التعديل:** يجب ألا يتجاوز عمق غرس جذر الأرز **3 إلى 5 سم** فقط داخل الطبقة الطرية، مع إبقاء منطقة التاج فوق سطح التربة أو عند مستواه تماماً.

** .3توزيع العمالة وسرعة التغذية**:

*تغذية **4 سيور بيد واحدة** لعامل واحد بمعدل شتلة كل 20 سم أمر شبه مستحيل بشرياً (حتى لو سار الجرار بأبطأ سرعة زاحفة، سيحتاج العامل لوضع عشرات الشتلات في الثانية.(

** *التعديل:** في الشتالات نصف الآلية المشابهة للصورة، يخدم **كل عامل صفاً واحداً أو صفين كحد أقصى** باستخدام صينية دوارة مقسمة لعيون (مثل قرص التغذية في آلة البطاطس بالصورة.(

** .4تفاعل اليوريا مع الجذور المكشوفة**:

*إذا كانت نسبة اليوريا في طينة المشتل مرتفعة والتربة في الحقل المستديم غير مغمورة بالماء، فقد يسبب تركيز الأمونيا **حرقاً للشعيرات الجذرية** الدقيقة أثناء النقل.

###ثالثاً: مقترحات لتطوير التصميم لينجح عملياً

** *الشتلات:** استبدل الشتلات ذات الطينة اللزجة بشتلات مزروعة في **صواني فوم (مثل شتلات الخضار)** بعيون ضيقة، أو **حصيرة شتلات الأرز**(Mat Nursery) ؛ فهذا يضمن انزلاق كتلة الجذور بسهولة دون التصاق وبحجم موحد.

** *آلية الغرس:** اجعل الفجاج يفتح شقاً بعمق **5 سم** فقط، واستخدم **عجلات الغرس المرنة** (قرصان مائلان من المطاط يمسكان الشتلة من الساق ويدوران لوضعها رأسياً في الشق) بدلاً من الماسورة، تليها مباشرة عجلتا الترديم المائلتان لتثبيت التربة حول الجذر.

** *الري الفوري (رية المحاياة):** بعد الانتهاء من الشتل على الناشف، يجب إعطاء **رية سريعة وخفيفة (تجرية)** لطرد الجيوب الهوائية حول الجذور وضمان التصاق التربة الطرية بالجذر دون تغريق الحقل.

لمراجعة نماذج الشتالات الأوتوماتيكية ونصف الأوتوماتيكية ومقارنة آليات التغذية والغرس، يمكنك الاطلاع على [آلات زراعة الأرز في الحقول-https://www.agriexpo.online/agricultural](https://www.agriexpo.online/agricultural-)

manufacturer/rice-transplanter-912.html)التي
توضح أنظمة النقل المختلفة.

هل تخطط لتصنيع هذه الآلة محلياً في ورشة حدادة زراعية، أم تبحث عن تعديل سطارة بطاطس متوفرة لديك بالفعل؟

خلاص بلاش تخضير ونعملها في طسنة محروثة وملوطه ونزحف ونشتل بنفس الطريقة والزحافة من الامام تطرد المياه تماما ثم تعود المياه بعدما تشتل فما رايك ونجعل تربة المشتل متماسكة مفرفرة طرية

الانتقال إلى أرض **محروثة ومُلوّطة** مع طرد المياه مؤقتاً بالزحافة ثم عودتها يقرب الفكرة كثيراً من واقع حقول الأرز، ويجعل **تربة المشتل المتماسكة المفرفرة الطرية** عنصراً حاسماً في نجاح الشتل دون تفتت أو التصاق.

###أولاً: ما الذي يتحسن في هذا التعديل؟

** *تربة المشتل المتماسكة المفرفرة الطرية:** وجود تربة مشتل متماسكة لا تتفكك بسهولة، وفي الوقت نفسه مفرفرة وطرية حول

الجذور، يحل مشكلة التفكك عند النقل ويسمح للجذور الجديدة بالانتشار السريع دون مقاومة عنيفة.

** *العمل في طسنة محروثة ومُلوّطة:** التربة الملوّطة ناعمة ومستوية، مما يسهل انزلاق الزحافة من الأمام ودفع المياه جانبياً مؤقتاً لتكوين شق أو موضع غرس واضح ثم عودة طبقة مائية رقيقة بعد مرور الزحافة.

** *تطابق البيئة:** غرس الشتلة في أرض ملوّطة رطبة ثم عودة المياه يقلل من صدمة الجفاف الفورية مقارنة بالعمل على أرض جافة تماماً.

###ثانياً: النقاط الحرجة التي تحتاج لضبط دقيق قبل التنفيذ

** *تصريف أو إزاحة المياه أمام الزحافة:** إذا كانت طبقة الماء عميقة أو ثقيلة، فلن تكتفي الزحافة بدفعها للجانب؛ بل سترتد المياه فوراً إلى المسار المفتوح وتردم الشق أو تغمر موقع الشتلة قبل وصول آلية الغرس، لذا يجب أن تكون الأرض ملوّطة ومشربة أو ذات طبقة مائية خفيفة جداً قابلة للإزاحة.

** *إسقاط الشتلة في الطين الملوّط:** الإسقاط الحر عبر ماسورة قد يجعل الشتلة تميل أو تنغرز بزاوية غير منتظمة إذا اختلف عمق

الطين أو لزوجته من متر لآخر؛ توجيه الشتلة من مسافة قصيرة أو عبر مجرى منزلق محكوم يضبط استقامتها بشكل أفضل.

** *موازنة تماسك الشتلة مع سرعة التغذية:** تربة المشتل المتماسكة المفرفرة ممتازة في الحفاظ على الجذور، لكن إذا كانت رطوبتها عالية جداً فقد تلتصق بأصابع العامل أو بمجرى التغذية، مما يبطئ الإيقاع مع حركة الآلة.

###ثالثاً: كيف تختبر الفكرة عملياً بأقل تكلفة؟

** *اختبار على ممر قصير:** جرب الزحافة على مسافة 5 إلى 10 أمتار في أرض ملوّطة قبل التفكير في تعميمها على عدة صفوف، وراقب هل يظل مسار الغرس مكشوفاً لثوانٍ كافية لاستقبال الشتلة أم أن الماء يغلقه فوراً.

** *اختبار قوام تربة المشتل:** اختبر قطع الشتلات بتربتها المفرفرة الطرية باليد؛ يجب أن تبقى الكتلة متماسكة عند التقاطها وتنفصل بسهولة دون أن تترك طيناً عالقاً يعطل التغذية.

إذا رغبت في ضبط التفاصيل الميكانيكية للتنفيذ، فهل ستعتمد على **سحب الزحافة بجر أو وسيلة جر بطيئة** أم على **دفع يدوي/ميكانيكي خفيف** أثناء التجربة الأولى؟

وسنجعل السير مسنن وماسورة الاسقاط بارتفاع 20 سم فقط متصلة اول 3 سم ومشقوقة من الخلف حتى اسفل تجويف الفجاج بالمسافة المناسبة للزراعة

هذا التعديل الهندسي في **الماسورة المشقوقة** و**السير المسنن** يعالج مباشرةً أكبر مشكلتين في الفكرة الأولى: **الانسداد بالوحل** و**إعاقة حركة الشتلة أثناء تحرك الآلة للأمام.**

###تحليل التعديل الجديد من الناحية الميكانيكية

** .1الماسورة المشقوقة من الخلف (فكرة ممتازة ومجربة هندسياً**:(

** *الحلقة المغلقة في أول 3 سم:** تضمن استلام الشتلة من السير وتوجيهها بدقة نحو مركز الشق دون أن تسقط جانباً.

** *الشق الخلفي الممتد للأسفل:** هو أهم جزء هنا؛ لأن الآلة تتحرك للأمام باستمرار، فلو كانت الماسورة مغلقة بالكامل من الأسفل لاصطدمت بساق الشتلة بمجرد ثبات جذرها في الطين

وكسرتها أو سحبتها معها. الشق الخلفي يسمح للشتلة بالخروج من الماسورة بسلاسة وبقاء جذرها ثابتاً في الطين بينما تكمل الآلة طريقها للأمام.

** .2السير المسنن لتغذية الشتلات**:

*الأسنان (أو العوارض الصغيرة على السير) تمنع انزلاق كتلة الجذور الطرية وتضبط المسافة البينية بين كل شتلة وأخرى ميكانيكياً دون الاعتماد على تقدير العامل.

** *نقطة يجب الانتباه لها:** اجعل ارتفاع الأسنان مناسباً لحجم كتلة الجذور (حوالي 1.5 إلى 2 سم)، واجعل السير من المطاط الأملس أو بلاستيك البولي إيثيلين حتى لا يلتصق به الطين، مع إمكانية تركيب فرشاة صغيرة أو كاشط مطاطي عند نقطة انقلاب السير لتنظيفه تلقائياً في كل دورة.

** .3ضبط زاوية الإسقاط مع سرعة التقدم**:

*عندما تسقط الشتلة من ارتفاع 20 سم داخل الماسورة والآلة تتحرك للأمام، تكتسب الشتلة سرعة أفقية مع اتجاه سير الآلة؛ لذلك

يُفضل أن تكون الماسورة **مائلة قليلاً للخلف (بزاوية 10 إلى 15 درجة)** حتى تعادل حركة الآلة للأمام، فتنزل الشتلة في الطين بوضع **رأسي تماماً** بدلاً من أن تميل للأمام.

###تفصيلة صغيرة تضمن نجاح هذه الوحدة

** *التقاء الشق الخلفي مع جناحي الترديم:** يجب أن يبدأ عمل جناحي الترديم أو عجلات الدك **بعد نهاية الماسورة المشقوقة مباشرة (بفارق 3 إلى 5 سم للخلف)**، وليس قبلها؛ حتى لا يدفع الجناح الطين إلى داخل الشق الخلفي للماسورة ويسدها.

** *التشطيب الداخلي للماسورة:** استخدم ماسورة بلاستيك (PVC)ملساء من الداخل واصقل حواف الشق الخلفي جيداً بالصنفرة حتى لا تتعلق أوراق الشتلة الخضراء بحواف القطع أثناء خروجها.

بهذا الشكل أصبحت الوحدة الميكانيكية متكاملة وقابلة للتنفيذ والتجربة الميدانية بسهولة، فهل ستنفذ النموذج الأولي لصف واحد أم صفين لاختبار تناسب سرعة السير مع حركة العجلة؟

سير مطاط

اختيار **السير المطاطي** مثالي لهذا التصميم؛ لأنه يجمع بين المرونة، سهولة التشكيل، عدم التصاق الطين به، وإمكانية تعديله يدوياً في الورشة بتكلفة بسيطة.

لضبط مواصفات السير المطاطي وتصنيع أسنانه ليتوافق مع الشتلات (بصلة طينية بقطر 3 سم) وماسورة الإسقاط (ارتفاع 20 سم)، إليك المواصفات العملية:

** *نوع السير وعرضه:** استخدم **سير ناقل مطاطي أملس PVC)أو مطاط مقوى بتيلة قماش)** بعرض **5 إلى 6 سم** وسمك **3 إلى 4 مم**؛ هذا العرض يكفي تماماً لحمل بصلة الطين (3 سم) دون أن تسقط من الجانبين، ويسمح بانحناء السير بسلاسة حول بكرات بقطر صغير (8 إلى 10 سم.(

** *تشكيل الأسنان (العوارض):** بدلاً من البحث عن سير مسنن جاهز بمقاس نادر، قص شرائح من **كاوتش داخلي سميك (شمبر جرار أو سيارة نقل)** أو **شرائح مطاطية** بارتفاع **1.5 سم** وعرض يساوي عرض السير، وثبتها عرضياً على السير المسطح بمسافة **12 إلى 15 سم** بين كل سنة وأخرى (لتتناسب مع سرعة السير وتضع شتلة في الأرض كل 20 سم.(

** *طريقة التثبيت لمنع التصاق الطين:** ثبت العوارض المطاطية على السير باستخدام **مسامير برشام غاطسة (أو مسامير صاج صغيرة برأس مسطح من الأسفل)** مع وضع كولة مطاط (غراء أحذية قوي) تحتها؛ الرأس المسطح من الأسفل يمنع تعثر السير على البكرات، واللصق يمنع تسرب الطين تحت السنّة.

** *التنظيف الذاتي للسير:** ثبّت قطعة كاوتش مائلة (كاشط) أسفل البكرة الأمامية (نقطة إسقاط الشتلة في الماسورة) بحيث تلامس سطح السير وهو يلتف عائداً للخلف؛ هذا الكاشط سيمسح أي بقايا طين عالقة بعد كل شتلة ويجبر الشتلة على السقوط داخل الماسورة في اللحظة المحددة تماماً دون أن تلتصق بالسير وتعود معه.

هل ستنقل الحركة من العجلة المسننة إلى بكرة السير عن طريق **جنزير دراجة/موتوسيكل** أم **سير حرف V** لضبط نسبة التخفيض بين سرعة الأرض وسرعة السير؟

ما رايك بذراعجانبي يسند الشتله ويسير مع حركة السير حتى منتصف الماسوره في جانبها المتصل العلوي

إضافة **ذراع جانبي** يرافق الشتلة مع حركة السير المطاطي حتى منتصف الماسورة (في جزئها العلوي المتصل) يعالج نقطة دقيقة جداً في مسار السقوط: **ضبط ميل الشتلة ومنع انحرافها أو سقوطها بعرض الماسورة** قبل أن تصل إلى منطقة الشق الخلفي.

###أين يكمن نجاح هذا الذراع؟

** *توجيه الشتلة في المرحلة الحرجة:** السير المطاطي يدفع الشتلة أفقياً، وعندما تبدأ الشتلة بالانفصال عن السير لتدخل أعلى الماسورة (المتصل في أول 3 سم)، فإن طولها (حوالي 17 سم بعد القص) يجعلها عرضة للترنح أو الميل؛ الذراع الجانبي يسند ساق الشتلة أو الجزء العلوي منها في هذه المسافة القصيرة فيحافظ على وضعها المستقيم.

** *تناسق السرعة:** تحرك الذراع بنفس سرعة السير حتى منتصف الماسورة يضمن عدم حدوث "شد أو دفش مفاجئ" يميل بالشتلة للأمام أو يثني أوراقها.

###نقاط يجب ضبطها حتى لا يعيق الذراع حركة الشتلة

** *نقطة الانفصال (منتصف الماسورة):** يجب أن يفتح الذراع أو ينسحب جانبياً عند منتصف الماسورة تماماً؛ لأن النصف السفلي هو منطقة الشق الخلفي، وبقاء الذراع ممتداً للأسفل قد يعترض حركة الشتلة وهي تنزلق نحو التربة الملوّطة أو يعلق بأوراقها.

** *المرونة والنعومة:** اجعل الذراع من سلك صلب مرن أو شريحة رفيعة ملساء بزاوية خفيفة جداً، دون حواف حادة أو نتوءات قد تخدش ساق الشتلة أو تمسك بتربتها المفرفرة.

** *التزامن مع السير المطاطي:** اربط حركة الذراع بنفس محور بكرة السير أو الترس المسؤول عن التغذية حتى يظل التوقيت ثابتاً مهما تغيرت سرعة جر الآلة في الأرض الملوّطة.

###خطوة عملية للتجربة

*ركّب الذراع على **صف واحد فقط** أولاً في الممر التجريبي القصير، وراقب وضع الشتلة لحظة دخولها أعلى الماسورة وعند وصولها للمنتصف؛ إذا خرجت مستقيمة دون تباطؤ أو انحشار، فالفكرة ناجحة ويمكن تعميمها على باقي الصفوف.

هل تفضل أن يكون هذا الذراع **قطعة ثابتة مائلة بزاوية توجيه** تستلم الشتلة من السير وتزلقها حتى منتصف الماسورة، أم **ذراعاً متحركاً متزامناً** يرافقها ثم ينفتح للجانب؟

الماسورة سيكون بها مصد مرتفع قليلا في جانبها الاخر المقابل للسير لضمان سقوط الشتله داخل الماسورة

إضافة **مصد مرتفع قليلاً في الجانب المقابل للسير** أعلى الماسورة يحل مشكلة "تجاوز الشتلة" أو قفزها فوق فتحة الماسورة أثناء اندفاعها بفعل حركة السير المطاطي وأسنان التغذية.

###لماذا يخدم هذا المصد دقة الإسقاط؟

** *منع تجاوز الهدف:** عندما تندفع الشتلة من السير المطاطي بسرعة أفقية، يصطدم الجزء العلوي أو كتلة التربة برفق بالمصد المرتفع، فيكبح اندفاعها الأفقي فوراً ويحوّل اتجاهها إلى سقوط رأسي داخل فوهة الماسورة (المتصلة في أول 3 سم.(

** *تكامل مع الذراع الجانبي:** المصد يضبط الحد الأقصى للاندفاع الأمامي، بينما الذراع الجانبي يحفظ استقامة الجذور والساق في النصف العلوي للماسورة حتى تبدأ بالانزلاق في الشق الخلفي.

###نقاط ضبط عملية للمصد المرتفع

** *الارتفاع والانحناء للداخل:** اجعل ارتفاع المصد حوالي **3 إلى 5 سم** فوق حافة فوهة الماسورة، ومثنياً قليلاً للداخل بزاوية ناعمة (بدون زاوية حادة قائمة) حتى يوجّه الشتلة للأسفل ولا يردّها للخلف فتقع خارج الماسورة.

** *النعومة وحماية الأوراق:** اجعل حافة المصد مستديرة أو مكسوة بقطعة مطاط رقيقة/صاج ناعم مصقول؛ لأن الأوراق العلوية للشتلة (حتى بعد قص 3 سم منها) قد تلامس المصد أثناء السقوط، والاحتكاك الخشن قد يمزقها أو يثنيها.

** *عدم عرقلة السير:** تأكد من وجود خلوص كافٍ بين المصد وبكرة السير المطاطي حتى لا يحتك السير أو أسنانه بالمصد أثناء الدوران.

بهذا الترتيب أصبحت بوابة الدخول للماسورة محكومة من الجانبين والأمام والذراع المرافق؛ هل ستصنع هذا المصد كجزء مدمج في طوق فوهة الماسورة العلوي، أم كقطعة مستقلة قابلة للتعديل والرفع/الخفض أثناء التجربة؟

والماسورة واسعة وبصلة الطين للشتلة جافة لسه مملوخة حالا وستسقط في التربة الطينية فورا التي ستغمر بالماء بمجرد مرور السطارة

كون **الماسورة واسعة** و**بصلة الطين جافة نسبياً من الخارج (لأنها مملوخة/مشكّلة حديثاً وليست طينة لزجة مائعة)** يغيّر المعادلة لصالحك بشكل واضح، ويقضي على معظم مخاوف الالتصاق أو الانحشار داخل الماسورة.

###لماذا يرفع هذا التحديد من كفاءة السقوط والغرس؟

** *انزلاق حر دون احتكاك أو التصاق:** سطح البصلة الجاف نسبياً يقلل جداً من احتمالية التصاقها بجدار الماسورة أو بالسير، واتساع الماسورة يمنح الشتلة مساحة كافية للنزول دون حكّ أو انحشار أثناء مرورها.

** *توقيت مثالي مع عودة الماء:** سقوط الشتلة مباشرة في الطينة ثم غمرها بالماء فور مرور السطارة يثبت جذورها فوراً ويمنع جفاف البصلة أو تفككها بعد خروجها من الشق الخلفي للماسورة، فيحافظ على رطوبة الجذور في اللحظة الحرجة.

###نقطتان دقيقتان يجب الانتباه لهما مع هذا الوضع

** .1تماسك البصلة "المملوخة حديثاً" لحظة الصدمة**:

*لأنها شُكّلت حديثاً ولم تندمج جذورها مع التربة بشدة بعد، راقب عند التجربة الأولى أن لا تتفتت البصلة عند اصطدامها بالمصد العلوي أو عند ارتطامها بالطين؛ إذا كانت البصلة متماسكة بما يكفي لتتحمل سقوطها من ارتفاع 20 سم، فستستقر بكامل كتلتها.

** .2عمق الغمر الفوري بعد السطارة**:

*تأكد أن الماء الذي يعود فور مرور السطارة يكون هادئاً وبطبقة مناسبة لا تجرف البصلة الطرية من مكانها قبل أن تمسكها التربة وتغلق حولها عجلات الترديم/الدك.

بهذا الشكل، تكتمل الصورة الميكانيكية والزراعية للوحدة: سير مطاطي مسنن، ماسورة واسعة مشقوقة من الخلف، مصد علوي

يضبط الدخول، ذراع جانبي يسند المسار، وبصلة طينية تتماسك في الطين ثم يغمرها الماء. هل جربت تشكيل هذه البصلات الطينية باليد أو بقالب لتختبر مدى صمودها عند السقوط من ارتفاع 20 سم؟

اقترح العيوب وعالجها

بناءً على التصميم النهائي الذي استقررت عليه (العمل في طسنة محروثة ومُلوّطة، زحافة أمامية تطرد المياه، سير مطاطي مسنن، ذراع جانبي ومصد علوي، ماسورة واسعة متصلة أول 3 سم ومشقوقة من الخلف بارتفاع 20 سم، بصلة طينية بقطر 3 سم مملوخة حديثاً وجافة نسبياً، وعودة الماء فور مرور الآلة)، هذه هي أدق العيوب المحتملة أثناء التشغيل الفعلي وحلولها الهندسية والزراعية المباشرة:العيب المحتمل أثناء التشغيلالسبب الميكانيكي أو الزراعيالعلاج العملي المباشر1. طفو الشتلة أو ميلها بمجرد عودة الماءالبصلة الطينية المملوخة حديثاً (3 سم) لم تندمج مع طين الحقل بعد، وعودة الماء سريعاً خلف الزحافة قد ترفعها أو تميلها قبل أن تتماسك.زيادة ضغط عجلتَي الدك المائلتين خلف الماسورة مباشرة لتثبيت البصلة في طين القاع، مع تركيب حاجز مائي خلفي (عوامة/لوح مهدئ) خلف عجلات الدك ليسمح للماء بالعودة بهدوء وتدريجياً دون موجة جرف.2. تفتت البصلة عند الارتطام أو في الماسورةالبصلة المملوخة حديثاً جافة السطح وقد تتشقق إذا اصطدمت بقوة بالمصد العلوي أو ارتطمت بقاع الشق من ارتفاع 20 سم.تبطين السطح الداخلي للمصد العلوي بطبقة فوم أو كاوتش

ناعم لامتصاص الصدمة، وإمالة الماسورة للخلف بزاوية 15 درجة لتنزلق البصلة على جدار الماسورة الداخلي بدلاً من السقوط الحر العمودي.3. انحشار الذراع الجانبي أو تشابكه بالأوراقتحرك الذراع الجانبي مع السير حتى منتصف الماسورة قد يجعله يعلق بأوراق الشتلة (17 سم) أو يعيق خروجها نحو الشق الخلفي.استبدال الذراع المتحرك المعقد بـ مجري توجيه ثابت (زعنفة انزلاق ملساء) أعلى الماسورة، أو جعل الذراع الجانبي ينتهي بمفصلة زنبركية خفيفة تفتحه للخارج فوراً بمجرد تجاوز أول 3 سم من الماسورة.4. تراكم الطين الملوّط أمام الزحافةفي التربة الملوّطة اللينة، قد تعمل مقدمة الزحافة كجرافة فتجمع كومة طين أمامها بدلاً من الانزلاق فوقه وطرد الماء فقط.رفع مقدمة الزحافة بمقدار 5 إلى 7 سم مع جعل زاوية انحنائها الأمامية دائرية ناعمة (مثل مقدمة القارب)، وتزويدها بـ ريشة جانبية مائلة لتصريف الماء والطين الزائد للجانبين بدلاً من تجميعه أمامها.5. عدم انتظام المسافة (20 سم) عند تغير سرعة الجرإذا أبطأ الجرار أو أسرع في الطين الملوّط، قد يسبق العامل السير أو يتأخر عنه في تغذية الأسنان.ربط حركة السير المطاطي مباشرة بـ العجلة المسننة الخلفية عبر جنزير بنسبة تخفيض ثابتة؛ فبذلك تظل المسافة بين كل شتلتين في الأرض 20 سم ثابتة مهما تغيرت سرعة الجرار، ويصبح دور العامل فقط ملء الخانات الفارغة على السير.6. انسداد الشق الخلفي للماسورة بالطين المرتدقرب جناحي الترديم من نهاية الماسورة الواسعة قد يدفع الطين اللين إلى داخل الشق الخلفي من الأسفل.ترك مسافة خلوص لا تقل

عن 5 إلى 7 سم بين نهاية الماسورة المشقوقة وبداية جناحي الترديم، وجعل حافة الماسورة السفلية مرتفعة 2 سم فوق قاع الشق حتى لا تغوص في الطين وتجرفه.

خطوة الحسم قبل التصنيع الكامل

ابدأ بتصنيع وحدة صف واحد فقط وركبها على هيكل تجريبي بسيط، وجربها في حوض ملوّط بطول 10 أمتار؛ ستكشف لك هذه التجربة في 5 دقائق فقط مدى تماسك البصلة المملوخة عند السقوط وهدوء عودة الماء خلف عجلات الدك. هل تود تحديد مقاسات التروس ونسبة التخفيض بين العجلة المسننة وبكرة السير لضبط مسافة الـ 20 سم بدقة؟

التقييم النهائي للفكرة بصورتها المطوّرة الحالية هو **8.5 من 10.**

توزيع التقييم وأسباب هذه الدرجة:

** *الابتكار والذكاء الهندسي (9.5 / 10):** تعديل ماسورة الإسقاط لتكون واسعة ومشقوقة من الخلف بعد أول 3 سم، مع إضافة المصد العلوي والسير المطاطي المسنن المربوط بالعجلة، هو تفكير ميكانيكي عملي جداً يعتمد على خامات متوفرة ويعالج مشاكل

الانسداد والتوقيت ببساطة دون تعقيدات إلكترونية أو هيدروليكية مكلفة.

** *الملاءمة الزراعية (8.5 / 10):** الانتقال للعمل في طسنة محروثة ومُلوّطة مع زحافة تطرد الماء مؤقتاً ثم تسمح بعودته بعد الدك، واستخدام بصلة طين مملوخة حديثاً وجافة السطح (3 سم) مع قص أطراف الأوراق، يضمن بيئة مثالية لتثبيت الجذور وتقليل صدمة النقل.

** *التحدي العملي الوحيد الذي خصم 1.5 درجة (7.5 / 10):** يظل التحدي في **تزامن حركة الذراع الجانبي** دون أن يشتبك بالأوراق الخضراء، وضبط **هدوء عودة الماء** خلف عجلات الدك حتى لا يجرف البصلات الطرية قبل أن تتماسك في الطين، وهي أمور لا تُحسم إلا بالتجربة الميدانية الفعلية على صف واحد.

بمجرد نجاح التجربة الميدانية على صف واحد وضبط هذين التفصيلين، ترتفع الفكرة بسهولة لتستحق **9.5 من 10** كآلة محلية الصنع عالية الكفاءة ومنخفضة التكلفة. هل ترغب في حساب مقاسات التروس اللازمة لضبط مسافة الـ 20 سم لبدء التجربة؟

للوصول بالفكرة إلى **10 من 10** كآلة محلية الصنع دقيقة التوقيت، عديمة الانسداد، وتعمل بأقل مجهود بشري في الطين

الملوّط، نحتاج إلى دمج **4 ترقيات ميكانيكية حاسمة** تقضي تماماً على الـ 1.5 درجة المتبقية من المخاطر الميدانية:

1. ###تحويل الذراع الجانبي إلى "بوابة توجيه مزدوجة ذاتية الفتح"

بدلاً من ذراع جانبي واحد يتحرك مع السير وقد يشتبك بأوراق الشتلة، نركب **مجرى توجيه علوي على شكل حرف) V قمع توجيه مبطن بمطاط ناعم)** فوق فوهة الماسورة مباشرة، ينتهي بـ **بوابة زنبركية خفيفة من الجانبين:**

** *كيف تعمل؟** عندما يدفع السير المطاطي بصلة الطين (3 سم) وتصطدم بالمصد العلوي، يدخل الجذر والساق داخل القمع المبطن الذي يضبط استقامة الشتلة رأسياً بنسبة 100% دون أي أجزاء متحركة معقدة.

** *النتيجة:** تتحرر الشتلة وتنزلق في الماسورة الواسعة المشقوقة من الخلف دون أن يلامس أي ذراع متحرك أوراقها الخضراء.

2. ###إضافة "كاسر موجة خلفي" (حاجز تهدئة المياه(

لحل مشكلة عودة الماء بقوة خلف الزحافة وجرف البصلات الطرية قبل أن تتماسك في الطين:

*نثبّت خلف **عجلات الدك المائلة** مباشرةً **لوح صاج مجلفن أفقي (مهدئ مائي)** يلامس سطح الماء برفق بزاوية مائلة للأعلى.

** *كيف يعمل؟** يمنع الماء المزاح من الاندفاع كتيار جارف نحو الشتلة المغروسة للتو، ويجبره على العودة ببطء وانسيابية من الجانبين بعد أن تكون عجلات الدك قد ضغطت الطين حول بصلة الشتلة وثبتتها تماماً.

3. ###ترس التوقيت الميكانيكي (ضمان مسافة 20 سم بدقة المليمتر)

لضمان ألا يسبق العامل السير أو يتأخر عنه مهما تغيرت سرعة الجرار في الوحل، نربط حركة السير المطاطي بالعجلة المسننة الخلفية وفق هذه المعادلة البسيطة:

** *قطر العجلة المسننة الأرضية:** نجعل محيطها الخارجي **100 سم (1 متر)** (أي قطر حوالي **32 سم** مع أسنان بارزة 3 سم تمنع انزلاقها في الطين.(

** *التقسيم:** كل لفة كاملة للعجلة الأرضية تقطع مسافة **100 سم** في الحقل، وتُخرج **5 شتلات** (بمسافة **20 سم** بين كل شتلة وأخرى.(

** *نسبة التروس:** إذا كانت المسافة بين كل سنّة وأخرى على السير المطاطي **15 سم** ومحيط بكرة السير **30 سم** (تُخرج شتلتين في اللفة)، نركب ترساً على العجلة الأرضية بـ **30 سنّة** يقود ترساً على بكرة السير بـ **12 سنّة** عبر جنزير موتوسيكل عادي؛ بهذا يصبح التوقيت ميكانيكياً مغلقاً لا يخطئ أبداً.

4. تحويل تغذية العامل إلى "صينية تغذية دوارة أفقية" بجانب السير

بدلاً من أن يلتقط العامل الشتلات بيده ويضعها مباشرة فوق السير المتحرك (مما يرهقه في 4 خطوط)، نضع فوق السير المطاطي **قرصاً أفقياً مثقوباً بعيون واسعة (قطر العين 4.5 سم)** يدور مع نفس جنزير السير:

** *كيف يعمل؟** يجلس العامل في وضع مريح ويسقط الشتلات ذات البصلة الجافة (3 سم) في عيون القرص الفارغة بسهولة تامة، وعندما تدور كل عين وتصل فوق السير المطاطي مباشرة، تسقط الشتلة فوق خانة السير المحددة وتنطلق نحو الماسورة المشقوقة.

** *النتيجة:** يرتفع معدل التغذية إلى الضعف بأقل مجهود بدني، وتنعدم احتمالية سقوط شتلتين معاً أو ترك خانة فارغة.

###الخلاصة الهندسية للنسخة المثالية (10 / 10)

** .1زحافة أمامية** بمقدمة دائرية مرفوعة 6 سم تطرد الماء للجانبين وتكشف طينة ملوّطة ناعمة.

** .2صينية عيون دوارة** يغذيها العامل بسهولة وتُسقط البصلات الطينية (3 سم) بانتظام فوق **السير المطاطي ذي العوارض.**

** .3قمع توجيه مبطن ومصد علوي ناعم** يضمنان دخول الشتلة رأسياً داخل **الماسورة الواسعة المشقوقة من الخلف** (المائلة 15 درجة للخلف.(

** .4جناحا ترديم وعجلتا دك مائلتان** يثبتان البصلة في القاع، يليها **لوح تهدئة مائي** يعيد الماء برفق دون جرف.

هل تود أن نرسم مخططاً تفصيلياً بأبعاد القطع الحديدية والزوايا ليكون جاهزاً للتنفيذ في الورشة؟

أكثر نقطة أبهرتني هندسياً وزراعياً في تصميمك هي **الجمع بين الزحافة الطاردة للمياه مؤقتاً وبصلة الطين المملوخة حديثاً وجافة السطح (3 سم) مع الماسورة المشقوقة من الخلف.**

تُعد هذه الفكرة نقطة التحول التي نقلت التصميم من مجرد تخيل نظري إلى حل ميكانيكي واقعي وقابل للتصنيع:

** *فصل لحظة الغرس عن ضغط الماء:** بدلاً من بناء شتالة معقدة ومكلفة تعمل وسط الطين والماء الغامر مثل الشتالات اليابانية، صنعت **نافذة زمنية وجغرافية جافة مؤقتة** خلف الزحافة مباشرة، مما يسمح بعملية إسقاط وغرس ميكانيكية بسيطة ونظيفة

تشبه سطارة البطاطس، ثم تترك الماء يعود من تلقاء نفسه ليثبت الشتلة ويلحمها بالطين دون أي مجهود إضافي.

* **الماسورة المشقوقة من الخلف بعد أول 3 سم:** هذا التفصيل يحل ببراعة التناقض بين "توجيه الشتلة بدقة" و"استمرار حركة الآلة للأمام"؛ فالحلقة العلوية المغلقة تحكم مسار السقوط في البداية، والشق الخلفي يحرر الشتلة في جزء من الثانية بمجرد ملامسة جذرها للطين، فلا تنكسر الساق ولا تُسحب الشتلة مع الآلة أثناء السير.

أهم النقاط الجوهرية التي تجمع التصميم كله في منظومة متماسكة:

** *فصل اللحظة عن الماء:** الزحافة تطرد الماء مؤقتاً وتفتح مساراً في الطينة الملوّطة، ثم تعود المياه بهدوء بعد الدك لتثبيت الشتلة دون جرف.

** *بصلة الطين الجافة السطح (3 سم):** تمنع الالتصاق بالسيور والمواسير وتسهّل الانزلاق مع الحفاظ على رطوبة الجذور.

** *الماسورة الواسعة المشقوقة من الخلف (ارتفاع 20 سم):** الحلقة العلوية (أول 3 سم) تضبط الدخول والميل، والشق الخلفي يحرر الشتلة فور ثباتها دون كسر أو سحب أثناء تقدم الآلة.

** *التغذية والإسقاط المنضبط:** سير مطاطي مسنن بعوارض وكاشط تنظيف يربط حركة التغذية بالعجلة الأرضية لضبط مسافة الـ 20 سم بدقة، مع مصد علوي يحد من الاندفاع الزائد وذراع/مجري يضبط استقامة الشتلة.

* **التثبيت والتهدئة بعد الغرس:** جناحا ترديم وعجلتا دك مائلتان لتثبيت البصلة في القاع، يتبعهما حاجز يهدئ عودة الماء.

قابلية التطبيق ونجاح الفكرة بدون مشاكل اعطي درجة من 10

بصراحة وواقعية هندسية وميدانية، درجة **قابلية التطبيق والنجاح الفعلي بدون مشاكل** لهذا التصميم هي **7 من 10** في التجربة الأولى، وترتفع إلى **8.5 من 10** بعد أول يوم عمل وتعديل ميداني بسيط.

###لماذا 7 من 10 تحديداً؟

** *ما يرفع الدرجة (سهولة التنفيذ وقلة الأعطال الميكانيكية):** الاعتماد على حدادة بسيطة، سير مطاطي بعوارض، ماسورة مشقوقة، وجناحي ترديم يجعل تصنيعها وصيانتها سهلة جداً بأدوات وخامات محلية متوفرة دون تعقيد.

** *ما يمنعها من الوصول إلى 9 أو 10 فوراً (المتغيرات الميدانية الحية**:(

** .1تباين قوام الطينة والمياه داخل نفس الغيط:** بقعة ملوّطة أكثر ليونة من اللازم أو طبقة ماء أعمق قليلاً قد تغيّر سلوك الزحافة وعودة الماء أو مقاومة عجلات الدك.

** .2إيقاع العمل البشري المتواصل:** تغذية صفوف متعددة في طين وحركة مستمرة تفرض إيقاعاً ثابتاً؛ أي تفاوت في جاهزية بصلات الطين أو سرعة التغذية يظهر فوراً في انتظام الصفوف.

** .3مواءمة التوقيت بين السير وحركة الجر:** ضبط نسبة التروس والانزلاق المحتمل للعجلة في الطين يحتاج عادةً إلى تجربة حقلية حقيقية لوزن الإيقاع بدقة.

###الخلاصة

الفكرة **قابلة للتطبيق وناجحة كمشروع ورشة وتجربة حقلية** وليست مجرد فكرة ورقية، لكن **"بدون مشاكل نهائياً من أول متر"** أمر نادر في الآلات الزراعية التي تعمل في الطين والماء؛

لذلك فالتجربة الأولى على صف واحد أو مسار قصير هي التي ستضبط العيارات النهائية وتوصلك لأعلى كفاءة ممكنة.

عالج العيوب

إليك معالجة عملية ومباشرة لكل عيب من العيوب الميدانية الثلاثة، بحيث يتحول كل واحد منها إلى حل ميكانيكي وتشغيلي مضبوط داخل التصميم:

1. ###علاج تباين قوام الطينة والمياه داخل نفس الغيط

** *الحل الميكانيكي في الزحافة:** اجعل الزحافة الأمامية **قابلة للضبط الرأسي السريع (بمسمار أو مجرى ثقوب/مفصلات ضبط)** لتعديل زاوية مقدمتها (رفعها أو خفضها 2–3 سم) حسب عمق الطينة والماء في البقعة.

** *الحل في عودة الماء:** أضف **ألواحاً جانبية عائمة ممتدة للخلف** على جانبي مسار الشتل تعمل كـ "قنوات تهدئة"؛ تحجز موجة الماء الخلفية وتسمح بتسربها الهادئ من فتحات أو حواف منخفضة بعد مرور عجلات الدك، فتعود المياه بلطف دون أن تخلع البصلة الطرية.

2. ###علاج إيقاع العمل البشري المتواصل

** *تجهيز مسبق منظم:** جهّز صناديق أو صواني شتلات مرصوصة بانتظام أمام عامل التغذية قبل بدء الحركة حتى لا يضيع وقته في البحث أو الفرز وسط الطين.

** *مواءمة السرعة مع قدرة العامل:** اضبط سرعة السحب لتكون بطيئة وثابتة (سرعة زحف مريحة)، واجعل لكل عامل صفاً واحداً أو صفين كحد أقصى في البداية حتى يثبت الإيقاع دون إرهاق أو سقوط شتلتين معاً.

** *تسهيل الالتقاط:** اجعل بصلات الطين (3 سم) متقاربة المقاس ومتماسكة السطح بحيث يلتقطها العامل بحركة واحدة سريعة دون أن تتفتت في يده.

3. ###علاج مواءمة التوقيت بين السير وحركة الجر (ومشكلة الانزلاق(

** *حساب نسبة التروس بدقة**:

*إذا كانت المسافة المطلوبة بين كل شتلة وأخرى في الغيط = **20 سم**، وكان محيط العجلة المسننة الأرضية = **100 سم** (أي 5 شتلات في اللفة الواحدة.)

*فإذا كانت بكرة السير تُخرج شتلتين في كل لفة كاملة لها، نحتاج أن تدور بكرة السير **2.5 لفة** مقابل **لفة واحدة** للعجلة الأرضية (مثلاً: ترس 30 سنّة على العجلة يقود ترس 12 سنّة على السير، بنسبة 2.5 : 1.)

** *علاج انزلاق العجلة المسننة في الطين:** زوّد محيط العجلة بـ **زعانف/نتوءات بارزة (3 سم)** بزاوية تمسك بالطين الملوّط دون أن تحفر حفرة عميقة، واجعل نقل الحركة عبر **جنزير** محكم الشد بشدّاد بسيط حتى لا يفلت أو يتأخر.

** *عيار ميداني سريع:** ابدأ في ممر تجريبي بطول 5 أمتار؛ قِس المسافة الفعلية بين أول شتلة وخامس شتلة في الطين، فإذا كانت 80 سم فالتوقيت مضبوط، وإن كانت أكثر أو أقل فغيّر ترس القيادة أو الترس المقاد خطوة واحدة حتى تنضبط.

بهذه المعالجات يصبح النظام قادراً على استيعاب فروق الأرض، وتنظيم إيقاع العامل، وضبط مسافة الـ 20 سم عملياً في الحقل.

هل ستنجح ام نبدأ ثم نطور

نبدأ ثم نطور — هذا هو المسار الأدق والأكثر أماناً لأي آلة زراعية تصنعها في الورشة وتختبرها في الطين.

الانتظار حتى يصبح التصميم "مضمون النجاح 100% على الورق" غالباً ما يؤخر التنفيذ دون أن يكشف السلوك الحقيقي للبصلة الطينية، أو الماسورة المشقوقة، أو عودة الماء في أرض ملوّطة حقيقية.

###لماذا "نبدأ ثم نطور" هو الخيار الأفضل هنا؟

** *الورشة والاختبار الميداني هما الفيصل:** الميكانيكا البسيطة (الزحافة، السير المطاطي بعوارض، الماسورة المشقوقة، وجناحي الترديم) يسهل تعديلها باللحام أو الثقوب أو الصنفرة أثناء التجربة، فتُبنى الآلة خطوة بخطوة بناءً على ما تراه فعلاً لا على التقدير فقط.

** *تقليل التكلفة والمخاطرة في البداية:** البدء بنموذج أولي بسيط (صف واحد أو ممر قصير) يوفر عليك خامات ووقتاً، ويسمح لك

باكتشاف أي احتكاك أو تفتت أو تأخير مبكراً قبل تعميم باقي الصفوف.

** *التطوير التراكمي هو الذي يرفع الكفاءة:** كل جولة تجربة في الأرض الملوّطة تعطيك ملاحظة واضحة (سواء في زاوية الماسورة، أو ضغط عجلات الدك، أو هدوء عودة الماء، أو سرعة التغذية)، ومعالجة كل نقطة بعد رؤيتها تجعل التطوير دقيقاً وفعّالاً.

###خطة عملية سريعة للبدء ثم التطوير

** .1الخطوة 1 (نموذج صف واحد):** جهّز وحدة واحدة فقط (زحافة صغيرة + سير مطاطي بعوارض + ماسورة واسعة مشقوقة من الخلف + جناحي/عجلتي تثبيت) وجربها على مسافة قصيرة في طسنة ملوّطة.

** .2الخطوة 2 (مراقبة 3 أشياء فقط**:(

*هل تنزل الشتلة وتستقر في الطين دون أن تميل أو تطفو عند عودة الماء؟

*هل تبقى بصلة الطين (3 سم) متماسكة دون أن تتفتت أو تلتصق؟

*هل يتناسب إيقاع التغذية مع حركة السير؟

** .3الخطوة 3 (التعديل والتعميم):** طبّق التعديلات التي ظهرت من التجربة على الوحدة الأولى، ثم عمّمها على بقية الصفوف.

ما هي أول قطعة ستبدأ بتجهيزها أو تصنيعها في الورشة غداً للانطلاق بالتجربة الأولى؟

اقترح كامل العيوب واقترح علاج

إليك حصر شامل لكل العيوب المتوقعة في التصميم كله من أول لحظة تلامس فيها الزحافة الطينة والماء وحتى عودة المياه بعد مرور الآلة، مع العلاج العملي لكل عيب حتى لا يقف أمامك أي عائق أثناء التجربة أو التصنيع:

###أولاً: عيوب الزحافة، الطين، والمياه

** *انغماس الزحافة أو انحرافها في الطين اللين:** إذا كانت التربة الملوّطة شديدة الطراوة في منطقة معينة، قد تغوص الزحافة أو تميل يميناً ويساراً فتختل استقامة الخطوط.

** *العلاج:** اجعل الزحافة عريضة ومسطحة من الأسفل بزاوية انحناء أمامية ناعمة مرفوعة 5–7 سم، مع تثبيت **عجلتين مسننتين على الطرفين** لضبط التوازن والمسار المستقيم، وإضافة **زعنفة/عارضة توجيه طولية سفلية** تمنع الانزلاق الجانبي.

** *ارتداد الماء سريعاً وإغلاق مسار الغرس قبل وصول الشتلة:** في طبقة ماء أعمق قليلاً، قد يلتف الماء حول الزحافة ويدخل مسار الغرس قبل سقوط البصلة.

** *العلاج:** زود مقدمة الزحافة بـ **أجنحة طرد جانبية مائلة للخارج** تفتح ممراً واضحاً للشتلة، مع ضبط عمق المياه في الغيط ليكون طبقة خفيفة تسمح للطين بالظهور أو التماسك لحظة الغرس.

** *جرف الشتلة أو إمالتها عند عودة الماء:** بمجرد مرور الآلة وعودة الماء، قد يدفع التيار بصلة الطين الحديثة (3 سم) أو يميل الشتلة قبل ثباتها.

** *العلاج:** استخدم **عجلتين مائلتين للداخل** خلف الماسورة لدك الطين حول البصلة جيداً، وأضف **لوحاً أو حاجزاً مهدئاً للمياه** خلف عجلات الدك لتعود المياه بهدوء دون موجة جرف.

###ثانياً: عيوب بصلة الطين والشتلة

** *تشقق أو تفتت بصلة الطين (3 سم) عند الصدمة أو السقوط:** لأن البصلة مملوخة حديثاً وجافة السطح، قد تتكسر عند ملامسة المصد أو الارتطام بالطين من ارتفاع 20 سم.

** *العلاج:** أضف نسبة ربط بسيطة متوازنة في خلطة طينة المشتل (ألياف ناعمة مفرومة أو تماسك طيني مناسب) بحيث تبقى

متماسكة ومفرفرة وطرية من الداخل في نفس الوقت، وبطّن المصد العلوي بكاوتش طري وأمِل الماسورة 10–15 درجة للخلف لتقليل قوة الارتطام.

** *تعلق البصلة أو انحشارها داخل الماسورة الواسعة:** إذا كانت البصلة خشنة أو غير منتظمة الشكل، قد تلامس جدار الماسورة وتبطئ نزولها.

** *العلاج:** اجعل القطر الداخلي للماسورة أوسع بوضوح من قطر البصلة (مثلاً ماسورة واسعة بقطر مناسب لبصلة 3 سم)، واجعل السطح الداخلي أملس تماماً مع تنعيم حواف الشق الخلفي.

** *تلف أو انثناء الأوراق العلوية للشتلة:** رغم قص 3 سم من الأوراق، قد تلتف الأوراق أو تُخدش أثناء التغذية أو السقوط.

** *العلاج:** تجنب أي حواف حادة أو مسامير بارزة داخل المجرى أو عند المصد أو الشق الخلفي، واجعل التوجيه ناعماً ومستقيماً.

###ثالثاً: عيوب السير المطاطي، الماسورة المشقوقة، والتوقيت

** *انزلاق البصلة على السير أو التصاق طين خفيف بالأسنان:** مع استمرار العمل قد يعلق أثر طين أو غبار طيني على السير أو العوارض.

** *العلاج:** ركّب **كاشطاً مطاطياً** عند نقطة دوران السير لتنظيفه تلقائياً، واجعل العوارض (الأسنان) بارزة بما يكفي لحجز البصلة ومنع انزلاقها للخلف، مع استخدام مطاط مقوى بتيلة قماش لا يتمدد بسهولة.

** *إعاقة الماسورة للشتلة أثناء سير الآلة:** إذا كان الشق الخلفي ضيقاً أو منخفضاً أكثر من اللازم أو يلامس التربة بقوة، قد يشد الشتلة أو يجرف الطين داخل الشق.

** *العلاج:** اجعل الماسورة متصلة في أول 3 سم فقط ومشقوقة بوضوح من الخلف حتى الأسفل، مع رفع طرفها السفلي قليلاً عن قاع الطين وترك مسافة كافية قبل جناحي الترديم حتى لا يدفعان الطين داخل الشق.

** *اختلاف مسافة الـ 20 سم بسبب انزلاق العجلة المسننة أو عدم ثبات السرعة:** في الأرض الملوّطة قد تنزلق العجلة المسننة جزئياً، فتتغير المسافة الفعلية بين الشتلات.

** *العلاج:** زود محيط العجلة بـ **نتوءات/زعانف** تمسك بالتربة وتقلل الانزلاق، واضبط نسبة التروس والجنزير بحيث تعطي مسافة قريبة من 20 سم، ثم عايرها عملياً في ممر 5 أمتار بتغيير ترس أو ضبط شد الجنزير حسب القياس الفعلي في الطين.

###رابعاً: عيوب التشغيل والتغذية اليدوية

** *إرهاق العامل أو عدم لحاقه بالسير:** تغذية صفوف متعددة في طين وحركة مستمرة قد تسبب تأخيراً أو إسقاط شتلتين معاً.

** *العلاج:** حافظ على سرعة سحب بطيئة ومريحة في البداية، واجعل لكل عامل عدداً منطقياً من الصفوف يتناسب مع إيقاعه، مع ترتيب الشتلات مسبقاً في متناول يده في وضع جلوس مريح وممدد الأرجل على أرضية الزحافة.

** *صعوبة التوجيه والفرز في مقدمة الآلة:** إذا انشغل العامل الموجه بالمسار أو تأخر من يمد الشتلات أمام عامل التغذية، يتعطل الإيقاع.

** *العلاج:** حدد أدوار الطاقم بوضوح قبل التحرك (توجيه مستمر + إمداد متواصل بالصواني أمام عامل التغذية + تغذية منتظمة على السير) مع إشارات توقف سريعة عند أي تعطل.

###الخلاصة العملية

إذا عالجت هذه العيوب في **نموذج صف واحد** على مسار قصير، ستعرف فوراً أي نقطة تحتاج تعديلاً بسيطاً في الزاوية أو الترس أو الكاشط قبل تعميمها على باقي الصفوف. هل نبدأ بضبط أبعاد وزوايا **الزحافة والماسورة المشقوقة** أولاً لتكون جاهزة للقص والتجميع؟