وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

دستنامه فنی :

شناخت و کاربری ماشین‌های خاک‌ورزی نواری

روح‌اله یوسفی

AERI

آدرس: کرج، بلوار شهید فهمیده، صندوق پستی: ۸۴۵ -۳۱۵۸۵، مؤسسه تحقیقات فنی ومهندسی کشاورزی
تلفن: ۳۲۷۰۵۳۲۰، ۳۲۷۰۵۲۴۲ و ۳۶۱۵۰۰۰۰(۰۲۶)
دورنگار: ۳۲۷۰۶۲۷۷ (۰۲۶)، آدرس دسترسی: www.aeri.ir(بخش انتشارات الکترونیکی)

سال انتشار: ۱۴۰۱

بسم الله الرحمن الرحیم

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

دستنامهٔ فنی:

شناخت و کاربری ماشین‌های خاک‌ورزی نواری

تهیه و تدوین:
روح‌اله یوسفی

عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات برنج کشور

سال انتشار:
۱۴۰۱

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

نوع نوشتار: دستنامهٔ فنی
عنوان نوشتار: شناخت و کاربری ماشین‌های خاک‌ورزی نواری
نگارنده: روح‌اله یوسفی
ویراستار ادبی: محمدرضا داهی
صفحه‌آرا: سمیه وطن دوست
ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
شمارگان: محدود
نوبت چاپ: اول
سال انتشار: ۱۴۰۱

مسئولیت صحت مطالب با نگارنده است.

شماره ثبت ٦١٥٣٩ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به تاریخ ١٤٠١/٠٢/٢٤

مخاطبان نشریه:

کشاورزان، کارشناسان و مروجان مسئول پهنه‌های تولیدی

اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این نشریه با:

- انواع ماشین‌های خاک‌ورزی نواری
- تنظیمات ماشین‌های خاک‌ورزی نواری
- رفع عیب ماشین‌های خاک‌ورزی نواری

آشنا خواهید شد.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

مقدمه ۱
معرفی ماشین‌های خاک‌ورزی نواری ۲
انواع ماشین‌های خاک‌ورزی نواری ۶
الف) خاک‌ورزنواری غیرفعال ۷
ب) خاک‌ورزنواری فعال ۷
ماشین‌های خاک‌ورزنواری غیرفعال ۱۰
ساختمان خاک‌ورزنواری غیرفعال ۱۲
گروه ۱. ابزار برش بقایا و خاک ۱۳
انواع ابزار برش بقایا و خاک ۱۴
گروه ۲. ابزار مخلوط کننده بقایا با خاک ۱۸
انواع ابزار مخلوط کننده بقایا با خاک: ۱۹
گروه ۳. ابزار شل کننده لایه‌های زیرین خاک ۲۲
گروه ۴. ابزار خردکننده کلوخ‌ها و ایجاد نوار ۲۶
انواع ابزار برش بقایا و خاک ۲۷
گروه ۵. ابزار خردکننده نهایی کلوخ‌ها و تثبیت خاک ۲۹
آماده کردن خاک‌ورزنواری غیرفعال ۳۰
بازدید، تعمیر یا تعویض قطعات معیوب و فرسوده ماشین و تراکتور ۳۰
اتصال خاک‌ورزنواری غیرفعال به تراکتور ۳۱
تراز ماشین‌های خاک‌ورزنواری غیرفعال سوار شونده ۴۰
تنظیمات خاک‌ورزنواری غیرفعال ۴۵
تنظیم ابزار برش بقایا و خاک ۴۵
تنظیم ابزار مخلوط کننده بقایا با خاک (ردیف ساز) ۵۰
تنظیم ابزار شل کننده لایه‌های زیرین خاک (ساق زیرشکن) ۵۱
تنظیم ابزار برش بقایا و خاک (پوشاننده‌های بشقابی) ۵۱
تنظیمات ابزار خردکننده نهایی کلوخ‌ها و تثبیت خاک (غلتک خاک کوب) ۵۲

رفع عیب ماشین‌های خاک‌ورزی نواری غیرفعال ۵۶
ماشین‌های خاک‌ورزنواری فعال ۵۸
ساختمان خاک‌ورزنواری فعال ۶۱
۱. ابزار شل کننده لایه‌های زیرین خاک ۶۱
۲. ابزار مخلوط‌کن و به هم زن خاک و بقایای گیاهی ۶۲
اجزای تشکیل‌دهنده گاوآهن دوّار (روتیواتور) ۶۳
۳. ابزار خردکننده نهایی کلوخ‌ها و تثبیت خاک ۶۸
اتصال خاک‌ورز نواری فعال به تراکتور ۷۰
خاک‌ورز نواری فعال کششی ۷۱
خاک‌ورز نواری فعال سوار شونده ۷۱
رفع عیب ماشین‌های خاک‌ورزی نواری فعال ۷۲
منابع ۷۴

مقدمه

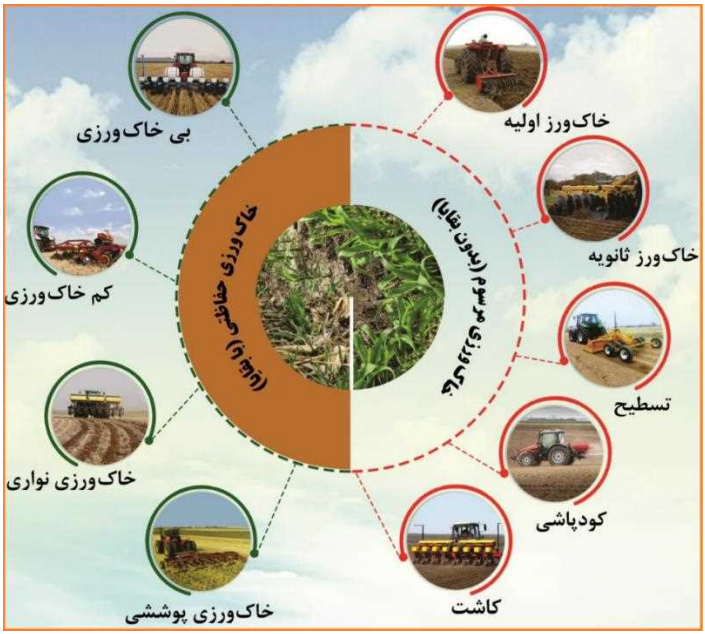
خاک‌ورزی حفاظتی روشی از خاک‌ورزی است که در آن به‌هم‌خوردگی خاک به کمترین حد می‌رسد و بعد از کاشت بذر نیز حداقل ۳۰ درصد از سطح خاک با بقایای گیاهی محصول پیشین پوشیده بماند؛ در خاک‌ورزی حفاظتی، وزن یا مقدار بقایا در مزرعه ملاک نیست، بلکه حفظ بقایای گیاهی در مزرعه و میزان پوشش سطح خاک معیار هست؛ به عبارت دیگر، در خاک‌ورزی حفاظتی علاوه بر مقدار بقایای گیاهی، نحوهٔ توزیع آن در سطح مزرعه نیز اهمیت ویژه‌ای دارد (افضلی نیا، ۱۳۹۵).

در خاک‌ورزی حفاظتی، حداقل عملیات روی خاک برای تولید محصول انجام می‌شود. در مقایسه با خاک‌ورزی سنتی، در این روش با کاهش عملیات خاک‌ورزی، کلش یا بقایای گیاهی به‌طور کامل با خاک مخلوط نمی‌شود و بخش عمده یا همهٔ آن روی سطح خاک باقی می‌ماند. خاک‌ورزی حفاظتی سامانه‌ای است که در آن تعداد ترددهای تراکتور و ماشین در مزرعه به‌منظور آماده‌سازی زمین کاهش و بقایای سطحی به‌منظور حفاظت از خاک و جلوگیری از تبخیر رطوبت آن افزایش می‌یابد (علیمردانی، ۱۳۸۹). سامانهٔ خاک‌ورزی حفاظتی می‌تواند جانشین مناسبی برای خاک‌ورزی مرسوم باشد. هدف از خاک‌ورزی حفاظتی تولید سودآور محصولات است، به این هدف وقتی می‌رسیم که کمترین فرسایش خاک را بر اثر باد و آب داشته باشیم (طباطبائی فر و همکاران، ۱۳۸۷).

یکی از مرسوم‌ترین سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی، خاک‌ورزی نواری است؛ در این روش، نوارهای باریک به‌عنوان جایگاهی برای کاشت محصول شخم زده می‌شود درحالی‌که بین نوارها، بقایای گیاهی از کشت پیشین دست‌نخورده باقی می‌ماند. به‌عبارت‌دیگر خاک‌ورزی نواری نوعی خاک‌ورزی کامل هست که در آن جهت نوارهای شخم موازی موقعیت ردیف‌ها است (علیمردانی، ۱۳۸۹).

معرفی ماشین‌های خاک‌ورزی نواری

سامانه‌های خاک‌ورزی[1] را به‌واسطهٔ هدف‌های کلی از جمله صرفه‌جویی مصرف در انرژی، مدیریت مصرف آب، حفظ خاک، کاهش فشردگی و بهبود تولید به دو گروه خاک‌ورزی حفاظتی و خاک‌ورزی مرسوم تقسیم‌بندی کرده‌اند (شکل ۱).



شکل ۱- سامانه‌های خاک‌ورزی

خاک‌ورزی در گروه اول در داخل بقایای گیاهی موجود در سطح خاک اجرا می‌شود (ذاکری و کاظمی، ۱۳۸۵) (شکل ۲).

[1] -Tillage systems

شکل ۲- کاشت مستقیم در داخل بقایای گیاهی (بی‌خاک‌ورزی)

در خاک‌ورزی حفاظتی[2]، خاک برگردانده نمی‌شود و بعد از کاشت بذر، پوشش حداقل ۳۰ درصد از سطح خاک حفظ می‌شود. در کل، سطح و عمق خاکِ به‌هم‌خورده نسبت به خاک‌ورزی مرسوم کمتر است (الماسی و همکاران، ۱۳۸۹) (شکل ۳).

شکل ۳- ۳۰ تا ٤٠ درصد بقایا روی خاک

[2] - Conservation tillage

گروه دوم شامل روش‌هایی از خاک‌ورزی است که در آن پیش از خاک‌ورزی، بقایای گیاهی از زمین حذف یا سوزانده می‌شود. در غیاب پوشش گیاهی، از سامانه خاک‌ورزی رایج یا متداول و با یا بدون استفاده از گاوآهن‌های برگردان دار استفاده می‌شود (ذاکری و کاظمی، ۱۳۸۵).

یکی از روش‌های رایج خاک‌ورزی حفاظتی، خاک‌ورزی نواری[3] است. در این روش، شخم در نوارهایی باریک از زمین به‌عنوان جایگاهی برای کاشت محصول زده می‌شود. در بین نوارها، بقایای گیاهی از کشت پیشین دست‌نخورده باقی می‌ماند (شکل ۴).

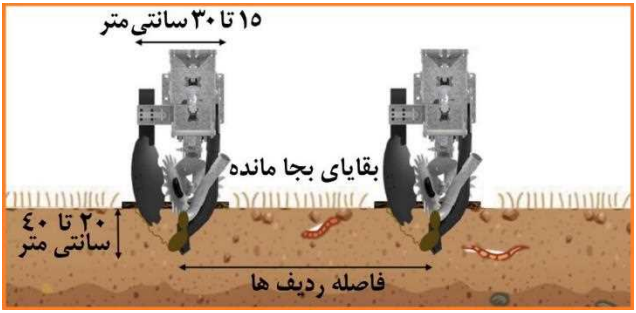
شکل ٤- اجرای عملیات خاک‌ورزی نواری

ماشین‌های خاک‌ورزی نواری کل سطح مزرعه را شخم نمی‌زنند بلکه قسمت‌هایی از خاک به‌صورت نواری و موازی باهم خاک‌ورزی می‌شوند. در خاک‌ورزی نواری از ماشین‌هایی استفاده می‌شود که به‌طور مناسب و بر اساس

[3] - Strip tillage

ردیف و فاصلهٔ کاشت تجهیز شده‌اند. درواقع وسایل خاک‌ورزی نواری باید دقیقاً با اندازه‌های کارنده هماهنگ باشند (علیمردانی، ۱۳۸۹).

به‌طورکلی در این روش حدود ۲۵ درصد سطح خاک با شخم جابه‌جا می‌شود. هدف از خاک‌ورزی نواری ایجاد بستر مناسب برای بذر درروی ردیف کاشت و دست‌کاری‌نکردن خاک و حفظ بقایای گیاهی در بین ردیف‌های کاشت است. خاک‌ورزی نواری تعدادی از مزایای خاک‌ورزی مرسوم و بی خاک‌ورزی را شامل می‌شود. برخلاف روش بی خاک‌ورزی، که در آن بذرها در درون شکاف‌های باریک در داخل خاک کاشته می‌شوند، در این روش ما شاهد عرضی از خاک (در حدود ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متر برابر ۶ تا ۱۲ اینچ) و عمقی از خاک (در حدود ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر برابر ۸ تا ۱۶ اینچ) هستیم که به هم خورده است (علیمردانی، ۱۳۸۹) (شکل ۵).



شکل ۵- عرض کار هر واحد خاک‌ورزی نواری و بقایای کشت پیشین

در خاک‌ورزی نواری، خاک‌ورزی اولیه حذف شده است و معمولاً ۳۰ تا ۵۰ درصد بقایا در سطح خاک باقی می‌ماند. در این روش، از کارنده ردیفی (شکل ۶) یا خطی (شکل ۷) با نوارهایی به عرض ۱۲/۵ تا ۱۵ سانتی‌متر برای کاشت یا قرار دادن کود شیمیایی در داخل خاک در ابتدای کاشت در عملیاتی به‌صورت ترکیبی

ممکن است استفاده شود و درنتیجه حدود یک‌سوم خاک عاری از بقایا می‌گردد (طباطبائی فر و همکاران، ۱۳۸۷).

شکل ٦- خاک‌ورز نواری به همراه کارندهٔ ردیفی

شکل ۷- خاک‌ورز نواری به همراه کارندهٔ خطی

انواع ماشین‌های خاک‌ورزی نواری

به‌طورکلی دو نوع ماشین خاک‌ورزی نواری استفاده می‌شود که عبارت‌اند از:

الف) خاک‌ورز نواری غیرفعال

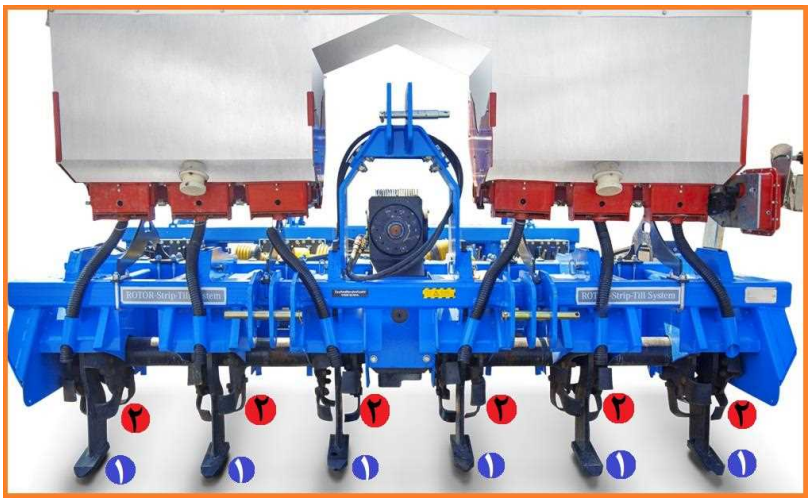
ماشین‌های خاک‌ورز نواری غیرفعال تشکیل‌شده است از: یک پیش‌بر بشقابی به همراه یک چرخ کنترل عمق برای قطع بقایای گیاهی و ایجاد شیار در خاک، ردیف ساز بشقابی برای جابه‌جایی بیشتر خاک و بقایا از درون ردیف‌ها، ساق زیرشکن به‌منظور شکستن لایهٔ زیرین خاک و ایجاد شیار برای نفوذپذیری بهتر آب و ریشه در خاک، خردکن بشقابی برای خرد کردن کلوخ‌ها و کلوخ خردکن برای خرد کردن نهایی کلوخ‌ها و تثبیت خاک (شکل ۸).

شکل ۸- ماشین خاک‌ورز نواری غیرفعال (۱- پیش‌بر بشقابی ۲- چرخ کنترل عمق ۳- ردیف ساز بشقابی ٤-ساق زیرشکن ٥- خردکن بشقابی ٦- کلوخ خردکن)

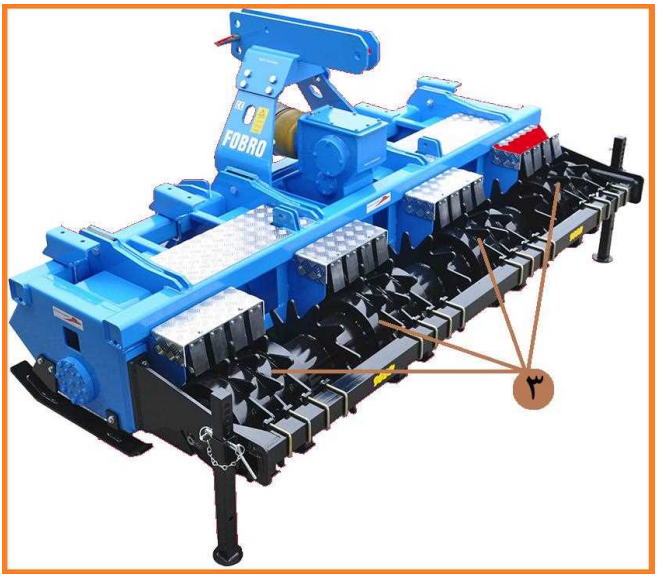
ب) خاک‌ورز نواری فعال

ماشین خاک‌ورز نواری فعال، خاک‌ورز مرکبی است که از چند شاخهٔ زیرشکن در جلو، نوعی روتیواتور یا گاوآهن دوار در وسط و غلتک‌هایی با زائده‌های کاردی در عقب تشکیل‌شده است (شکل ۹ و ۱۰). این دستگاه که به‌صورت مجموعه‌ای در پشت تراکتور بسته می‌شود باعث شکسته شدن سخت‌لایه، بریدن و خردکردن بقایای گیاهی و کوبیدن کلوخ می‌شود. نیروی

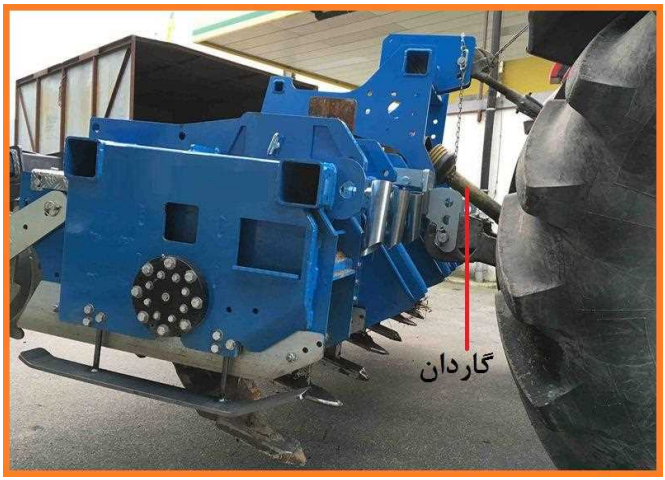
کششی شاخه‌های زیرشکن و غلتک‌ها از مالبند تأمین می‌شود و روتیواتور قدرت دورانی را از محور توان‌دهی تراکتور به‌وسیلهٔ گاردان دریافت می‌کند (شکل ۱۱). با استفاده از این دستگاه می‌توان در کاربرد تعداد زیادی از ماشین‌های خاک‌ورزی صرفه‌جویی کرد و عوامل نامطلوب حاصل از تردد آن‌ها روی خاک زراعی را نیز کم نمود.



شکل ۹- ماشین خاک‌ورز نواری فعال (از جلو) (۱- شاخه زیرشکن ۲- تیغه‌های گاوآهن دوار)



شکل ۱۰- ماشین خاک‌ورز نواری فعال (از عقب) (۳-غلتک با زائدهٔ کاردی)



شکل ۱۱- انتقال قدرت دورانی از محور توان‌دهی تراکتور

ماشین‌های خاک‌ورز نواری غیرفعال

ماشین‌های خاک‌ورز نواری غیرفعال را می‌توان مجموعه‌ای از اجزای مختلف در نظر گرفت که هر یک برای اجرای عملی خاص در عمق‌های کاری متفاوت طراحی‌شده است (شکل ۱۲).

شکل ۱۲- عمق کار اجزای مختلف خاک‌ورز نواری غیرفعال (۱- پیش‌بر بشقابی ۲- ردیف ساز بشقابی ۳- ساق زیرشکن ٤- خردکن بشقابی ٥- کلوخ خردکن و تثبیت‌کننده)

طیف کامل اجزای درگیر با خاک ماشین خاک‌ورز نواری غیرفعال در پنج ناحیهٔ کاری طبقه‌بندی می‌شوند که عبارت‌اند از (شکل ۱۳):

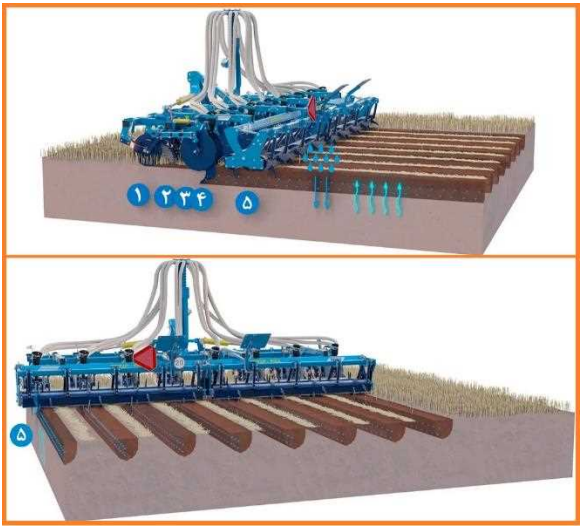
ناحیهٔ ۱. ابزار برش بقایا و خاک،

ناحیهٔ ۲. ابزار مخلوط کنندهٔ بقایا با خاک،

ناحیهٔ ۳. ابزار شل کنندهٔ لایه‌های زیرین خاک،

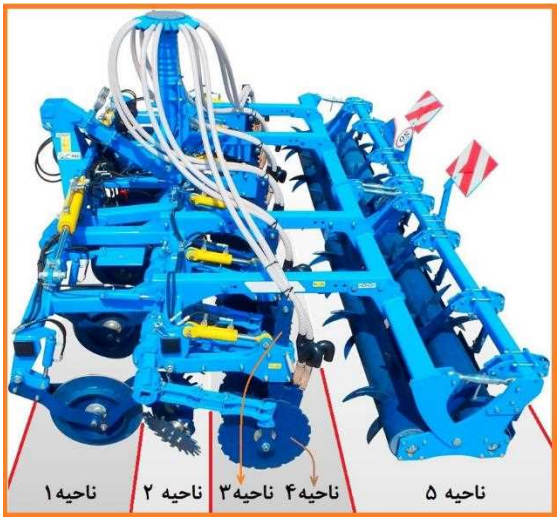
ناحیهٔ ۴. ابزار خردکنندهٔ کلوخ‌ها و ایجاد نوار،

ناحیهٔ ۵. ابزار خردکنندهٔ نهایی کلوخ‌ها و تثبیت خاک.



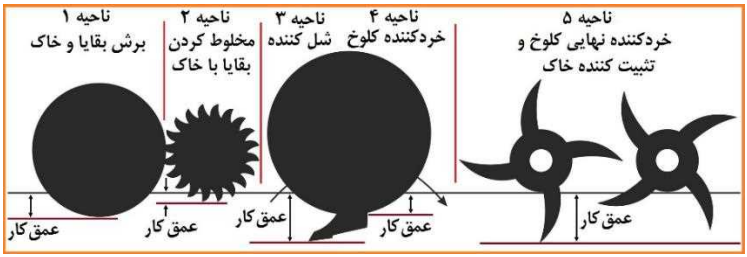
شکل ۱۳- ناحیه‌های کاری ماشین خاک‌ورز نواری غیرفعال (منبع: فارمت، ۲۰۲۱)

در شکل ۱۴ پنج ناحیهٔ کاری نشان داده‌شده است.



شکل ۱٤- پنج ناحیهٔ کاری در خاک‌ورز نواری غیرفعال

در شکل ۱۵ وضعیت ابزارهای درگیر با خاک، نسبت به جهت عبور ماشین خاک‌ورز نواری و عمق کار ابزار در هر ناحیه نشان داده‌شده است.



شکل ۱۵- اجزای درگیر با خاک در ماشین خاک‌ورز نواری غیرفعال (منبع: فارمت، ۲۰۲۱)

ساختمان خاک‌ورز نواری غیرفعال

قسمت‌های مهم تشکیل‌دهندهٔ خاک‌ورز نواری غیرفعال عبارت‌اند از (شکل ۱۶):

شکل ۱۶- اجزای تشکیل‌دهندهٔ واحد خاک‌ورز نواری غیرفعال

گروه ۱. ابزار برش بقایا و خاک

ابزارهای برش بقایا و خاک به‌منظور برش‌دادن خاک و بقایای روی خطوط خاک‌ورز نواری طراحی‌شده‌اند بی آنکه خاک را بیش‌ازحد به هم زنند. هرگاه ضرورت داشته باشد، از آن‌ها ممکن است برای افزایش عملکرد سایر اجزای درگیر با خاک برای کارهایی چون برگرداندن بقایا و سست کردن خاک استفاده شود. از رایج‌ترین ابزارهای برش بقایا و خاک در ماشین‌های خاک‌ورز نواری، به‌ویژه در شرایطی که مقادیر بقایای گیاهی زیاد باشد، پیش‌بر بشقابی است (شکل ۱۷) که به‌طور عمودی نصب و در جهت حرکت چرخش می‌کند.

شکل ۱۷- پیش‌بر بشقابی

کاربردهای اصلی این ابزار عبارت‌اند از:

- بریدن بقایای محصول قبلی یا علف‌های هرز به‌منظور بهبود بخشیدن به قابلیت کار سایر اجزای ماشین و جلوگیری از گرفتگی براثر بقایا (شکل ۱۸).

شکل ۱۸- بریدن بقایای محصول پیشین

- بریدن یا نرم کردن لایهٔ زیرین خاک باهدف کمک به ابزار شل کننده برای رسیدن به عمق مناسب.

انواع ابزار برش بقایا و خاک

این ابزارها در ماشین‌های خاک‌ورز نواری غیرفعال به شکل بشقاب هستند و بر مبنای شکل لبهٔ برندهٔ آن‌ها عبارت‌است از:

۱. پیش‌برهای بشقابی لبه‌صاف

پیش‌برهای بشقابی لبه‌صاف بشقاب‌هایی هستند که لبهٔ بیرونی آن‌ها تیز شده است. این پیش‌برها قابلیت نفوذ در خاک و برش بقایا را به‌خوبی از خود نشان می‌دهند و حداقل به‌هم‌زدگی خاک را از خود به‌جا می‌گذارند. در مقایسه با انواع دیگر پیش‌برها، پیش‌بر بشقابی لبه صاف پتانسیل بیشتری در جلوگیری از برگرداندن و حرکت دادن بقایا دارد به‌ویژه وقتی مقاومت خاک کم و مقدار بقایا زیاد باشد (شکل ۱۹).

شکل ۱۹- پیش‌بر بشقابی لبه صاف

۲. پیش‌برهای بشقابی کنگره‌ای

پیش‌برهای بشقابی کنگره‌ای، بشقاب‌هایی هستند که محیط آن‌ها دندانه‌دندانه (کنگره‌ای) و تیز است. عملکرد این نوع پیش‌برها مانند پیش‌برهای معمولی است با این تفاوت که این نوع پیش‌برها در خاک‌های سخت و دارای بقایای سنگین بسیار مناسب هستند (شکل ۲۰).

شکل ۲۰- پیش‌بر بشقابی لبه کنگره‌ای

۳. پیش‌برهای بشقابی حباب‌دار

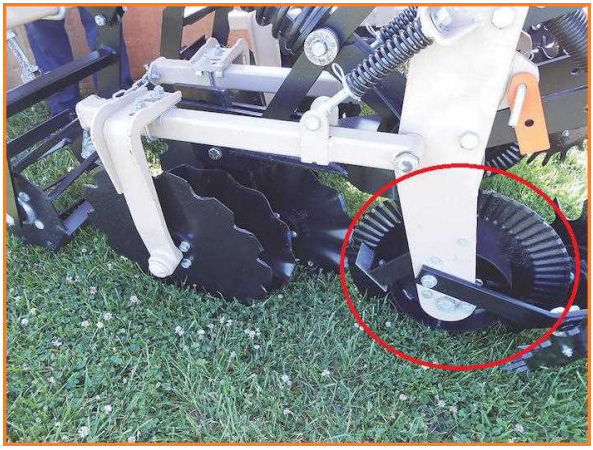
پیش‌برهای بشقابی حباب‌دار[1]، بشقاب‌هایی هستند که محیط آن‌ها تورفتگی‌هایی خارج از مرکز با لبهٔ برندهٔ صاف تیز شده دارد. ویژگی این نوع پیش‌برها مشابه پیش‌برهای معمولی است با این تفاوت که قابلیت نفوذ آن‌ها به دلیل وجود تورفتگی‌ها کمتر است (شکل ۲۱).

شکل ۲۱- پیش‌بر بشقابی حباب‌دار

٤. پیش‌برهای بشقابی شیاردار

پیش‌برهای بشقابی شیاردار، بشقاب‌هایی هستند که محیط آن‌ها را شیارهای شعاعی متعدد در برگرفته است. این پیش‌برها قابلیت برش و نفوذ خوبی دارند و کاربرد آن‌ها موجب به‌هم‌خوردگی مختصر خاک در پهنای کوچک می‌شود (شکل ۲۲).

[1] - Bubble disc coulter



شکل ۲۲- پیش‌بر بشقابی شیاردار

۵. پیش‌بر بشقابی تور بو

چین‌خوردگی‌های روی پیش‌بر هنگام ورود به خاک در وضعیت عمودی هستند و هنگام خروج در وضعیت افقی قرار می‌گیرند. این عمل به نفوذ بهتر لبهٔ پیش‌بر به خاک کمک می‌کند و به هنگام خروج باعث به‌هم‌خوردگی بیشتر خاک می‌شود (شکل ۲۳).

شکل ۲۳- پیش‌بر بشقابی تور بو

٦. پیش‌بر بشقابی چین‌دار

قابلیت نفوذ و برش این نوع پیش‌برها کمتر از قابلیت نفوذ و برش نوع شیاردار است اما به‌هم‌زدگی خاک در آن بیشتر است (۲۴).

شکل ٢٤- پیش‌بر بشقابی چین‌دار

گروه ۲. ابزار مخلوط کنندهٔ بقایا با خاک

این ابزار زیر عنوان ردیف ساز شناخته می‌شود و اصولاً برای ایجاد تغییر در سطوح پوشیده از بقایای گیاهی یا در وضعیت خاک طراحی‌شده‌است تا عملکرد ابزارهای شل کننده را آسان سازد. این ابزار اگر کاربردش ضروری باشد باید بین پیش‌برها و ابزار شل کننده قرار گیرد. هنگامی‌که حجم زیاد بقایا مانع کار ابزار شل کننده است، جابه‌جا کردن بقایای گیاهی از سطح ردیف‌ها می‌تواند کار آیی این ابزار را افزایش دهد. ردیف ساز، در مقایسه با ابزارهای مخصوص برش خاک و بقایا، در جابه‌جایی بیشتر خاک و بقایا از درون ردیف‌ها توانایی بیشتری دارد.

کاربرد اصلی این ابزار عبارت‌است از:

- جابه‌جایی بقایا و اختلاط آن با خاک،
- کنار زدن بقایای گیاهی از سطح ردیف‌ها به‌منظورآسان کردن کار ابزار شل کننده (شکل ۲۵)

شکل ۲۵- کنار زدن بقایای گیاهی

- برش و جابه‌جایی هم‌زمان خاک و بقایا برای دستیابی به ترکیبی از این دو عمل.

انواع ابزارهای مخلوط کنندهٔ بقایا با خاک

این ابزارها بر اساس شکل و عملکردشان در انواع بشقابی مقعر و چرخ انگشتی دار در دسترس هستند.

۱. ردیف ساز چرخ انگشتی دار

از این نوع اصولاً برای جابه‌جا کردن بقایای گیاهی از درون ردیف‌ها برای افزایش کارایی ابزار شل کنندهٔ خاک استفاده می‌شود (شکل ۲۶).

شکل ۲۶- ردیف ساز چرخ انگشتی‌دار

چرخ‌ها در اثر تماس انگشتی‌ها با خاک به چرخش درمی‌آیند و بقایای گیاهی را به دو طرف ردیف کشت انتقال می‌دهند.

توانایی و کارایی کلی ردیف‌سازهای چرخ انگشتی‌دار تا اندازهٔ زیادی با نوع و شرایط خاک و بقایا تعیین می‌شود و در شرایط خاص با اعمال تنظیم‌های لازم برای چرخ فراهم می‌گردد. تنظیم‌های عمودی در این ابزار ازاین‌رو لازم است تا با تنظیم ارتفاع تماس انگشتی‌های چرخ با زمین به‌اندازه‌ای باشد که از زمین برای چرخیدن نیرو بگیرد، اما سطح خاک را کمتر به هم بزند (شکل ۲۷).

شکل ۲۷- تنظیم عمودی چرخ انگشتی دار

هدف کلی از کاربرد این وسیله، جابه‌جایی حداکثر بقایای گیاهی و به‌هم‌خوردگی حداقل خاک است. در سرعت پیشروی مشخص، زاویهٔ چرخ نسبت به جهت حرکت در میزان چرخش چرخ و عرض جابه‌جایی بقایا تأثیرگذار است.

۲. ردیف ساز بشقابی مقعر

این نوع ردیف سازها برای بریدن و انتقال هم‌زمان خاک و بقایای گیاهی از سطح ردیف‌های کاشت به کار می‌روند. بشقاب در این نوع از ردیف سازها ممکن است لبه کنگره‌ای (شکل ۲۸) یا لبه صاف (شکل ۲۹) باشد. ردیف‌سازهای بشقابی با لبه‌های کنگره‌ای، نسبت به نوع لبه صاف، برای نفوذ در خاک و انتقال بقایا قابلیت بهتری دارند. فرسایش نوع لبه کنگره‌ای به دلیل درگیری طول کمتری از سطح برنده با خاک، بیشتر است.

شکل ۲۸- ردیف ساز بشقابی مقعر لبه کنگره‌ای

شکل ۲۹- ردیف ساز بشقابی مقعر لبه صاف

گروه ۳. ابزار شل کننده لایه‌های زیرین خاک

از ابزارهای رایج شل کننده در خاک‌ورزهای نواری، ساق زیرشکن است (شکل ۳۰).

شکل ۳۰- ساق زیرشکن

کاربردهای اصلی این ابزار عبارت‌اند از:

- شکستن لایهٔ زیرین خاک و ایجاد شیار برای نفوذپذیری بهتر آب و ریشه در خاک،
- باز کردن شیار به عمق موردنیاز و حفظ یکنواختی عمق در سراسر شیار،
- ایجاد ترک و شل شدن شیار کود و بذر،
- جلوگیری از ریزش و جریان یافتن خاک به داخل شیار پیش از قرار گرفتن بذر در آن.

در ماشین‌های خاک‌ورز نواری، اغلب از انواع ساق زیرشکن به‌عنوان ابزار شل کننده برای شکستن لایه‌های زیرین خاک و ایجاد شیار برای نفوذپذیری بهتر آب و ریشه استفاده می‌شود (شکل ۳۱).

شکل ۳۱- انواع ساق زیرشکن مورداستفاده به‌عنوان شل کننده در خاک‌ورز نواری غیرفعال

به همراه شل کننده، از ابزار انتقال بذر و کود استفاده می‌شود. این ابزار به قسمت عقب شل کننده متصل است و کود و بذر را در عمق‌های مختلفی قرار می‌دهد (شکل ۳۲).

شکل ۳۲- قرارگیری کود و بذر در عمق‌های مختلف (منبع: سام سون، ۲۰۲۱)

این ساقه‌ها بانفوذ کردن در خاک و جابه‌جا کردن آن به سمت بالا و طرفین، شیاری به شکل «V» یا «U» ایجاد می‌کنند (شکل ۳۳).

شکل ۳۳- ایجاد شیار V یا U شکل توسط ساق زیرشکن

سیستم ایمنی متداول در ساق زیرشکن، پین برشی است. برای جلوگیری از صدمه دیدن ساق زیرشکن و تراکتور در هنگام برخورد ساقه زیرشکن به موانع، اغلب ساق‌ها در قسمت اتصال ساق به شاسی یک پین یا پیچ برش ایمنی دارند. چنانچه مقاومت کششی بیشتر از مقاومت این پین باشد، پین بریده می‌شود و ساق به سمت عقب بالا می‌رود (شکل ۳۴).

شکل ۳٤- پین برشی در ساق زیرشکن (منبع: اس ال وای فرانسه، ۲۰۱۵)

گروه ٤. ابزار خردکنندهٔ کلوخ‌ها و ایجاد نوار

از ابزارهای رایج خردکنندهٔ کلوخ و ایجاد نوار در خاک‌ورزهای نواری، پوشاننده‌های بشقابی هستند (شکل ۳۵).

شکل ۳۵- پوشاننده بشقابی

کاربردهای این ابزار عبارت‌اند از:

- خرد کردن کلوخ‌های باقیمانده،

- بازگرداندن خاک به داخل ردیف،
- شکل‌گیری ردیف با خاک نرم.

انواع ابزارهای برش بقایا و خاک

این ابزارها در ماشین‌های خاک‌ورز نواری غیرفعال به شکل بشقاب هستند و بر مبنای شکل لبهٔ برندهٔ آن‌ها عبارت‌اند از:

۱. نوع بشقابی لبه صاف

این نوع از پوشاننده‌های بشقابی برای برش بقایا و جابه‌جایی خاک به درون شیار کاملاً مناسب هستند. امکان تغییر موقعیت افقی و عمودی بشقاب‌ها و همچنین تغییر زاویهٔ بشقاب‌ها نسبت به جهت حرکت، امکان استفادهٔ مناسب‌تر از این نوع بشقاب‌ها را فراهم آورده است (شکل ۳۶).

شکل ۳٦- پوشاننده بشقابی لبه صاف

۲. نوع بشقابی لبه کنگره‌ای

عمل برشی این نوع از پوشاننده‌های بشقابی آن‌ها را قادر می‌سازد تا در شرایطی به‌طور مؤثر عمل کنند که مقادیر زیادی از بقایای محصول قبلی وجود دارد. البته در این شرایط مقداری از بقایا با خاک درون ردیف مخلوط می‌شود (شکل ۳۷).

شکل ۳۷- پوشاننده بشقابی لبه کنگره‌ای

۳. نوع بشقابی لبه چین‌دار (شکل ۳۸)

شکل ۳۸- پوشاننده بشقابی لبه چین‌دار

گروه ۵. ابزارهای خردکنندهٔ نهایی کلوخ‌ها و تثبیت خاک

از ابزارهـای رایـج خردکننـدهٔ نهـایی کلـوخ‌هـا و تثبیـت خـاک در خـاک‌ورزهـای نواری، غلتک خاک‌کوب است (شکل ۳۹).

شکل ۳۹- غلتک (چرخ) خاک‌کوب

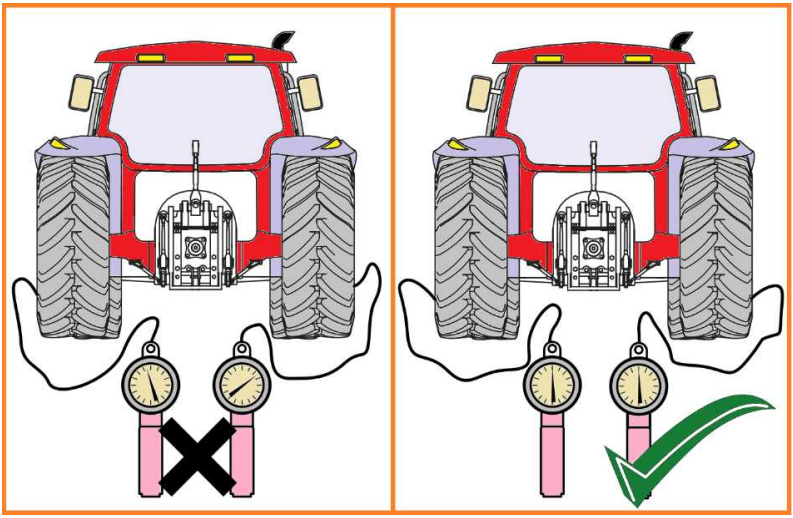
در ماشـین‌هـای خـاک‌ورز نـواری از انـواع غلتـک خـاک‌کـوب اسـتفاده مـی‌شـود (شـکل ۴۰). وظیفـهٔ غلتـک خـاک‌کـوب در یـک ماشـین خـاک‌ورز نـواری در پـاییز و بهار متفـاوت اسـت. در پـاییز، انتظـار داریـم خـاک را خـرد کنـد و فشـرده نکنـد در غیـر این صورت باید آن را از ماشـین جـدا کنـیم، درحـالی‌کـه در بهـار، ممکـن اسـت نیـاز بـه نوع سنگین این ابزار باشـد تـا سـطح زمـین را سـفت کنـد تـا از خـارج شـدن رطوبـت از داخل خاک جلوگیری شود.

شکل ٤٠- انواع غلتک خاک‌کوب

آماده کردن خاک‌ورز نواری غیرفعال

بازدید، تعمیر یا تعویض قطعات معیوب و فرسودهٔ ماشین و تراکتور

- پیش از فرارسیدن زمان اجرای عملیات، ماشین باید سرویس کامل شود و قطعات معیوب و شکسته‌شده تعمیر یا تعویض شوند.
- شرایط عمومی و فشار باد لاستیک‌های تراکتور بررسی گردد. فشار باید در دو طرف تراکتور یکسان باشد تا اطمینان حاصل شود که سطح کار یکنواخت است (شکل ۴۱).



شکل ٤١- تنظیم فشار باد لاستیک‌ها (منبع: اس ال وای فرانسه، ۲۰۱۵)

اتصال خاک‌ورز نواری غیرفعال به تراکتور

ماشین‌های خاک‌ورز نواری غیرفعال ازنظر اتصال به تراکتور به دودسته تقسیم می‌شوند:

۱. خاک‌ورز نواری غیرفعال کششی

این ماشین‌ها از یک نقطه به‌نام مالبند به تراکتور متصل می‌شوند و کل وزنشان در حین حمل‌ونقل روی زمین است (شکل ۴۲).

شکل ٤٢- خاک‌ورز نواری غیرفعال کششی

برای اتصال نوع کششی به تراکتور به ترتیب زیر عمل می‌شود:

- پس از انتخاب تراکتور مناسب، ارتفاع مالبند ماشین متناسب با ارتفاع مالبند تراکتور تنظیم می‌گردد (شکل ۴۳).

شکل ٤٣- تنظیم ارتفاع مالبند ماشین

– تراکتور در فاصلهٔ ۵ متری جلوتر از ماشین و در امتداد مالبند آن متوقف گردد.

– تراکتور با دنده‌عقب در راستای پارک ماشین به‌طرف مالبند ماشین (شکل ۴۴) هدایت گردد. زمانی که مالبند تراکتور به فاصله ۱۰ سانتی‌متری مالبند ماشین رسید، تراکتور متوقف شود. پس از کشیدن ترمزدستی از تراکتور پیاده شوید. درصورتی که ارتفاع مالبند دستگاه برای اتصال مناسب نباشد، آن را مجدداً تنظیم کنید. بررسی گردد که با عقب بردن تراکتور، دو مالبند قابل اتصال به یکدیگر باشند. اگر موقعیت مالبند تراکتور مناسب نیست، مجدداً با جلو بردن تراکتور و حرکت‌به‌عقب موقعیت اتصال را تنظیم کنید.

شکل ٤٤- مالبند خاک‌ورز نواری غیرفعال کششی

– سوار تراکتور شوید و بعد از آزاد کردن ترمزدستی تراکتور را آهسته به عقب هدایت کنید و در همان حال کنترل کنید که سوراخ دو مالبند در امتداد هم باشند و یکی از مال‌بندها داخل دیگری قرار گیرد.

– تراکتور را متوقف کنید و پس از کشیدن ترمزدستی از آن پیاده شوید.

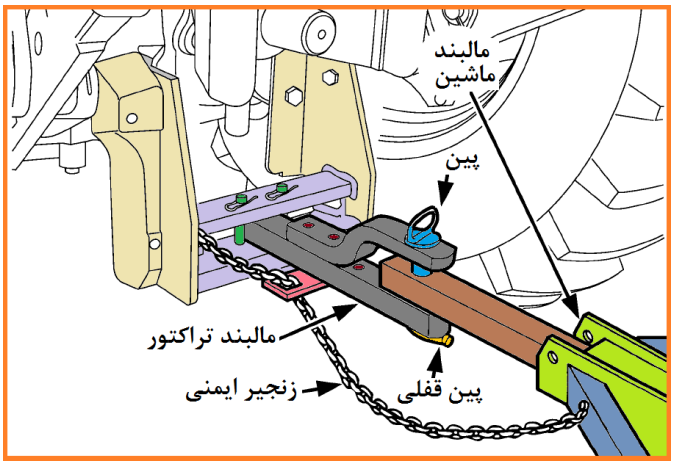
– بـا قـرار دادن پـین مناسـب در سـوراخ دو مالبنـد، اتصـال را کامـل کنیـد. در سوراخ پـین از خـار (اشـپیل) ضـامن اسـتفاده کنیـد تـا در حـین کـار پـین از جـای خـود خارج نشود.

– شـیلنگ‌هـای هیـدرولیک ماشـین (شـکل ۴۵) را پـس از تمیـز کـردن بـه خروجی‌های یدکی تراکتور (شکل ۴۶) متصل کنید.

شکل ٤٥- شیلنگ‌های هیدرولیک ماشین

شکل ٤٦- خروجی‌های یدکی تراکتور

– به‌منظور حصول حداکثر ایمنی در حین حمل‌ونقل و کار دستگاه، زنجیر ایمنی را متصل کنید. این کار موجب کنترل دستگاه در صورت قطع اتصال مالبند و دستگاه خواهد شد. پس از اتصال زنجیر ایمنی، با راندن تراکتور در مسافتی کوتاه به سمت چپ و راست آن را امتحان و تنظیم زنجیر ایمنی را بررسی کنید (شکل ۴۷).



شکل ٤٧- اتصال زنجیر ایمنی

۲. خاک‌ورز نواری غیرفعال سوار شونده

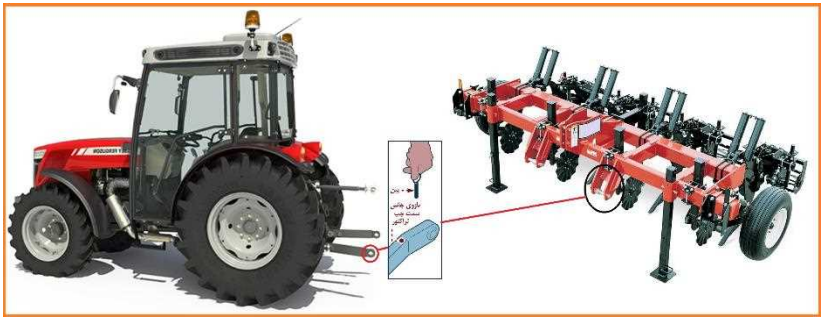
این ماشین‌ها به سه‌نقطه اتصال تراکتور متصل می‌شوند و در حین حمل‌ونقل کل وزن ماشین روی تراکتور خواهد بود (شکل ۴۸).

شکل ٤٨- خاک‌ورز نواری غیرفعال سوار شونده

برای اتصال نوع سوار شونده به تراکتور به ترتیب زیر عمل می‌شود:

- پس از انتخاب تراکتور مناسب، آن را طوری به عقب می‌رانند که محورهای طولی تراکتور و دستگاه تقریباً در یک راستا قرار گیرند.

- با توجه به اینکه در بیشتر تراکتورها بازوی رابط سمت چپ (زمانی که از پشت به تراکتور نگاه می‌کنیم) فاقد دستگیره تنظیم است، با به‌حداقل رساندن فاصلهٔ تراکتور نسبت به ماشین، ابتدا ارتباط بازوی پایینی سمت چپ هیدرولیک تراکتور با میلهٔ عرضی ماشین برقرار شود. این کار با جلو و عقب راندن تراکتور به فواصل جزئی و نیز بالا و پایین بردن بازوی سمت چپ به کمک اهرم هیدرولیک میسر می‌شود تا فواصل طولی و ارتفاعی سر بازو (سوراخ قرقری) و سر میله (پین) به صفر برسد و درست مقابل هم قرار گیرند. لازم است توضیح داده شود اگر هر دو بازوی رابط قابل تنظیم باشند، فرقی نمی‌کند که کدام یک اول بسته شود (شکل ۴۹).



شکل ٤٩- اتصال بازوی جانبی سمت چپ تراکتور به نقطه اتصال سمت چپ ماشین

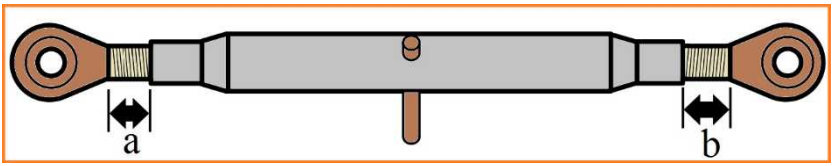
– راننده ترمز تراکتور را قفل می‌کند و از آن پیاده می‌شود. به کمک دست و حرکات عرضی بازو، ارتباط سمت چپ را برقرار می‌کند و خار آن را در جای خود قرار می‌دهد و قفل می‌کند.

– وضعیت نسبی انتهای بازوی پایین سمت راست هیدرولیک و سر سمت راست اتصال ماشین را بررسی می‌کند ، درصورتی‌که هم‌ردیف هم نبودند، با کوتاه و بلند کردن طول بازوی رابط سمت راست هیدرولیک تراکتور، وضعیت نسبی انتهای بازوی پایین سمت راست هیدرولیک را تغییر می‌دهد تا قرقری بازوی بلند کن پایینی سمت راست، هم‌ردیف با انگشتی سمت راست اتصال سه‌نقطه ماشین قرار گیرد. ارتباط سمت راست را برقرار می‌کند ، خار آن را در جای خود قرار می‌دهد و قفل می‌کند (شکل ۵۰).

شکل ۵۰- اتصال بازوی جانبی سمت راست تراکتور به نقطه اتصال سمت راست ماشین

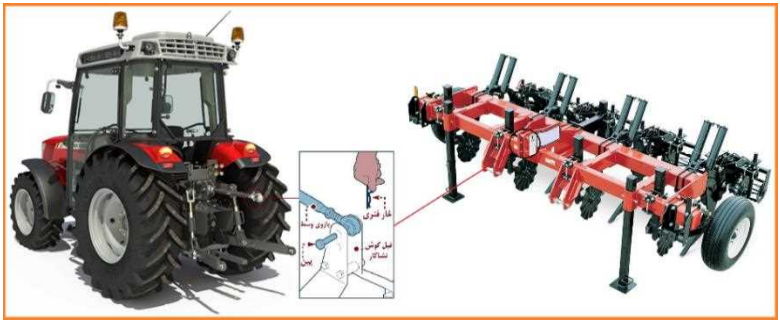
- بازوی اتصال وسط را به محل اتصال بازوی وسط روی تراکتور می‌بندد. پین آن را وارد می‌کند، خار را در جای خود قرار می‌دهد و قفل می‌کند.

نکته: پیش از اتصال بازو، باید مطمئن بود طول رزوه‌ها (a و b درشکل ۵۱) در هر طرف بازوی اتصال وسط یکسان باشند.



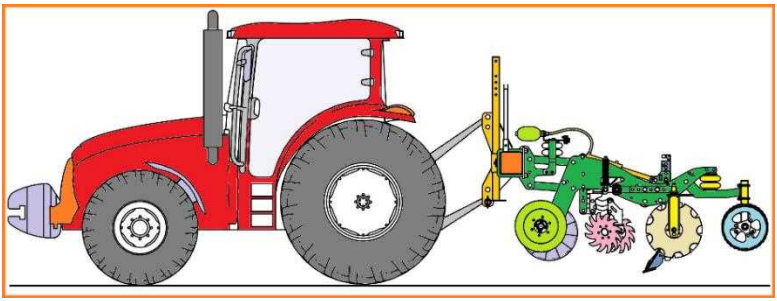
شکل ۵۱- تنظیم بازوی وسط

- باکم و زیاد کردن طول بازوی میانی هیدرولیک تراکتور سوراخ انتهایی آن را با محل ارتباط آن در فیل‌گوش ماشین منطبق و پین آن را وارد می‌کند، خار را در جای خود قرار می‌دهد و قفل می‌کند (شکل ۵۲).



شکل ۵۲- اتصال بازوی وسط تراکتور به ماشین

- پس از سوارشدن بر تراکتور، ماشین را از زمین بلند می‌کند (شکل ۵۳).



شکل ۵۳- بالا بردن ماشین به‌وسیله سیستم هیدرولیک تراکتور بعد از اتصال سه‌نقطه (منبع: اس ال وای فرانسه، ۲۰۱۵)

- درصورتی‌که روی ماشین جک هیدرولیک برای تنظیم ابزار مختلف نصب شده باشد، شیلنگ‌های هیدرولیک جک پس از تمیز کردن باید به خروجی‌های یدکی تراکتور متصل شوند.

- خار پایه را بیرون می‌کشد و پین را بازمی‌کند، پایه را به سمت بالا می‌برد، پین آن را وارد می‌کند و خار را در جای خود قرار می‌دهد و قفل می‌کند (شکل ۵۴).

شکل ٥٤- نحوهٔ جابه‌جا کردن پایهٔ ماشین

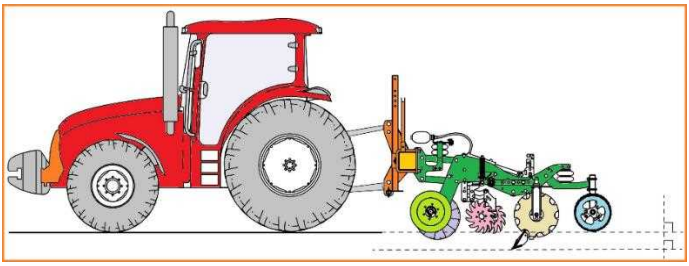
باز کردن ماشین از روی تراکتور:

- ✓ راننده ماشین را روی زمین مسطح قرار می‌دهد.
- ✓ پین پایهٔ ماشین (در صورت داشتن پایه) را بازمی‌کند و آن را پایین می‌آورد سپس پین را جا می‌زند.
- ✓ اطمینان حاصل می‌شود که ماشین در شرایط پایداری روی زمین قرارگرفته است.
- ✓ ابتدا بازوی وسط و پس از آن بازوی سمت راست و سرانجام بازوی سمت چپ را با بیرون آوردن پین هر قسمت جدا می‌کند، مراقبت می‌کند که بین ماشین و تراکتور قرار نگیرد.
- ✓ پس از آنکه اطمینان حاصل کرد که همه‌چیز پایدار است، تراکتور را به سمت جلو حرکت می‌دهد.

تراز ماشین‌های خاک‌ورز نواری غیرفعال سوار شونده

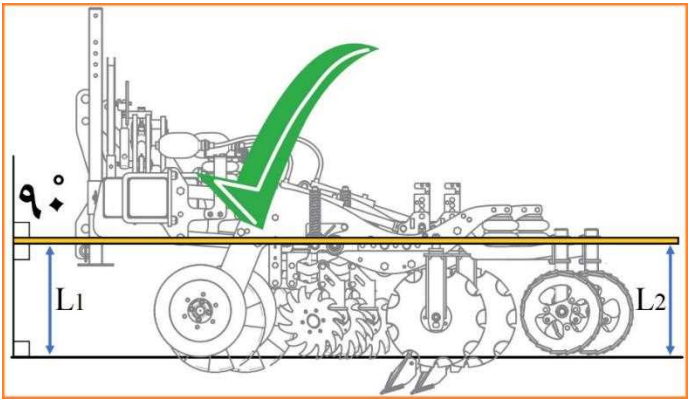
مهم‌ترین مرحله در تنظیم دستگاه هنگام کار، اطمینان داشتن از تراز دستگاه است، حفظ تراز دستگاه از لحاظ کیفیت کار با اهمیت است. دستگاه را باید در دو جهت طولی و عرضی تراز کرد.

برای تشخیص تراز طولی، زمانی که دستگاه در شرایط کار قرار دارد (شکل ۵۵)، راننده تراکتور را نگه‌می‌دارد و در فاصلهٔ چندمتری از دستگاه و عمود بر آن (از پهلو) چمباتمه می‌زند و ضلعی از شاسی را که شاخص طول آن است ازنظر می‌گذراند.



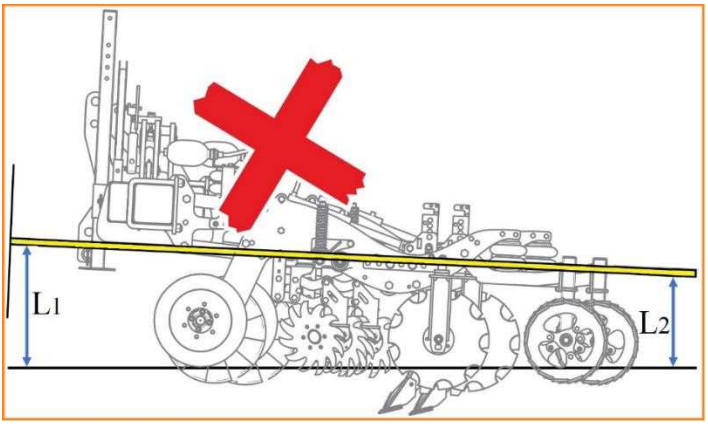
شکل ۵۵- دید از پهلو برای تشخیص تراز طولی (منبع: اس ال وای فرانسه، ۲۰۱۵)

موازی بودن طول شاسی در حد دقت دید چشم، ضامن برقراری تراز طولی خواهد بود (L1=L2) (شکل ۵۶).



شکل ۵۵- برقرار بودن تراز طولی (منبع: اس ال وای فرانسه، ۲۰۱۵)

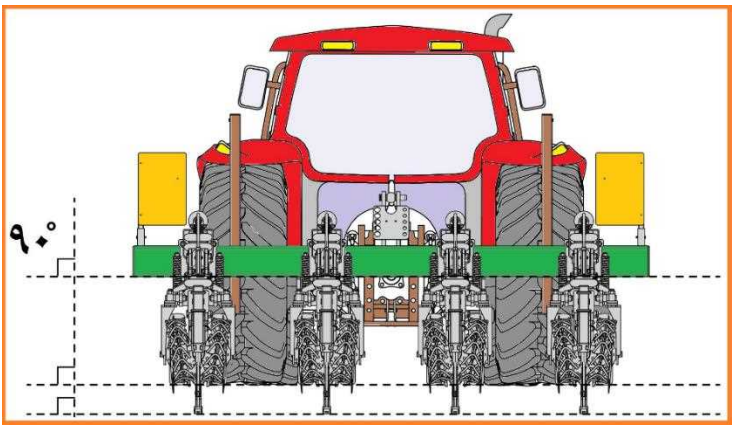
اگر تراز طولی برقرار نباشد، ارتفاع جلو ماشین با ارتفاع عقب یکسان نخواهد بود (شکل ۵۷) و در این حالت دستگاه را باید از شرایط کار خارج کرد و مجدداً روی زمین قرار داد و با کوتاه و بلند کردن طول بازوی میانی سیستم هیدرولیک، تراز طولی را برقرار کرد (شکل ۵۸).



شکل ٥٦- برقرار نبودن تراز طولی (منبع: اس ال وای فرانسه، ۲۰۱۵)

شکل ۵۷- تغییر طول بازوی میانی تراکتور به‌منظور تنظیم تراز طولی

برای تشخیص تراز عرضی، زمانی که دستگاه در شرایط کار قرار دارد، ترمزدستی را می‌کشند، دندهٔ تراکتور را در حالت خلاص می‌گذارند، در فاصلهٔ چندمتری از پشت دستگاه چمباتمه می‌زنند و ضلعی از شاسی را که شاخص عرض آن است ازنظر می‌گذرانند. موازی بودن آن با سطح خاک با چشم کنترل می‌شود (شکل ۵۹).



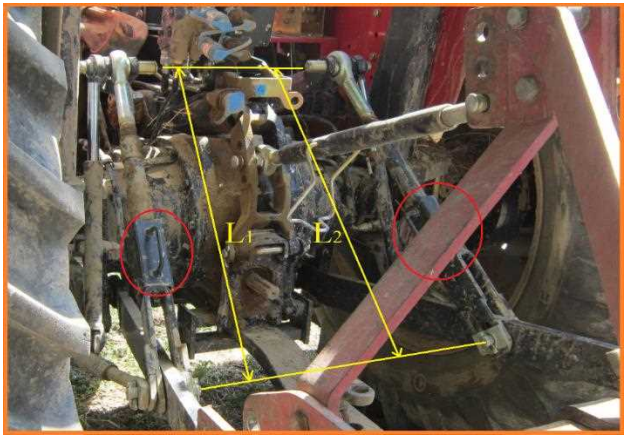
شکل ۵۸- دید از پشت برای تشخیص تراز عرضی (منبع: اس ال وای فرانسه، ۲۰۱۵)

اگر تراز عرضی دستگاه برقرار نباشد، با کوتاه و بلند کردن طول بازوی رابط سمت راست هیدرولیک (درصورتی‌که فقط بازوی رابط سمت راست دستگیره تنظیم داشته باشد) می‌توان تراز عرضی را برقرار کرد (شکل ۶۰).

شکل ۵۹- تغییر طول بازوی رابط سمت راست تراکتور برای تنظیم تراز عرضی

اگر طول هر دو بازوی رابط قابل تنظیم باشد، تفاوتی ندارد طول کدام‌یک را تغییر دهیم، کافی است با تغییر یکی، طول هر دو باهم برابر شود (شکل ۶۱).

تراز عرضی را می‌توان پس از اتصال دستگاه به تراکتور و پیش از بردن آن به مزرعه تنظیم کرد. بعد از اتصال دستگاه به سه‌نقطهٔ اتصال، طول بازوی رابط سمت چپ (L1) و راست (L2) را اندازه می‌گیرند، اگر این دو باهم برابر باشند، دستگاه ازنظر عرضی تراز است، وگر نه با کوتاه و بلند کردن طول بازوی سمت راست (درصورتی‌که هر دو قابل تنظیم باشند، فرقی نمی‌کند طول کدام را تغییر دهیم) آن را برابر سمت چپ می‌کنند تا تراز برقرار گردد (شکل ۶۱).



شکل ٦٠- بازوهای رابط قابل تنظیم سمت چپ و راست تراکتور

تنظیمات خاک‌ورز نواری غیرفعال

تنظیم ابزار برش بقایا و خاک

۱. تنظیم عمق کاری پیش‌برها

طیف وسیعی از سیستم‌های کنترل عمق وجود دارد اما اغلب آن‌ها را می‌توان به دو گروه دسته‌بندی کرد: سیستم «دارای قاب متوازی‌الاضلاع» و سیستم «دارای بازوی کشنده».

تنوع‌های موجود در هر یک را نیز می‌توان عمدتاً بر مبنای تعداد و موقعیت چرخ‌های سنجش عمق به‌کاررفته در آن‌ها دسته‌بندی کرد.

– سیستم‌های دارای قاب متوازی‌الاضلاع برای کنترل عمق

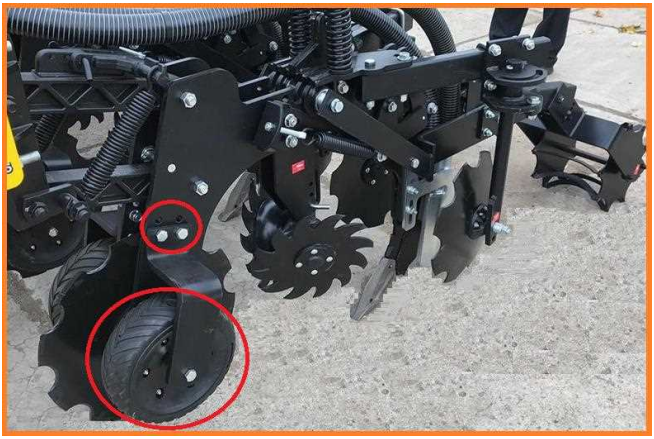
در سیستم‌های با قاب متوازی‌الاضلاع، هر پیش‌بر به یک شاسی مجزا یا از طریق یک قاب به شکل متوازی‌الاضلاع (متشکل از بازوهای مختلف) به شاسی اصلی ماشین متصل است. قاب متوازی‌الاضلاع امکان حرکت آزاد و مستقل پیش‌بر را در جهت عمودی فراهم می‌کند و از این رو پیش‌بر را از تغییرات ارتفاع

شاسی اصلی جدا خواهد کرد، درست همان‌طور که حرکت پیش‌بر را نسبت به پیش‌برهای دیگر متصل به همان شاسی مستقل می‌کند. عمق کاری با چرخ تنظیم عمق متصل به پیش‌بر کنترل می‌شود (شکل ۶۲). عمق کاری پیش‌بر، با حرکت چرخ یا پیش‌بر به سمت بالا یا پایین، تغییر پیدا می‌کند.

شکل ٦١- روش استفاده از قاب متوازی‌الاضلاع برای کنترل عمق اختصاصی شیار بازکن

چرخ تنظیم عمق اختصاصی (مجاور شیار بازکن)

شکل ۶۳ یک واحد خاک‌ورز نواری غیرفعال را نشان می‌دهد که در آن کلیهٔ ابزار واحد به کمک قاب متوازی اضلاع به یک شاسی معلق از میل افزار متصل شده‌اند. عمق کاری پیش‌بر مستقل از وضعیت قرارگیری میل افزار (به دلیل خاصیت قاب متوازی‌الاضلاع) است و به‌واسطهٔ چرخ‌های تنظیم عمق اختصاصی کنترل می‌شود که در دو طرف پیش‌بر بشقابی و مجاور بشقاب‌ها قرار دارند.



شکل ٦٢- یک واحد خاک‌ورز نواری با چرخ تنظیم عمق اختصاصی (مجاور شیار بازکن) برای کنترل عمق

- سیستم‌های بازوی کشنده در کنترل عمق واحدهای تکی

در سیستم‌های بازوی کشنده، شیار بازکن به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم از طریق بازوی کشنده به شاسی اصلی یا میل افزار دستگاه متصل می‌شود. با این اتصال، امکان تنظیم در جهت عمودی (و در بعضی موارد افقی) را نسبت به شاسی اصلی یا میل افزار دستگاه و همچنین شیار بازکن‌های دیگر فراهم می‌سازد (شکل ۶۴).

شکل ٦٣- ماشین خاک‌ورز نواری غیرفعال با سیستم بازوی کشنده

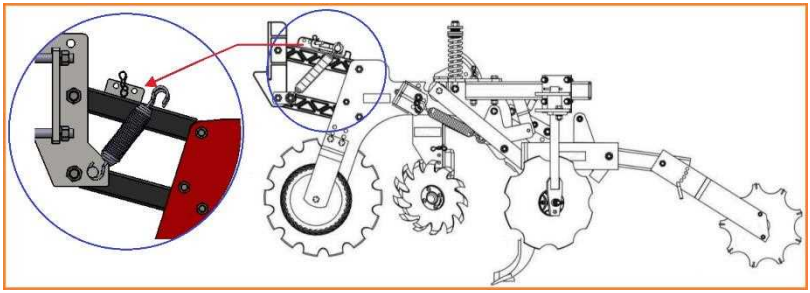
۲. تنظیم فنرهای فشار پایین متوازی‌الاضلاع

هر واحد خاک‌ورز نواری دو عدد فنر فشار پایین دارد که از قسمت پایین به شاسی و از طرف بالا به بازوی بالایی متوازی‌الاضلاع متصل می‌شود. در برخی از ماشین‌ها روی متوازی‌الاضلاع سه سوراخ تنظیم قرار دارد که با قرار دادن پین فنر در هریک از آنها فشار وارده از سوی اجزای واحد خاک‌ورز بر خاک را می‌توان تنظیم کرد (شکل ۶۵):

سوراخ جلو: فشار رو به پایین کم، مناسب برای خاک‌های سبک،

سوراخ میانی: فشار رو به پایین متوسط، مناسب برای انواع خاک‌ها،

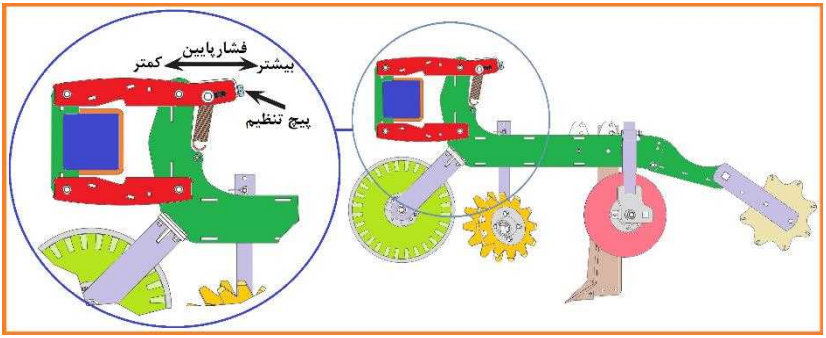
سوراخ عقب: حداکثر فشار که مناسب برای خاک‌های با رس بالا و خاک‌های فشرده



شکل ٦٤- تنظیم فنرهای فشار پایین متوازی‌الاضلاع (منبع: یتتر، ۲۰۲۰)

در برخی از ماشین‌ها، از پیچ برای تنظیم فشار فنر استفاده‌شده است (شکل ۶۶). با شل و سفت کردن پیچ می‌توان فشار وارده از سوی اجزای واحد خاک‌ورز نواری به خاک را تنظیم کرد (شکل ۶۷). برای خاک‌های نرم‌تر معمولاً به فشار کمتر و برای خاک‌های سخت‌تر به فشار بیشتر نیاز است.

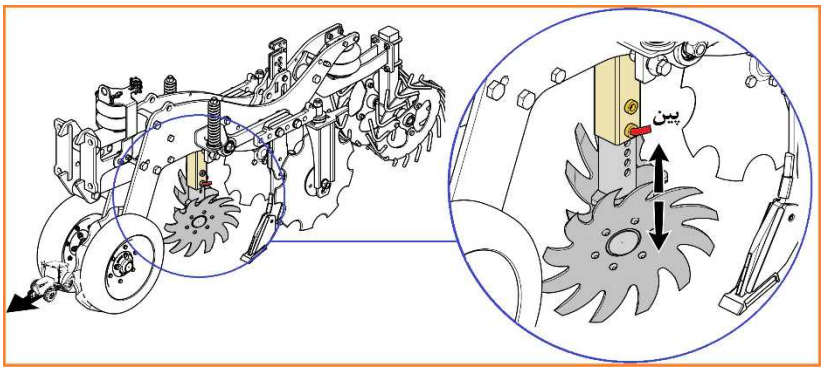
شکل ٦٥- پیچ تنظیم فشار فنر



شکل ٦٦- تنظیم شل و سفتی فشار فنر با توجه نوع خاک (منبع: بیگ هام، ۲۰۲۱)

تنظیم ابزار مخلوط کنندهٔ بقایا با خاک (ردیف ساز)

ارتفاع با جابه‌جایی شاسی ردیف ساز (ردیف تمیزکن) در داخل قوطی تنظیم می‌شود. بشقاب‌های ردیف ساز باید به‌اندازه‌ای پایین آورده شوند که بقایا را کنار بگذارند. پایین آوردن بیش‌ازاندازهٔ بشقاب‌ها باعث ساییدگی و آسیب دیدن آن‌ها می‌شود (شکل ۶۸).



شکل ٦٧- تنظیم ردیف ساز (منبع: اس ال وای فرانسه، ۲۰۱۵)

تنظیم ابزار شل کننده لایه‌های زیرین خاک (ساق زیرشکن)

پین نگه‌دارنـده وبرشـی را بـاز بایـد کـرد و سـاق را در جهـت عمـودی حرکـت داد؛ زمانی که در ارتفاع مناسب قرار گرفـت، پـین‌هـای نگـه‌دارنـده وبرشـی بسـته مـی‌شـوند (شکل ۶۹). ساق باید طـوری تنظـیم شـود کـه در ناحیـهٔ ریشـه در عمـق فشـردهٔ خـاک قرار گیرد.

شکل ٦٨- تنظیم ساق زیرشکن با حرکت در جهت عمودی

تنظیم ابزار برش بقایا و خاک (پوشاننده‌های بشقابی)

تنظیمات این ابزار عبارت‌اند از:

۱. تنظیم فاصلهٔ بشقاب‌ها از هم
۲. تنظیم ارتفاع بشقاب‌ها (شکل ۷۰)
۳. تنظیم زاویهٔ بشقاب‌ها

شکل ٦٩- تنظیم ارتفاع بشقاب‌ها

تنظیمات ابزار خردکنندهٔ نهایی کلوخ‌ها و تثبیت خاک (غلتک خاک‌کوب)

فشار وارده از سوی غلتک خاک‌کوب به خاک، قابل تنظیم است. این تنظیم در ماشین‌های مختلف به سه روش صورت می‌گیرد:

۱. تنظیم عمودی شاسی غلتک روی شاسی

این تنظیم با بالا و پایین بردن شاسی غلتک، با توجه به شرایط خاک برای خرد شدن کلوخ‌ها و رسیدن به سطحی سفت، عملی می‌شود (شکل ۷۱).

- هرانداره شاسی غلتک بالاتربرده شود، فشار کمتر و عمق کار هم کمتر می‌شود.

– هرانـدازه شاسـی غلتـک پـایین‌تـر بـرده شـود، فشـار بیشـتر و عمـق کـار هـم بیشتر می‌شود.

شکل ۷۰- تنظیم جابجایی شاسی غلتک روی شاسی ماشین

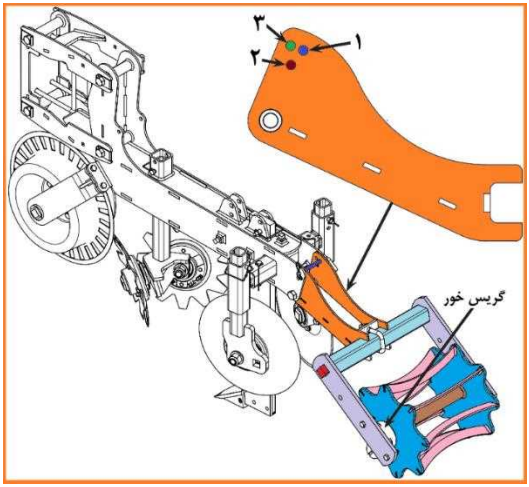
۲. تنظیم فشار فنر

این تنظیم باکم و زیاد کردن فشـار فنـر بـا توجـه بـه شـرایط خـاک بـه‌منظـور خـرد شدن کلوخ‌ها و رسـیدن بـه سـطحی سـفت قابـل اجراسـت (شـکل ۷۲). بـا انتقـال فنـر به نقطهٔ ۴ و نقطهٔ ۱، فشار سبد روی خاک به‌ترتیب افزایش و کاهش می‌یابد.

شکل ۷۱- تنظیم فشار فنر غلتک خاک‌کوب

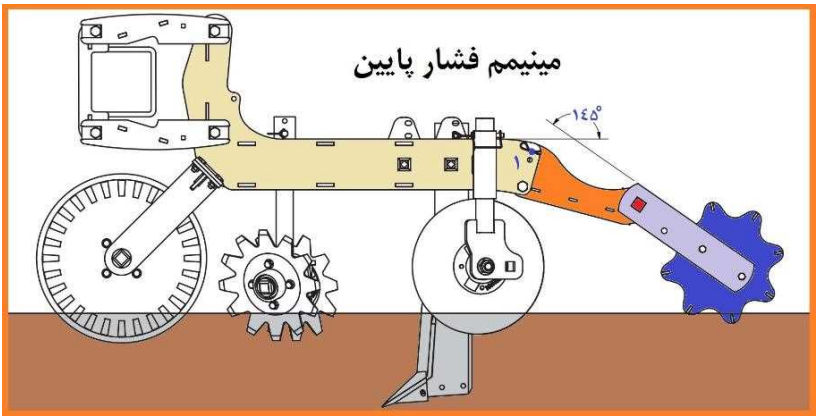
۳. جابه‌جا کردن نقطهٔ اتصال بازوی غلتک روی شاسی اصلی

با جابه‌جا کردن نقطهٔ اتصال بازوی غلتک به شاسی اصلی می‌توان این تنظیم را اجرا کرد. سه موقعیت مختلف روی بازوی غلتک با توجه به شرایط خاک در نظر گرفته می‌شود (شکل ۷۳) که عبارت‌اند از:



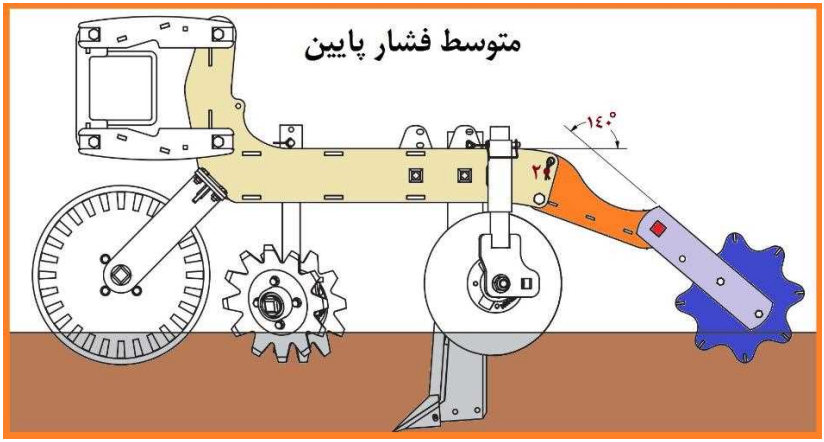
شکل ۷۲- موقعیت‌های قرارگیری شاسی غلتک روی شاسی ماشین (منبع: بیگ هام، ۲۰۲۱)

اتصال در نقطهٔ ۱: مینیمم فشار پایین (شکل ۷۴)



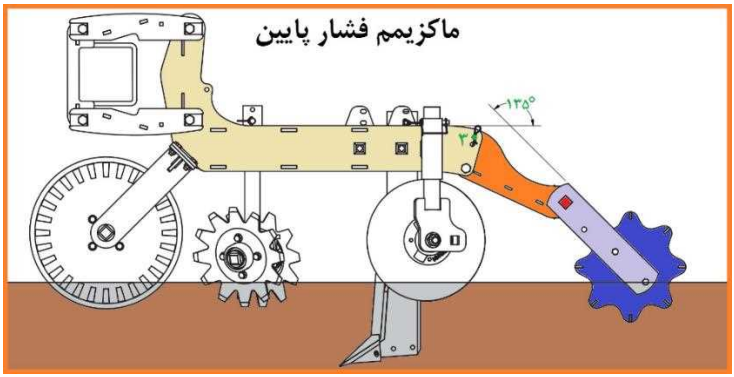
شکل ۷۳- اتصال در نقطهٔ ۱ برای مینیمم فشار پایین (منبع: بیگ هام، ۲۰۲۱)

اتصال در نقطهٔ ۲: متوسط فشار پایین (شکل ۷۵)



شکل ۷۴- اتصال در نقطهٔ ۲ برای متوسط فشار پایین (منبع: بیگ هام، ۲۰۲۱)

اتصال در نقطهٔ ۳: ماکزیمم فشار پایین (شکل ۷۶)



شکل ۷۵- اتصال در نقطهٔ ۳ برای ماکزیمم فشار پایین (منبع: بیگ هام، ۲۰۲۱)

رفع عیب ماشین‌های خاک‌ورزی نواری غیرفعال

در جدول ۱ به برخی از مشکلات رایج، به همراه راه‌حل‌های رفع آن‌ها، اشاره‌شده است که ممکن است در هنگام کار با ماشین‌های خاک‌ورز نواری غیرفعال ایجاد شوند.

جدول ۱- شرح نقص‌ها، علت و طریقهٔ رفع آن‌ها در ماشین‌های خاک‌ورز نواری غیرفعال

شرح نقص‌ها	علت نقص‌ها	روش رفع نقص‌ها
بستر بذر کلوخی است	عمق کار کم است	چرخ تنظیم عمق را بالا ببرید یا ارتفاع سه‌نقطه را کم کنید
	فشار غلتک خاک‌کوب کم است	فشار فنر روی بازوی غلتک را افزایش دهید
	جسم خارجی روی ساق یا نوک (تیغه) چیزل قرار دارد	جسم خارجی را بردارید
	خاک خشک است	تا رسیدن رطوبت خاک برای شخم با چیزل صبر کنید
	بار روی خاک‌ورزنواری بیش‌ازحد است	عمق کار را کاهش دهید

پیچ‌های برشی بریده می‌شوند		وجود سنگ در مزرعه
گرفتگی ابزار عقب با بقایای گیاهی	فاصلهٔ بین ساق زیرشکن و دیسک پوشاننده درست نیست	ساق را به شکاف جلو ببرید
	خاک خیلی مرطوب است	بگذارید خاک خشک شود
لغزش چرخ تراکتور	بازوی میانی خیلی کوتاه است	طول بازوی میانی را افزایش دهید
	کشش مناسب نیست	اضافه کردن وزنه، قفل محورها (اگر تراکتور مجهز باشد) تنظیم کنترل کشش تراکتورها
	خاک خیلی مرطوب است	بگذارید خاک خشک شود
تراکتور قادر به کشیدن ماشین نیست	قدرت (اسب بخار) مناسب نیست	تراکتور باقدرت بیشتر نیاز است
	کشش مناسب نیست	ساقه‌های خاک‌ورز طوری تنظیم شود که در عمق کمتر کار کند
سایش بیش‌ازحد در ساقه‌های خاک ورز	سطوح سایشی فرسوده هستند	ساقهٔ مناسب جایگزین گردد
شاخه زیرشکن خاک‌ورزنواری در داخل خاک نفوذ نمی‌کند	نوک (تیغه) ساییده شده‌است	نوک (تیغه) مناسب جایگزین گردد
	تراز نیست	خاک‌ورز نواری با تنظیم طول بازوی میانی تراز شود
عمق کاری واحدهای خاک‌ورزنواری از چپ به راست یکسان نیست	فشار تایر نابرابر است یا در سطح پیشنهادی سازندگان نیست	لاستیک‌ها با فشار باد توصیه‌شده پر گردد
	طول بازوهای بالابر سمت چپ و راست باهم برابر نیست	بازوی بالابر در طول‌های مساوی تنظیم شود

ماشین‌های خاک‌ورز نواری فعال

این ماشین، دستگاه خاک‌ورز مرکبی است که از چند بازوی چیزل در جلو، نوعی روتیواتور یا گاوآهن دوار در وسط و غلتک‌هایی با زائده‌های کاردی در عقب تشکیل‌شده است (شکل ۷۷).

شکل ۷۶- خاک‌ورز نواری فعال

بازوهای چیزل و غلتک‌ها از مالبند نیرو می‌گیرند و روتیواتور با محور انتقال نیروی تراکتور کار می‌کند (شکل ۷۸). با استفاده از این دستگاه می‌توان در کاربرد تعداد زیادی از ادوات خاک‌ورزی صرفه‌جویی کرد و عوامل نامطلوب حاصل از تردد آن‌ها روی خاک زراعی را کاهش داد.

شکل ۷۷- انتقال قدرت از محورتواندهی تراکتور به محور

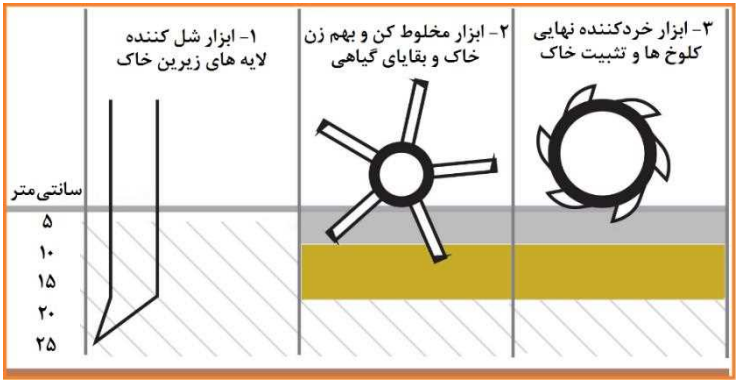
توان‌دهی گیربکس روتیواتور

طیف کامل اجزای درگیر با خاک ماشین خاک‌ورز نواری فعال در سه ناحیهٔ کاری طبقه‌بندی می‌شوند که عبارت‌اند از (شکل ۷۹):

ناحیهٔ ۱. ابزار شل کنندهٔ لایه‌های زیرین خاک،

ناحیهٔ ۲. ابزار مخلوط‌کن و به‌هم‌زن خاک و بقایای گیاهی،

ناحیهٔ ۳. ابزار خردکنندهٔ نهایی کلوخ‌ها و تثبیت خاک.



شکل ۷۸- ناحیه‌های کاری ماشین خاک‌ورزنواری فعال (منبع: بارتسکی، ۲۰۲۱)

عملیات زیر به ترتیب در ماشین مرکب با ترکیب، خاک‌ورزنواری فعال (دوار)، ماشین کودریز و ماشین کاشت، اجرا می‌شود (شکل ۸۰):

۱- تغذیهٔ کود از مخزن سوارشده در جلو تراکتور،

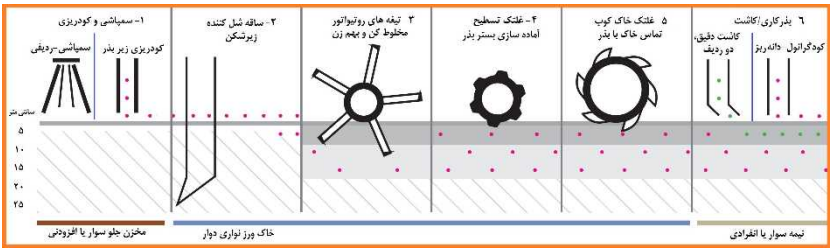
۲- خرد کردن خاک با خاک‌ورز نواری دوار،

۳- کاشت دقیق با ردیف‌کار،

۴- قراردادن کود گرانول دانه‌ریز در خاک.

شکل ۷۹- ماشین مرکب با ترکیب ماشین کودپاش، خاک‌ورز نواری فعال و ماشین کاشت

در هر ماشین مرکب، ۵ تا ۸ مرحلهٔ کاری در هر بار عبور طی می‌شود. وضعیت ابزارهای درگیر با خاک، نسبت به جهت عبور ماشین مرکب (خاک‌ورز نواری فعال با ماشین کودریز و کاشت) و عمق کاری ابزار در هر ناحیه در شکل ۸۱ نشان داده‌شده است.



شکل ۸۰- مرحلهٔ کاری ماشین مرکب (ترکیب خاک‌ورز نواری فعال - ماشین کودریز- ماشین کاشت) (منبع: بارتسکی، ۲۰۲۱)

ساختمان خاک‌ورز نواری فعال

قسمت‌های مهم تشکیل‌دهندهٔ یک خاک‌ورز نواری فعال عبارت‌اند از:

۱. ابزار شل کنندهٔ لایه‌های زیرین خاک

از ابزار رایج شل کننده در خاک‌ورزهای نواری فعال، ساق زیرشکن است. از این شاخه‌ها برای شکستن لایهٔ سخت استفاده می‌شود (شکل ۸۲).

شکل ۸۱- شاخه زیرشکن

شاخه‌های زیرشکن ازنظر ارتفاع قابل تنظیم‌اند. برای این کار، پین نگه‌دارنده باز و ساق در جهت عمودی ساق حرکت داده می‌شود تا در ارتفاع مناسب قرار گیرد. پس از آن پین نگه‌دارنده بسته می‌شود. ساق باید طوری تنظیم شود که در ناحیهٔ ریشه در عمق فشردهٔ خاک قرار گیرد.

۲. ابزار مخلوط‌کن و به هم زن خاک و بقایای گیاهی

از ابزار رایج مخلوط‌کن و به‌هم‌زن خاک و بقایای گیاهی در خاک‌ورزهای نواری فعال، تیغه‌های دوار گاوآهن روتیواتور است. از این تیغه‌ها برای بریدن، خرد کردن و مخلوط کردن خاک و بقایای گیاهی استفاده می‌شود (شکل ۸۳).

شکل ۸۲- تیغه‌های دوار

اجزای تشکیل‌دهنده گاوآهن دوّار (روتیواتور)

۱. تیغه‌ها

عامل اصلی مخلوط‌کن و به‌هم‌زن خاک و بقایای گیاهی در گاوآهن‌های دوّار، تیغه‌ها هستند. سه نوع تیغه در گاوآهن‌های دوار خاک‌ورز نواری فعال بیشتر رایج است که عبارت‌اند از:

تیغه‌های L شکل: از این تیغه‌ها بیشتر برای شخم در عمق کم، مخلوط کردن بقایای گیاهی با خاک و خرد کردن کلوخه‌ها استفاده می‌شود (شکل ۸۴).

شکل ۸۳- تیغه‌های L شکل

تیغه‌های دندانه میخی: این تیغه‌ها عمدتاً در نرم‌کردن خاک و کنترل علف‌های هرز و خردکردن کلوخ‌های سخت به‌کار می‌روند (شکل ۸۵).

شکل ۸٤- تیغه‌های دندانه میخی

تیغه‌های خمیده (C شکل): از این تیغه‌ها بیشتر برای شخم در عمق بیشتر و کار در خاک‌های سنگین استفاده می‌شود (شکل ۸۶).

شکل ۸۵- تیغه‌های خمیده

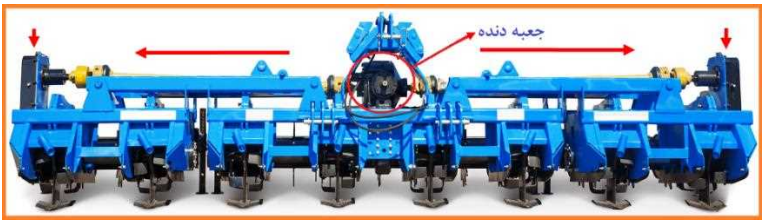
۲. محور گردندهٔ تیغه‌ها

تیغه‌ها برای هر واحد روی دو صفحهٔ مدور، که به محور گردنده جوش داده‌شده‌اند، با پیچ متصل می‌شوند. شکل قرارگرفتن تیغه‌ها روی محور گردنده به سمت داخل است و هر تیغه روی صفحهٔ مدور بین دوتیغهٔ صفحهٔ مدور مقابل متصل می‌شود (شکل ۸۷).

شکل ۸٦- نحوهٔ اتصال تیغه‌های روی صفحه‌های مدور

۳. سیستم انتقال قدرت دورانی به محورهای گردندهٔ تیغه‌ها

قدرت دورانی ارسالی از محور توان‌دهی تراکتور توسط گاردان به محور توان‌دهی جعبه‌دنده منتقل می‌شود. جعبه‌دنده (گیربکس) ضمن تغییر امتداد جهت دوران (به اندازهٔ ۹۰ درجه) تعداد دور را به میزان طراحی صورت گرفته کاهش می‌دهد و قدرت دورانی را از طریق گاردان سمت چپ و راست روتیواتور به چرخ‌دنده‌های محورهای گردنده تیغه‌ها منتقل می‌کند (شکل ۸۸).



شکل ۸۷- جعبه‌دنده

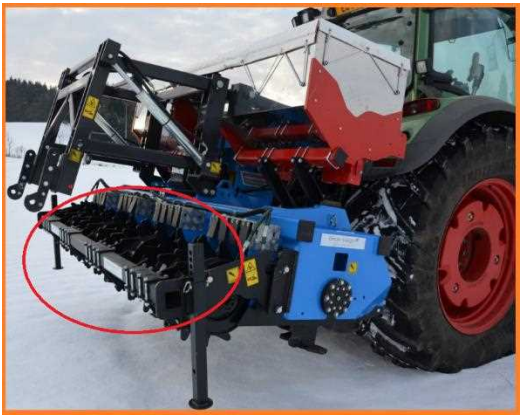
۴. کفشک‌های تنظیم عمق

در طرفین ماشین کفشک‌هایی قرارگرفته‌اند که در وضعیت عمودی قابل تنظیم هستند. با تغییر وضعیت عمودی کفشک‌ها نسبت به زمین، عمق کار تیغه‌ها تنظیم می‌شود (شکل ۸۹).

شکل ۸۸- کفشک‌های تنظیم عمق

۳. ابزارهای خردکنندهٔ نهایی کلوخ‌ها و تثبیت خاک

از ابزارهـای رایـج خردکننـدهٔ نهـایی کلـوخ‌هـا و تثبیـت خـاک در خـاک‌ورزهـای نواری فعال، غلتک‌های دندانه‌دار هستند (شکل ۹۰).



شکل ۸۹- غلتک دندانه‌دار

در بین دندانه‌های هر ردیف یک عدد گل پاک‌کن نصب‌شده است. فاصلهٔ تیغهٔ گل پاک‌کن تا سطح غلتک قابل تنظیم است.

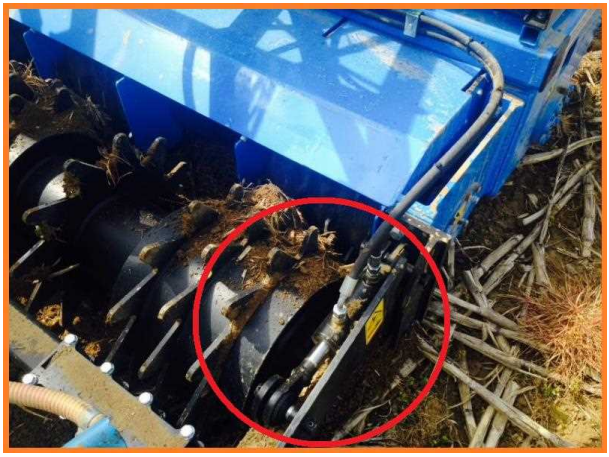
فشار وارده از سوی غلتک دندانه‌دار به خاک قابل تنظیم است. این تنظیم به دو روش صورت می‌گیرد:

۱. با استفاده از جک هیدرولیکی دوطرفه

این تنظیم با توجه به شرایط خاک برای خرد شدن کلوخ‌ها و رسیدن به سطحی سفت با باز و بسته شدن جک، که منجر به پایین و بالا بردن شاسی غلتک دندانه‌دار می‌شود، صورت می‌گیرد (شکل ۹۱).

– هرانـدازه شاسی غلتک بالاتربرده شود، فشار کمتر و عمق کار هم کمتر می‌شود.

– هرانـدازه شاسی غلتک پایین‌تر برده شود، فشار بیشتر و عمق کار هم بیشتر می‌شود.



شکل ۹۰- تنظیم ارتفاع غلتک دندانه‌دار با استفاده از جک هیدرولیکی

۲. جابه‌جا کردن نقطهٔ اتصال بازوی غلتک روی شاسی اصلی

با جابه‌جا کردن نقطهٔ اتصال بازوی غلتک به شاسی اصلی می‌توان این تنظیم را عملی کرد. سه موقعیت مختلف روی بازوی غلتک، با توجه به شرایط خاک، در نظر گرفته می‌شود (شکل ۹۲).

– هراندازه بازو به بالاتربرده شود، فشار کمتر و عمق کار هم کمتر می‌شود.

– هراندازه بازو به پایین‌تر برده شود، فشار بیشتر و عمق کار هم بیشتر می‌شود.

شکل ۹۱- تنظیم ارتفاع غلتک دندانه‌دار با جابجایی بازوی غلتک روی شاسی

اتصال خاک‌ورز نواری فعال به تراکتور

ماشین‌های خاک‌ورز نواری فعال ازنظر اتصال به تراکتور به دودسته تقسیم می‌شوند که عبارت‌اند از:

خاک‌ورز نواری فعال کششی

این ماشین‌ها از یک نقطه به‌نام مالبند به تراکتور متصل می‌شوند و کل وزنشان در حین حمل‌ونقل روی زمین است (شکل ۹۳).

شکل ۹۲- خاک‌ورز نواری فعال کششی

خاک‌ورز نواری فعال سوار شونده

این ماشین‌ها به سه‌نقطه اتصال تراکتور متصل می‌شوند و در حین حمل‌ونقل کل وزن ماشین روی تراکتور است (شکل ۹۴).

شکل ۹۳- خاک‌ورز نواری فعال سوار شونده

رفع عیب ماشین‌های خاک‌ورزی نواری فعال

در جدول ۲ به برخی از مشکلات رایج و راه حل آنها اشاره شده است که در هنگام کار با ماشین‌های خاک‌ورز نواری فعال ممکن است در تیغه‌های دوار ایجاد گردد.

جدول ۲- شرح نقص‌ها، علت و راه رفع آن‌ها در ماشین‌های خاک‌ورز نواری فعال

شرح نقص‌ها	علت نقص‌ها	طریقه رفع نقص‌ها
عمق کار شاخه‌های زیرشکن یکسان نیست	ماشین تراز نیست	ماشین در جهت طولی و عرضی تراز شود
	تیغه‌های نوک ساقه فرسوده شده	تیغه‌ها ترمیم یا تعویض شوند
	ساقه‌ها هم‌ارتفاع نیستند	ساقه به‌طور یکسان تراز شوند
پیچ‌های برشی شاخه‌های زیرشکن بریده می‌شوند	عمق کار بیش‌ازحد است	عمق کار کاهش داده شود

شاخهٔ زیرشکن در داخل خاک نفوذ نمی‌کند	نوک (تیغه) ساییده شده‌است	نوک (تیغه) مناسب جایگزین گردد
	تراز نیست	ماشین با تنظیم طول بازوی میانی تراز شود
محور تیغه‌ها دوران نمی‌کند	در محور انتقال نیرو نقص وجود دارد	محور بررسی شود
	کلاچ ایمنی تنظیم نیست	کلاچ ایمنی تنظیم شود
	در محور مانعی گیرکرده است	مانع برطرف شود
سروصدای دستگاه زیاد است	در مسیر انتقال نیرو تـا عــوامل خاک‌ورز شکستگی ایجادشده است	مسیر انتقال بررسی شود
	روغن جعبه‌دنده کم است	روغن جعبه‌دنده وارسی شود
تیغه‌ها می‌شکند	تیغه‌ها سفت بسته نشده‌اند	تیغه‌ها سفت شوند
	مانعی در خاک وجود دارد	سرعت دوران پایین آورده شود
نفوذ تیغه‌ها کم است یا در عمق صحیحی قرار نمی‌گیرند	سرعت تراکتور بسیار زیاد است	سرعت تراکتور پایین آورده شود
	سرعت محور دوران بسیار کم است	سرعت محور دوران بیشتر شود
	تیغه‌ها خم‌شده‌اند	تیغه‌ها تعویض شوند
خاک جلودوران محور را می‌گیرد	سرعت دوران نسبت به پیشروی بسیار کم است	پیشروی افزایش یابد
غلتک‌ها به‌راحتی نمی‌چرخند	با گل مسدود شده‌اند	گل پاک‌کن‌ها تنظیم شوند
	یاتاقان‌ها فرسوده شده‌اند	یاتاقان‌ها تعویض شوند
تراکتور قادر به کشیدن ماشین نیست	قدرت (اسب بخار) مناسب نیست	تراکتور باقدرت بیشتر نیاز است
	کشش مناسب نیست	ساقه‌های خاک‌ورز طوری تنظیم شوند که در عمق کمتر کار کنند

منابع

افضلی نیا، صادق. ۱۳۹۵. دستورالعمل اجرایی کم خاک‌ورزی. تهران، نشر آموزش کشاورزی. ۲۰ صفحه.

الماسی، م. برقعی، ع م. توکلی، ت. ۱۳۸۹. فرهنگ نوین کشاورزی و منابع طبیعی، جلد نهم: ماشین‌های کشاورزی. مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران و فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران. ۵۷۹ صفحه.

ذاکری، ح. کاظمی، ن. ۱۳۸۵. نظام‌های خاک‌ورزی در کشاورزی پایدار. انتشارات دانشگاه ایلام. ۲۴۳ صفحه.

طباطبایی فر، ا. ندرلو، ل. جوادی کیا، پ و شیرکوند، ح. ۱۳۸۷. سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی و داشت محصول. جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. ۲۵۸ صفحه.

علیمردانی، ر. ۱۳۸۹. سامانه‌های نوین خاک‌ورزی. نشر علم کشاورزی ایران. ۲۲۴ صفحه.

BIGHAM. Bigham Ag Strip Till Generation 3 Operators Manual Technology. Model #789-222. Model #789-223. https://bighamag.com/wp-content/uploads/2021/01/B15-789.pdf

Farmet a. s. Technology Strip-till cultivator Strip-Till. https://www.farmet.cz/en/strip-till-cultivator-strip-till.

Samson. Samson strip-till Retrieved from http://www.samson-agro. com/media/ 6143/samson-strip-till-en-v2.pdf.

SLY France. Operator's manual stripcat sly en 09/2015. https://www. slyfrance.com/en/stripcat-2/.

YETTER. Yetter FARM EQUIPMENT. 2984 Series MAVERICK(HR PLUS OPERATOR & PARTS MANUAL 2565-762_REV_M. 1/2020. https://www.yetterco.com/media-

library/documents/PRODUCT-RESOURCES/MANUALS-AND-INSTRUCTIONS/2984_Maverick_HR_Plus_REV_M.pdf

Baertschi. Baertschi perma-Agrartecnic. Oekosem Rotor-Strip-Till System. 2021. https://www.baertschi.com/catalog/.