وزارت علوم تحقیقات و فناوری
دانشگاه فنی و حرفه‌ای

به نام خدا

عنوان درس:

ماشین های کشاورزی ۱

(Agricultural Machineries I)

مدرس:

دکتر سید اشکان موسویان

زمستان ۹۸

❑ تاریخچه و اهداف خاک ورزی

عملیات مکانیکی که به منظور آماده سازی زمین برای زراعت روی خاک انجام می شود را خاک ورزی گویند
هدف از خاک ورزی مطلوب، ایجاد محیط مناسب برای جوانه زنی بذر، رشد ریشه، کنترل گیاهان هرز، کنترل فرسایش خاک و کنترل رطوبت خاک است

- ✓ ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح: ابزارهای ابتدایی خاک ورزی به شکل سبک و چوبی مورد استفاده در زمین های ساحل رودخانه های فرات و نیل
- ✓ ۲۰۰۰ سال قبل: در چین گاوآهن مجهز به نوک آهنی که با دست کشیده می شد، ساخته شد
- ✓ ۲۰۰۰ سال قبل: در روم، تیغه های آهنیِ برای گاوآهن ساخته شد
- ✓ اوایل قرن چهاردهم: تکامل چرخ، پیش بُر و صفحه برگردان در اروپا شکل گرفت
- ✓ اوایل قرن شانزدهم: ابزارهای خاک ورزی شبیه انواع امروزی (گاوآهنی به نام روترهام) در انگلیس و اسکاتلند
- ✓ سال ۱۷۲۱: عرضهٔ گاوآهن چرخدار با تیغهٔ چدنی و صفحه برگردان مدوّر
- ✓ سال ۱۷۶۰: ساخت صفحه برگردان خمیده
- ✓ سال ۱۷۹۸: طراحی یک گاوآهن برگردان دار با محاسبات ریاضی بوسیلهٔ توماس جفرسون
- ✓ سال ۱۸۳۷: ساخت گاوآهن فولادی با تیغه و صفحه برگردان یکپارچه بوسلهٔ جان دیر (آهنگر اهل آمریکا)
- ✓ سال ۱۸۴۷: ساخت گاوآهن بشقابی
- ✓ سال ۱۸۶۹: ساخت چنگهٔ دندانه فنری
- ✓ سال ۱۸۲۹: عرضهٔ نخستین تراکتور بنزینی در آمریکا و جایگزینی با دام
- ✓ سال ۱۹۰۷: ساخت گاوآهن خودگردان در آلمان
- ✓ سال ۱۹۳۰: عرضهٔ خاک ورزهای دوار ساخت سوییس در آمریکا
- ✓ دههٔ ۱۹۶۰: عرضهٔ کولتیواترهای دوار
- ✓ پس از جنگ جهانی دوم: تحقیق و ساخت طرح های جدید به منظور اصلاح کیفیت کار ابزارهای خاک ورزی اعم از کاهش مقاومت خاک در برابر این ابزارها و دستیابی به ویژگی هایی چون وزن کم، مقاومت و دوام زیاد، سهولت سرویس و نگهداری، کارایی زیاد

- اهداف اصلی عملیات خاک ورزی سالانه عبارت اند از ایجاد شرایطی مطلوب و پایدار در خاک که ضمن ایجاد بستری مناسب برای بذر، زمینهٔ مطلوبی برای تکامل ساقه و ریشه یا غدهٔ گیاه فراهم کند
- بعلاوه در انجام این عملیات، اختلاط کامل بقایای گیاهی و کودهای مختلف با خاک، سهولت حرکت و کار ماشین های کاشت و داشت، و نیز مبارزه با عوامل زیان آور برای گیاه مورد نظر است.
- به طور خلاصه می توان ایجاد و حفظ نرمی یا پوکی خاک را مهمترین هدف خاک ورزی دانست.

نتایج مورد انتظار از انجام عملیات خاک ورزی:

- سر و سامان دادن به وضعیت بقایای گیاهی برای کاهش مزاحمت آنها در عملیات بعدی توسط مدفون ساختن بقایا در خاک، اختلاط آنها با خاک، باقی گذاردن آنها در سطح خاک و یا ترکیبی از دو یا سه روش مذکور
- هوادهی به خاک برای تأمین میزان هوای مطلوب برای حیات و فعالیت میکروارگانیزم های خاک
- کنترل گیاهان هرز از طریق دفن آنها، مدفون ساختن بذرهای سطحی گیاهان هرز و افزایش درجه تأثیر مواد شیمیایی سازندهٔ علف کش ها
- مخلوط کردن سموم، کودهای دامی، کودهای سبز و کودهای شیمیایی با خاک
- تأمین شرایط مطلوب برای نفوذ رطوبت در خاک و جلوگیری از تبخیر سطحی
- کنترل حشرات از طریق زیر خاک کردن بقایای گیاهی حامل لارو حشرات
- کنترل دمای لازم برای جوانه زنی بذر
- نرم کردن و تثبیت خاک در حد مورد نیاز به منظور تماس همه جانبهٔ خاک با بذر، جذب رطوبت لازم برای جوانه زنی بذر و توسعهٔ ریشه
- صاف کردن زمین های ناهموار، ایجاد شیار و پشته برای کاشت مجدد و آبیاری و نیز ایجاد سطحی مطلوب برای کار ماشین های کاشت
- کنترل فرسایش خاک از طریق ایجاد سطحی سست و مالچ مانند، تراس بندی، یا باقی گذاشتن بقایای گیاهی در خاک (برنگرداندن خاک با استفاده از گاوآهن های قلمی (چیزل))

- عملیات خاک ورزی عبارتند از:

عملیات اولیه: کار ابتدایی و اصلی بر روی خاک دست نخورده به منظور کاهش مقاومت و پیوستگی خاک، پوشاندن بقایای گیاهی سطحی و همگن سازی ساختار خاک که توسط گاوآهن انجام می شود

عملیات ثانویه: پس از عملیات اولیه به منظور تهیهٔ بستر مناسب برای بذر که با چنگه (هِرس) انجام می شود

انواع گاوآهن ها

- برگردان دار
- مخصوص مانند گاوآهن های بشقابی، چیزل، دوار و زیرشکن ها

پس از شخم اولیه، زمین در عمیقی معمولاً برابر با عمق خاک زراعی، کلوخه می شود. بستر بذر در صورتی آماده می شود که کلوخه های سطحی در عمق کمتر (حدود نصف) از عمق شخم شکسته شوند و در صورت لزوم لایهٔ سطحی خاک تثبیت شود. درجهٔ خرد شدن کلوخه ها بستگی به نوع و اندازهٔ بذر، و احتمال تثبیت بستر بذر بستگی به نوع و وضعیت خاک زراعی دارد. خاک ورزی ثانویه می تواند در دفع گیاهان هرز و در نتیجه حفظ رطوبت خاک نیز مؤثر واقع شود.

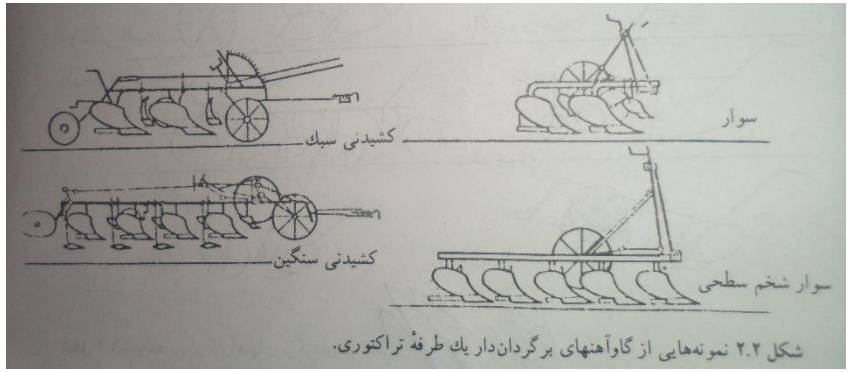
به دلیل اینکه افراط در عملیات خاک ورزی (اولیه و ثانویه) موجب آسیب زدن به ساختار خاک شده و نتایج نامطلوبی به همراه خواهد داشت، اخیراً روش های دیگری از جمله کمینه خاک ورزی، کم خاک ورزی، بی خاک ورزی و ورز–کاشت توسعه یافته است. این روش ها موجب کاهش مصرف انرژی مکانیکی در هنگام کار، به حداقل رفت و آمد ماشین بر روی خاک، کاهش فرسایش و ذخیرهٔ رطوبت خاک می شود.

❑ گاوآهن های برگردان دار

مرسوم ترین گاوآهن که در عملیات خاک ورزی استفاده می شود که برای شخم خاک با گرداندن خاک و مدفون ساختن بقایای گیاهی سطحی، کاری مشابه با بیل را انجام می دهد.

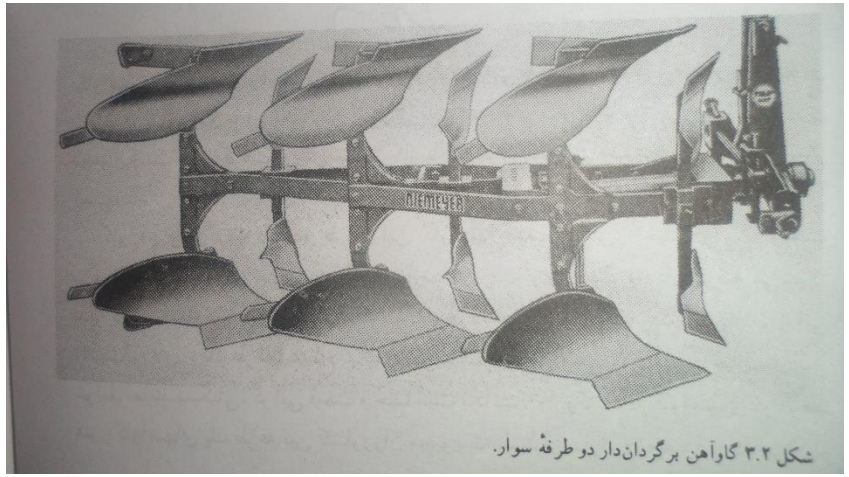
تقسیم بندی گاوآهن های برگردان دار

- از لحاظ نحوهٔ عمل: یک طرفه و دو طرفه
- از لحاظ اتصال به تراکتور: سوار، نیمه سوار و کشیدنی
- از لحاظ تعداد خیش: یک خیش و چند خیش



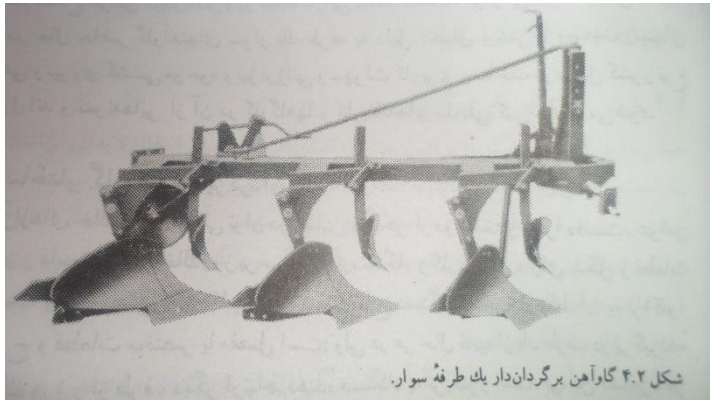
شکل ۲.۲ نمونه‌هایی از گاوآهنهای برگردان‌دار یك طرفهٔ تراکتوری.

گاوآهن های برگردان دار یک طرفه، خاک را فقط به یک طرف (عموماً سمت راست) برمی گردانند. شخم زدن زمین با این گاوآهن ها مستلزم صرف زمان بیشتری است

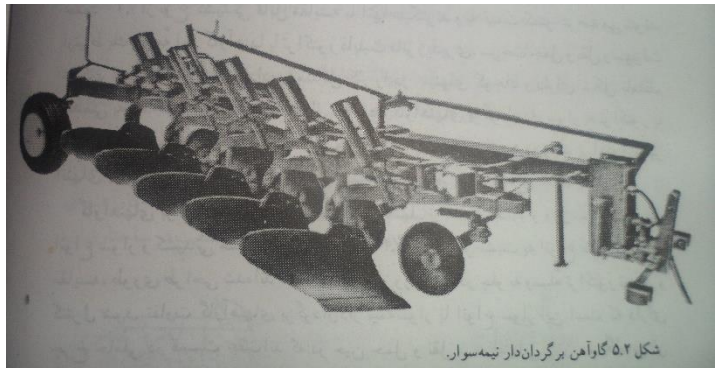

شکل ۳.۲ گاوآهن برگردان‌دار دو طرفهٔ سوار.

گاوآهن های برگردان دار دو طرفه، اغلب دو سری خیش راست و چپ دارند که هر سری به طور متناوب در رفت و برگشت، به کار می روند. بنابراین تمام لایه های شخم به یک سمت برگردانده می شود و ضمن کاهش تلفات زمانی نسبت به یک طرفه، سطح شخمی تقریباً صاف تر ایجاد می کنند. اما نواقصی مانند سنگینی، گرانی قیمت و حساسیت سیستم واروکننده دارد.

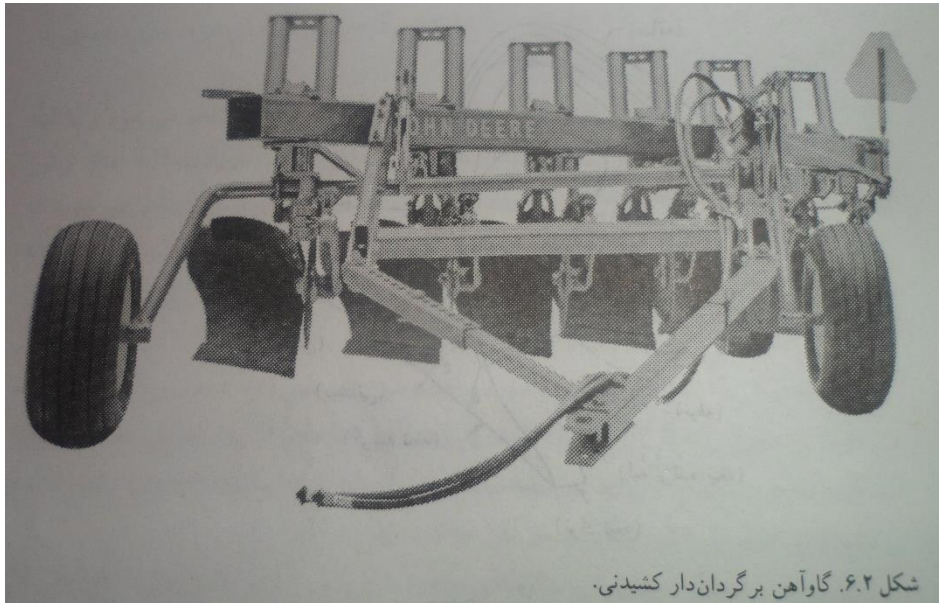
گاوآهن برگردان دار سوار: از زمان ابداع سیستم اتصال سه نقطهٔ تراکتور رواج یافتند و امروزه در ایران بسیار رایج اند. این گاوآهن ها در پشت تراکتور آویزان هستند بنابراین اندازهٔ آنها با ظرفیت بالابری سیستم اتصال سه نقطهٔ تراکتور و نیز وضعیت تعادلی دستگاه محدود می شوند. این گاوآهن ها حدود ۴۰ درصد از نوع کشیدنی سبک تر و ارزان تر اند. به دلیل ارتباط یک پارچهٔ این گاوآهن با تراکتور، قابلیت مانورپذیری، سرعت حمل و نقل و سهولت عقب بری آنها افزایش یافته و دشواری کار در زمین های کوچک و دارای شکل نامنظم هندسی به حداقل می رسد. اتصال سه نقطهٔ گاوآهن های برگردان دار سوار به تراکتور با ارتباط دو سر میلهٔ عرضی جلوی قاب به بازوهای پایینی سیستم هیدرولیک تراکتور و نیز انتهای فیل گوش به بازوی بالایی این سیستم عملی می شود


شکل ۴.۲ گاوآهن برگردان‌دار یك طرفهٔ سوار.

گاوآهن های برگردان دار نیمه سوار: از لحاظ اندازه و وزن بین انواع سوار و کشیدنی هستند. با حدود ۳۰ درصد وزن کمتر نسبت به انواع کشیدنی مشابه، طوری طراحی شده اند که حدود نیمی از وزن آنها در جلو بوسیلهٔ تراکتور تحمل و کنترل شود. تفاوت این گاوآهن با نوع سوار این است که دارای چرخ حاملی در قسمت عقب اند که در حین حمل و نقل نیمهٔ انتهایی وزن دستگاه بر آن مستقر می شود. این چرخ با سیستم اتصال جلوی گاوآهن ارتباط دارد و از آن فرمان می گیرد. تغییر وضعیت عمودی چرخ حامل عقبی معمولاً بوسیلهٔ جک هیدرولیک انجام می شود. طرح نیمه سوار نسبت به طرح سوار، افزایش اندازه و تعداد خیش ها و زیادتر شدن فاصلهٔ بین آنها را امکان پذیر می کند که ضمن افزایش کارایی، آنها را برای شخم عمیق تر و کار در زمین ها کُلش دار مناسب می سازد. گاوآهن های نیمه سوار در جلو از طریق میلهٔ عرضی به دو بازوی پایینی سیستم هیدرولیک تراکتور ارتباط دارند


شکل ۵.۲ گاوآهن برگردان‌دار نیمه‌سوار.

گاوآهن های برگردان دار کشیدنی: بزرگتر از انواع نیمه سوار و عمدتاً برای شخم عمیق طراحی می شوند. این گاوآهن ها بر سه چرخ به نام های چرخ های شیار جلویی، زمین و شیار عقبی متکی اند و در یک نقطه به مالبند تراکتور متصل می شوند. تغییر وضعیت چرخ ها (یا قاب) به منظور به خاک انداختن گاوآهن و یا قراردادن آن در وضعیت حمل و نقل، در اغلب مدل های رایج، بوسیلهٔ جک های هیدرولیک انجام می شود.مانورپذیری کمتر، مشکل عقب بری، کندی حمل و نقل، سنگینی و گرانی از جمله عیوب این گاوآهن ها است اما در مقابل، عرض و عمق کار زیادتر و در نتیجه کارایی بیشتری دارند.



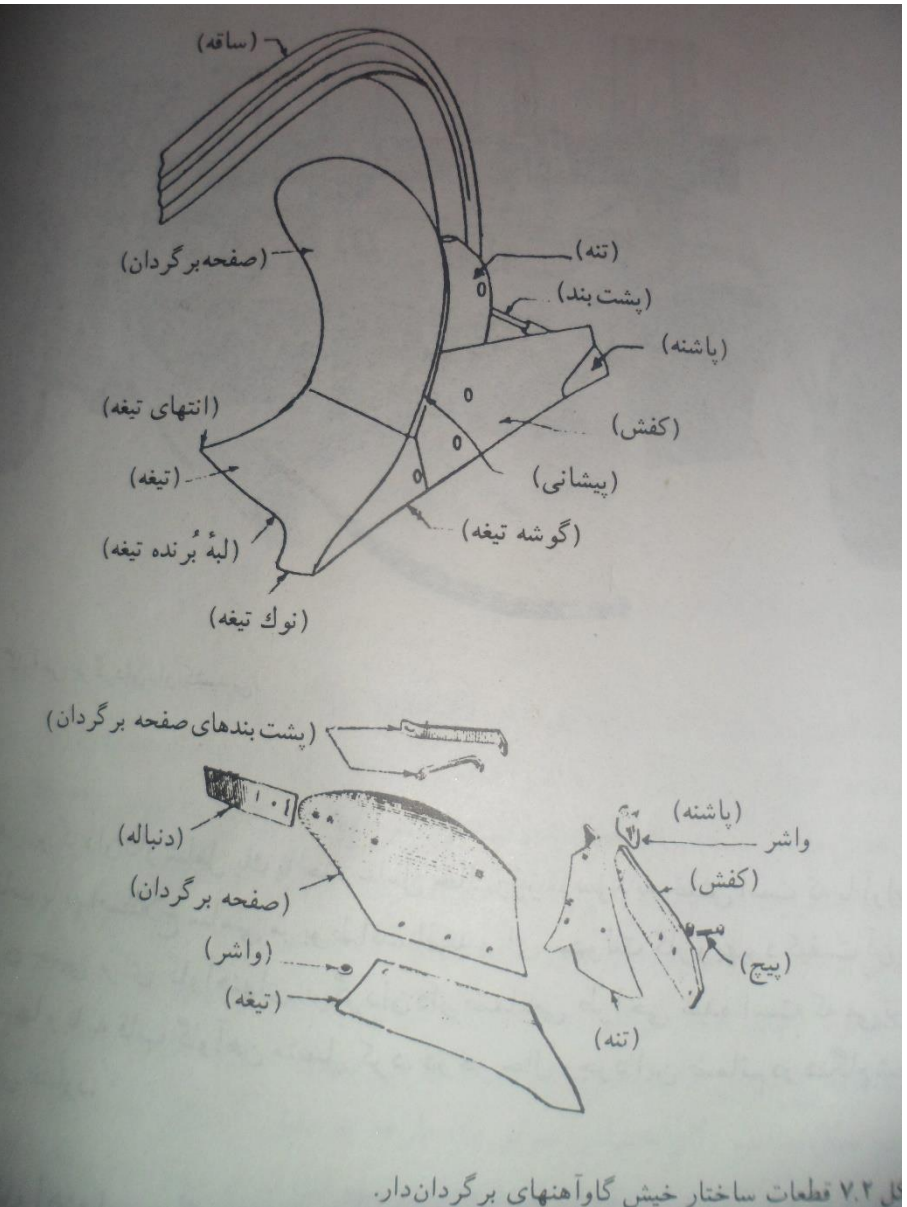
شکل ۶.۲. گاوآهن برگردان‌دار کشیدنی.

ساختار گاوآهن های برگردان دار

- قاب (شاسی): تشکیل دهندهٔ بدنهٔ اصلی گاوآهن که در برگیرندهٔ عامل خاک ورز بوده و ارتباط دهندهٔ دستگاه با تراکتور است
- عامل خاک ورز (خیش): با آرایش خاصی به قاب متصل می شوند

❖ خیش گاوآهن برگردان دار

شامل قطعاتی است که برای برش، برداشتن، برگرداندن و انتقال لایه ای از خاک مورد نیاز است. شکل خیش عموماً به صورت گوهٔ سه وجهی است



کل ۷.۲ قطعات ساختار خیش گاوآهنهای برگردان‌دار.

کفش و صفحهٔ شامل لبهٔ برندهٔ تیغه ← وجوه مسطح خیش

صفحه برگردان ← وجه منحنی خیش

وجوه مسطح خیش و وجه منحنی خیش ← را می سازند

اندازهٔ خیش: عرض لایه ای از خاک که خیش برای برش و برگردان آن طراحی شده است

اجزای اصلی خیش:
- تیغه
- صفحه برگردان
- تنه
- کفش
- پاشنه (فقط در آخرین خیش گاوآهن)
- ساقه

اجزای فرعی خیش:
- پیشانی
- دنباله
- پشت بند

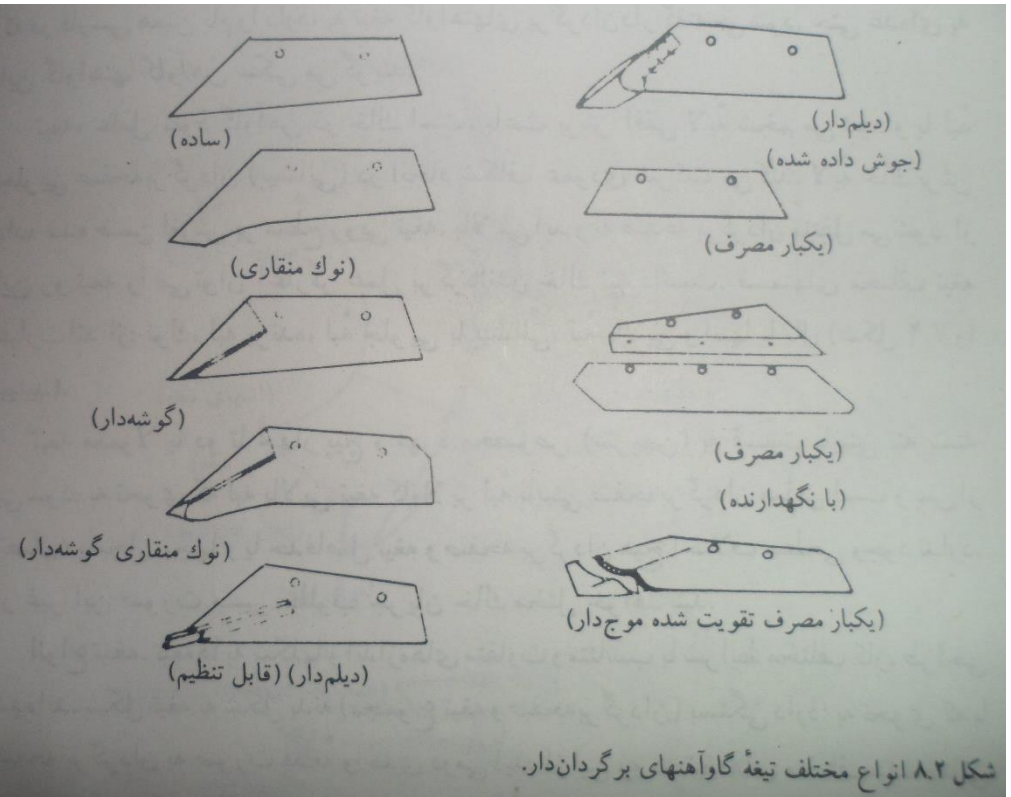
❖ تیغه:

عامل نفوذ گاوآهن در خاک. باعث برش افقی لایهٔ شخم می شود و با لبهٔ جلویی صفحه برگردان (پیشانی) در ایجاد شکاف عمودی شرکت می کند. لایهٔ خاک برش خورده، ضمن لغزش بر روی سطح رویی تیغه، بالامی آید و به صفحه برگردان منتقل می شود. لذا تیغه را می توان آغازگر عمل برگرداندن خاک نیز دانست.

قسمت های مختلف تیغه عبارت اند از: نوک، لبهٔ برنده، لبهٔ جلویی یا پیشانی، لبهٔ بالایی و انتها یا بال

✓ انواع تیغه ها:

با توجه به شرایط مختلف کاری، تیغه ها به شکل ها و اندازه های مختلف طراحی و ساخته می شوند که البته شکل تیغه ها باید با شکل بدنهٔ خیش تناسب داشته باشد. لذا مشخصات تیغه ها نظیر زاویه و شکل نوک تیغه، ابعاد تیغه، شکل لبهٔ برنده و بال تیغه و انحنای خفیف سطح رویی آن تابع شکل کلی بدنهٔ خیش و مورد کاربری آن می باشد. با این وجود، تیغه ها طوری ساخته می شوند که قابلیت تطبیق با انواع مختلف خیش ها را حدالامکان داشته باشد.

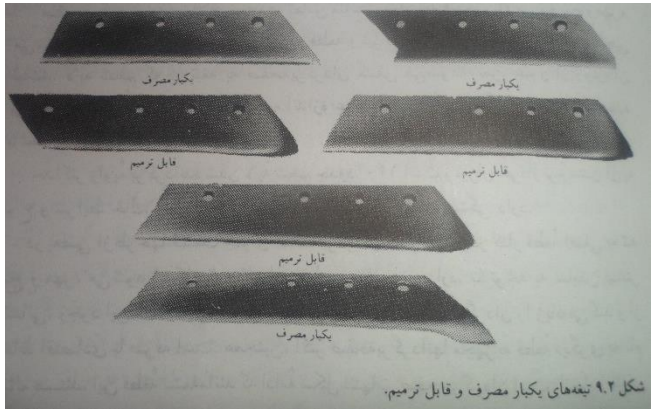


شکل ۸.۲ انواع مختلف تیغهٔ گاوآهنهای برگردان‌دار.

- نوع ساده (ذوزنقه ای شکل)
- نوک منقاری: شکافتن بهتر خاک، اتکاء بیشتر به گاوآهن، فرسودگی دیرتر، حساسیت کمتر و مقاومت بیشتر در برابر موانع احتمالی
- گوشه دار: مقاومت نوک تیغه و پیشانی در برابر آسیب های احتمالی از برخورد با موانع، عموماً به همراه نوک منقاری ساخته می شوند تا استحکام و مقاومت در برابر فرسایش بیشتری را ایجاد کند
- دیلم دار: برای زمین های بسیار سنگین و سخت و همچنین زمین های سنگ دار، مناسب برای خاک های بسیار ساینده به دلیل قابلیت ترمیم مکرر دیلم

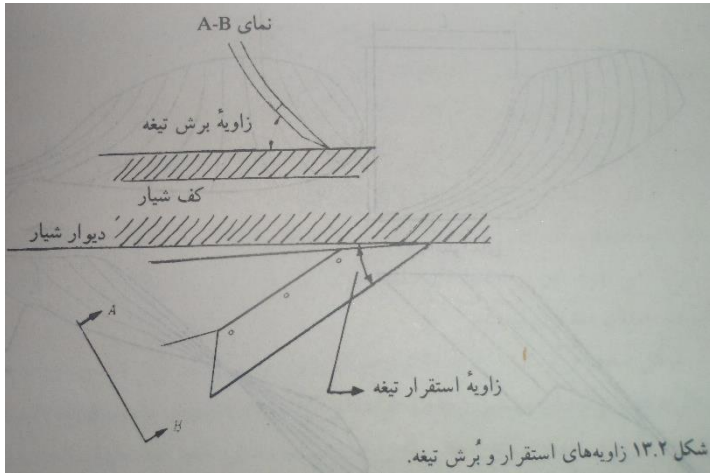
✓ جنس تیغه ها:

به دلیل شرایط کاری سخت، تیغه ها باید مقاوم به ضربه و سایش باشد. لذا بیشتر از فولاد در ساخت تیغه های استفاده می کنند. با تغییر درصد کربن، میزان سختی، استحکام در برابر ضربه و تعمیرپذیری آن قابل تأمین است. ریخته گری و آهنگری، روش های ساخت تیغه هاست. تیغه ها در انواع ترمیم پذیر و یکبار مصرف وجود دارند.



شکل ۹.۲ تیغه‌های یکبار مصرف و قابل ترمیم.

▪ زوایای استقرار و برش تیغه

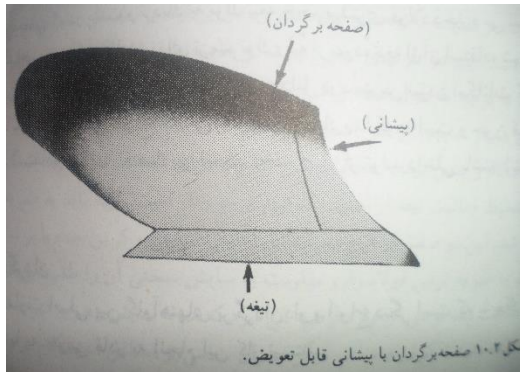


شکل ۱۳.۲ زاویه‌های استقرار و بُرش تیغه.

❖ صفحه برگردان:

وجه تمایز و تفاوت اصلی گاوآهن برگردان دار با گاوآهن های دیگر است که یا خاک را بر نمی گردانند یا به خوبی قادر به این کار نیستند. صفحه برگردان در بالای تیغه و در تماس مناسب با آن بدون هیچ اختلاف سطحی به قسمت بالایی تنه پیچ و مهره می شود. لایهٔ شخمی که از تیغه به صفحه برگردان منتقل شده است، ضمن عبور از روی آن، برگردانده (اغلب به سمت راست) شده و به اندازهٔ عرض خود (اگر دستگاه درست تنظیم شده باشد) به کنار منتقل می شود

حداکثر زاویهٔ برگرداندن لایهٔ شخم ۱۴۰ درجه است و میزان خُرد و نرم شدن آن به نوع و شرایط خاک، ابعاد لایهٔ شخم و شکل صفحه برگردان بستگی دارد.

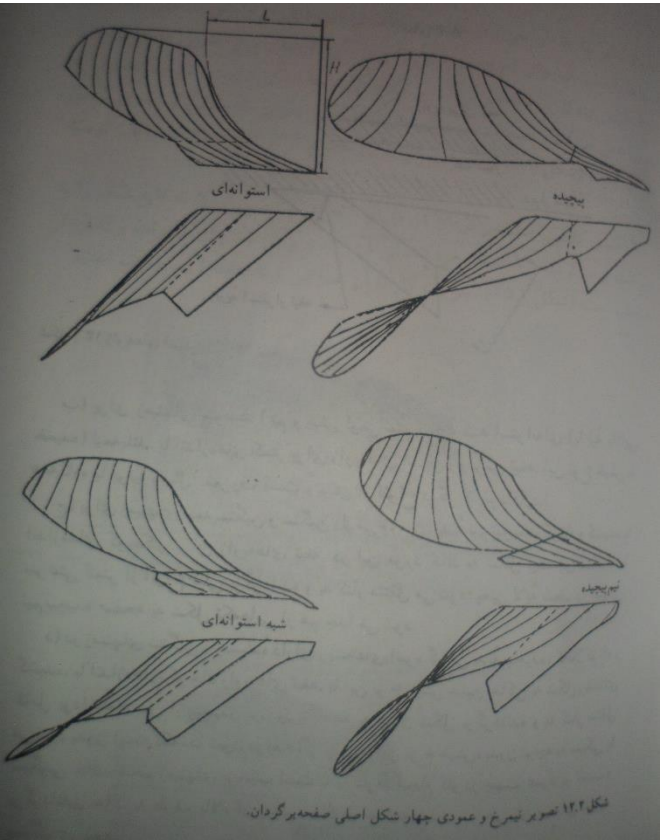


شکل ۱۰.۲ صفحه‌برگردان با پیشانی قابل تعویض.

❖ پیشانی: در بعضی طرح های صفحه برگردان، قسمت جلوی آن مجزا بوده و در کنار صفحه برگردان اصلی به تنه پیچ و مهره می شود. با توجه به سایش بیشتر پیشانی، وجود این قطعه به طور مجزا و قابل تعویض، عمر مفید صفحه برگردان را زیاد می کند و از لحاظ اقتصادی با صرفه است

❖ دنباله: قطعه ای تسمه مانند که در انتهای صفحه برگردان متصل شده و برگرداندن لایهٔ شخم را کامل تر می کند

- در طراحی صفحه برگردان، بر خلاف تیغه، انتخاب شکل و فرم صفحه نسبت به جنس آن اولویت دارد.
- به دلیل آنکه سُرش و لغزش خاک بر روی صفحه برگردان، باعث ایجاد اصطکاک، دما و فشار در سطح رویی صفحه می شود، جنس صفحه برگردان باید طوری باشد که در عین استحکام، مقاومت خوبی نسبت به سایش داشته باشد و همچنین لغزنده باشد تا امکان حرکت سریع، کم اصطکاک و بدون چسبندگی خاک بر روی خود را بدهد. به منظور دستیابی به ویژگی های مذکور، عموماً صفحه برگردان از سه لایهٔ با جنس مختلف ساخته می شود (لایهٔ رویی و پشتی از فولاد پُر کربن با سختی و مقاومت زیاد به فرسایش و خاصیت نچسبی، و لایهٔ میانی از فولاد کم کربن به منظور خاصیت ارتجاعی در عین حال محکم بودن برای جلوگیری از شکستگی صفحه برگردان).
- برای مقاومت به خراش و فرسایش شدید صفحه برگردان در خاک های شنی و ریگ دار از صفحه برگردان نوع چدنی استفاده می شود. همچنین برای افزایش خاصیت نچسبی و کاهش مقاومت کششی گاوآهن، از تفلن و یا سایر پوشش های پلاستیکی در سطح رویی صفحه برگردان استفاده می شود اما به دلیل فرسایش شدید و گرانی قیمت، چندان متداول نیستند.



«چهار شکل اصلی صفحه برگردان»

عوامل مؤثر در تغییر نوع خیش ← نوع خاک
عوامل مؤثر در تغییر نوع خیش ← عمق شخم
عوامل مؤثر در تغییر نوع خیش ← سرعت کار

- عمق بیشتر شخم مستلزم بلند بودن بدنهٔ خیش و سرعت بیشتر مستلزم کشیده بودن بدنهٔ خیش است
- نوع خاک در انتخاب شکل مناسب بدنهٔ خیش، اندازه های مطلوب زاویه ها و حتی ابعاد خیش، بیشترین تأثیر را دارد

- انواع اصلی خیش ها:

خیش چندکاره: پیچیدگی نسبتاً کم در صفحه برگردان و مناسب برای خاک های چمنی با بقایای گیاهی نه چندان زیاد (سرعت ۴.۵ تا ۶ کیلومتر بر ساعت)

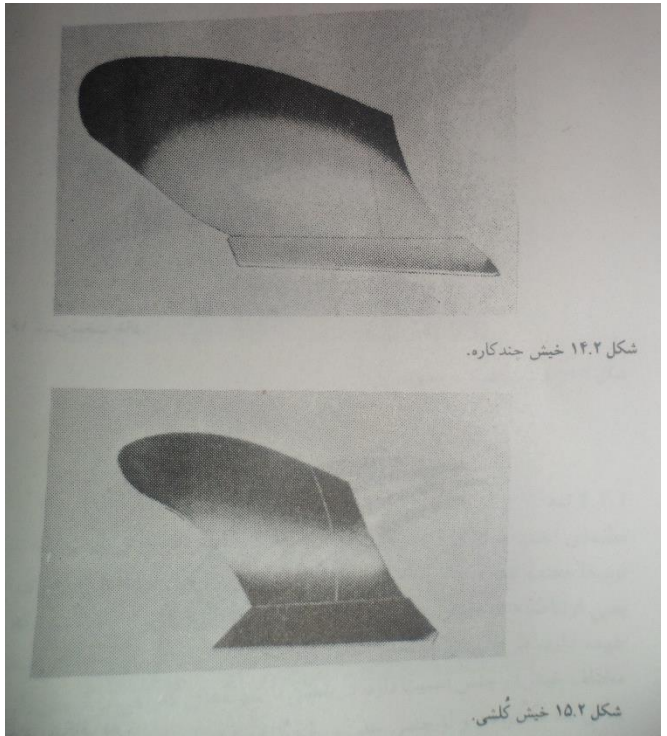
خیش کُلشی: انحنای ناگهانی در صفحه برگردان که لایهٔ شخم را به سرعت برمی گرداند. خاصیت خُردکنندگی زیاد و مناسب برای خاک های چسبنده و کُلش دار (بین ۳ تا ۴.۵ کیلومتر بر ساعت)

خیش سخت خاک: صفحه برگردان کشیده و خمیده با خاصیت خُرد کنندگی کمتر خاک تا لایه های شخم بیشتر در معرض هوا قرار گیرند

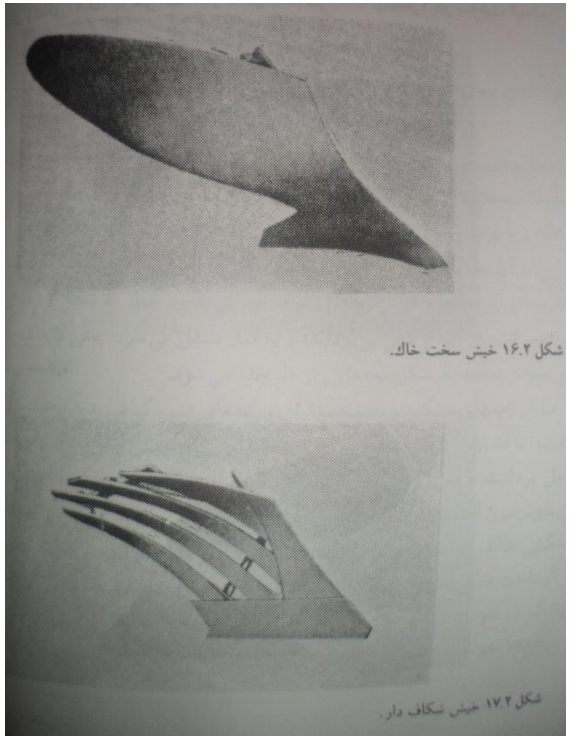
خیش شکاف دار: حدود ۵۰ درصد از سطح صفحه برگردان آن با ایجاد شکاف هایی حذف شده و طراحی شده برای شخم در خاک های بسیار چسبنده

خیش سریع رو: خمیدگی کمتر لبهٔ بالایی صفحه برگردان نسبت به خیش چندکاره برای کار در سرعت های زیاد (بین ۶ تا ۱۰ کیلومتر بر ساعت)

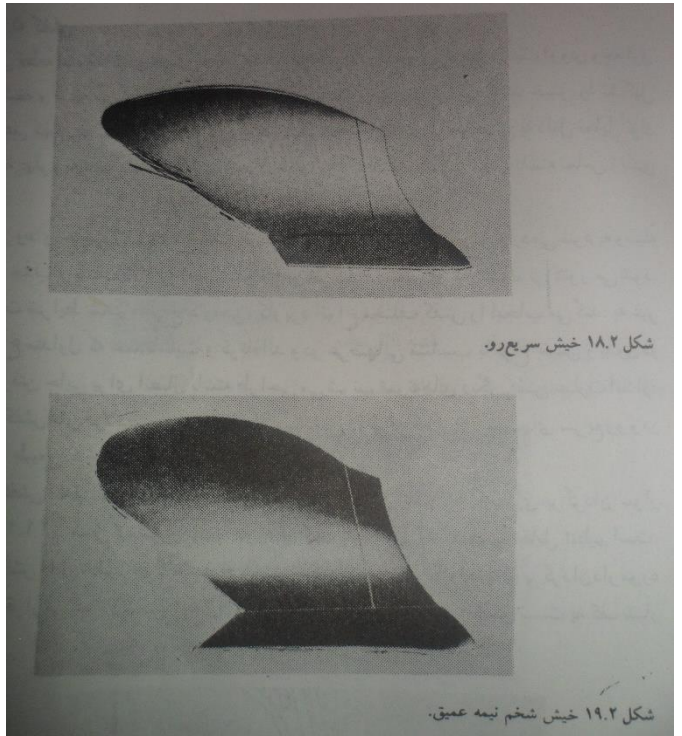
خیش شخم عمیق و نیمه عمیق: صفحه برگردان بلند با قابلیت کار در عمق تا ۴۰ سانتیمتری خاک های سنگین


شکل ۱۴.۲ خیش چندکاره.

شکل ۱۵.۲ خیش کُلشی.


شکل ۱۶.۲ خیش سخت خاك.

شکل ۱۷.۲ خیش شکاف دار.


شکل ۱۸.۲ خیش سریع‌رو.

شکل ۱۹.۲ خیش شخم نیمه عمیق.

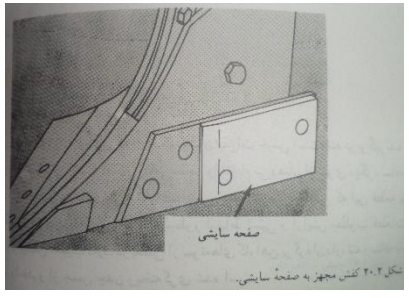
➢ تنه:

قطعه ای فولادی و دووجهی که در حکم ستون فقرات خیش است. تنه دربرگیرنده و ارتباط دهندهٔ تمام قطعاتی است که کار واقعی شخم را انجام می دهند. همچنین ساقه (ارتباط دهندهٔ خیش به قاب) به تنه اتصال می یابد. در برخی موارد، تنه و ساقه به شکل یک تکهٔ واحد و از جنس چدن ریخته گری ساخته می شوند

➢ کفش:

قطعهٔ تسمه مانند که به وجه دوم تنهٔ گاوآهن پیچ و مهره می شود (روی وجه اول تنه، تیغه و صفحه برگردان بسته می شود) و یکی از وجوه شکل گوه مانند خیش را تشکیل می دهد. کفش در امتداد دیواره و روی کف شیار شخم حرکت می کند ولی به دلیل تمایل نوک تیغه به جلو و به پایین، با دیواره شیار به جز در انتها و با کف شیار به جز در محل پاشنه تماس زیادی ندارد.

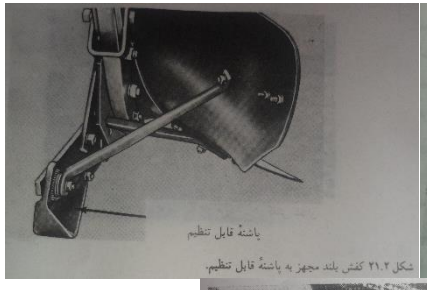
وظایف: نیروهای جانبی (غیرمفید) که در اثر برگردانده شدن خاک بر خیش وارد می شود بوسیلهٔ کفش جذب و باعث تعادل جانبی گاوآهن و حرکت مستقیم آن در پشت تراکتور می شود.



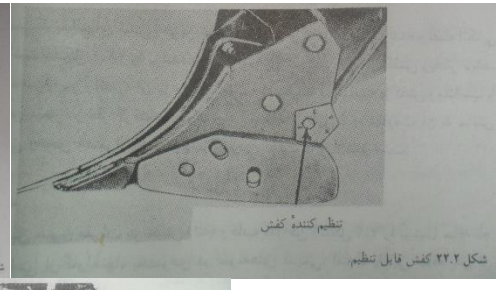
شکل ۲۰.۲ کفش مجهز به صفحهٔ سایشی.

انواع:

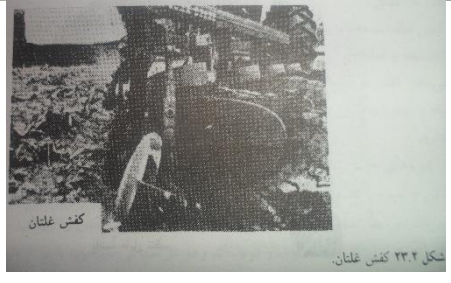
- کفش های ثابت و کوتاه
- کفش های فولادی مجهز به صفحات سایشی دو طرفه: برای خیش های سریع رو
- کفش های مجهز به پاشنهٔ قابل تنظیم: مخصوص خیش عقبی گاوآهن برگردان دار سوار که محل استقرار پاشنه در روی کفش و نسبت به کف شیار قابل تنظیم است
- کفش قابل تنظیم: گاهی برای خیش عقبی گاوآهن های برگردان دار. محل استقرار این نوع کفش نسبت به کف شیار قابل تنظیم شدن است تا با تماس جزیی کفش با کف شیار، عمق شخم کنترل و تعادل گاوآهن برقرار شود.
- کفش غلتان: مخصوص خیش عقبی گاوآهن های برگردان دار سوار. چرخ عقبی بعضی از گاوآهن های کشیدنی و نیمه سوار نقش کفش غلتان را ایفا می کند. دلیل استفاده از کفش غلتان، هدایت مستقیم گاوآهن در پشت تراکتور است که نسبت به دیوارهٔ شیار تنظیم می شود



شکل ۲۱.۲ کفش بلند مجهز به پاشنهٔ قابل تنظیم.



شکل ۲۲.۲ کفش قابل تنظیم.



شکل ۲۳.۲ کفش غلتان.

➢ پاشنه:

قطعه ای است که به انتهای کفش آخرین خیش گاوآهن برگردان دار بسته شده و نقطهٔ اتکایی برای آن است. هرچه گاوآهن سنگین تر و طول کفش زیادتر باشد، وجود پاشنه ضروری تر و اندازهٔ آن بزرگتر است. جنس آن به دلیل لزوم مقاومت به سایش، اغلب چدنی است

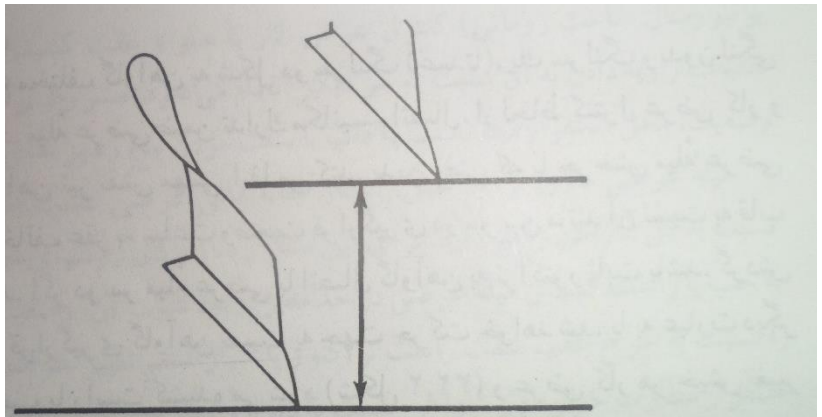
➢ ساقه:

رابط میان ستون فقرات هر خیش (تنه) و قاب گاوآهن. جنس آن اغلب فولادی است

برای حفاظت خیش و قاب از بیش باری یا برخورد با موانع در حین کار، اغلب از سیستم های مختلف ایمنی ساقه استفاده می کنند. چهار نوع اصلی آن عبارتند از:

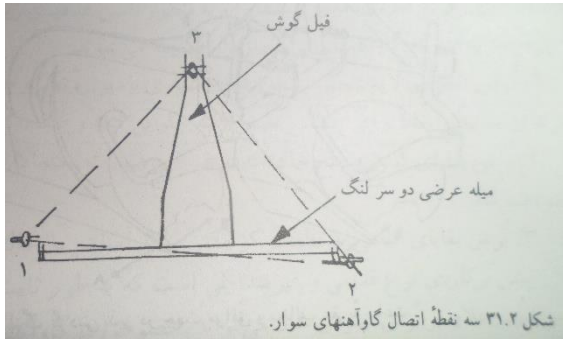
پین برشی، لغزشی، هیدرولیک خود–برگشت و فنری خود–برگشت

- در طراحی قاب، انتخاب شکل و ابعاد طولی و عرضی گاوآهن، آرایش مطلوب خیش ها و ضمیمه های گاوآهن باید مد نظر قرار گیرد.
- فاصلهٔ عمودی کف قاب تا لبهٔ برندهٔ تیغه باید تا حدی باشد که جریان بی وقفهٔ بقایای گیاهی سطحی از لابه لای خیش ها و قاب گاوآهن در حال شخم، برقرار شود
- فاصلهٔ طولی بین نوک های دو خیش متوالی نیز در چگونگی جریان بقایای گیاهی سطحی دخالت دارد. افزایش فاصلهٔ نسبی بین خیش ها سبب زیادتر شدن طول گاوآهن می شود. این افزایش طول، با اینکه مقاومت کششی گاوآهن را بالا نمی برد، ولی در انواع سوار، تعادل وزنی را بر هم می زند و افزودن وزنهٔ بیشتر در جلوی تراکتور را ضروری می سازد



شکل ۳۰.۲ فاصلهٔ افقی بین نوکهای دو خیش متوالی.

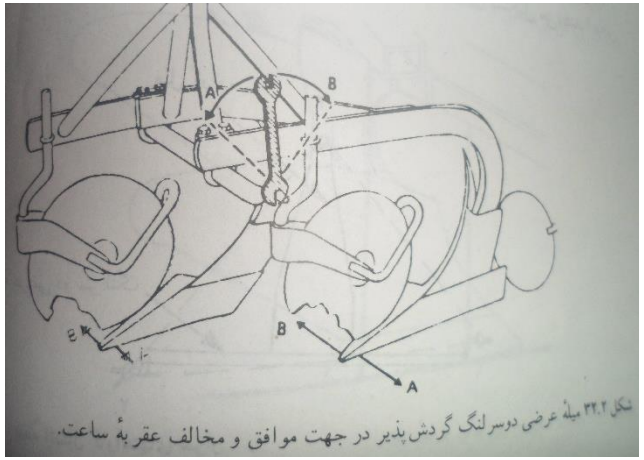
در جلوی قاب گاوآهن های سوار و نیمه سوار، مکانیزم نسبتاً مشابهی قرار دارد که بوسیلهٔ آن، دستگاه به سیستم اتصال سه نقطهٔ تراکتور متصل می شود. این مکانیزم شامل یک میلهٔ عرضی است که به دو بازوی پایینی سیستم هیدرولیک تراکتور قابل اتصال است و یک قسمت عمودی به نام فیل گوش که به بازوی بالایی هیدرولیک تراکتور وصل می شود.



شکل ۳۱.۲ سه نقطهٔ اتصال گاوآهنهای سوار.

میلهٔ عرضی به دو فرم دو سر لنگ، و یک سر لنگ–یک سر بدون لنگ وجود دارد. میلهٔ عرضی غیر از مکانیزم اتصال به تراکتور، در کنترل عرض کار و حتی تراز کردن گاوآهن نیز نقش مهمی ایفا می کند.

اگر دو سر میلهٔ عرضی با اتصال گاوآهن به تراکتور ثابت باشد، با گردش میلهٔ عرضی (موافق یا مخالف عقربه های ساعت)، زاویهٔ قرارگیری گاوآهن نسبت به جهت حرکت تغییر می کند و عرض کار هر خیش تغییر خواهد کرد



شکل ۳۲.۲ میلهٔ عرضی دوسرلنگ گردش‌پذیر در جهت موافق و مخالف عقربهٔ ساعت.

با توجه به اینکه در گاوآهن های برگردان دار یک طرفهٔ سوار، چرخ های سمت راست تراکتور داخل شیار شخم می افتد، تراز عرضی گاوآهن بر هم می خورد بنابراین به دلیل عدم تأثیر منفی بر عرض کار گاوآهن، نیاز به تراز مجدد است. این کار توسط میلهٔ عرضی یا تغییر طول بازوی رابط سمت راست هیدرولیک تراکتور انجام می شود.

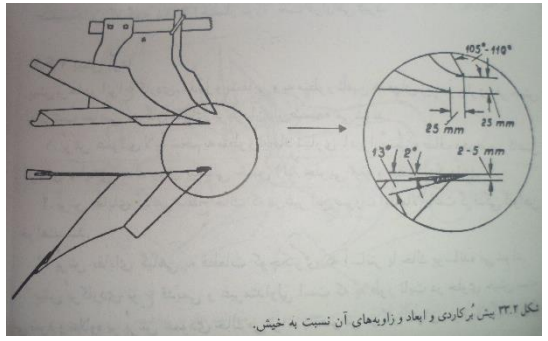
ضمیمه های گاوآهن های برگردان دار

- پیش بُر
- پیش گاوآهن
- کُلش برگردان
- ریشه بُر
- قلاب علف گیر
- چرخ میزان

پیش بُرها:

به منظور تأمین اهداف زیر در جلوی خیش ضمیمه می شوند:

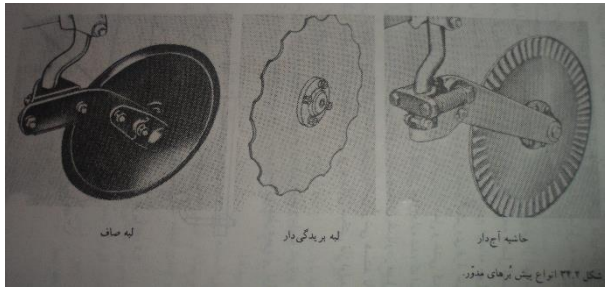
- برش عمودی لایهٔ شخم به منظور ایجاد شیاری با دیوارهٔ تمیز و صاف و در ضمن کاهش اثرهای سایشی خاک روی پیشانی خیش (لبهٔ جلویی تیغه و صفحه برگردان)
- برش بقایای گیاهی سطح خاک که باعث حرکت روان گاوآهن می شود
- برش بقایای گیاهی به قطعات کوچکتر که آسانتر با خاک پوشانده شوند



شکل ۳۳.۲ پیش بُر کاردی و ابعاد و زاویه‌های آن نسبت به خیش.

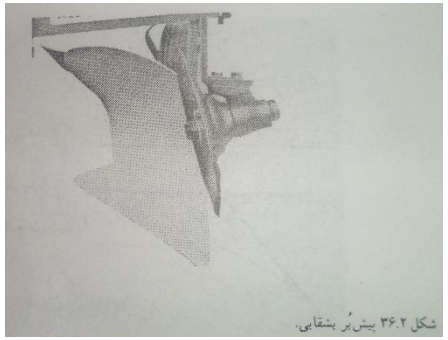
انواع پیش بُرها

کاردی: علاوه بر برش عمودی خاک، می تواند در گاوآهن های سوار به نگهداری و هدایت خیش در داخل شیار کمک کند. در زمین های شیب دار، پیش بر کاردی مناسبترین نوع است اما به دلیل عدم برش مناسب بقایای گیاهی سطحی، برای کار در زمین های کُلش دار مناسب نیست

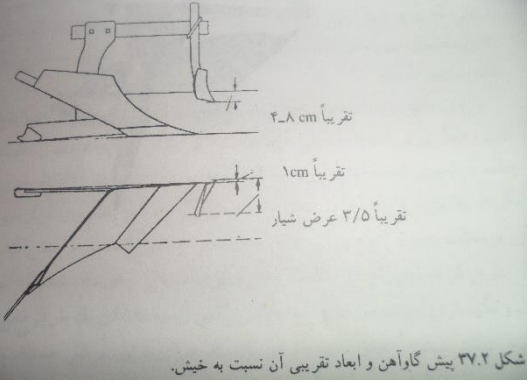


شکل ۳۴.۲ انواع پیش بُرهای مدوّر.

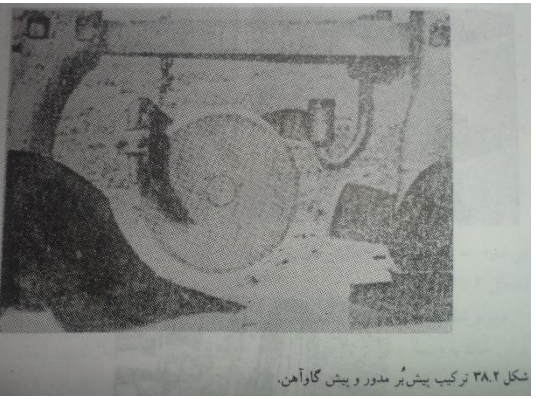
مدوّر: دارای انواع صاف، آج دار و بریدگی دار است. صفحهٔ دوار به طور آزادانه می چرخد و بقایای گیاهی را در سطح خاک و ریشه های باقیمانده در عمق خاک را به خوبی می بُرد. اما نمی تواند همانند پیش بُر کاردی فشارهای جانبی را تحمل و خنثی کند


شکل ۳۶.۲ پیش بُر بشقابی.

بشقابی: به شکل صفحهٔ مدور و مقعر که در حین کار، نواری از خاک و بقایای گیاهی را از یک لبهٔ لایهٔ شخم می بُرد و به داخل شیار شخم برمی گرداند تا ضمن انجام عمل پیش بُری، باعث بهتر پوشانده شدن بقایای گیاهی شود



شکل ۳۷.۲ پیش گاوآهن و ابعاد تقریبی آن نسبت به خیش.


شکل ۳۸.۲ ترکیب پیش‌بُر مدور و پیش گاوآهن.

➢ پیش گاوآهن:

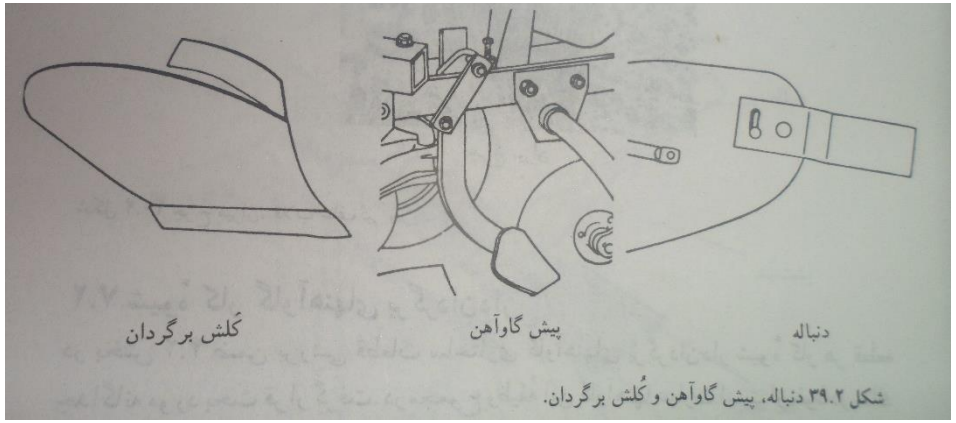
به شکل یک خیش مینیاتوری است که در بالا و جلوی خیش اصلی قرار می گیرد و نوار باریکی از خاک را بریده و برمی گرداند

مزایا: کندن و برگرداندن بقایای گیاهی مستقر در خاک و نیز پخش و اختلاط کودهای دامی با خاک ولی ممکن است در خاک با بقایای گیاهی زیاد و رها دچار گرفتگی شود. برای رفع این مشکل، یک پیش بُر مدور به پیش گاوآهن ضمیمه می شود

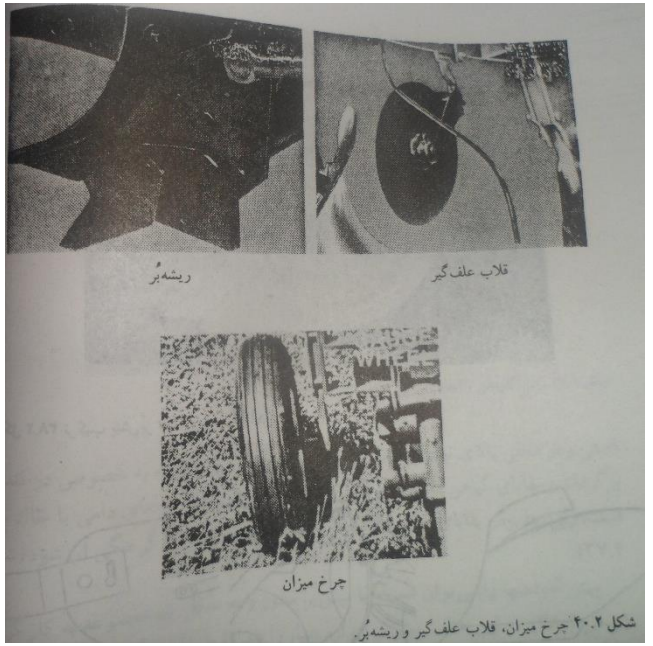
➢ کُلش برگردان:

صفحهٔ مقعری است با اندازه و شکل معین که در جلوی لبهٔ بالایی صفحه برگردان نصب می شود و بقایای گیاهی را که همراه با لایهٔ شخم به روی صفحه برگردان منتقل شده اند، تاب می دهد و به داخل شیار منحرف می کند.

کُلش برگردان با استقرار در جلوی ساقهٔ خیش، مانع گیر کردن بقایای گیاهی سطحی به آن و گرفتگی گاوآهن می شود



شکل ۳۹.۲ دنباله، پیش گاوآهن و کُلش برگردان.

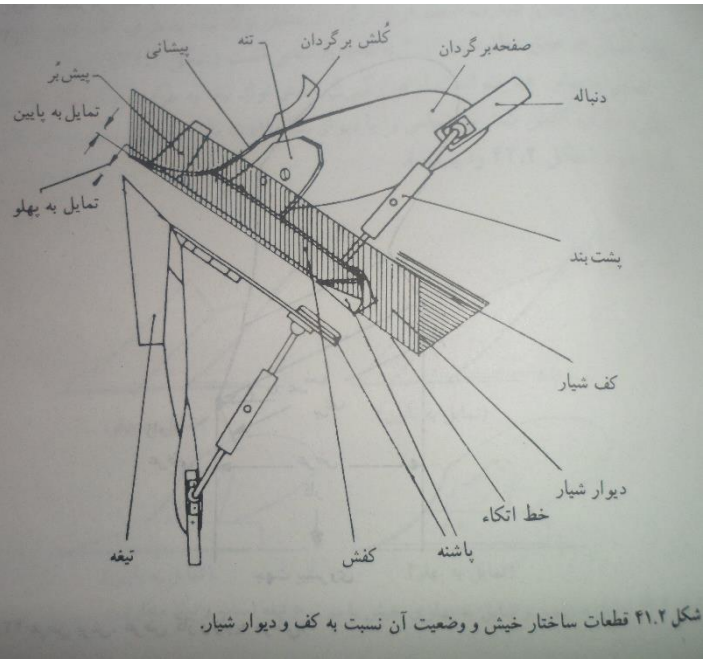


شکل ۴۰.۲ چرخ میزان، قلاب علف‌گیر و ریشه‌بُر.

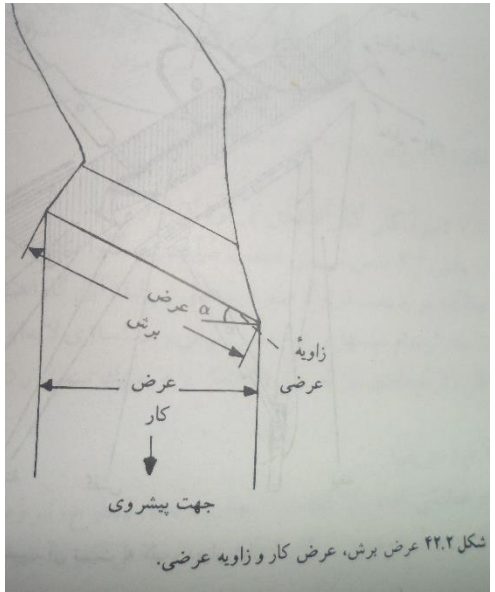
❖ نحوهٔ کار گاوآهن برگردان دار

➢ *تعاریف*

- لایهٔ شخم: قطعه خاکی است به ابعاد معین که بوسیلهٔ هر خیش از زمین جدا و برگردانده می شود
- شیار شخم: شیاری است به ابعاد معین که از جدا شدن، برگردانده شدن و انتقال لایهٔ شخم به جای می ماند
- کف شیار: سطح افقی شیار شخم که از بُرش افقی خاک بوسیلهٔ لبهٔ برنده تیغه حاصل می شود. به لحاظ اتکای افقی خیش در کف شیار، به آن سطح اتکای افقی نیز می گویند
- دیوار شیار: سطح عمودی شیار شخم که از شکافتن خاک در مجاورت پیشانی خیش و یا بُرش خاک بوسیلهٔ پیش بُر حاصل می شود. این دیواره بر کف شیار عمود است و به آن سطح اتکای عمودی نیز می گویند
- خط اتکاء: خط حدفاصل بین سطوح اتکای افقی و عمودی و نیز ارتباط دهندهٔ نوک تیغه و انتهای کفش (یا پاشنه) که در امتداد جهت پیشروی گاوآهن قرار دارد
- عمق کار: اختلاف ارتفاع بین سطح زمین شخم نخورده و کف شیار که با عمق شیار مترادف است
- عرض بُرش: برابر است با طول لبهٔ برندهٔ تیغه
- عرض کار: تصویر طول لبهٔ برندهٔ تیغه (عرض برش) بر خطی که به جهت حرکت گاوآهن عمود است
- عرض شیار: عرض مؤثر یک شیار شخم که می تواند با عرض کار نامساوی باشد
- زاویهٔ عرضی (α): زاویهٔ بین لبهٔ برنده تیغه و خط عمود بر جهت پیشروی

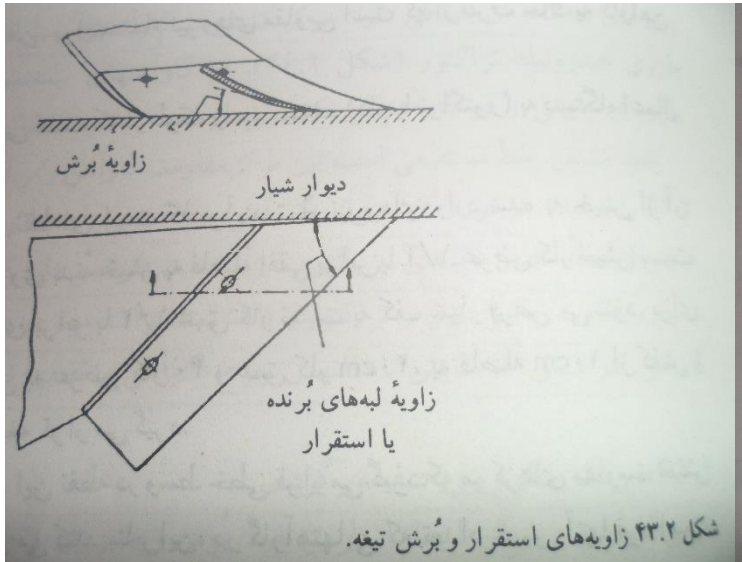


شکل ۴۱.۲ قطعات ساختار خیش و وضعیت آن نسبت به کف و دیوار شیار.

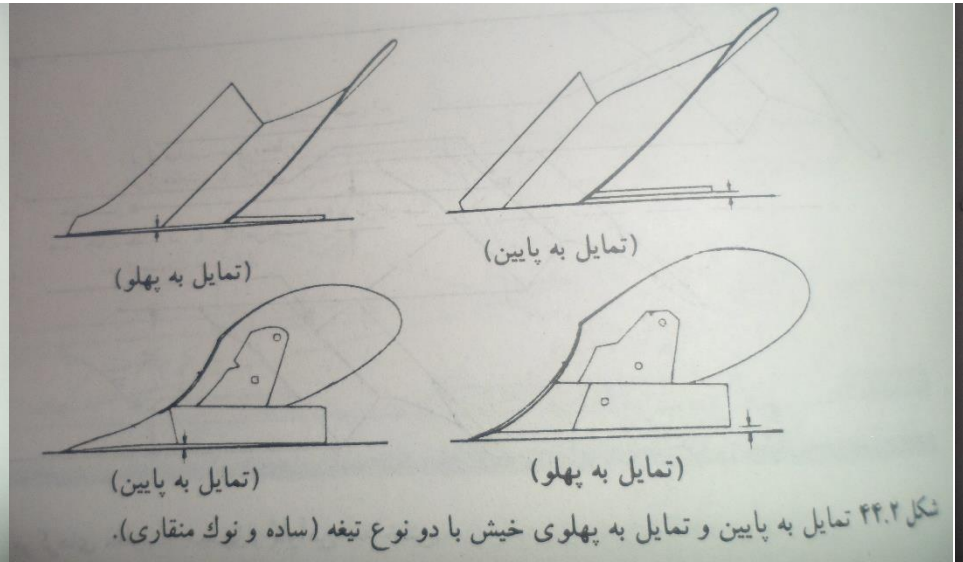


شکل ۴۲.۲ عرض برش، عرض کار و زاویه عرضی.

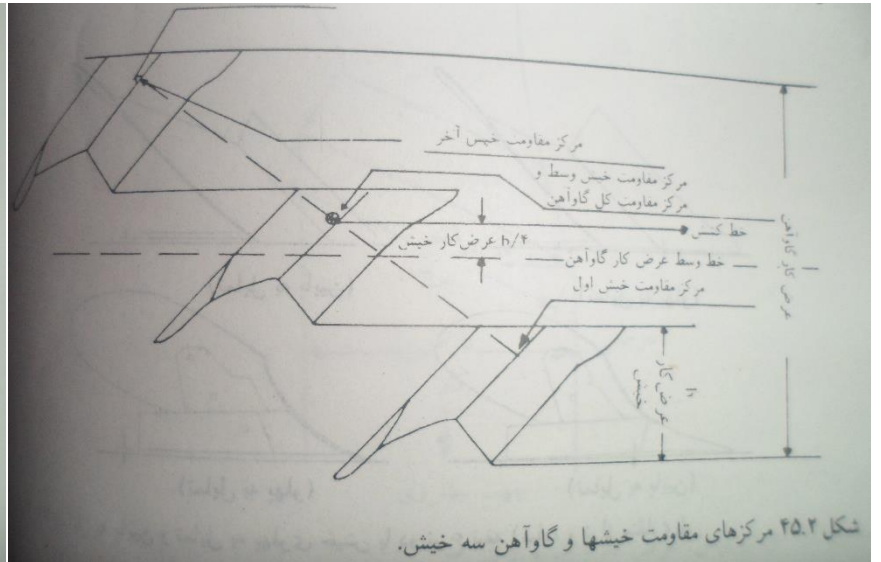
- زاویهٔ استقرار تیغه (θ): تصویر زاویهٔ نوک تیغه بر کف شیار
- زاویهٔ برش (γ): زاویهٔ خط مماس بر سطح پشتی تیغه با کف شیار
- تمایل به پایین: قرارگیری بیشتر نوک تیغه به طرف کف شیار که ضامن نفوذ خیش به عمق مطلوب است (از ۳ تا ۸ میلیمتر متغیر است)
- تمایل به جلو: قرارگیری بیشتر نوک تیغه به طرف دیوار شیار، تا پیشانی خیش و دیوارهٔ کفش کمترین تماس با دیوار شیار داشته باشد و میزان مطلوب عرض شیار تأمین شود
- مقاومت کششی گاوآهن: برایند تمام نیروهای مقاومی است که از طرف خاک به گاوآهن وارد می شوند
- نیروی کششی: نیرویی است که از طرف واحد کشنده (دام یا تراکتور) به دستگاه اعمال می شود
- مرکز مقاومت خیش: نقطه ای است که برایند تمام نیروهای وارد شده به خیش از آن می گذرد. محل این نقطه روی بدنهٔ خیش به فاصلهٔ افقی برابر با ۱/۴عرض کار خیش نسبت به کفش و به فاصلهٔ عمودی برابر ۱/۲ عمق کار نسبت به کف شیار فرض می شود. برای مثال، مرکز مقاومت خیشی به عرض کار ۴۰ و عمق کار ۲۰ سانتی متر، به فاصلهٔ ۱۰ سانتی متری از کفش و ۱۰ سانتی متری بالای لبهٔ برندهٔ تیغه قرار می گیرد
- مرکز مقاومت گاوآهن: این نقطه در وسط خطی قرار می گیرد که مراکز مقاومت خیش اول و آخر را به هم متصل می کند. لذا در گاوآهن هایی که تعداد خیش آنها فرد است، مرکز مقاومت گاوآهن بر مرکز مقاومت خیش وسط منطبق است. راستای این مرکز نسبت به نقطهٔ وسط عرض کار گاوآهن به اندازهٔ ۱/۴ عرض کار یک خیش فاصله دارد. شرایط خاک، نوع خیش و سرعت کار بر محل واقعی مرکز مقاومت گاوآهن تأثیر می گذارد



شکل ۴۳.۲ زاویه‌های استقرار و بُرش تیغه.

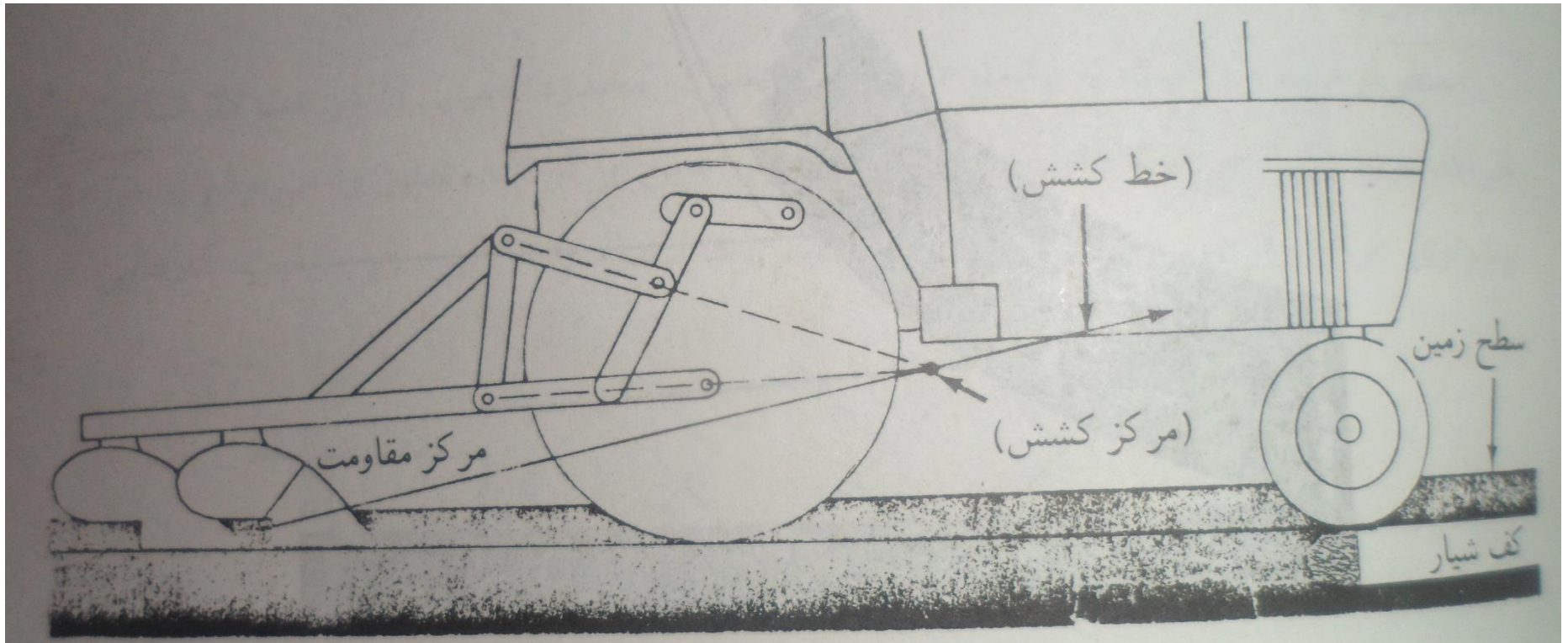


شکل ۴۴.۲ تمایل به پایین و تمایل به پهلوی خیش با دو نوع تیغه (ساده و نوک منقاری).



شکل ۴۵.۲ مرکزهای مقاومت خیشها و گاوآهن سه خیش.

- مرکز کشش: نقطه ای است که از لحاظ افقی روی محور مرکزی تراکتور و در جلوی محور چرخ های عقب آن قرار دارد و وضعیت عمودی آن به محل مالبند تراکتور یا تقارب بازوهای سه گانهٔ آن بستگی دارد. مرکز کشش در گاوآهن های سوار محل تقاطع امتداد سه بازوی هیدرولیک تراکتور، در گاوآهن های نیمه سوار محل تقاطع امتداد بازوهای پایینی و در گاوآهن های کشیدنی در نقطهٔ قلاب اتصال مالبند تراکتور است
- خط کشش: خط مستقیمی است بین مرکز مقاومت گاوآهن و مرکز کشش تراکتور. در مورد گاوآهن های کشیدنی، خط کشش باید علاوه بر مراکز مقاومت و کشش، از نقطهٔ اتصال مالبندی نیز بگذرد. این وضعیت خواصی دارد که عبارت اند از به حداقل رسیدن مقاومت جانبی مؤثر بر تراکتور و کاهش بکسوات، مصرف سوخت و مقاومت کششی گاوآهن. در ضمن، فرسایش یاتاقان های چرخ گاوآهن و کفش ها نیز کاهش می یابد

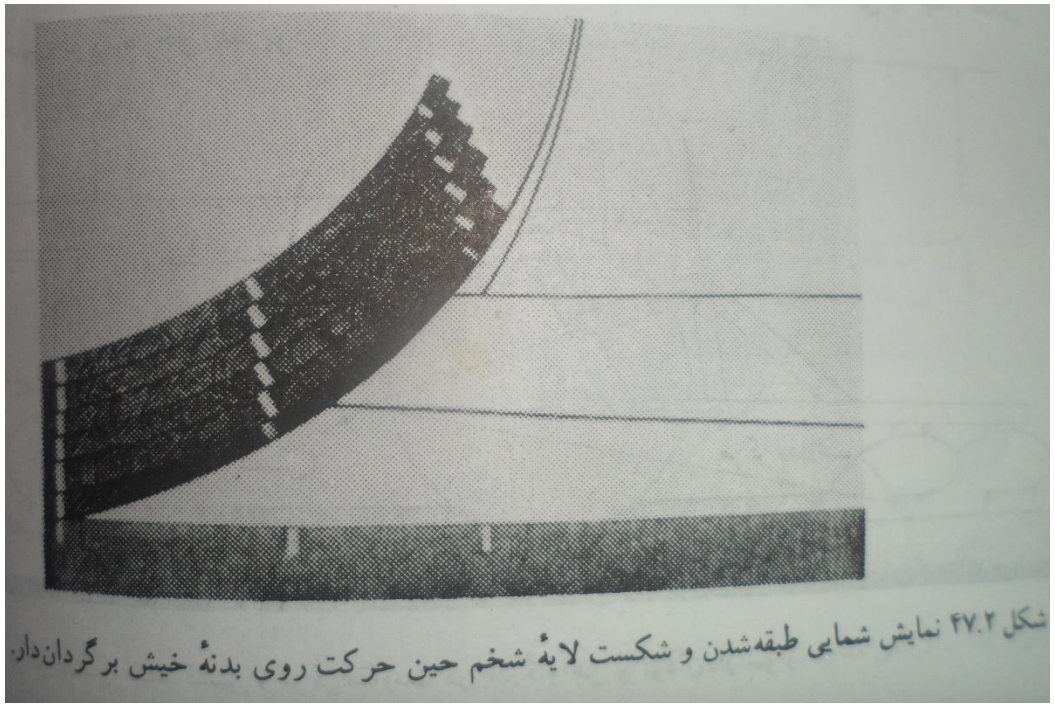


شکل ۴۶.۲ مرکز کشش، خط کشش و مرکز مقاومت در یك گاوآهن برگردان‌دار سوار.

❖ حرکت خاک روی صفحه برگردان:

لایهٔ برش خورده توسط تیغه، روی صفحه برگردان قرار می گیرد و تحت تأثیر فشارهای که با آن وارد می شود به سمت بالا و به سوی شیار باز شدهٔ قبلی رانده می شود و ضمن انتقال یافتن به کنار، به اندازهٔ حدود عرض کار یک خیش، برگردانده و تکه تکه می شود تا به جای آن شیاری با کف و دیوارهٔ مشخص باقی بماند. بدین ترتیب، تراکتور در راه بعدی کار، مسیری را که همان کف شیار باشد در اختیار خواهد داشت. تطبیق وضعیت نسبی گاوآهن و تراکتور و نیز انتخاب صحیح مسیر حرکت تراکتور در راه های مختلف کار، تضمین کنندهٔ عدم همپوشانی یا جداشدن لایه های شخم خورده خواهد بود

تغییرات خاک بر روی صفحه برگردان بسیار پیچیده است زیرا تابع عوامل زیادی است. قرارگیری قطعهٔ همگنی از خاک روی سطح مقعر صفحه برگردان و خم شدن آن به سمت بالا، در سطح رویی آن انباشتگی و فشردگی و در سطح زیرین آن، کشش ایجاد می کند. بدین ترتیب، قطعه در سطوحی تقریباً عمود بر صفحه برگردان ترک بر می دارد. از سوی دیگر، قطعهٔ خاک برداشته شده به تناسب نوع و شرایط خاک تمایل به طبقه طبقه شدن دارد. این طبقات در حین جریان به سمت بالا، مانند دسته کاغذ منظمی که یک ضلع آن به طرف بالا خم شود، روی هم می لغزند. حرکت خاک بر روی صفحه برگردان، پیچش (برگشتن) آن به یک طرف و جدا شدن خاک از خیش همگی به خُرد شدن بیشتر خاک کمک می کنند.



شکل ۴۷.۲ نمایش شمایی طبقه‌شدن و شکست لایهٔ شخم حین حرکت روی بدنهٔ خیش برگردان‌دار

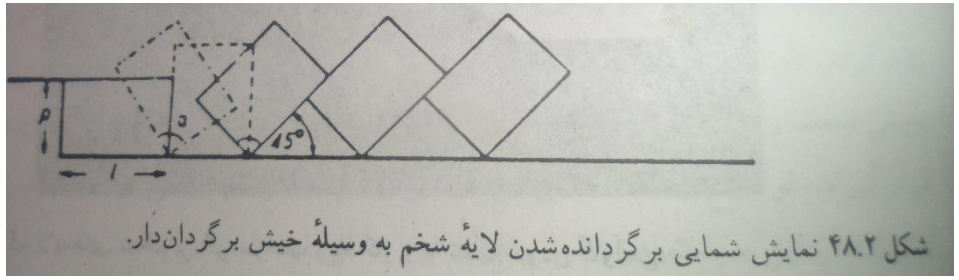
❖ برگردانده شدن خاک:

به شکل صفحه برگردان، ابعاد لایهٔ شخم و سرعت کار بستگی دارد

شرح تئوری: رشته خاکی که از زمین جدا می شود و به روی صفحه برگردان منتقل می شود و ابتدا با دیوارهٔ آزاد جانبی خود روی صفحه قرار می گیرد، به طوری که نسبت به زمین تقریباً افقی شود (حدود ۹۰ درجه برگشت) و بعد با زاویه ای که بستگی به نسبت ابعاد لایهٔ شخم دارد و حد مطلوب آن ۴۵ درجه است روی لبهٔ پایینی خود (در مقابل زمین شخم خورده) می غلتد و از صفحه برگردان جدا می شود به نحوی که سطح اولیه یا روی لایه، بر پشت قطعه ای قرار می گیرد که قبلاً برگردانده شده بود.

زاویهٔ مطلوب غلتش (۴۵ درجه) زمانی ایجاد می شود که نسبت عرض لایه به عمق آن ۱.۴۱ برابر باشد. در این حالت سطح خارجی لایهٔ شخم خورده که باید در معرض بارندگی و بخبندان زمستانی قرار گیرد حداکثر است و برای خرد شدن این لایه ها و تشکیل خاکی با ساختار پوک مطلوب خواهد بود

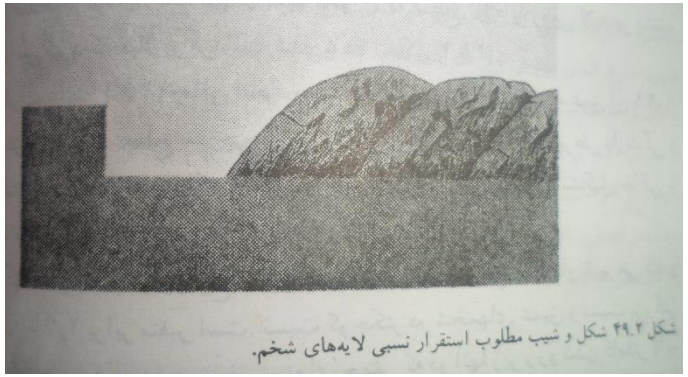
سرعت متوسط لایهٔ شخم در حین برگردانده شدن را می توان با سرعت پیشروی برابر فرض کرد

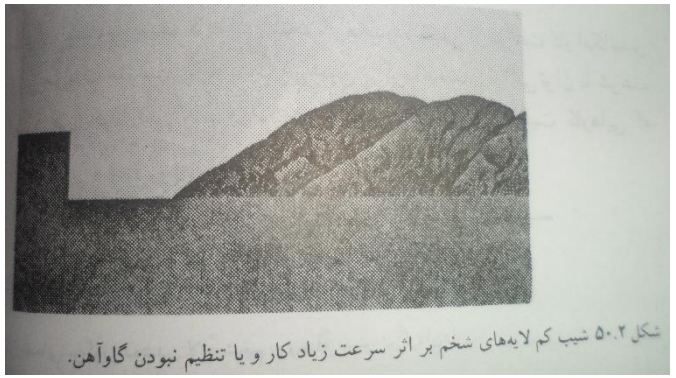


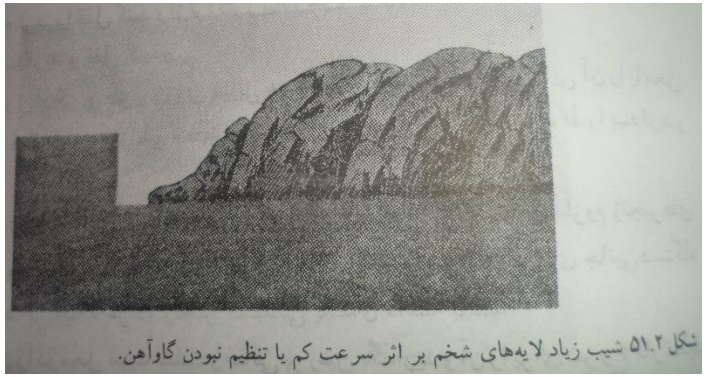
شکل ۴۸.۲ نمایش شمایی برگردانده‌شدن لایهٔ شخم به وسیلهٔ خیش برگردان‌دار.

سرعت کار زیاد ← زیاد شدن نیروی خُرد و پرتاب کننده، و باقی ماندن شیار پهن

سرعت کار کم ← طی نشدن مسیر مطلوب خاک روی صفحه برگردان و شیب زیاد لایه های متکی به هم و نیز ریزش خاک به داخل شیار


شکل ۴۹.۲ شکل و شیب مطلوب استقرار نسبی لایه‌های شخم.


شکل ۵۰.۲ شیب کم لایه‌های شخم بر اثر سرعت زیاد کار و یا تنظیم نبودن گاوآهن.


شکل ۵۱.۲ شیب زیاد لایه‌های شخم بر اثر سرعت کم یا تنظیم نبودن گاوآهن.

❖ **تنظیم های گاوآهن های برگردان دار:**