

طراحی - ساخت و آزمون گاو آهن مرکب برگرداندار به منظور شکست همزمان سخت لایه شخم

ارژنگ جوادی^۱ - مرتضی شهیدزاده^۲ - محمد هاشم رحمتی^۳

چکیده

امروزه استفاده از ماشینهای مرکب در سیستم های خاک ورزی جدید یک ضرورت محسوب می گردد. گاو آهن های برگرداندار در حال حاضر در کشور ما بدون بررسیهای قبلی لازم به طور وسیعی در عملیات تهیه زمین مورد استفاده قرار می گیرند. بررسی ها نشان می دهد که کاربرد این ادوات در بسیاری از موارد منجر به ایجاد لایه متراکم و یا به عبارت دقیق تر سخت لایه شخم (*Plough pan*) (*or Plough sole*) می گردد که به اشتباه اغلب اوقات با سخت لایه عمقی (*Hard pan*) یکسان فرض شده و برای رفع و شکست آن از ادوات عمیق مانند زیرشکن ها استفاده می نمایند. این دو لایه دارای تفاوت های اساسی از نظر ماهیت، علل تشکیل، نوع، تداوم، عمق و استحکام می باشند. سخت لایه شخم عمدتاً در محدوده عمق ماشینهای خاک ورزی اولیه مانند گاو آهن برگرداندار (۳۰-۲۵ سانتی متر) تشکیل می گردد و استفاده از زیرشکن ها تا ۲ برابر عمق مورد نیاز با تحمیل هزینه فراوان به غلط صورت می گیرد. از طرف دیگر کاهش عملیات خاک ورزی بدلیل انرژی مصرفی بالا و اثراتی که بر ساختمان خاک می گذارند و نتیجتاً کاهش تردد از اهداف مهم در تحقیقات دهه اخیر بوده است. لذا در طرح ماشین جدید که برای اولین بار ساخته شده است، بازوهایی مشابه گاو آهن های چپزل طراحی و به گاو آهن برگرداندار الحاق شدند، به نحوی که در پشت خیش ها قرار داشته و عمقی حدود ۷-۱۰ سانتی متر در کفه شیار شخم را تحت تاثیر قرار دهند. شکست سخت لایه شخم همزمان با انجام شخم اولیه در یک عبور علاوه بر مزایای فوق الذکر و کاهش تردد، از بکارگیری غیر ضروری ادوات شخم عمیق که عملیاتی سنگین و هزینه بر است، پس از شخم اولیه جلوگیری به عمل می آورد. طراحی ها شامل شاسی تکمیلی، بازو، تیغه، عمق و عرض برش کارکرد، مکانیزهای مرتبط و ابعاد آنها بود. ماشین پس از ساخت مورد آزمون اولیه در مزرعه قرار گرفت و پارامترهایی نظیر جرم مخصوص ظاهری، مقاومت به نفوذ، پروفیل شکست خاک، سطح بهم خورده و کشش مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که ماشین مرکب در مقایسه با گاو آهن برگرداندار ساده قادر به تحت تاثیر قرار دادن کفه شخم بوده و عملکرد قابل قبولی داشته است.

- ۱- عضو هیئت علمی و سرپرست موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج
- ۲- عضو هیئت مدیره بانک کشاورزی و عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
- ۳- عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج

۱- واژه های کلیدی: گاواهن - سخت لایه - کفه شخم - ادوات مرکب - خاک ورزی

۲- پیش گفتار :

کاهش عملیات خاک ورزی و تردد بنا به تاثیرات معنی داری که بر انرژی مصرفی، هزینه و ساختمان خاک دارند، امروزه از اهمیت ویژه ای برخوردار است. گاواهن های برگرداندار از مدتها پیش در کشور ما بطور وسیعی توسط کشاورزان تقریباً در اغلب شرایط بدون توجه به نوع خاک، اقلیم، زراعت و محصول مورد استفاده قرار می گیرند. مطالعات و مستندات نشان می دهد که درجه بالایی از مکانیزاسیون در کشور ما به عملیات خاک ورزی بر می گردد که در آن استفاده از گاواهن برگرداندار در بیش از ۹۰٪ از راضی زیر کشت رقم چشمگیری را به خود اختصاص می دهد. تعداد این گاواهن ها تا سال ۸۲ حدود ۲۳۰ هزار دستگاه برآورد گردیده است (۱ و ۳). لذا هر گونه تغییر و بهینه سازی می تواند سریعاً مورد استقبال وسیع قرار گیرد.

اختراع برخی از ماشینهایی که عملیات خاک ورزی توأم را انجام می دهند از بیش از صد سال قبل مورد توجه بوده است و از این قبیل می توان به ماشین مرکب از گاواهن چیزل با خاک همزن و دیسک با ماله و یا غلتک با گاواهن چیزل اشاره نمود (۵).

لغوی و حسین پور (۱۳۸۱) طی تحقیقی یک دستگاه غلتک خاک نشان عمیق را به گاواهن برگرداندار به منظور اجرای توأم عملیات خاکورزی اولیه و ثانویه الحاق نمودند. بررسی آنها نشان داد که میانگین های مقادیر، مقاومت کششی، توان مالبندی و قطر متوسط کلوخه ها توسط گاواهن مرکب به طور معنی داری کمتر از مقادیر مشابه در اجرای دو عملیات به طور جداگانه توسط گاواهن برگرداندار و دیسک تاندوم بود. همچنین پروفیل سطحی بستر

ایجاد شده توسط گاوآهن مرکب بطور معنی داری هموارتر از پروفیل سطحی ایجاد شده توسط گاوآهن و دیسک بود (۴ و ۶).

از گاوآهن چیزل نیز بطور ترکیبی با ادوات خاک ورزی ثانویه همانند دیسک ها از مدت‌ها پیش استفاده شده است در این ماشین بازوهای چیزل در ترکیب دیسک هایی با بشقابهای تخت یا مقعر و در انتهای آنها قرار گرفته اند و یا در ترکیب با پیش برهای دوار برای برش بقایای سطحی به کار گرفته شده اند (۷).
گاوآهن های چیزل همچنین در ترکیب با پشته سازها (*Bedders*) در انواع دیسکی یا بالدار و در جلوی آنها به منظور شکستن خاک استفاه شده است (۸). ماشینهای مرکب خاک ورزی ثانویه نیز مورد توجه بوده و کاربرد بسیاری در مزارع داشته‌اند که می توان به ترکیب کولتیواتور با غلتک و یا چنگه دندان میخی با غلتک اشاره نمود (۵).

جوری (۲۰۰۲) اعلام نمود که برای سیستم های خاک ورزی جدید و پایدار باید ماشینهای جدید مرکب مانند دیسک با کولتیواتور یا ریپر یا چیزل که مورد استقبال فراوانی قرار گرفته است مورد نیاز می باشد. ایشان در تحقیق خود ابعاد مناسب برای بازوهای چیزل یا ریپر را تعیین و نتیجه گرفته است که در قسمت نوک یا تیغه زاویه حمله ۲۵ درجه طول ۲۴۰ میلی متر عرض ۸۰ میلی متر بهترین حالت بوده است (۹).

طی تحقیق دیگری در ترکیه اثر برخی آزمایشهای خاک ورزی مرکب بر خورد شدن خاک، خلل و فرج و نرم شدگی سطحی مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق ماشینهای مرکبی شامل هرس دندان میخی با دیسک، دیسک با غلتک و کولتیواتور با هرس دندان میخی مورد استفاده و آزمون قرار گرفت (۱۱).

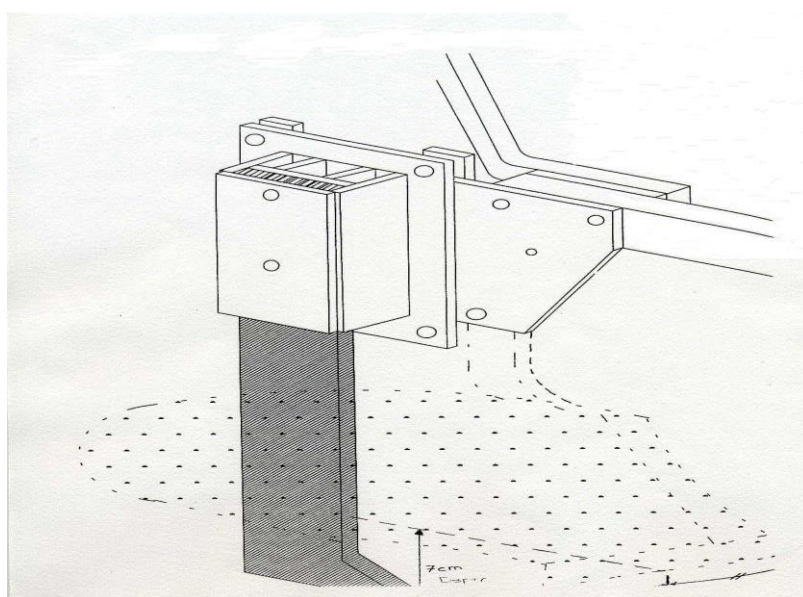
اسپور و گادوین (۱۹۷۸) طی تحقیقی با قرار دادن دو تیغه سطحی در دو عمق ۱۶ و ۲۴ سانتی متر در جلوی تیغه اصلی یک نوع زیرشکن مرکب ساختند و نتیجه گرفتند که این امر موجب کاهش مقاومت کششی و افزایش سطح بهم خورده خاک می گردد (۱۲). همچنین میلکد و همکاران (۱۹۹۴) ماشین مرکبی با قرار دادن یک تیغه بالدار به عرض ۳۰ سانتی متر جلوی تیغه های اصلی ساخته و مورد ارزیابی قرار دارند. نتایج نشان داد که اضافه نمودن تیغه بالدار سطحی در کلیه تیمارها باعث افزایش گسیختگی خاک شده و عمق بحرانی نیز بهبود می یابد (۱۰).

لذا هدف اولیه از این تحقیق طراحی و ساخت یک گاوآهن مرکب بوده به نحوی که همزمان قادر به شکست سخت لایه شخم باشد، اهداف ثانویه نیز شامل کاهش تردد، جلوگیری از عملیات زیرشکن زنی غیر ضروری، حفظ ساختمان خاک و ایجاد بستر مناسب برای رشد و توسعه ریشه می باشد.

۳- مواد و روشها :

در این طرح برای دستیابی به هدف شکستن همزمان سخت لایه شخم در هنگام شخم با گاوآهن برگرداندار، ماشین مرکبی متشکل از بازوهای مشابه با چیزل در عقب خیش های گاوآهن

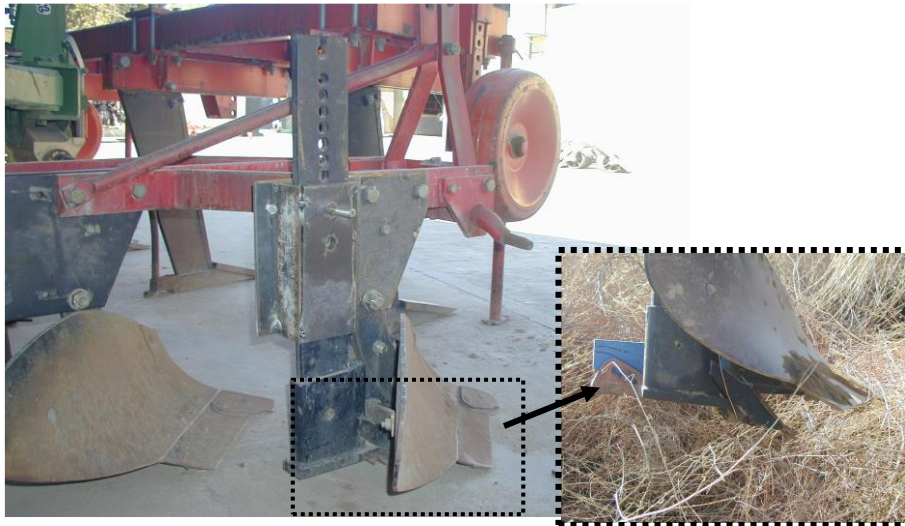
برگرداندار برای اولین بار طراحی و ساخته شد. این بازوها به نحوی تعبیه شدند که قادر به گسیختن خاک در زیر عمق کارکرد گاوآهن برگرداندار حدود ۳۵-۳۰ سانتی متری باشند. با توجه به اینکه مطابق با استاندارد برای کارکرد تا عمق ۳۵ سانتی متری باید از گاوآهن‌های چیزل استفاده نمود، بازوهایی مشابه به این نوع گاوآهن الحاق شدند. از آنجا که حرکت این بازوها در شیار شخم و در پشت خیش ها می باشد، فقط در محدوده عمقی حدود ۱۰-۷ سانتی متر در کفه شخم با خاک درگیر خواهند بود (شکل ۱ شماتیک طراحی یک واحد را نشان می دهد). لذا نیاز به استفاده از بازوهایی با استحکام بالا همانند زیرشکن ها یا گاوآهن های چیزل سنگین که با خاک در کل عمق درگیر هستند، نمی باشد. کشش مورد نیاز نیز برای چنین بازوهایی به میزان معنی داری کمتر از گاوآهن چیزل خواهد بود.



شکل ۱- شماتیک طراحی یک واحد از ماشین مرکب

در این ماشین نوع تیغه با توجه به درگیری آن با خاک از اهمیت بیشتری نسبت به بازو برخوردار است. تیغه ها نیز در انواع مختلفی بر روی گاوآهن های چیزل نصب شده و کاربرد دارند و از اهمیت ویژه ای نیز در این ماشین برخوردار است. انواع تیغه ها شامل پنجه غازی، قلمی، نیزه ای و بیلچه ای می باشند که هر یک موارد استفاده خاص خود را دارد. به طور کلی برای عملیات تهیه زمین و سست نمودن لایه خاک که هدف طرح حاضر نیز می باشد، تیغه های قلمی کاربرد وسیع تری دارند ولی از طرف دیگر تیغه های پنجه غازی عرض برش بیشتری دارند لذا با آزمون هر دو، تیغه های قلمی که قادر به تامین عرض برشی حداقل معادل ۷-۵ سانتی متر باشد، انتخاب شده و در طرح مورد استفاده قرار گرفت. برای قرار گیری بازوها شاسی تکمیلی می بایست طراحی و ساخته می شد. این شاسی به نحوی طراحی گردید که برای کارکرد بازوها و تیغه استقامت کافی داشته باشد و تعادل گاوآهن را نیز

بر هم نزده و در راستای مرکز کشش و خط کشش قرار گیرد. همچنین پس از اتصال بازوها به آن تغییر طول عمودی بازو جهت تنظیم عمق امکان پذیر باشد (شکل ۲ نمونه ساخته شده را با شاسی و امکان تغییر طول نشان میدهد). لذا این امکان بوجود آمد که حتی در زمانی که نیاز به استفاده از بازوها نیست با بالا بردن آنها عملاً تماس با خاک قطع شده و در حالت غیر فعال قرار می گیرند. کلیه قطعات با نرم افزارهای رایانه‌ای از نظر تنش نیز آنالیز شدند.



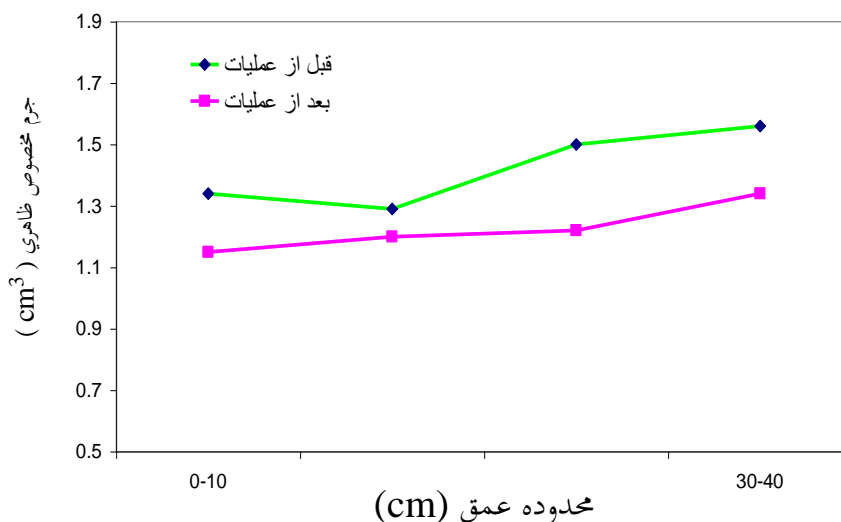
شکل ۲- ماشین ساخته شده به همراه شاسی و محل قرار گیری بازوی الحاقی

دستگاه پس از ساخت، مورد آزمون مزرعه‌ای در شرایط بهینه متوسط از نظر درصد رطوبت کارکرد
 هر _____ ردو _____
 ماشین (برگرداندار وچیزل) قرار گرفت. اثر ماشین مرکب بر روی خرد شدن سخت لایه شخم در کف
 ش _____ یار _____
 بررسی قرار گرفت و فاکتورهایی مانند جرم مخصوص ظاهری، پروفیل شکست خاک، مساحت خاک
 به _____
 خورده و مقاومت به نفوذ با گاوآهن برگرداندار معمولی مورد مقایسه قرار گرفت. بدین منظور قطعه
 زمین _____ ی _____
 ابعاد ۱۰×۳۰ در نظر گرفته شد. زمین مورد نظر در مزرعه ۴۰۰ هکتاری شهرک اصلاح و تهیه بذر
 واقع شده بود و دارای بقایای ساقه گندم سال قبل بود.

۴- نتایج و بحث :

۴-۱- جرم مخصوص ظاهری :

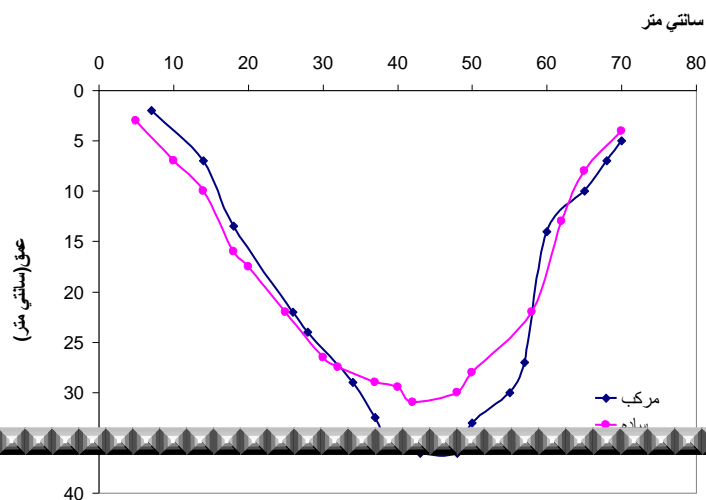
آنالیز داده‌ها و نتایج نشان داد که ماشین مرکب بخوبی توانسته است در محدوده عمقی پایین تر از ۲۵ سانتی متر که دامنه کاری گاواهن برگرداندار به پایان می‌رسد جرم مخصوص ظاهری را به میزان معنی داری کاهش دهد و تیغه‌های الحاقی توانسته‌اند در محدوده عمقی ۲۵-۳۵ سانتی متر وظیفه شکست خاک را انجام دهند. نمودار ۳ نشان می‌دهد جرم مخصوص ظاهری پس از عملیات با ماشین مرکب در محدوده عمقی پایین تر از گاواهن برگرداندار ساده کاهش یافته است.



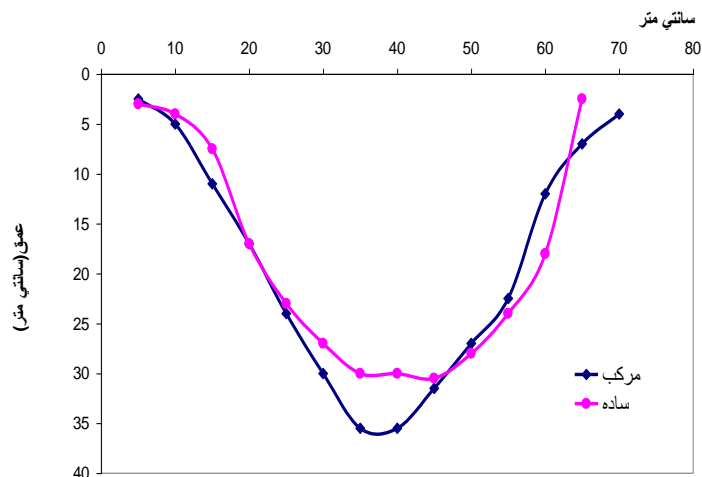
نمودار ۳- مقایسه جرم مخصوص ظاهری در حالت قبل و بعد از عملیات با گاواهن مرکب

۲-۴- پروفیل گسیختگی

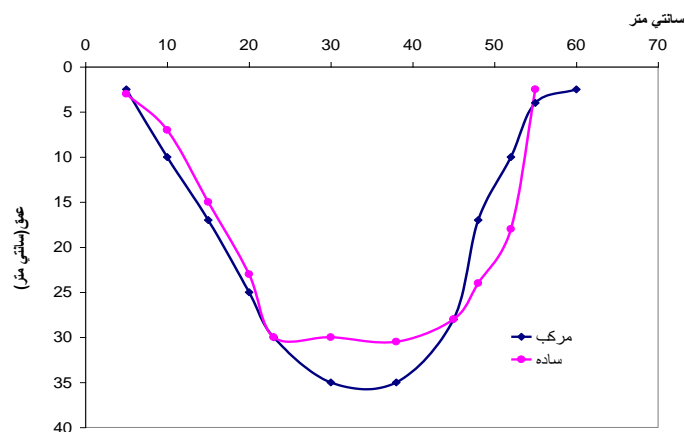
پروفیل خاک بهم خورده برای هر یک از دو حالت گاواهن برگرداندار و گاواهن مرکب در ۳ تکرار اندازه‌گیری و تعیین گردید. نمودارهای ۴، ۵ و ۶ مقایسه پروفیل بهم خورده خاک در دو حالت استفاده از گاواهن مرکب و گاواهن ساده را در ۳ تکرار را نشان می‌دهد. با ملاحظه اشکال مشخص می‌گردد که در کلیه تکرارها گاواهن مرکب سطح بهم خورده و علی‌الخصوص عمق بیشتری را تحت تاثیر قرار داده است و گاواهن ساده تنها توانسته است تا محدوده عمقی حداکثر ۲۸ سانتی متر خاک را تحت تاثیر قرار دهد.



نمودار ۴- مقایسه پروفیل خاک بهم خورده توسط گاوآهن ساده و مرکب (تکرار اول)



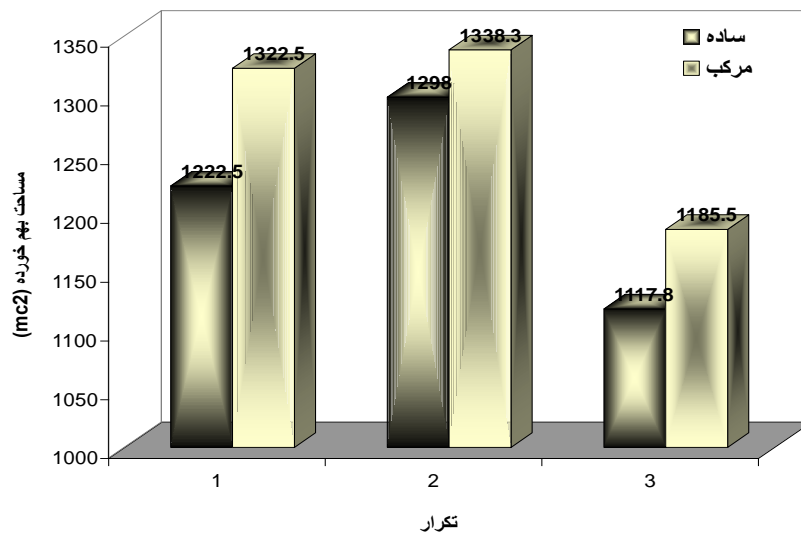
نمودار ۵- مقایسه پروفیل خاک بهم خورده توسط گاوآهن ساده و مرکب (تکرار دوم)



نمودار ۶- مقایسه پروفیل خاک بهم خورده توسط گاوآهن ساده و مرکب (تکرار سوم)

۳-۴- مساحت بهم خورده

همچنین محاسبه سطح بهم خورده خاک در تکرارهای مختلف به روش انتگرال گیری نشان داد که استفاده از گاوآهن مرکب موجب افزایش مساحت بهم خورده در کلیه تکرارها شده است. این امر باعث می شود با کاربرد گاوآهن مرکب حتی در صورت افزایش جزیی در کشش با توجه به افزایش مساحت بهم خورده مقاومت ویژه کششی کاهش یابد. نمودار ۷ مقایسه مساحت بهم خورده در تکرارهای مختلف را نشان می دهد. همچنین با ملاحظه تصویر پروفیل شکست خاک در مزرعه اثر تیغه های الحاقی کاملاً مشخص می گردد (شکل ۸).



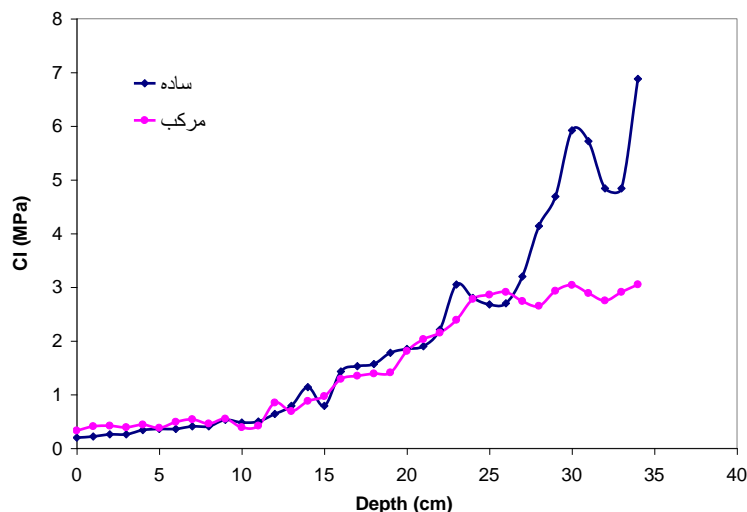
نمودار ۷- مقایسه مساحت بهم خورده بین گاواهن ساده و مرکب



شکل ۸- پروفیل شکست خاک در مزرعه پس از کاربرد گاواهن ساده و مرکب

۴-۴- مقاومت به نفوذ

اندازه گیری مقاومت نفوذ با دستگاه پنترومتر در دو حالت بعد از گاواهن ساده و بعد از گاواهن مرکب صورت گرفت. بدین منظور در هر کرت ۱۰ نقطه بطور تصادفی انتخاب و اندازه گیری گردید درصد رطوبت در هر مرحله نیز اندازه گیری و ثبت گردید. نمودار ۹ مقایسه داده ها در دو حالت را نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود مقاومت نفوذ در محدوده عمقی بعد از ۲۵ سانتی متر بعد از کاربرد گاواهن ساده بطور معنی داری افزایش پیدا کرده است که حاکی از وجود سخت لایه شخم می باشد. کاربرد گاواهن مرکب بخوبی توانسته است به این مشکل فائق آید و باعث کاهش مقاومت به نفوذ در این لایه شده است.



نمودار ۹- مقایسه مقاومت به نفوذ در دو حالت گاوآهن ساده و مرکب

۵- نتیجه گیری :

ارزیابی اولیه نشان داد که ماشین مرکب قادر است با کاهش جرم مخصوص ظاهری و مقاومت به نفوذ (به عنوان شاخص‌های تراکم) نسبت به کاربرد گاوآهن ساده سخت لایه شخم را شکسته و اثری قابل قبول داشته باشد. همچنین ماشین مرکب با افزایش پروفیل شکست خاک و سطح بهم خورده می‌تواند باعث کاهش مقاومت ویژه کششی گردد. مضافاً استفاده از این ماشین موجب تفاوت معنی دار در صرف زمان و هزینه برای انجام عملیات توسط کشاورز می‌گردد. لذا پیش بینی می‌گردد با توجه به سادگی ماشین، مکانیزم‌ها و کاربرد وسیع آن در عملیات تهیه زمین سریعاً مورد استقبال و بهره‌برداری کشاورزان قرار گرفته و مانع از کاربرد بی حاصل زیرشکن گردد.

۷- منابع :

- ۱- آمارنامه ادوات و ماشینهای کشاورزی ۱۳۸۰. مرکز توسعه مکانیزاسیون کشور
- ۲- بهروزی لار، منصور. ۱۳۷۴. ادوات و ماشین های کشاورزی. جلد اول. ترجمه انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- ۳- جوادی، ارژنگ. ۱۳۷۶. گاوآهن برگرداندار، کاربرد، تنظیمات، سرویس و نگهداری. نشریه ترویجی. انتشارات معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی وزارت جهاد کشاورزی. شماره ۱۷.
- ۴- حسین پور، عادل. ۱۳۷۷. بررسی الحاق یک دستگاه خاک نشان‌به گاوآهن برگرداندار به منظور انجام توام عملیات خاکورزی اولیه و ثانویه. پایان نامه کارشناسی‌ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.
- ۵- شفیعی، سید احمد. ۱۳۷۴. ماشینهای خاک ورزی. مرکز نشر دانشگاهی.
- ۶- لغوی، محمد و عادل، حسین پور. ۱۳۸۱. الحاق یک دستگاه خاک نشان عمیق به گاوآهن برگردان دار به منظور اجرای عملیات خاک ورزی اولیه و ثانویه. مجموعه خلاصه مقالات دومین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون.

- 7- *ASAE Standards*. 1999. *American Society of Agricultural Engineering*. 46th edition. MI 49085-9659. USA.
- 8- *Fundamentals of Machine Operation: Tillage*. 1976 American. Deere & Company Moline. Illinois.
- 9- Jori, I. J. 2002. *Standard Selection for Disc – Ripper*. ASAE annual meeting. 28-31 July. Chicago. . USA
- 10- Milke, L. N., R. D. Grisso, L. L. Bashford and A. M. Khurst. 1994. *Bi-level subsoiler performance using tandem shanks*. *Applied Engineering in Agriculture*. 5(1): 24-28.
- 11- Ozturk, I. And S. Bastaban. 1993. *A research on effect of tillage implement and machines on soil aggregation. porosity surface smoothness in seedbed preparation*. *Int. conf. Mechanization and energy in agriculture*. Kusadasi. Turkey.
- 12- Spoor, G. and J. Godwin. 1978. *An experimental investigation in to the deep loosening of soil by rigid tines* *Agr. Engny. Res.* 23: 243-258.