

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

طراحی، ساخت و ارزیابی ادوات خاک‌ورز نواری جهت کشت محصولات ردیفی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی

جواد محمدی

اساتید راهنما:

دکتر عباس همت

دکتر علی اسحق بیگی



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی

آقای جواد محمدی تحت عنوان

طراحی، ساخت و ارزیابی ادوات خاک ورز نواری جهت کشت محصولات ردیفی

در تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۲۴ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه دکتر عباس همت

۲- استاد راهنمای پایان نامه دکتر علی اسحق بیگی

۳- استاد مشاور پایان نامه دکتر سید جلیل رضوی

۴- استاد مشاور پایان نامه دکتر محمدرضا سبزه‌علیان

۵- استاد داور دکتر مرتضی صادقی

۶- استاد داور دکتر شمس‌الله ایوبی

سرپرست تحصیلات تکمیلی دکتر احمد ریاسی

تشکر و قدردانی

هر که مرا علمی آموخت، مرا بنده خود ساخت.

حضرت علی (ع)

«سپاس و ستایش بی انتها خدای را سزااست که انسان را آفرید و اسمای به وی تعلیم نمود، به زبور علم و معرفت بیاراست و به واسطه آن تاج لقد کرنا بر تارک او نهاد، اولین آیت نازل به رسول خاتم را به اقرای آغاز نمود و قلم را دستمایه سوگند خویش قرار داد. حکیمی که انوار هدایت خویش را بر عموم کائنات تابان گردانید، پرتو فیض عمیم را در همه موجودات پدیدار ساخت و هر موجودی را به کمال لایق آن رهبری فرمود.» امروز که به لطف و یاری خدا توانسته‌ام مرحله‌ای دیگر از زندگی‌ام را با موفقیت پشت سر بگذارم بر خود لازم می‌دانم از تمامی عزیزانی که مرا مورد لطف خود قرار دادند، تشکر و قدردانی کنم:

خانواده عزیزم که همواره یار ویاورم بودند و هر چه دارم بعد از خدا از آنها دارم،

از اساتید ارجمند و گرامی جناب آقای دکتر عباس همت و آقای دکتر علی اسحق بیگی که در اجرای این تحقیق همواره راهنما و پشتیبان من بودند، جناب آقای دکتر سید جلیل رضوی و آقای دکتر محمدرضا سیزعلیان که مشاورت پایان نامه را بر عهده داشتند، جناب آقای دکتر مرتضی صادقی و آقای دکتر شمس‌الله ایوبی که زحمت داوری پایان نامه را عهده دار بودند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از اساتید و کارشناسان محترم گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی به خصوص آقای مهندس اسماعیلی کمال تشکر و قدردانی را دارم. از آقای مهندس عراقی به خاطر همکاری صمیمانه‌ی وی در طول انجام آزمایش‌ها در مزرعه آموزشی دانشگاه تشکر می‌کنم. از آقایان دکتر اورنگ تاکی، مهندس محمد رحیمی و مهندس نادر مزینی به خاطر همکاری صمیمانه‌شان کمال تشکر و قدر دانی را دارم.

از آقایان محمدرضا رحیمی، علی طاهرآبادی، محمدرضا سالار و یاسر چمی که در انجام تحقیق مرا یاری کردند، سپاسگزارم. در پایان از همه دوستان دوران تحصیل که همیشه از راهنمایی‌ها و کمک‌هایشان سود بردم، تشکر و قدردانی می‌کنم. برای همگی شما آرزوی موفقیت و شادکامی دارم.

جواد محمدی

زمستان ۱۳۹۰

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،

ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه

متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب	هفت
فهرست جداول	ده
فهرست اشکال	یازده
چکیده:	۱
فصل اول: مقدمه و اهداف	۳
۱-۱- مقدمه	۳
۲-۱- اهداف	۴
فصل دوم: بررسی منابع	۷
۱-۲- خاک ورزی حفاظتی	۷
۲-۲- خاک ورزی نواری	۱۱
۳-۲- ردیف تمیزکن	۱۴
۴-۲- پیش بر دیسکی	۱۹
۵-۲- انواع شیاربازکن	۲۱
۶-۲- غلتک	۲۴
۷-۲- خاک ورزی چند سطحی	۲۵
۸-۲- هدف و ضرورت انجام تحقیق	۲۷
فصل سوم: مواد و روش ها	۲۹
۱-۳- مقدمه	۲۹
۲-۳- طراحی و ساخت واحدهای ماشین نوار خاک ورز	۳۱
۱-۲-۳- طراحی و ساخت شاسی	۳۱
۲-۲-۳- طراحی و ساخت ردیف تمیزکن	۳۳
۳-۲-۳- طراحی و ساخت دیسک های کناربر	۳۶
۴-۲-۳- طراحی و ساخت سطح-خاک ورزهای نواری	۴۰
۵-۲-۳- طراحی و ساخت غلتک	۴۵
۳-۳- ارزیابی واحدهای ماشین نوار خاک ورز	۴۷
۱-۳-۳- ارزیابی ردیف تمیزکن	۴۷
۲-۳-۳- ارزیابی دیسک های کناربر	۴۹
۳-۳-۳- ارزیابی سطح-خاک ورزها	۵۰
۴-۳-۳- ارزیابی غلتک	۵۲
۴-۳- ماشین های نوار خاک ورز طراحی شده	۵۳
۱-۴-۳- ماشین نوار خاک ورز مجهز به کولتیواتور ساقه صلب تیغه مثلثی	۵۳
۲-۴-۳- ماشین نوار خاک ورز مجهز به دو-سطح خاک ورز تیغه مثلثی	۵۴
۳-۴-۳- ماشین نوار خاک ورز مجهز به سطح-خاک ورز دیسکی موج	۵۶
۴-۴-۳- ماشین نوار خاک ورز مجهز به سطح-خاک ورز تیغه مورب دوبل	۵۷

۵۸	..... ۵-۳-۳ مشخصات محل آزمایش
۵۸	..... ۱-۵-۳ بافت خاک
۵۹	..... ۲-۵-۳ رطوبت خاک
۶۰	..... ۳-۵-۳ حد خمیری خاک
۶۰	..... ۴-۵-۳ مواد آلی خاک
۶۱	..... ۶-۳ روش ارزیابی عملکرد ماشین‌های نوار خاک‌ورز
۶۱	..... ۱-۶-۳ مقاومت خاک (درجه نرم شدگی خاک)
۶۳	..... ۲-۶-۳ مساحت مقطع گسیختگی خاک
۶۴	..... ۳-۶-۳ عرض نوار خاک‌ورزی شده
۶۵	..... ۴-۶-۳ قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها
۶۶	..... ۵-۶-۳ شاخص تمیزکنندگی (مقدار بقایای باقیمانده روی سطح خاک)
۶۷	..... ۷-۳ ارزیابی بسترهای ایجاد شده توسط ماشین‌های نوار خاک‌ورز
۶۷	..... ۱-۷-۳ تعیین درصد قوه نامیه
۶۸	..... ۲-۷-۳ کشت ذرت
۶۹	..... ۳-۷-۳ درصد سبز شدن بذر
۷۰	..... ۴-۷-۳ یکنواختی سبز شدن بوته‌ها (استقرار گیاه)
۷۰	..... ۵-۷-۳ ماده خشک علف‌های هرز
۷۱	..... ۶-۷-۳ ماده خشک به ازای هر بوته
۷۱	..... ۸-۳ طرح آماری آزمایش اصلی و نقشه اجرای آزمایش در مزرعه
۷۳	..... فصل چهارم: نتایج و بحث
۷۳	..... ۱-۴ ارزیابی واحدهای ماشین نوار خاک‌ورز
۷۳	..... ۱-۱-۴ ارزیابی ردیف‌تمیزکن
۷۶	..... ۲-۱-۴ ارزیابی دیسک کناربر
۷۹	..... ۳-۱-۴ ارزیابی اولیه سطح خاک‌ورزها
۸۳	..... ۴-۱-۴ ارزیابی غلتک
۸۴	..... ۲-۴ مشخصات محل آزمایش
۸۴	..... ۱-۲-۴ مشخصات خاک مزرعه
۸۵	..... ۲-۲-۴ مقدار بقایای جو در سطح مزرعه
۸۵	..... ۳-۴ ارزیابی ماشین‌های نوار خاک‌ورز
۸۵	..... ۱-۳-۴ مقاومت خاک (درجه نرم شدگی خاک)
۹۳	..... ۲-۳-۴ شکل و سطح مقطع نوار خاک‌ورزی شده
۱۰۰	..... ۳-۳-۴ عرض مقطع خاک‌ورزی شده
۱۰۳	..... ۴-۳-۴ قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها
۱۰۴	..... ۵-۳-۴ شاخص تمیزکنندگی بقایا
۱۰۶	..... ۴-۴ ارزیابی بسترهای بذر ایجاد شده توسط ماشین‌های نوار خاک‌ورز
۱۰۶	..... ۱-۴-۴ قوه نامیه بذور
۱۰۶	..... ۲-۴-۴ درصد سبز شدن بذر
۱۰۷	..... ۳-۴-۴ یکنواختی سبز شدن بوته (استقرار بوته)
۱۰۹	..... ۴-۴-۴ وزن ماده خشک علف‌های هرز
۱۰۹	..... ۵-۴-۴ وزن ماده خشک به ازای بوته

۱۱۳	..... فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۱۳	..... ۱-۵- نتیجه گیری
۱۱۵	..... ۲-۵- پیشنهادها
۱۱۷	..... منابع:

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۳-۱- طبقه‌بندی اتصال سه نقطه‌ای عقب سوار تراکتورها بر اساس استاندارد ASAE S217/12	۳۲
جدول ۴-۱- تاثیر زاویه افقی ردیف‌تیمیزکن بر شاخص تیمزشدگی و عرض ردیف‌تیمیزشده	۷۳
جدول ۴-۲- مقایسه میانگین شاخص تیمزکنندگی ردیف‌تیمیزکن در سه سطح بقایا	۷۵
جدول ۴-۳- میانگین عرض و عمق برش دیسک کناربر	۷۶
جدول ۴-۴- تاثیر بکارگیری دیسک کناربر بر میانگین متغیرهای اندازه‌گیری شده	۷۶
جدول ۴-۵- تاثیر غلتک بر کاهش اندازه کلوخه‌ها	۸۳
جدول ۴-۶- برخی از مشخصات خاک مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی	۸۴
جدول ۴-۷- مقدار بقایای جو به تفکیک ایستاده و ریخته شده از انتهای کمباین	۸۵
جدول ۴-۸- خلاصه تجزیه واریانس مقاومت خاک قبل و بعد از عبور ماشین‌های نوار خاک‌ورز	۸۶
جدول ۴-۹- میانگین مقاومت مکانیکی خاک لایه ۱۰-۰ سانتی‌متر قبل از عبور ماشین نوار خاک‌ورز	۸۶
جدول ۴-۱۰- میانگین مقاومت خاک در لایه ۱۰-۰ سانتی‌متری پس از عبور ماشین‌های نوار خاک‌ورز	۸۷
جدول ۴-۱۱- تاثیر متقابل ماشین نوار خاک‌ورز و رطوبت بر میانگین مقاومت خاک پس از خاک‌ورزی با نوارخاک‌ورزها	۸۸
جدول ۴-۱۲- خلاصه تجزیه واریانس عرض به هم خوردگی، سطح مقطع خاک‌ورزی، قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها و شاخص تیمزکنندگی بعد از عبور ماشین‌های نوار خاک‌ورز	۹۳
جدول ۴-۱۳- میانگین سطح مقطع خاک‌ورزی شده، عرض مقطع به هم خوردگی و قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها در چهار نوع ماشین نوار خاک‌ورز	۹۴
جدول ۴-۱۴- اثر متقابل ماشین‌های نوار خاک‌ورز و رطوبت بر میانگین سطح مقطع خاک‌ورزی شده (cm ²)	۹۶
جدول ۴-۱۵- اثر متقابل سه گانه ماشین نوار خاک‌ورز، رطوبت و بقایا بر میانگین سطح مقطع خاک‌ورزی شده (cm ²)	۹۷
جدول ۴-۱۶- اثر متقابل رطوبت و نوع ماشین بر میانگین عرض به هم خوردگی (cm)	۱۰۱
جدول ۴-۱۷- اثر متقابل ماشین، بقایا و رطوبت بر عرض میانگین مقطع خاک‌ورزی شده (cm)	۱۰۲
جدول ۴-۱۸- مقایسه میانگین شاخص تیمزکنندگی در دو سطح بقایا	۱۰۴
جدول ۴-۱۹- شاخص تیمزکنندگی ارزیابی اولیه و کنار زده شده (%)	۱۰۵
جدول ۴-۲۰- قوه نامیه بذور قبل و بعد از عبور از ماشین کاشت	۱۰۶
جدول ۴-۲۱- خلاصه تجزیه واریانس سبزشدن بذر، یکنواختی سبزشدن بوته، وزن ماده خشک علف‌های هرز و وزن ماده خشک به ازای بوته	۱۰۶
جدول ۴-۲۲- میانگین وزن ماده خشک علف‌های هرز در سه سطح بقایا	۱۰۹
جدول ۴-۲۳- میانگین وزن ماده خشک به ازای بوته در سه سطح بقایا	۱۰۹

فهرست اشکال

صفحه

عنوان

- شکل ۱-۲- فاصله بین ردیفی و ردیف‌های کشت شده در سیستم خاک‌ورزی نواری [۵۸]..... ۱۱
- شکل ۲-۲- ردیف تمیزکن چرخ انگشتی دار دوتایی [۴]..... ۱۵
- شکل ۳-۲- ردیف تمیزکن بشقابی با آرایش مقابل هم [۴]..... ۱۶
- شکل ۴-۲- ردیف تمیزکن بشقابی با آرایش متناوب [۴]..... ۱۶
- شکل ۵-۲- ردیف تمیزکن چرخ انگشتی دار لاستیکی ساخته شده توسط زمینس و همکاران [۶۷]..... ۱۸
- شکل ۶-۲- ردیف تمیزکن استفاده شده توسط رابریگ [۶۴]..... ۱۸
- شکل ۷-۲- انواع پیش‌برهای دیسکی [۵۹]..... ۲۰
- شکل ۸-۲- شیاربازکن عریض ساخته شده توسط و مرالی و همکاران [۷۷]..... ۲۴
- شکل ۹-۲- استفاده از سطح-خاک‌ورز (راست) و خاک‌ورز عمیق کار مرسوم (چپ) [۳۸]..... ۲۷
- شکل ۱۰-۲- چند سطح-خاک‌ورز شامل سطحی کار، زیرسطحی کار، میان-عمق کار و عمیق کار [۳۸]..... ۲۷
- شکل ۱-۳- نمای کلی از شاسی..... ۳۲
- شکل ۲-۳- شاسی فرعی..... ۳۳
- شکل ۳-۳- نمای روبرو و سه بعدی از صفحه ردیف‌تمیزکن..... ۳۴
- شکل ۴-۳- زاویه افقی و زاویه عمودی ردیف‌تمیزکن (جهت حرکت برای نما از روبرو به سمت داخل صفحه می‌باشد)..... ۳۴
- شکل ۵-۳- قسمت‌های مختلف ردیف‌تمیزکن..... ۳۵
- شکل ۶-۳- ردیف‌تمیزکن مجهز به مکانیزم چهار بازویی جهت شناور بودن نسبت به شاسی دستگاه..... ۳۶
- شکل ۷-۳- کنترل عرض به هم خوردگی خاک با بکارگیری دیسک‌های کناربر، الف) عرض به هم خوردگی یک ابزار خاک‌ورز باریک، ب) عرض به هم خوردگی محدود شده با استفاده از دیسک‌های کناربر..... ۳۷
- شکل ۸-۳- دو دیسک کناربر همراه با فنرهایی جهت تامین نیروی رو به پایین و نمای سه بعدی یک دیسک..... ۳۷
- شکل ۹-۳- کولتیواتور ساقه صلب تیغه مثلثی..... ۴۱
- شکل ۱۰-۳- شکل تیغه مثلثی متساوی الساقین..... ۴۱
- شکل ۱۱-۳- رابطه بین زاویه حمله و مقاومت کششی ابزار خاک‌ورز [۳۴]..... ۴۲
- شکل ۱۲-۳- زاویه حمله و عمق کاری کولتیواتور ساقه صلب تیغه مثلثی..... ۴۲
- شکل ۱۳-۳- گیره متصل به شاسی فرعی جهت حرکت عمودی بازوی کولتیواتور..... ۴۲
- شکل ۱۴-۳- دو-سطح خاک‌ورز تیغه مثلثی..... ۴۳
- شکل ۱۵-۳- الف) دیسک موج و ب) خط اثر عبور آن روی یک مسیر مستقیم..... ۴۴
- شکل ۱۶-۳- سطح خاک‌ورز تیغه مورب دوبل..... ۴۵
- شکل ۱۷-۳- الف) یکی از حلقه‌های غلتک و ب) غلتک و شاسی متصل به آن..... ۴۷
- شکل ۱۸-۳- سه زاویه افقی صفحه ردیف‌تمیزکن..... ۴۸
- شکل ۱۹-۳- نحوه تنظیم زاویه تمایل (عمودی) ردیف‌تمیزکن..... ۴۸

- شکل ۳-۲۰- نحوه قرارگیری قاب روی ردیف برای ارزیابی عملکرد ردیف تمیزکن. ۴۹.....
- شکل ۳-۲۱- فاصله برش بین دو دیواره ردیف (راست) و نفوذ دیسک درون خاک و بقایای سطحی (چپ). ۴۹.....
- شکل ۳-۲۲- پروفیل عرضی خاک توسط کولتیواتور ساقه صلب تیغه مثلثی. ۵۱.....
- شکل ۳-۲۳- پروفیل عرضی خاک توسط دو-سطح خاک‌ورز تیغه مثلثی. ۵۱.....
- شکل ۳-۲۴- عمق نفوذ و عرض برش توسط سطح-خاک‌ورز دیسکی موج. ۵۱.....
- شکل ۳-۲۵- پروفیل عرضی خاک توسط سطح-خاک‌ورز تیغه مورب دوبل. ۵۲.....
- شکل ۳-۲۶- قبل از عبور غلتک (راست) و بعد از عبور غلتک (چپ). ۵۳.....
- شکل ۳-۲۷- ماشین نوار خاک‌ورز مجهز به کولتیواتور ساقه صلب تیغه مثلثی (الف) طراحی شده و (ب) ساخته شده. ۱- ۵۴.....
- شکل ۳-۲۸- ماشین نوار خاک‌ورز مجهز به دو سطح خاک‌ورز تیغه مثلثی (الف) طراحی شده و (ب) ساخته شده. ۱- شاسی ۲- ردیف تمیزکن ۳- دیسک‌های کناربر ۴- کولتیواتور ساقه صلب تیغه مثلثی ۵- غلتک ۵۴.....
- شکل ۳-۲۹- ماشین نوار خاک‌ورز مجهز به سطح-خاک‌ورز دیسکی موج (الف) طراحی شده و (ب) ساخته شده. ۱- شاسی ۲- ردیف تمیزکن ۳- دو سطح خاک‌ورز تیغه مثلثی ۴- غلتک. ۵۵.....
- شکل ۳-۳۰- ماشین نوار خاک‌ورز با سطح-خاک‌ورز تیغه مورب دوبل (الف) طراحی شده و (ب) ساخته شده. ۱- شاسی ۲- ردیف تمیزکن ۳- سطح-خاک‌ورز تیغه مورب دوبل ۴- غلتک. ۵۷.....
- شکل ۳-۳۱- عکس هوایی از محل انجام آزمایش در مزرعه پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۵۸.....
- شکل ۳-۳۲- فروسنج عمودی خاک. (الف) مخروط و نیروسنج، (ب) قطر ۱۲/۸۳ میلی‌متر و ج (قطر ۲۰/۲۷ میلی‌متر). ۶۲.....
- شکل ۳-۳۳- تقسیم بندی یک ردیف (محل حرکت یک نوار خاک‌ورز) جهت داده برداری با دستگاه فروسنج. ۶۳.....
- شکل ۳-۳۴- نحوه نشانه گذاری زمین (راست) و دستگاه فروسنج (چپ). ۶۳.....
- شکل ۳-۳۵- نحوه قرارگیری پروفیل متر و میله‌های مدرج در پروفیل ایجاد شده در مسیر حرکت سطح-خاک‌ورزها. ۶۴.....
- شکل ۳-۳۶- (الف) نحوه انتخاب تصادفی مکان روی نوار خاک‌ورزی شده جهت تعیین عرض به هم خوردگی و (ب) طح‌واره پروفیل عرضی نوار خاک‌ورزی شده. ۶۵.....
- شکل ۳-۳۷- قرارگیری قاب روی ردیف بعد از عبور ردیف تمیزکن. ۶۷.....
- شکل ۳-۳۸- دستگاه کاشت دقیق کار مکانیکی جان‌دیر استفاده شده در تحقیق حاضر. ۶۸.....
- شکل ۳-۳۹- فاصله بین بذور (راست) و عمق قرارگیری بذر (چپ). ۶۹.....
- شکل ۳-۴۰- نقشه اجرایی طرح در یک منطقه از بقایا شامل دو منطقه رطوبتی. ۷۲.....
- شکل ۴-۱- آزمایش ردیف تمیزکن در زاویه افقی ۴۵ درجه. ۷۴.....
- شکل ۴-۲- عدم کارایی ردیف تمیزکن در کنار زدن بقایا (تراکم بیش از ۱۰ تن در هکتار). ۷۵.....
- شکل ۴-۳- نحوه گسیختگی خاک در سطح-خاک‌ورز تیغه مورب دوبل، گسیختگی جانبی از تیغه‌های مورب (چپ)، عدم گسیختگی در جلو ابزار (راست) [۶]. ۷۸.....
- شکل ۴-۴- طرح‌واره‌ای از شکل و سطح گسیختگی برای (الف) کولتیواتور ساقه صلب تیغه مثلثی، (ب) دو سطح خاک‌ورز تیغه مثلثی، (ج) سطح-خاک‌ورز تیغه مورب دوبل و (د) سطح-خاک‌ورز دیسکی موج. شماره یک مربوط به استفاده از دیسک کناربر و شماره دو بدون استفاده از دیسک کناربر می‌باشد. ۷۹.....
- شکل ۴-۵- سطح مقطع گسیختگی در کولتیواتور ساقه صلب تیغه مثلثی. ۷۹.....

- شکل ۴-۶- سطح مقطع گسیختگی در کولتیواتور ساقه صلب تیغه مثلثی. ۸۰.....
- شکل ۴-۷- سطح مقطع گسیختگی در دو-سطح خاک ورز تیغه مثلثی. ۸۱.....
- شکل ۴-۸- سطح مقطع گسیختگی در سطح-خاک ورز دیسکی موج. ۸۲.....
- شکل ۴-۹- سطح مقطع گسیختگی در سطح-خاک ورز تیغه مورب دوپل. ۸۳.....
- شکل ۴-۱۰- کاهش قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها با استفاده از غلتک. ۸۴.....
- شکل ۴-۱۱- تغییرات مقاومت مکانیکی خاک (شاخص مخروط) با عمق در دو سطح رطوبتی وزنی $14/2\%$ و $18/3\%$ قبل از انجام آزمایش‌ها. هر نقطه میانگین ۱۴۴ داده بود. ۸۷.....
- شکل ۴-۱۲- تغییرات مقاومت مکانیکی خاک (شاخص مخروط) قبل و بعد از ماشین نوار خاک ورز مجهز به کولتیواتور ساقه صلب تیغه مثلثی در (الف) رطوبت $14/2\%$ و (ب) رطوبت $18/3\%$. هر نقطه میانگین ۷۲ داده بود. ۸۹.....
- شکل ۴-۱۳- تغییرات مقاومت خاک قبل و بعد از ماشین نوار خاک ورز با دو-سطح خاک ورز تیغه مثلثی در (الف) رطوبت $14/2\%$ و (ب) رطوبت $18/3\%$. هر نقطه میانگین ۷۲ داده بود. ۹۰.....
- شکل ۴-۱۴- تغییرات مقاومت خاک قبل و بعد از ماشین نوار خاک ورز مجهز به سطح-خاک ورز تیغه مورب دوپل در (الف) رطوبت $14/2\%$ و (ب) رطوبت $18/3\%$. هر نقطه میانگین ۷۲ داده بود. ۹۱.....
- شکل ۴-۱۵- تغییرات مقاومت مکانیکی (شاخص مخروط) خاک قبل و بعد از ماشین نوار خاک ورز مجهز به سطح-خاک ورز دیسکی موج در (الف) رطوبت $14/2\%$ و (ب) رطوبت $18/3\%$. هر نقطه میانگین ۷۲ داده بود. ۹۲.....
- شکل ۴-۱۶- سطح مقطع خاک ورزی شده با ماشین نوار خاک ورز مجهز به (الف) کولتیواتور ساقه صلب تیغه مثلثی و (ب) دو-سطح خاک ورز تیغه مثلثی. ۹۸.....
- شکل ۴-۱۷- سطح مقطع خاک ورزی شده با ماشین نوار خاک ورز مجهز به (الف) سطح-خاک ورز تیغه مورب دوپل و (ب) سطح-خاک ورز دیسکی موج. ۹۹.....
- شکل ۴-۱۸- اندازه کلوخه‌ها در (۱) کولتیواتور ساقه صلب تیغه مثلثی و (۲) دو-سطح خاک ورز تیغه مثلثی. ۱۰۴.....
- شکل ۴-۱۹- استقرار بوته ذرت در بقایای کامل. ۱۰۸.....
- شکل ۴-۲۰- وزن ماده خشک علف‌های هرز و وزن ماده خشک به ازای بوته در سه سطح بقایا. ۱۱۱.....
- شکل ۴-۲۱- میانگین تعداد برگ بوته رشد کرده در بازه زمانی ۳۱ روز. ۱۱۱.....

چکیده:

حفاظت از خاک در برابر فرسایش آبی و یا بادی امری اجتناب ناپذیر است. خاک‌ورزی حفاظتی به هر نوع سیستم خاک‌ورزی که حداقل ۳۰٪ بقایای محصول قبلی را بعد از عملیات کاشت محصول جدید روی سطح خاک باقی گذارد تا از فرسایش آبی و یا بادی خاک جلوگیری کند، گفته می‌شود. از مزایای مهم سیستم خاک‌ورزی حفاظتی، علاوه بر مزایای اقتصادی آن می‌توان به بهبود مواد آلی، حفظ رطوبت و افزایش حاصلخیزی خاک و از معایب آن می‌توان به هزینه ادوات خاک‌ورزی مرتبط با این سیستم، مبارزه با علف‌های هرز و سبز شدن بذور ریخته شده محصول قبلی اشاره نمود. روش مناسب برای تحقق اهداف خاک‌ورزی حفاظتی و مواجهه با مشکلات سیستم‌های بی‌خاک‌ورزی در خاک‌های با ساختمان ناپایدار مانند خاک‌های مناطق مرکزی ایران (خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک)، خاک‌ورزی نواری است. در خاک‌ورزی نواری ضمن حفظ بقایا روی سطح خاک، در محل رشد و نمو ریشه گیاه خاک‌ورزی انجام می‌شود. هدف اصلی در این پژوهش، طراحی، ساخت و ارزیابی ماشین ترکیبی است که بتواند یک لایه خاک نرم شده به عرض و عمق به ترتیب ۱۵۰ و ۱۰۰ میلی‌متر با یک بار عبور ایجاد کند. هر ماشین مرکب از چهار واحد تشکیل شده است که عبارت بودند از: ردیف‌تمیزکن، دیسک‌های کناربر، نوار خاک‌ورز و غلتک. چهار نوع ماشین خاک‌ورز نواری طراحی و ساخته شد. این ماشین‌ها عبارت بودند از: نوار خاک‌ورز مجهز به کولتیواتور ساقه صلب تیغه مثلثی، نوار خاک‌ورز مجهز به دو-سطح خاک‌ورز تیغه مثلثی، نوار خاک‌ورز مجهز به سطح-خاک‌ورز تیغه مورب دوپل و نوار خاک‌ورز مجهز به سطح-خاک‌ورز دیسکی موج. در این پژوهش، تاثیر چهار ماشین نوار خاک‌ورز در سه سطح بقایا (بدون بقایا، بقایای ایستاده، بقایای کامل) و در دو سطح رطوبتی (۰/۷ و ۰/۹ حد خمیری) در یک خاک با بافت لوم رسی در مزرعه پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان بر روی مقاومت خاک، شکل، سطح و عرض مقطع خاک‌ورزی شده، قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها، شاخص تمیزکنندگی در نوارهای خاک‌ورزی شده، سبز شدن بذر، استقرار و وزن ماده خشک بوته مورد بررسی قرار گرفت. ماشین نوار خاک‌ورز مجهز به دو-سطح خاک‌ورز تیغه مثلثی بیشترین درجه نرم شدگی خاک و کوچکترین قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها را ایجاد نمود و متناسب‌ترین شکل، و نزدیک‌ترین سطح مقطع و عرض مقطع نوار خاک‌ورزی شده به هدف را ایجاد کرد. نحوه گسیختگی خاک در ماشین نوار خاک‌ورز مجهز به دو-سطح خاک‌ورز تیغه مثلثی به صورتی بود که نیازی به بکارگیری دیسک کناربر برای محدود کردن عرض نوار نبود و لذا تعداد واحدهای بکار رفته در این نوع ماشین نوار خاک‌ورز کمتر می‌گردید. تفاوت معنی‌داری بر سبز شدن بذر و استقرار بوته در بین سه سطح بقایا وجود نداشت که نشان دهنده ضرورت انجام خاک‌ورزی (نواری) است. تفاوت معنی‌داری بر سبز شدن بذر، استقرار و وزن ماده خشک بوته در بین انواع ماشین‌های نوار خاک‌ورز مشاهده نگردید. با توجه به نتایج، خاک‌ورزی نواری، علاوه بر حفظ اهداف خاک‌ورزی حفاظتی و درصد سبز شدن و استقرار بوته، برای مناطق خشک و نیمه خشک پیشنهاد می‌گردد. با توجه به مزایای نوار خاک‌ورز مجهز به دو-سطح خاک‌ورز تیغه مثلثی می‌توان از آن به عنوان خاک‌ورز نواری برای این مناطق پیشنهاد نمود.

کلمات کلیدی: خاک‌ورزی حفاظتی، خاک‌ورزی نواری، نوار خاک‌ورز، سطح خاک‌ورز، قطر متوسط وزنی کلوخه.

فصل اول

مقدمه و اهداف

۱-۱- مقدمه

تبخیر سطحی زیاد در فاصله زمانی بین برداشت محصول و کاشت محصول بعدی، نوع آبیاری که معمولاً به صورت غرقابی و یا در نهایت به صورتی است که آب از سطح زمین به پایین تر نفوذ می کند و کم بودن مواد آلی در خاک های مرکزی ایران [۱۱] باعث می شود که خاک های مناطق خشک و نیمه خشک ایران به حدی سخت گردد که برای انجام عملیات کشت محصولات زراعی با دستگاه های کاشت، انجام عملیات خاک ورزی اولیه ضروری باشد. از طرفی کاهش عملیات های سنگین کشاورزی مانند شخم که انرژی زیادی لازم دارد و جلوگیری از فرسایش بادی خاک و حفظ رطوبت موجود در لایه های زیرین خاک (با توجه به خشک و کم باران بودن مناطق مرکزی ایران)، استفاده از سیستم کم خاک ورزی / خاک ورزی نواری / بی خاک ورزی را به همراه کشت توام محصول ضروری ساخته است. تمام مزیت های کاهش عملیات های سنگین کشاورزی و حفاظت از خاک و آب در سیستم خاک ورزی حفاظتی وجود دارد.

سیستم خاک ورزی حفاظتی^۱ به هر نوع سیستم خاک ورزی که حداقل ۳۰٪ بقایای محصول قبلی را بعد از عملیات کاشت محصول جدید روی سطح خاک باقی گذارد تا از فرسایش آبی یا بادی جلوگیری کند، گفته می شود [۱۹]. هدف از خاک ورزی حفاظتی کاهش شدت عملیات خاک ورزی و

مدیریت بقایای گیاهی موجود در سطح خاک به منظور محافظت خاک در مقابل فرسایش و افزایش نفوذ آب به خاک بدون کاهش عملکرد محصول می‌باشد. از مزایای خاک‌ورزی حفاظتی در مناطق خشک و نیمه خشک می‌توان به حفظ رطوبت خاک، افزایش حاصلخیزی خاک و افزایش درجه حرارت خاک در فصل پاییز و تعدیل آن در فصل زمستان نام برد [۱۵ و ۵۴]. از معایب خاک‌ورزی حفاظتی، بالا بودن هزینه تهیه ادوات مخصوص بی‌خاک‌ورزی، کاهش درجه حرارت خاک در فصل بهار و در نتیجه تاخیر در سبز شدن بذر، مبارزه با علف‌های هرز و سبز شدن بذور ریخته شده محصول قبلی می‌باشد [۱۵ و ۵۴].

برای توسعه خاک‌ورزی حفاظتی در ایران به منظور کاهش شدت عملیات خاک‌ورزی، کاهش مصرف انرژی (سوخت)، کاهش مصرف آب، کاهش هزینه‌های تولید و همچنین مواجهه‌ی کمتر با معایب روش‌های بی‌خاک‌ورزی و ضرورت خاک‌ورزی در محل کاشت گیاه در خاک‌های مناطق مرکزی ایران (خاک‌های خشک و نیمه خشک) با ساختمان ناپایدار، احساس می‌شود بهترین روش این است که فقط قسمتی از خاک که قرار است بذر در آن کشت شود، خاک‌ورزی گردیده و بقایای گیاهی در بین ردیف‌های کاشت دست نخورده باقی بمانند. این روش، خاک‌ورزی نواری^۱ (خاک‌ورزی در نوارهای باریک هم جهت با ردیف‌های کاشت) گفته می‌شود. هدف این نوع خاک‌ورزی، ایجاد بستر بذر به صورت نوار باریک خاک بدون به هم خوردگی بقایای محصول قبلی و خاک در میان نوارها می‌باشد.

۱-۲- اهداف

اهداف این تحقیق عبارتند از:

- ۱- طراحی، ساخت و ارزیابی ماشین خاک‌ورز نواری (نوار خاک‌ورز) به منظور ایجاد یک نوار باریک خاک نرم شده به عرض حدود ۱۵ سانتی‌متر و به عمق ۱۰ سانتی‌متر،
- ۲- بررسی تاثیر ماشین‌های نوار خاک‌ورز بر شکل و سطح مقطع خاک‌ورزی شده، یکنواختی در عرض مقطع خاک‌ورزی شده نوار، درجه نرم شدگی خاک، قطر متوسط وزنی کلوخه‌های خرد شده و مقدار بقایای باقیمانده در سطح خاک در سه سطح بقایای غلات دانه ریز و در دو سطح رطوبتی و

۳- بررسی امکان کاشت مکانیزه ذرت در نوارهای خاک‌ورزی شده و ارزیابی درصد سبز شدن بذر، استقرار بوته، رشد علف‌های هرز و تجمع ماده خشک در گیاه در نوارهای خاک‌ورزی شده با ماشین‌های نوار خاک‌ورز ساخته شده.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- خاک‌ورزی حفاظتی

هر نوع سیستم خاک‌ورزی که حداقل ۳۰٪ بقایای محصول قبلی را روی سطح خاک بعد از عملیات کاشت محصول جدید باقی گذارد تا از فرسایش آبی یا بادی جلوگیری کند، خاک‌ورزی حفاظتی گفته می‌شود [۱۹]. در خاک‌های سنگین، هدف از خاک‌ورزی کاهش محدودیت‌های فیزیکی و مکانیکی در خاک در کوتاه مدت و به منظور ایجاد بستر مناسب برای جوانه‌زنی بذر و خروج گیاهچه از خاک و رشد ریشه در خاک انجام می‌گردد. در چندسال اخیر به دلایل مسائل اقتصادی و زیست محیطی خاک‌ورزی مرسوم مانند فرسایش، تراکم و برگردان کردن لایه خاک و کم شدن مواد آلی خاک، خاک‌ورزی حفاظتی به عنوان روشی جایگزین در بسیاری از نقاط دنیا مورد توجه قرار گرفته است [۶۶]. خاک‌ورزی حفاظتی به روش‌هایی گفته می‌شود که مقدار کافی پوشش گیاهی یا بقایای گیاهی روی سطح خاک به منظور حفظ خاک و آب نگه داشته، در حالیکه مقدار نیروی کارگری، انرژی لازم و سرمایه را کمینه می‌کند. بنابراین، عملیات خاک‌ورزی حفاظتی می‌تواند در دامنه‌ای شامل عملیات اندکی برای کنترل علف‌های هرز و تهیه بستر بذر، تا کاشت بدون خاک‌ورزی در یک عبور قرار گیرد که عمدتاً روش‌های خاک‌ورزی مرسوم و سایر سیستم‌های برگردان‌ورزی شدید را شامل نمی‌شود. واژه‌هایی همچون ورز-کاشت^۱، خاک‌ورزی نواری، خاک‌ورزی پوششی، کاشت در زمین

۱- Till plant

چمنی^۱، کمینه خاک‌ورزی^۲، خاک‌ورزی پوشش کلسی^۳، و اخیراً، بی‌خاک‌ورزی^۴، کم‌خاک‌ورزی^۵، بدون خاک‌ورزی^۶، آیش شیمیایی^۷، آیش زیست محیطی^۸ و سیستم‌های تولید حفاظتی، تماماً مرتبط با مفاهیم موجود در خاک‌ورزی حفاظتی می‌باشند [۱۱].

به طور کلی مدیریت بقایای گیاهی محصول قبلی یکی از مهمترین چالش‌های بی‌خاک‌ورزی می‌باشد [۲۶]. عدم مدیریت بقایا می‌تواند مشکلات زیادی را در بذرکاری مستقیم ایجاد کند اما وجود آنها در سطح خاک عموماً در محدود کردن اثر منفی روی خاک مانند فرسایش آبی و بادی خاک مفید می‌باشد [۳۳]. نگهداری بقایای گیاهی روی سطح خاک، مواد آلی در دسترس گیاه را افزایش می‌دهد و سطح مواد مغذی در خاک را بهبود می‌بخشد و رطوبت خاک را با کاهش تبخیر و افزایش نرخ نفوذ آب، افزایش می‌دهد [۲۸]. سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی نه فقط فرسایش را کاهش می‌دهد بلکه محیط ریشه را نیز بهبود بخشیده و در انرژی (سوخت مصرفی) صرفه‌جویی گردیده و هزینه‌های کارگری مزرعه را کاهش می‌دهد [۷۵]. از معایب خاک‌ورزی حفاظتی در برابر فواید آن می‌توان به عدم تطابق کافی دستگاه‌های کاشت به شرایط خاک‌های مختلف، کاهش و ناپیکناختی عمق کاشت، عدم قرارگیری بذر در شیار و سبز شدن نامنظم و استقرار ضعیف گیاه و در برخی موارد کاهش عملکرد محصول و در نتیجه دیرپذیری آن از طرف کشاورزان نام برد [۱۸ و ۷۲ و ۷۹]. عدم قرارگیری صحیح بذر در عمق مناسب خاک و استقرار ضعیف گیاه از مشکلات اساسی خاک‌ورزی حفاظتی محصول ذرت در بقایای گندم در ایران می‌باشد [۶۱]. خاک‌ورزی حفاظتی منافع زیادی در مناطق خشک دارد. زیرا در این مناطق بارندگی نامنظم بوده و خاک‌ها خیلی ناپایدارند و در معرض فرسایش بادی و آبی قرار دارند. حفظ پوشش گیاهی روی سطح خاک، ساده‌ترین روش کنترل فرسایش بادی و آبی است. با مدیریت صحیح، بقایای گیاهی بیشتری روی سطح خاک نگه داشته می‌شود. این امر موجب کاهش روان‌آب،

۱- Sod planting

۲- Minimum tillage

۳- Stubble-mulch tillage

۴- No-till

۵- Low till

۶- Zero till

۷- Chemical fallow

۸- Ecofallow