



به مناسبت چهلمین سال تأسیس سازمان



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

نقش تحقیقات ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون در امنیت غذایی



الذم الحرام





سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

نقش تحقیقات ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون در امنیت غذایی

تألیف

احمد شریفی - محمد یونسی الموتی - ارژنگ جوادی - محمدرضا مستوفی سرکاری - افشین ایوانی - محمود صفری - حمیدرضا گازر - هومن شریف نسب - عادل واحدی - جلال کفاشان - بهاره جمشیدی - کریم گرامی - نیکروز باقری - سیدرضا اشرفی زاده - صادق افضل‌نیا - حمیدرضا صادق نژاد



مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

۱۳۹۴

نقش تحقیقات ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون در امنیت غذایی

تهیه و تنظیم: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

ناشر: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

سال انتشار: ۱۳۹۴

شمارگان: محدود

شماره ثبت: ۳۳-۹۴ ک

آدرس: کرج، بلوار شهید فهمیده، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

تلفن: ۰۲۶-۳۲۷۰۵۳۲۰

سامانه الکترونیک: www.aeri.ir

پست الکترونیک: info@aeri.ir

فهرست مطالب

۶	پیش گفتار
۷	فصل اول - خاک‌ورزی حفاظتی
۸	۱-۱- مقدمه
۱۰	۲-۱- مشکلات خاک‌ورزی مرسوم
۱۰	۳-۱- انواع سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی
۱۱	۴-۱- مزایا و محدودیت‌های خاک‌ورزی حفاظتی
۱۲	۵-۱- اثرات خاک‌ورزی حفاظتی در کشاورزی ایران
۱۴	۶-۱- توصیه‌های فنی و کاربردی
۲۱	فصل دوم - ارزیابی و کاربرد ماشین‌ها و ادوات کشاورزی
۲۲	۱-۲- مقدمه
۲۲	۲-۲- چالش‌ها
۲۴	۳-۲- یافته‌ها و دستاوردها
۲۶	۴-۲- توصیه‌های فنی و کاربردی
۲۹	فصل سوم - طراحی و ساخت ماشین‌ها و ادوات کشاورزی
۳۰	۱-۳- مقدمه
۳۰	۲-۳- یافته‌ها و دستاوردها
۵۱	فصل چهارم - کاربرد فناوری‌های نوین در ماشین‌های کشاورزی
۵۲	۱-۴- کشاورزی دقیق
۵۲	۱-۱-۴- مقدمه
۵۲	۲-۱-۴- چالش‌ها
۵۳	۳-۱-۴- یافته‌ها و دستاوردها
۵۴	۴-۱-۴- توصیه‌های فنی و کاربردی
۵۴	۲-۴- آزمون‌های غیر مخرب
۵۴	۱-۲-۴- مقدمه
۵۵	۲-۲-۴- چالش‌ها
۵۵	۳-۲-۴- یافته‌ها و دستاوردها
۵۶	۴-۲-۴- توصیه‌های فنی و کاربردی
۵۷	۳-۴- نانو فناوری
۵۷	۱-۳-۴- مقدمه
۵۷	۲-۳-۴- چالش‌ها
۵۷	۳-۳-۴- یافته‌ها و دستاوردها
۵۸	۴-۳-۴- توصیه‌های فنی و کاربردی
۵۹	فصل پنجم - عملکرد کشتی تراکتورها در کشور
۶۰	۱-۵- مقدمه
۶۱	۲-۵- یافته‌ها و دستاوردها
۶۱	۳-۵- توصیه‌های فنی و کاربردی

پیش‌گفتار

امروزه افزایش جمعیت از یک‌طرف و محدودیت منابع از طرف دیگر استفاده از ماشین و روش‌های مکانیزه در تولید محصولات کشاورزی را اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. بخش تحقیقات مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون عمدتاً در زمینه‌های طراحی و ساخت نمونه ماشین‌های کشاورزی، ارزیابی و کاربرد ماشین‌های کشاورزی به‌منظور بهینه‌سازی، تطبیق و اصلاح با شرایط در کشور فعالیت دارد. تحقیقات مکانیزاسیون شامل تعیین نوع، تعداد و ظرفیت مناسب ماشین‌های کشاورزی برای انجام به‌موقع عملیات، کاهش هزینه‌ها و افزایش درآمد، ارائه الگوها و انتخاب فناوری مناسب برای افزایش کارایی ماشین از فعالیت‌های مهم دیگر این بخش است. کاربرد فناوری‌های نوین در ماشین‌های کشاورزی مشتمل بر کشاورزی دقیق و همچنین آزمون‌های غیر مخرب از فعالیت‌های چند سال اخیر این بخش است. این دیسپلین فعالیت‌های خود را از سال ۱۳۷۰ آغاز کرده و در قالب سه بخش عمده تحقیقاتی شامل کاربرد ادوات و ماشین‌های کشاورزی، طراحی و ساخت نمونه ماشین‌های کشاورزی و مطالعات مکانیزاسیون، توان و انرژی در کشاورزی ادامه فعالیت داده است.

کتاب حاضر شامل برخی از دستاوردهای مهم و کاربردی بخش تحقیقات ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون طی دو دهه فعالیت است که به ترتیب در بردارنده موضوعات خاک‌ورزی حفاظتی، ارزیابی و کاربرد ماشین‌ها و ادوات کشاورزی، طراحی و ساخت ماشین‌ها و ادوات کشاورزی، کاربرد فناوری‌های نوین در ماشین‌های کشاورزی و عملکرد کشتی تراکتورها در کشور است. استفاده از این دستاوردها و فناوری‌های مطرح‌شده در این کتاب می‌تواند در روند تولید محصولات کشاورزی و دستیابی به امنیت غذایی مؤثر باشد.



مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی



خاک‌ورزی حفاظتی

۱-۱ مقدمه

خاک‌ورزی حفاظتی اعم از کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی، در حفظ رطوبت خاک، بهبود مواد آلی خاک، کاهش مصرف انرژی و هزینه و کاهش زمان عملیات، مؤثر است. تحقیقات انجام‌شده در مناطق مختلف ایران با شرایط اقلیمی متفاوت نشان می‌دهد که کاربرد روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی عملکرد محصولی مشابه با کاربرد روش مرسوم یعنی استفاده از گاوآهن برگردان‌دار می‌دهد. خاک‌ورزی حفاظتی سیستمی است که در آن پس از عملیات خاک‌ورزی و بذرکاری حداقل ۳۰ درصد سطح خاک به‌وسیله بقایای محصول قبلی پوشیده شده باشد و از مدیریت برداشت محصول قبلی شروع می‌شود. هدف خاک‌ورزی حفاظتی افزایش بهره‌وری است. توقف و یا حتی معکوس نمودن روند فرسایشی خاک به‌منظور ارتقاء پایداری منابع طبیعی شامل زمین، آب‌وهوا، افزایش کمی و کیفی محصولات از طریق افزایش کارایی مصرف نهاده‌ها و زمان و کاهش هزینه‌های تولید و بهبود وضعیت معیشتی کشاورزان خانواده آن‌ها از جمله اهداف کشاورزی حفاظتی است.

تحقیقات انجام‌شده در مناطق مختلف ایران با شرایط اقلیمی متفاوت نشان داد که کاربرد روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی مانند روش‌های کم خاک‌ورزی شامل استفاده از گاوآهن قلمی در عمق کمتر از گاوآهن برگردان‌دار و یا استفاده از دیسک در عمق سطحی خاک عملکرد محصولی مشابه با کاربرد گاوآهن برگردان‌دار می‌دهد. علاوه بر اینکه کاهش مصرف سوخت و همچنین کاهش زمان انجام عملیات را به دنبال دارد.

استفاده از روش‌های حفاظتی (با تأکید بر اجرای روش‌های کم خاک‌ورزی) با استناد بر یافته‌های تحقیقاتی از طرف وزیر وقت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۸۶ به سازمان جهاد کشاورزی استان‌ها جهت انتقال و اجرایی نمودن این یافته‌ها ابلاغ و بر همه بخش‌های تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کشور فرض شد که با هماهنگی سازمان‌های جهاد کشاورزی (مدیریت‌های زراعت و ترویج به‌طور خاص) موضوع را تا حصول نتیجه پیگیری و هرگونه پشتیبانی علمی و فنی را خصوصاً با تهیه دستورالعمل‌های فنی - اجرایی مبذول دارند. برای تسریع بیشتر این امر پایلوت‌هایی الگویی بلافاصله با نظارت و مشارکت مستقیم همکاران تحقیقاتی در استان‌های فارس، همدان، اصفهان، گلستان، خوزستان و قزوین در سال ۸۷-۸۶ به میزان ۱۵۰۰ هکتار آبی محصولات مختلف زراعی هر منطقه انجام شد. این سطح در سال ۸۸-۸۷ به میزان ۱۰۰۰۰ هکتار آبی برای ۱۰ استان شامل فارس، همدان، اصفهان، گلستان، خوزستان، قزوین، کرمان، خراسان رضوی، تهران و اردبیل و در سال زراعی ۸۸-۸۸ به میزان ۳۷۰۰۰ هکتار آبی و با هماهنگی مدیریت‌های زراعت و ترویج سازمان جهاد کشاورزی استان‌های مربوطه در نظر گرفته و اجرا شد. دستورالعمل با مشارکت معاونت‌های زراعت و ترویج تهیه و به استان‌های مذکور ارسال شد. شکل‌های ۱ تا ۴ بیانگر نمونه فعالیت‌های انجام‌یافته در استان‌های مذکور است. سطح اجرای خاک‌ورزی حفاظتی قرار بود تا پایان برنامه پنجم به سه میلیون هکتار آبی و دیم برسد، که هم‌اکنون نیز و با توجه به اهمیت موضوع خاک‌ورزی و کشاورزی حفاظتی در دستور کار وزارت جهاد کشاورزی نیز قرار گرفته و در حال توسعه و گسترش در قالب سایت‌های الگویی تحقیقی - ترویجی است.



شکل ۱. عملیات کم خاک‌ورزی با خاک ورز مرکب (راست) و عملیات بی خاک‌ورزی با بذرکار خطی کار کاشت مستقیم (چپ) - دزفول



شکل ۲. عملیات بی خاک‌ورزی با بذرکار ردیف‌کار کاشت مستقیم (راست) و کاشت مستقیم یونجه در بقایای ذرت (چپ) - دزفول



شکل ۳. کاشت مستقیم گندم در بقایای ذرت (استان قزوین) (راست) و کاشت مستقیم ذرت در بقایای گندم (استان گلستان) (چپ)



شکل ۴. دمای سطح خاک: زمین بدون بقایای گیاهی (راست)، زمین با بقایای گیاهی (چپ) در استان فارس

۲-۱ مشکلات خاک‌ورزی مرسوم

از مشکلات خاک‌ورزی مرسوم یعنی استفاده از گاواهن برگرداندار برای عملیات تهیه زمین می‌توان به کلوخه‌ای شدن خاک و نیاز به وقت و انرژی و هزینه زیاد، تخریب ساختمان خاک و بهم‌زدن تسطیح زمین، مصرف زیاد آب و فرسایش بادی و آبی، کاهش مواد آلی خاک و آلودگی هوا ناشی از سوزاندن بقایای گیاهی و ایجاد لایه سخت در کفه شخم اشاره نمود.

۳-۱ انواع سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی

سیستم‌هایی همچون خاک‌ورزی نواری، خاک‌ورزی پوششی، بی خاک‌ورزی، کم خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی تماماً مرتبط با مفاهیم موجود در خاک‌ورزی حفاظتی هستند. خاک‌ورزی حفاظتی معمولاً به معنی تعداد عبور کمتر که موجب کاهش انرژی، هزینه، زمان و کارکرد مورد نیاز می‌شود، نیز شناخته می‌شود. در ایران با ورود تراکتور و گاواهن برگرداندار در دهه چهل خورشیدی و فراگیر شدن آن طی دو دهه به تدریج شدت عملیات خاک‌ورزی مخصوصاً برگردان کردن خاک افزایش یافت. علیرغم همه مزایایی که گاواهن برگرداندار را از بقیه انواع گاواهن‌ها متمایز ساخته است، استفاده از آن به‌طور مداوم مخصوصاً در مناطق خشک مشکلاتی را نیز به همراه داشته است که در بسیاری از مواقع بر مزیت‌های استفاده از آن پیشی گرفته است و این امر لزوم کاربرد مداوم آن را با تردید مواجه ساخته است. از مشکلات این سیستم می‌توان به کلوخه‌ای شدن خاک، نیاز به وقت و انرژی زیاد و نتیجتاً هزینه زیاد، تخریب ساختمان خاک، بهم‌زدن تسطیح زمین، فرسایش بادی و آبی، آلودگی هوا ناشی از سوزاندن بقایای گیاهی و کاهش مواد آلی خاک اشاره نمود.

در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی هدف حفظ منابع آب و خاک با مدیریت پسماندهای گیاهی در سطح خاک است. خاک‌ورزی در سیستم مرسوم با وجود بقایا، مشکلاتی در انجام شخم با گاواهن برگرداندار و کاشت ماشینی ایجاد کرده و همچنین مخلوط کردن بقایا با خاک نیز عوارض ظاهری زود اثری چون کمبود ازت را به دنبال داشته است. این عوامل سبب شده است که کشاورزان با سوزاندن بقایا به راحتی و با هزینه کم، مزرعه‌ای تمیز و بدون مانع برای استفاده از گاواهن داشته باشند. سوزاندن بقایای گیاهی

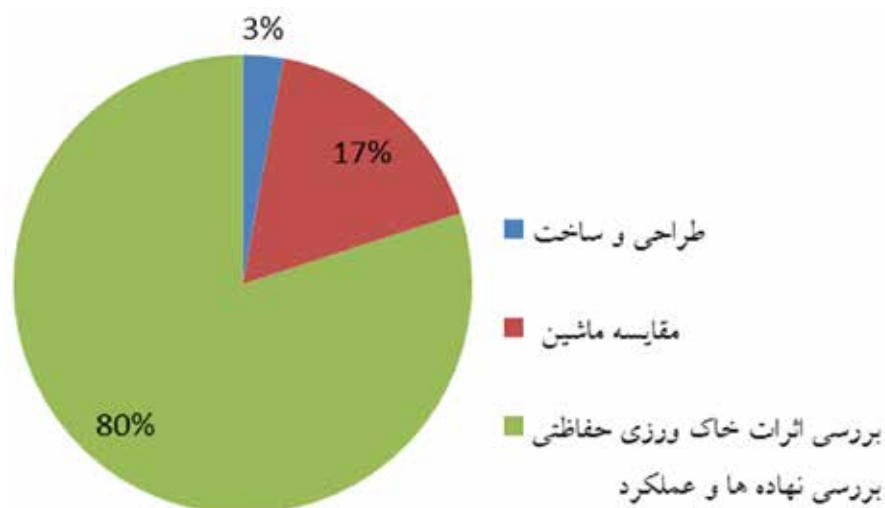
به مدت طولانی زمین‌های کشاورزی را با کمبود مواد آلی مواجه ساخته و کشاورزان برای تأمین مواد غذایی موردنیاز گیاه اقدام به مصرف بیش‌ازحد کودهای شیمیایی می‌نمایند که این امر موجب سخت‌تر شدن خاک‌ها و آلوده شدن آب‌های زیرزمینی گشته است. کاهش عملکرد محصول، فرسایش بادی و آبی، مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی برای آماده‌سازی بستر بذر از معایب از بین بردن بقایای گیاهی محسوب می‌شود. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که حفظ بقایای گیاهی در خاک با اعمال روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی تنها راه فرار از معضل فعلی کشور است. از آنجاکه در تقسیم‌بندی آب‌وهوا و اقلیم، کشور ما در ردیف خشک و نیمه‌خشک قرار می‌گیرد، اجرای سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی مزایا و محدودیت‌های ذیل را می‌تواند دربر داشته باشد.

۴-۱ مزایا و محدودیت‌های خاک‌ورزی حفاظتی

برخی از مهم‌ترین مزایای خاک‌ورزی حفاظتی عبارتند از: کاهش تردد تراکتور و ادوات کشاورزی در مزرعه، استفاده حداقل از ادوات و ماشین‌های کشاورزی و کاهش فرسودگی ادوات، صرفه‌جویی در زمان انجام عملیات در یک مزرعه، کاهش استهلاک و انرژی مصرفی، کاهش فشردگی و جرم مخصوص ظاهری خاک از طریق کاهش تردد، کاهش آلودگی محیط‌زیست از طریق جلوگیری از سوزاندن کاه و کلش، افزایش مواد آلی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، کاهش سرعت جریان آب به‌خصوص در آبیاری شیاری و فرسایش و شسته شدن خاک هنگام بارندگی، کاهش دمای خاک و کاهش تبخیر از سطح خاک

محدودیت‌های خاک‌ورزی عبارتند از: کمبود کارنده‌های مناسب به‌ویژه برای مزارع با ابعاد کوچک و متوسط، عواملی که مانع از حفظ و نگهداری مقادیر کافی بقایای گیاهی روی سطح خاک می‌شوند که در این میان می‌توان از عواملی نظیر سوزانده شدن سهوی و یا عمدی بقایا، استفاده از بقایا برای تعلیف دام و یا چرای مستقیم آن و نیز استفاده از بقایای گیاهی برای تولید کاغذ و یا سوخت‌های غیر فسیلی نام برد، لزوم تغییر ذهنیت کشاورزان، کارشناسان و مدیران اجرایی بخش کشاورزی در زمینه کشاورزی حفاظتی است.

اکثر پژوهش‌های موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی در رابطه با خاک‌ورزی حفاظتی، متمرکز بر بررسی اثرات خاک‌ورزی حفاظتی بر روی نهاده‌ها و عملکرد محصول است. (شکل ۵)



شکل ۵. تقسیم‌بندی موضوعی پژوهش‌های مرتبط با خاک‌ورزی حفاظتی

۵-۱ اثرات خاک‌ورزی حفاظتی در کشاورزی ایران

اثرات اقتصادی خاک‌ورزی حفاظتی

یافته‌های تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی در خصوص خاک‌ورزی حفاظتی نشان داد که خاک‌ورزی حفاظتی می‌تواند در صرفه‌جویی برخی نهاده‌ها و پارامترهای عملکردی و فنی ماشین تأثیرگذار باشد که نتایج آن در جدول ۱ آورده شده است. نمونه‌ای از نتایج به‌دست‌آمده در خصوص اجرای عملیات خاک‌ورزی حفاظتی در کاشت گندم از لحاظ اقتصادی نیز در دو وضعیت خاک‌ورزی مرسوم و خاک‌ورزی حفاظتی در جدول ۲ نشان داده شده است. با اعمال روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی صرفه‌جویی در هزینه‌های اجرای عملیات به میزان ۵۰ درصد نسبت به روش مرسوم است.

جدول ۱. میزان صرفه‌جویی در مصرف برخی از نهاده‌ها در اثر اجرای خاک‌ورزی حفاظتی

متوسط	بی خاک‌ورزی	کم خاک‌ورزی	صرفه‌جویی‌ها
۴۵	۴۰	۵۰	مصرف سوخت (لیتر در هکتار)
۱۳۷۵	۷۵۰	۲۰۰۰	مصرف آب (مترمکعب در هکتار)
۵۵	۳۰	۸۰	بذر (کیلوگرم در هکتار)
۴۵	۲۰	۷۰	کود (کیلوگرم در هکتار)
۲	۱	۳	تردد ادوات و ماشین (مرتبه در هکتار)
۱۸۵	۱۷۰	۲۰۰	زمان (دقیقه در هکتار)

جدول ۲. توجیه اقتصادی اجرای خاک‌ورزی حفاظتی برای گندم

هزینه (هزار ریال در هکتار)		وضعیت		عنوان
خاک‌ورزی حفاظتی	خاک‌ورزی مرسوم	خاک‌ورزی حفاظتی	خاک‌ورزی مرسوم	
۲۱۰	۴۸۰	۳۵	۸۰	مصرف سوخت (لیتر در هکتار)
۱۲۷/۵	۲۱۰۰	۲۱۲۵	۳۵۰۰	متوسط مصرف آب (مترمکعب در هکتار)
۴۸۰	۷۵۰	۸۰	۱۲۵ اوره	مصرف کود (کیلوگرم در هکتار)
۳۳۰	۶۰۰	۵۵	۱۰۰ فسفات	
۴۸۰	۷۵۰	۸۰	۱۲۵ پتاس	مصرف سم (لیتر در هکتار)
-	-	-	۲	
۱۶۷۴/۷۵	۲۳۱۰	۱۴۵	۲۰۰	مصرف بذر (کیلوگرم در هکتار)
۵۷۷/۵	۵۷۷/۵	افزایش ۵۰ کیلوگرم در هکتار	کاهش ۵۰ کیلوگرم در هکتار	تاریخ کشت (به ازای هر روز تأخیر ۵ کیلوگرم در هکتار کاهش عملکرد)
-	-	۱/۲	۰/۹۴	افزایش ماده آلی (درصد)
-	-	بی خاک‌ورزی ۱ بار	۶	عملیات زراعی (تعداد تردد)
-	-	کم خاک‌ورزی ۳ بار	۶	
-	-	۱/۵	۰/۸	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
۳۸۷۹/۷۵	۷۵۶۷/۵	-	-	جمع

بازده مزرعه‌ای ماشین

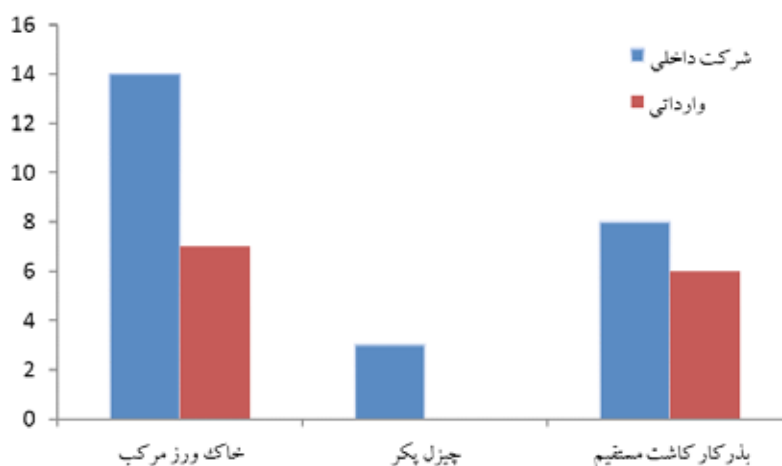
شکل ۶ بازده مزرعه‌ای ماشین را در روش‌های خاک‌ورزی مرسوم و خاک‌ورزی حفاظتی نشان می‌دهد. بازده مزرعه‌ای ماشین با به‌کارگیری روش‌های خاک‌ورز حفاظتی به میزان ۸۰ درصد است در حالی که در روش مرسوم این مقدار به ۶۰ درصد می‌رسد.



شکل ۶. بازده مزرعه‌ای ماشین در خاک‌ورزی مرسوم و خاک‌ورزی حفاظتی

تأثیر اجرای خاک‌ورزی حفاظتی در توانمندسازی تولیدکنندگان ماشین‌های کشاورزی

با توجه به دستاوردهای مفید حاصل از اجرای خاک‌ورزی حفاظتی و استقبال کشاورزان و کارشناسان، زمینه مناسب برای ورود بخش خصوصی در تولید ماشین‌ها و ادوات کشاورزی موردنیاز برای خاک‌ورزی حفاظتی شامل خاک‌ورزهای مرکب، ماشین‌های کاشت مستقیم (بی خاک‌ورزی) و ... فراهم و مهیا شد. شکل ۷ نشان می‌دهد که چه تعداد شرکت در زمینه تولید داخلی و یا واردات ادوات و ماشین‌های خاک‌ورزی حفاظتی در سال‌های اخیر فعال بوده و هستند. این موضوع بیانگر اثرگذاری نتایج تحقیقاتی در توسعه مکانیزاسیون کشاورزی در زمینه خاک‌ورزی حفاظتی محصولات مختلف زراعی در ایران است.



شکل ۷. تعداد شرکت‌های سازنده و وارداتی ادوات خاک‌ورزی حفاظتی در ایران

۶-۱ توصیه‌های فنی و کاربردی:

روش کم خاک‌ورزی:

تناوب گندم با محصولات صیفی کم بقایا: در این صورت با استفاده از خاک‌ورز مرکب و ماشین کاشت مناسب و یا کمباین مناسب، کشت گندم به صورت کم خاک‌ورزی قابل اجرا است. در این حالت به دلیل حجم کم بقایا، نیازی به مدیریت بقایای گیاهی نیست ضمن اینکه معمولاً فاصله زمانی بین برداشت محصول صیفی و کشت گندم کم است و در نتیجه خاک دارای رطوبت مناسب جهت استفاده از خاک‌ورز مرکب و کمباینات است.

تناوب گندم-گندم: کشت گندم در بقایای گندم نیز به دو صورت خاک‌ورزی با خاک‌ورز مرکب و کاشت با استفاده از کارنده مناسب و یا استفاده از کمباینات و انجام همزمان کم خاک‌ورزی و کاشت قابل انجام است. در این حالت نیز علاوه بر بیرون بردن بقایای خارج شده از انتهای کمباین، استفاده از ساقه خردکن پشت تراکتوری در صورت زیاد بودن ارتفاع بقایای ایستاده، ضروری است.

تناوب گندم-ذرت: جهت کاشت گندم در بقایای ذرت دانه‌ای با استفاده از سیستم کم خاک‌ورزی، باید برداشت ذرت با هد مجهز به ساقه خردکن صورت گیرد. در صورت عدم دسترسی به هد مجهز به ساقه خردکن برای برداشت ذرت، برداشت را می‌توان با هد معمولی انجام داد و سپس با استفاده از ساقه خردکن پشت تراکتوری، بقایای ذرت را خرد نمود. در این صورت چنانچه حجم بقایای ذرت دانه‌ای در مزرعه زیاد باشد، می‌توان با استفاده از ریک بقایای خرد شده ذرت را ردیف کرده و پس از بسته‌بندی از مزرعه خارج نمود. اما اگر حجم بقایا زیاد نباشد و بقایای خرد شده به خوبی در سطح مزرعه پخش شوند، نیازی به بیرون بردن بخشی از بقایای ذرت از مزرعه نیست. بعد از مدیریت بقایای گیاهی، خاک‌ورزی با استفاده از خاک‌ورز مرکب انجام می‌شود و کشت نیز با کارنده مناسب صورت می‌گیرد. در این حالت نیز می‌توان کم خاک‌ورزی و کاشت را همزمان و با استفاده از کمباینات مناسب انجام داد.

تناوب گندم-پنبه: برای کشت گندم در بقایای پنبه با استفاده از سیستم کم خاک‌ورزی، حتماً باید بقایای پنبه با استفاده از ساقه خردکن پشت تراکتوری خرد گردد و سپس مزرعه با استفاده از خاک‌ورز مرکب، خاک‌ورزی شده و گندم با استفاده از کارنده مناسب کاشت در زمین کم خاک‌ورزی شده، کشت گردد. همچنین با استفاده از کمباینات‌های جدید (مثل کمباینات آلپگو) می‌توان کم خاک‌ورزی و کاشت را همزمان انجام داد.

در اجرای موفق خاک‌ورزی حفاظتی (کم خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی) سه عامل رعایت رطوبت مناسب، تسطیح زمین و مدیریت بقایای گیاهی نقش اساسی دارند که ذیلاً جزئیات بیشتری در مورد این سه عامل ارائه می‌شود:

روش بی خاک‌ورزی یا کاشت مستقیم:

تناوب گندم با محصولات صیفی کم بقایا: اگر کشت گندم در تناوب با محصولات صیفی با حجم بقایای کم صورت می‌گیرد، به دلیل حجم کم بقایا و رطوبت مناسب زمین، کشت مستقیم به راحتی قابل اجرا است به شرطی که تاریخ کاشت مناسب رعایت گردد (بهتر است کشت مستقیم گندم زودتر از تاریخ کاشت توصیه شده در روش مرسوم انجام شود).

تناوب گندم-گندم: چنانچه گندم به جای گندم کشت می‌شود، به دلیل بیشتر بودن حجم بقایا، کشت مستقیم باید با احتیاط بیشتری انجام شود. در این حالت، حجم بقایا باید به درستی مدیریت گردد (در مناطق سردسیر حجم بقایا باید کمتر از مناطق گرم باشد) تا هم برای سیستم کارنده ایجاد مشکل نکند و هم با کاهش دمای خاک، مانع جوانه زنی بذر و رشد گیاه نگردد. در این صورت رعایت

تاریخ کاشت مناسب همراه با کاهش حجم بقایا به حداقل ممکن (تنظیم ارتفاع برش در حدود ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر و انتقال بقایای خارج شده از انتهای کمباین به بیرون از مزرعه)، بسیار اهمیت دارد زیرا در صورت عدم رعایت تاریخ کاشت و زیاد بودن حجم بقایا، جوانه زنی بذر و رشد گیاه در اثر کاهش دمای خاک مختل می‌شود. برای کشت مستقیم گندم در بقایای گندم، باید سعی شود بقایای باقیمانده در مزرعه بیشتر به صورت بقایای ایستاده باشند تا بقایای ریخته شده روی زمین. در زمان استفاده از دستگاه کشت مستقیم، رطوبت خاک نباید بیش از ۱۶ درصد باشد و ترجیحاً دستگاه کشت مستقیم دارای شیاربازکن دیسکی باشد.

تناوب گندم-ذرت: بهترین روش مدیریت بقایای گیاهی در سیستم دو کشتی گندم و ذرت، برداشت ذرت به صورت علوفه‌های و جبران کمبود میزان بقایا در مزرعه با حفظ بقایای بیشتر گندم است. البته رطوبت خاک در زمان برداشت ذرت علوفه‌ای باید به گونه‌ای انتخاب گردد که فشردگی خاک مشکلی برای کشت حفاظتی بعدی (به خصوص کشت مستقیم) ایجاد نکند. بقایای ذرت دانه‌ای در مقایسه با بقایای گندم دارای ۴ تفاوت عمده هستند. (۱) معمولاً حجم بقایای ذرت در مقایسه با گندم بیشتر است (به دلیل عملکرد بیشتر)، (۲) بقایای ذرت ضخیم‌تر و خشبی‌تر از بقایای گندم است (البته در مقایسه با بقایای گندم راحت‌تر پوسیده می‌شود)، (۳) در برداشت ذرت دانه‌ای

فقط بلال و برگ‌های اطراف آن وارد کمباین می‌شود لذا پس از برداشت ذرت بقایای خرد شده و ردیف شده در مزرعه مشاهده نمی‌شود تا بسته بندی شده و از مزرعه خارج گردد و (۴) بقایای ذرت دانه‌ای به عنوان علوفه دام مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و در نتیجه بازار مصرف برای آن وجود ندارد. بنابراین با توجه به تفاوت‌های فوق، مدیریت میزان بقایای ذرت دانه‌ای در مزرعه بسیار مشکل‌تر از مدیریت میزان بقایای گندم است. کشت مستقیم گندم را می‌توان در بقایای ایستاده ذرت (بدون استفاده از ساقه خرد کن) انجام داد اما بهتر است برداشت ذرت با هد مجهز به ساقه خردکن صورت گیرد. در اینصورت چنانچه حجم بقایای ذرت دانه‌ای در مزرعه زیاد باشد، می‌توان با استفاده از ریک بقایای خرد شده ذرت را ردیف کرده و پس از بسته‌بندی از مزرعه خارج کرد که کاری پر زحمت، زمان‌بر و هزینه‌بر است (به دلیل عدم بازار فروش برای آن). اما اگر حجم بقایا زیاد نباشد و بقایای خرد شده به خوبی در سطح مزرعه پخش شوند، نیازی به بیرون بردن بخشی از بقایای ذرت از مزرعه نیست. در صورت عدم دسترسی به هد مجهز به ساقه خردکن برای برداشت ذرت، برداشت را می‌توان با هد معمولی انجام داد و سپس با استفاده از ساقه خردکن پشت تراکتوری، بقایای ذرت را خرد نمود. از آنجایی که بقایای ایستاده ذرت مزاحمت کمتری برای دستگاه کشت مستقیم در مقایسه با خاک ورز مرکب ایجاد می‌کنند، می‌توان ارتفاع برش ساقه‌ها را برای کشت مستقیم بیشتر گرفت.

تناوب گندم-پنبه: به دلیل خشبی بودن بقایای پنبه، بهتر است این بقایا قبل از اقدام به کشت مستقیم خرد شوند هرچند کشت مستقیم گندم در بقایای ایستاده پنبه هم امکان‌پذیر است. برای خرد کردن بقایای پنبه که با دست برداشت می‌شود، بهترین انتخاب و شاید تنها گزینه استفاده از ساقه خردکن پشت تراکتوری است که اتفاقاً کارائی بسیار خوبی هم دارد. توصیه می‌شود که طول بقایای گیاهی مانده در سطح مزرعه در محدوده ۸ تا ۱۵ سانتی‌متر باشد.

در این روش کاربرد علف‌کش‌های قبل از کاشت و یا بعد از جوانه‌زنی و وجین علف‌های هرز بزرگ به کنترل موفق علف‌های هرز کمک فراوانی می‌کند. علف‌های هرز بزرگ را بعد از سبز شدن گیاه زراعی وجین نماید.

نکات کلی و ضروری برای کاشت مستقیم گندم پاییزه:

- قبل از تصمیم‌گیری نهایی از دسترس بودن کارنده کاشت مستقیم مناسب برای زمان مورد نظر

- خود مطمئن شوید. در این روش قادر به کاشت در طیف وسیعی از رطوبت خاک خواهید بود و بارندگی‌های مختصر پاییزه توقف طولانی در کار کشت ایجاد نخواهد کرد.
- قبل از اقدام به کاشت مستقیم وضعیت مزرعه توسط کارشناس و یا کشاورزی که با این روش آشنایی دارد مورد بازدید قرار گیرد. حجم بقایای بجای مانده از محصول قبل و وضعیت تسطیح زمین باید در حدی باشند که امکان کاشت مستقیم با دستگاه مورد نظر و آبیاری بعد از کشت را فراهم نمایند.
 - در صورت تمایل به اجرای کاشت مستقیم گندم، به هیچ وجه اقدام به سوزاندن بقایای کشت قبل و یا عملیات خاک‌ورزی روی بقایا (دیسک، چیزل پیلر، فارو و...) چه قبل از کاشت و چه بعد از آن ننمایید.
 - چنانچه از محصول قبل علف هرز قابل توجهی در سطح مزرعه باقی مانده باشد که احتمال خطر برای گندم می‌دهید، پیش از اقدام به کاشت مستقیم، در صورت تأیید کارشناسان محلی از علف‌کش‌های عمومی مانند گراماکسون برای کنترل آنها استفاده نمایید.
 - در صورتی که کشت آبی انجام می‌دهید و یا در مناطق دیم کشت می‌کنید که پیش بینی باران قریب‌الوقوع بعد از کاشت را دارید، از قرارگیری کود و بذر در کنار هم نگران نباشید. توجه داشته باشید که غالب دستگاه‌های کاشت مستقیم، کود و بذر را به‌طور همزمان در خاک قرار می‌دهند اما از لحاظ در کنار هم و یا جدا قرار دادن کود و بذر، میان دستگاه‌های کاشت مستقیم تفاوت وجود دارد.
 - توجه داشته باشید که مقدار بذر گندم مصرفی بسته به رقم بذر، تاریخ کاشت، نوع خاک و سایر عوامل دخیل باید تعیین شده و دستگاه برای کاشت میزان بذر محاسبه شده توسط فردی مجرب کالیبره گردد. اما آنچه مسلم است آنکه در مقایسه با روش مرسوم کاشت گندم، میزان مصرف بذر در روش کاشت مستقیم باید کاهش یافته باشد.
 - با توجه به بالاتر بودن راندمان مصرف کود در روش کاشت مستقیم، حداکثر میزان کود مصرفی (کودهای ازته، فسفره و پتاسه) به اندازه روش مرسوم خواهد بود. از مزایای روش کاشت مستقیم گندم آن است که به دلیل عدم مخلوط شدن بقایا با خاک، تغییرات آنی در نسبت کربن به نیتروژن خاک بلافاصله پس از کاشت ظاهر نخواهد شد. لذا در صورت عدم وجود کود ازته در هنگام کاشت و یا ترس از چسبندگی و کلوخه‌ای شدن آن‌ها در شرایط رطوبتی بالا و تولید مشکل برای دستگاه کاشت مستقیم، می‌توان از دادن کود پایه ازته در هنگام کاشت صرف نظر کرده و بعداً با صلاحیت کارشناس مجرب، این کمبود را در کود سرک جبران نمود.
 - چنانچه بعد از اتمام عملیات کاشت (به دلیل رطوبت بسیار کم خاک) مجبور به آبیاری مزرعه شدید، حتماً مواظب روان آب‌های ناخواسته باشید و ترجیحاً با رسیدن آب به انتهای فارو، آب ورودی به مزرعه را قطع کنید. پس از سبز شدن مزرعه با این آب، برای آبیاری‌های بعد امکان افزایش زمان آبیاری وجود خواهد داشت. توجه داشته باشید که در روش کاشت مستقیم، بذر گندم از حداقل رطوبت خاک و حتی شب‌نیم صبحگاهی برای جوانه‌زدن استفاده می‌نماید و نیاز به رطوبت چندانی تا مرحله سبز شدن ندارد.
 - در کاشت مستقیم گندم، عملیات کود سرک و سمپاشی علف‌های هرز مطابق با عرف هر منطقه و مشابه روش مرسوم داشت گندم انجام خواهد گرفت.
 - به دلیل پوشش سطح خاک به‌وسیله بقایا، تبخیر از سطح خاک در مقایسه با روش مرسوم ناچیز بوده و لذا قبل از اقدام به آبیاری مزارع کاشت مستقیم، بقایا را کنار زده و پس از اطمینان از

خشکی لایه رویی خاک اقدام به آبیاری نمائید. توجه داشته باشید که آبیاری بیش از حد نیاز، نه تنها عملکرد را اضافه نخواهد کرد که باعث کاهش آن نیز خواهد شد.

رطوبت مناسب تهیه زمین و کاشت:

رطوبت خاک نقش تعیین کننده‌ای در کیفیت عملیات انجام شده بر روی خاک دارد. همچنانکه در کشاورزی مرسوم، انجام عملیات شخم باید در رطوبت مناسب صورت گیرد (۱۴ تا ۱۶ درصد) تا بهترین نتیجه حاصل گردد و نیاز به عملیات ثانویه کمتری باشد، در کشاورزی حفاظتی نیز رطوبت خاک اهمیت فراوانی دارد. جهت انجام عملیات کم خاک‌ورزی معمولاً از خاک ورز مرکب و یا کمبینات مخصوص استفاده می‌شود. چون درصد ماده آلی خاک‌های ما کم است، بنابراین خاک در رطوبت‌های کم (خشک) سخت است و خاک ورز مرکب به خوبی در آن نفوذ نمی‌کند. از طرف دیگر اگر رطوبت خاک بالا باشد، چیزهای خاک ورز فقط شکافی در خاک ایجاد کرده و با حرکت غلتک انتهایی خاک‌ورز بر روی خاک شکافته شده، شکاف‌ها به هم آمده و به دلیل رطوبت بالا مقداری هم فشرده می‌شوند و عملیات سست شدن خاک به خوبی صورت نمی‌گیرد. همچنین در رطوبت بالا حرکت چرخ‌های تراکتور (معمولاً تراکتور سنگین) بر روی زمین باعث ایجاد فشردگی در خاک می‌شود. بنابراین مناسب‌ترین رطوبت خاک برای انجام کم خاک‌ورزی با استفاده از خاک ورز مرکب و انجام همزمان کم خاک‌ورزی و کاشت با استفاده از کمبینات، ۱۴-۱۶ درصد است. در بی خاک‌ورزی (کشت مستقیم) نیز رطوبت خاک اهمیت زیادی دارد. در رطوبت بالای خاک، علاوه بر مشکل فشردگی که ممکن است در خاک ایجاد شود، معمولاً خاک به دلیل چسبندگی (رسی بودن) به شیاربازکن‌های دستگاه کشت مستقیم می‌چسبد و مانع کشت دقیق بذر می‌شود. از طرف دیگر، مرطوب بودن خاک باعث افزایش رطوبت بقایای موجود بر روی سطح خاک شده و بریدن بقایا توسط شیاربازکن را مشکل می‌سازد. بنابراین دستگاه‌های کشت مستقیم در رطوبت پایین خاک بهتر کار می‌کنند. این دستگاه‌ها معمولاً به دلیل وزن زیاد و فشارهای مستقیمی که روی هر کدام از شیاربازکن‌های آن‌ها وجود دارد، از نظر نفوذ در خاک خشک مشکلی ندارند به‌خصوص اگر شیاربازکن‌ها از نوع دیسکی کنگره‌ای باشند. همچنین در رطوبت‌های پایین، بقایا نیز خشک‌تر بوده و راحت‌تر بریده می‌شوند. بنابراین توصیه می‌شود که جهت کشت مستقیم رطوبت خاک زیر ۱۶ درصد باشد تا دستگاه کشت مستقیم بهترین کارایی را داشته باشد.

تسطیح زمین:

تسطیح اراضی و کشاورزی حفاظتی لازم و ملزوم هم هستند، بنابراین برای حداکثر استفاده از مزایای کشاورزی حفاظتی باید زمین تسطیح گردد و برای حفظ تسطیح زمین برای مدت طولانی، باید کشاورزی حفاظتی در آن اجرا گردد. یکی از مزایای عمده کشاورزی حفاظتی (کم خاک‌ورزی و کشت مستقیم) سرعت کار بالای ماشین‌های این سیستم کشاورزی (تا ۱۲ کیلومتر در ساعت) و در نتیجه ظرفیت مزرعه‌ای زیاد آنها است و سرعت بالای خاک ورز مرکب و دستگاه کشت مستقیم فقط در زمین‌های تسطیح شده قابل حصول است. همچنین سیستم آبیاری غالب در کشور ما، آبیاری سطحی است و تسطیح زمین نیاز اولیه این سیستم آبیاری است. به‌خصوص در کشاورزی حفاظتی که سطح خاک پوشیده از بقایای گیاهی است و در صورت مناسب نبودن شیب زمین، وجود این بقایا حرکت آب را کند کرده، راندمان آبیاری را کاهش داده و مصرف آب را افزایش می‌دهد. لذا جهت استفاده از مزیت سرعت ماشین‌های مورد استفاده در کشاورزی حفاظتی و افزایش راندمان آبیاری سطحی در این سیستم کشاورزی، حتماً باید مزارع تسطیح گردند. از طرف دیگر، جهت حفظ تسطیح زمین و جلوگیری از به

هم خوردن شیب زمین چاره‌ای جز استفاده از کشاورزی حفاظتی نیست و در صورت استفاده از کشاورزی مرسوم (شخم با گاوآهن برگردان دار)، مزرعه تسطیح شده بعد از مدت کوتاهی نیاز به تسطیح مجدد پیدا می‌کند. امروزه تسطیح و شیب دهی مناسب زمین وسط تکنولوژی جدید تسطیح لیزری، تسطیح ماهواره‌ای و ادوات دقیق آن صورت می‌گیرد که در مقایسه با روش‌های مرسوم تسطیح اراضی دارای دقت بیشتر و کارایی بهتری است. در کشاورزی حفاظتی به دلیل وجود بقایای گیاهی در سطح خاک، شیب‌های بیشتر از ۰/۶ درصد توصیه می‌شود.

مدیریت بقایای گیاهی:

مدیریت بقایای گیاهی یکی از کلیدی‌ترین فاکتورهای مؤثر بر کیفیت انجام کشاورزی حفاظتی است. چنانچه میزان بقایای گندم موجود در مزرعه حدود ۲ تن در هکتار و یا کمتر باشد (معمولاً در دیمزارها)، نیازی به خارج کردن بخشی از بقایا از مزرعه وجود ندارد و امکان کم خاک‌ورزی (استفاده از خاک ورز مرکب) و کشت مستقیم در چنین مزرعه‌ای وجود دارد و در صورتی که بقایای خارج شده از انتهای کمباین به خوبی در مزرعه پخش گردد، بقایا مزاحمتی برای کار ادوات و ماشین‌های کشاورزی حفاظتی ایجاد نمی‌کنند. اما اگر بقایای گندم در مزرعه بیش از ۲ تن در هکتار باشد، باید تمام یا قسمتی (بسته به حجم بقایا) از بقایای خارج شده از انتهای کمباین با استفاده از بیلر بسته بندی شده و از مزرعه خارج گردد. به خصوص اگر قرار باشد کم خاک‌ورزی (استفاده از خاک ورز مرکب) در مزرعه صورت گیرد بهتر است ارتفاع برش در هنگام برداشت گندم پایین‌تر تنظیم شود (کاهش ارتفاع بقایای ایستاده) و قسمتی از بقایای بریده شده از مزرعه خارج گردد. اما اگر قرار باشد کشت مستقیم در مزرعه انجام شود، می‌توان ارتفاع برش را هنگام برداشت گندم بالاتر تنظیم کرد (افزایش ارتفاع بقایای ایستاده) و پس از خارج کردن بقایای بریده شده از مزرعه، عمل کشت را انجام داد. البته چنانچه کمباین برداشت مجهز به ساقه خردکن و پخش کننده بقایای خرد شده در سطح مزرعه باشد و حجم بقایا نیز بیش از ۳/۵ تن در هکتار نباشد، می‌توان کشت مستقیم را بدون خارج نمودن بقایای بریده شده از مزرعه انجام داد. معمولاً بوته‌های ذرت ارتفاع بیشتری نسبت به بوته‌های گندم دارند و ارتفاع آن‌ها به بیش از دو متر می‌رسد. از طرف دیگر، ساقه‌های ذرت قطورتر و خشبی‌تر بوده و در هنگام برداشت مزرعه ذرت دانه‌ای با هد بدون ساقه خردکن، فقط بلال‌ها از ساقه جدا می‌شوند ولی ساقه‌ها بریده نمی‌شوند. بنابراین ساقه‌های بلند و خشبی که اکثراً به حالت ایستاده قرار دارند، اجرای کشاورزی حفاظتی و به‌ویژه استفاده از خاک ورز مرکب را با مشکل مواجه می‌سازند. لذا بهترین روش برای راحت شدن از مزاحمت بقایای ذرت، استفاده از هد مجهز به ساقه خردکن در هنگام برداشت ذرت دانه‌ای است. از آنجایی که بقایای ایستاده ذرت مزاحمت کمتری برای دستگاه کشت مستقیم در مقایسه با خاک ورز مرکب ایجاد می‌کنند، می‌توان ارتفاع برش ساقه‌ها را برای کشت مستقیم بیشتر گرفت اما برای استفاده از خاک ورز مرکب هرچه ارتفاع ساقه‌های ایستاده کمتر باشد، مناسب‌تر است. بقایای ذرت دانه‌ای در مقایسه با بقایای گندم دارای ۴ تفاوت عمده هستند. (۱) معمولاً حجم بقایای ذرت در مقایسه با گندم بیشتر است (به دلیل عملکرد بیشتر)، (۲) بقایای ذرت ضخیم‌تر و خشبی‌تر از بقایای گندم است (البته در مقایسه با بقایای گندم راحت‌تر پوسیده می‌شود)، (۳) در برداشت ذرت دانه‌ای فقط بلال و برگ‌های اطراف آن وارد کمباین می‌شود لذا پس از برداشت ذرت بقایای خرد شده و ردیف شده در مزرعه مشاهده نمی‌شود تا بسته بندی شده و از مزرعه خارج گردد و (۴) بقایای ذرت دانه‌ای به عنوان علوفه دام مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و در نتیجه بازار مصرف برای آن وجود ندارد. بنابراین با توجه به تفاوت‌های فوق، مدیریت میزان بقایای ذرت دانه‌ای در مزرعه بسیار مشکل‌تر از مدیریت میزان بقایای گندم است. چنانچه حجم

بقایای ذرت دانه‌ای در مزرعه زیاد باشد، می‌توان با استفاده از ریک بقایای خرد شده ذرت را ردیف کرده و پس از بسته بندی از مزرعه خارج کرد که کاری پر زحمت، زمان‌بر و هزینه‌بر است (به دلیل عدم بازار فروش برای آن). اما اگر حجم بقایا زیاد نباشد، چنانچه برداشت ذرت با استفاده از هِد برداشت مجهز به ساقه خرد صورت گیرد و بقایای خرد شده به خوبی در سطح مزرعه پخش شوند نیازی به بیرون بردن بخشی از بقایای ذرت از مزرعه نیست. در صورت عدم دسترسی به هِد مجهز به ساقه خردکن برای برداشت ذرت، برداشت را می‌توان با هِد معمولی انجام داد و سپس با استفاده از ساقه خردکن پشت تراکتوری، بقایای ذرت را خرد نمود. هرچند به نظر می‌رسد که بهترین روش مدیریت بقایای گیاهی در سیستم دو کشتی گندم و ذرت، برداشت ذرت به صورت علوفه‌ای و جبران کمبود میزان بقایا در مزرعه با حفظ بقایای بیشتر گندم باشد. البته رطوبت خاک در زمان برداشت ذرت علوفه‌ای باید به گونه‌ای انتخاب گردد که فشردگی خاک مشکلی برای کشت حفاظتی بعدی (به خصوص کشت مستقیم) ایجاد نکند. برای خرد کردن بقایای پنبه که با دست برداشت می‌شود، بهترین انتخاب و شاید تنها گزینه استفاده از ساقه خردکن پشت تراکتوری است که اتفاقاً کارائی بسیار خوبی هم دارد. توصیه می‌شود که طول بقایای گیاهی مانده در سطح مزرعه در محدوده ۸ تا ۱۵ سانتی‌متر باشد.



مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی



ارزیابی و کاربرد ماشین‌ها و ادوات کشاورزی

۲-۱ مقدمه

مکانیزاسیون کشاورزی می‌تواند موجب ارتقای کارایی و تضمین کننده اثر بخشی اقدامات در کل فرایند قبل از تولید، تولید، فراوری و عرضه محصولات کشاورزی باشد. لذا انتخاب و به‌کارگیری فناوری مناسب و کاربرد امکانات لازم با روش‌های صحیح در امر تحقیقات و فرایند اقتصادی تولید، فراوری و عرضه محصولات کشاورزی با رعایت اصول توسعه پایدار است. با درک اهمیت و جایگاه مکانیزاسیون در بخش کشاورزی لزوم دستیابی به روشها و فنون نوین کاربرد ماشین‌های کشاورزی از اهمیت دو چندان برخوردار خواهد شد. در این پروسه نقش تحقیقات در معرفی این فنون پر رنگ‌تر خواهد شد. تحقیقات در زمینه ارزیابی و کاربرد ماشین‌های کشاورزی در مراحل خاک‌ورزی، کاشت، داشت، برداشت و پس از برداشت طی دو دهه گذشته در سطح کشور انجام و ادامه یافته است. نتایج تحقیقات در زمینه خاک‌ورزی منجر به توصیه استفاده از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی (بعنوان یکی از یافته‌های مهم و اثرگذار در بخش کشاورزی) شده است که مطالب مرتبط با آن در بخش قبلی به‌طور مفصل توضیح داده شد. در خصوص بقیه مراحل بترتیب مراحل کاشت، داشت، برداشت و پس از برداشت مطالب لازم در ادامه تشریح و بیان شده است.

۲-۲ چالش‌ها

مرحله کاشت: اصلی‌ترین چالش مرتبط با ماشین‌های کاشت محصولات کشاورزی در کشور، کمبود توجه به رابطه ماشین و حفظ رطوبت در بستر کشت است. آنچه در سال‌های گذشته شاهد بوده‌ایم توجه غالب به توسعه کمی محصولات جدید و به تبع آن خرید یا طراحی ماشین‌هایی بوده است که بتوانند با سرعت زیاد و سهولت بیشتر از عهده کاشت آن محصول برآیند. اما اینکه تولیدکنندگان ماشین‌های کشاورزی در بخش خصوصی به توانایی‌های مناسبی در ساخت هرگونه ماشین کاشت نائل آمده‌اند، جا دارد که با یک دیدگاه حاکمیتی دولتی، ماشین‌های موجود را به سمت بهبود عملکرد در کشاورزی حفاظتی و چگونگی کاشت محصولات در شرایط خشک و نیمه خشک هدایت کنند.

مرحله داشت: اصلی‌ترین چالش مرتبط با ماشین‌های داشت محصولات کشاورزی در کشور استفاده نابجا و غیر صحیح از سمپاشها در کنترل آفات است که این امر ناشی از عدم آگاهی کشاورزان از فرمولاسیون سموم و روش‌های سمپاشی مناسب (انتخاب سمپاش متناسب با نوع محصول و آفت و به‌کارگیری صحیح آن) است. مسئله دیگر فناوری قدیمی ساخت بعضی از سمپاش هاست که مربوط به چهل سال پیش بوده و همچنان مورد استفاده قرار می‌گیرند. این امر موجب تلف شدن سم و آلودگی‌های زیست محیطی می‌شود. در صورت استفاده نادرست از روش‌های سمپاشی مشکلات عدیده‌ای مانند مقاومت آفات در برابر سموم، تلف شدن آفت کش‌ها، احتمال آلوده شدن و مسمومیت کارور، مسمومیت محصولات غذایی، گیاه سوزی، بالارفتن مقدار مصرف آفتکش، به دلیل کاهش تأثیر سم، عدم کنترل مطلوب آفت و در نتیجه وارد شدن خسارت به محصول را به دنبال خواهد داشت. اهم چالش‌ها و نقاط ضعف موجود در خصوص سمپاش‌ها عبارتند از: محدودیت در تنوع سمپاش‌ها و افشانک‌های موجود کشور، استفاده نادرست از سمپاش‌ها توسط کاربران، قدیمی بودن تجهیزات و فناوری‌های مربوط به دستگاه‌های سمپاش در کشور، محدودیت در تنوع افشانک‌های موجود در کشور، پایین بودن آگاهی کشاورزان و کاروران در خصوص سموم و روش‌های کاربرد آنها، پایین بودن کیفیت دستگاه‌های سمپاش عرضه شده به بازار، به‌کارگیری دستگاه‌های سمپاش در موارد توصیه نشده مانند محصولات و آفات غیر

هدف، بکارگیری افشانک‌های سنتی در ماشین‌های سمپاش و عدم هماهنگی با پیشرفت‌های جهانی در حوزه افشانک‌ها، استفاده از آب نامتعارف (با EC بالا) در محلول سم و تجزیه و کاهش اثر ماده مؤثره سم شده، زمان نامناسب سمپاشی از نظر شدت آفتاب و وزش باد و همچنین تراکم آفت و رعایت نکردن آستانه اقتصادی مبارزه با آفات، موجود نبودن سمپاش مناسب برای سمپاشی درختان مرتفع مانند خرما، تأمین نشدن اندازه قطرات موردنیاز برای سمپاشی و درشت بودن قطرات سم و در نتیجه اتلاف سم و اثرات زیست محیطی مربوط به آن، سمپاشی سراسری مزارع و باغات بدون توجه به مدیریت موضعی اعمال نهاده‌ها برای کاهش مصرف سم، هوشمند نبودن سمپاش‌های مورد استفاده در کشور.

بر این اساس ضروری به نظر می‌رسد تا با شناخت وضعیت فعلی کشور، بررسی وضعیت سایر مناطق جهان و در نهایت با تعیین نقاط قوت و ضعف و با در نظر گرفتن فرصت‌ها و چالش‌ها، بهترین راهبردها را برای اصلاح فرآیند به کارگیری دستگاه‌های سمپاش ارائه نمود.

مرحله برداشت: چالش‌های موجود در برداشت محصولات کشاورزی متنوع بوده و عمده‌ترین آن وجود تلفات و ضایعات محصولات کشاورزی در این مرحله است. در برداشت محصولات زراعی می‌توان به نبود تناسب حجم مخزن ماشین برداشت با عملکرد و کیفیت محصول و برداشت یک و چند مرحله‌ای اشاره نمود. گران قیمت بودن ماشین‌های برداشت محصولات زراعی یکی دیگر از مشکلات و چالش‌های این بخش است که به تعداد کافی در مناطق عمده تولید در اختیار کشاورز نبوده و موجب تأخیر در برداشت محصول، برداشت با ادوات دنباله بند در چند مرحله (مانند برداشت چغندر قند) و برداشت دستی می‌شود. مهم‌ترین چالش‌های برداشت محصولات کشاورزی عبارتند از تلفات کمباینی غیر استاندارد در قسمت‌های مختلف و در نتیجه بالا بودن تلفات کلی کمباینی در مقایسه با دیگر کشورهای منطقه و جهان، عدم امکان برنامه ریزی مناسب به منظور کنترل تلفات، آموزش رانندگان و نظارت بر کیفیت عملکرد کمباین‌ها به علت مهاجر بودن بسیاری از آنها، ناکافی بودن مهارت راننده در برداشت محصولات کشاورزی، کمبود امکانات حمل و نقل و نامناسب بودن وسایل موجود برای حمل و نقل محصولات کشاورزی، عدم دسترسی به موقع به ماشین برداشت و کمباین در زمان برداشت و تأخیر در برداشت که موجب افزایش تلفات و ضایعات محصولات زراعی و باغی می‌شوند، عدم تطابق ظرفیت کمباین‌ها با مساحت اراضی و میزان تولید آن، عدم نظارت مستمر و دوره‌ای بر عملیات برداشت و کنترل تلفات کلی کمباینی و کیفیت محصول برداشت شده، اجباری نبودن داشتن معاینه فنی کمباین‌های محلی و مهاجر توسط کمباین داران و اتحادیه‌های آنها به منظور کاهش و کنترل تلفات کلی کمباینی، عدم جایگزینی کمباین‌های نو بجای کمباین‌های فرسوده یا تأمین بودجه لازم برای تعمیر و نگهداری آنها به منظور کاهش و کنترل تلفات کلی کمباینی و ارتقاء کیفیت محصول برداشت شده، استفاده از سرعت پیش‌روی بالا در حین برداشت.

مرحله پس از برداشت: به طور کلی هر پدیده می‌تواند با چالش‌هایی روبرو شود و مسلماً امر صنعتی نمودن تولید محصولات، به‌ویژه فرایندهای پس از برداشت نیز از این اصل مستثنی نیست. با توجه به رویکرد صنعتی نمودن فرایندهای تولید محصولات به منظور افزایش بهره‌وری و تولید متناسب با تقاضای بازار مصرفی (داخل و خارج)، دانستن چالش‌های پیش‌رو در زمینه فرایندهای پس از برداشت بسیار حائز اهمیت به نظر می‌رسد. در همین راستا، مهم‌ترین چالش‌های پیش‌روی فرایندها و ماشین‌های پس از برداشت را می‌توان به مسائل و ماشین‌های مربوطه شامل خشک کن‌های نیمه صنعتی و صنعتی، سامانه‌های بسته بندی، سامانه‌های اندازه بندی، سامانه‌های درجه بندی، سامانه‌های کنترل کیفی، سامانه‌های جابجایی و انتقال، آسیب‌های مکانیکی و غیر مکانیکی در فرایندهای پس از برداشت، فرآوری بذر و علوفه، به کارگیری سامانه‌های مکاترونیکی پس از برداشت محصولات مختلف و تولیدات

مرتبط. در شرایط فعلی غیر از موارد مذکور، اصلی‌ترین چالش مرتبط با ماشین‌های پس از برداشت در کشور، واردات دستگاه‌ها و ماشین‌های صنایع تولیدی وابسته، بدون هیچ‌گونه ضابطه مندی و توجه به خدمات پس از فروش تولیدات خارجی و ساخت دستگاه‌های داخلی بدون نظارت است. بنابراین و بدون تردید برنامه ریزی و قانونگذاری در سطح کلان، اجرای هماهنگ و نظارت پیوسته می‌تواند در موفقیت هرچه بیشتر ساماندهی ماشینی فرایندهای تولید، تعمیق پژوهش‌های کاربردی مبتنی بر نیاز و افزایش بهره‌وری در بخش پس از برداشت مؤثر واقع شود.

۲-۳ یافته‌ها و دستاوردها

نتایج حاصل از یافته‌های تحقیقاتی در هر کدام از مراحل مختلف کاشت، داشت، برداشت و پس از برداشت که می‌تواند به مرحله اجرا برود بشرح ذیل است.

مرحله کاشت: دستاوردهای کلی در زمینه ماشین‌های کاشت شامل دستیابی به دانش فنی ساخت و بهینه‌سازی دیم کارهای غلات، دستیابی به دانش فنی ساخت و بهینه‌سازی ماشین‌های کاشت بذر درون بقایای گیاهی و ماشین‌های کاشت مستقیم، تعیین و معرفی مناسب‌ترین ماشین‌های کاشت گندم به‌منظور کشت بذر با تراکم و آرایش متفاوت، تعیین و معرفی مناسب‌ترین خطی کار غلات برای شرایط دیم و کم‌آبی، بهینه‌سازی ماشین‌های کاشت غلات برای کشت مطلوب کلزا، تعیین و معرفی مناسب‌ترین ماشین‌های مرکب (کمبینات) در کشت گندم آبی (شکل ۸).



شکل ۸. کاربرد کمبینات در مزرعه دارای بقایای گیاهی

مرحله داشت: دستاوردهای کلی در زمینه ماشین‌های داشت عبارتند از دستیابی به بهترین زمان اختلاط علفکش خاکی بعد از سمپاشی و نیز مناسب‌ترین افشانک مورد استفاده در کنترل علف‌های

هرز ذرت، دانش فنی ساخت سمپاش گلخانه‌ای ارگونومیک ویژه محصولات گلخانه‌ای، دستیابی به دانش فنی ساخت سمپاش غلظت متغیر نوع انژکتوری، دستیابی به دانش فنی ساخت افشانک سرامیکی با فناوری نانو، دستیابی به دانش فنی ساخت سمپاش بوم دار پشت تراکتوری هوا کمک به منظور مبارزه مؤثر با سن، دستیابی به دانش فنی ساخت سمپاش اتومایزر بوم دار پشتی مجهز به کلاهک‌های دمنده به منظور مبارزه با سن گندم، دستیابی به دانش فنی و تولید نیمه صنعتی دستگاه سمپاش میکروتر، دستیابی به دانش فنی و تولید نیمه صنعتی دستگاه کولتیواتور دوار محصولات ردیفی.

مرحله برداشت: این موسسه در زمینه اندازه‌گیری افت کمباینی محصولات کشاورزی از قبیل گندم، ذرت دانه‌ای، کلزا تحقیقاتی را انجام داده است. در خصوص گندم به دستورالعملی دست یافته که بر اساس آن و با همکاری دفتر گندم در سال‌های ۸۳ و ۸۴ در چند استان کشور افت کمباینی گندم اندازه‌گیری شد و نتایج نشان داد که افت کمباینی سیر نزولی را در بر داشته است. در زمینه نمایشگر افت کمباینی دانه گندم نیز تحقیقاتی انجام رسیده است که با تعبیه این نمایشگر و سنسورهای مربوطه بر روی کمباین‌های جان دیر ۹۵۵ متداول در کشور راننده کمباین براحتی قادر خواهد بود که میزان افت دانه را در انتهای کمباین از طریق اعمال سرعت پیشروی و تنظیمات لازم در حین برداشت کنترل کرده و افت را به کمتر از ۱٪ برساند. توصیه ما این است که این دستگاه بصورت *optional* بر روی کمباینهای موجود ساخت داخل نصب گردد. با توجه به اختلاف قیمت فاحش کمباینهای جدید با قدیمی بهتر است کمباینهای موجود را بهینه نمود. که در این صورت از خروج مقادیر هنگفت ارز از کشور جلوگیری بعمل می‌آید. از طریق اصلاح و تنظیم صحیح در کاربرد کمباین‌ها می‌توان افت کمباینی برداشت گندم را به ۴ درصد و افت کمباینی برداشت ذرت دانه‌ای را تا ۵ درصد کاهش داد (شکل ۹).



شکل ۹. راست: اندازه‌گیری افت کمباین، چپ: نمایشگر افت کمباینی غلات

مرحله پس از برداشت: با توجه به تحقیقات انجام‌شده دستاوردهای کلی در زمینه پس از برداشت عبارتند از دستیابی به دانش فنی ساخت خشک‌کن‌های خورشیدی و کاربرد آنها در خشک کردن محصولات کشاورزی، معرفی مناسب‌ترین صفحه جاذب برای کالکتورهای خشک‌کن‌های خورشیدی و بهینه‌سازی عملکرد خشک‌کن‌های خورشیدی، دستیابی به روش مناسب برای خشک کردن کلزا و کاهش انرژی مصرفی و بهبود خصوصیات زراعی بذر کلزا، تعیین محل‌های حائز اهمیت و مقدار ضایعات حاصله در فرایند تولید بذر ذرت و ارائه راهکارهای اصلاحی، دستیابی به مناسبترین پیش تیمار و روش خشک کردن آلبالو، معرفی مناسب‌ترین سیستم‌های بالابر برای جابه‌جایی عمودی بذر ذرت، معرفی

مناسب‌ترین بارگاه‌های خورشیدی تحت کنترل و بهینه سازی آنها برای خشک کردن انگور و تهیه کشمش در استان آذربایجان غربی، تعیین بهترین دماها و روش‌های آماده‌سازی انگور در فرایند خشک کردن انگور و تولید کشمش، تعیین مناسب‌ترین شرایط رطوبتی یونجه برای بسته بندی و نگهداری در انبار، تعیین مناسب‌ترین روش مکانیکی جداسازی کلالة زعفران و ارائه شرایط فنی و انبار کنترل اتمسفر نگهداری زعفران، ارائه سامانه تشخیص غیر مخرب و درجه بندی سیب، تعیین مناسب‌ترین رطوبت برای تبدیل و سفید کردن برنج در استان‌های اصفهان و فارس، ارائه مناسب‌ترین دمای خشک کردن فندق، ساخت ماشین درجه بندی فندق، ارائه مناسب‌ترین پارامترهای خشک کردن پسته با روش ماکروویو، ساخت خشک کن خورشیدی فعال برای تهیه کشمش، ارزیابی عملکرد و راندمان مصرف انرژی برای شیلر ذرت ساخت داخل، مقایسه راندمان تبدیل و مصرف انرژی در کارخانه‌های سنتی و جدید تبدیل برنج، ارائه مناسب‌ترین شرایط دمای و رطوبت برای خشک کردن زعفران، عناب و زرشک، ارائه یک روش کاربردی برای تهویه بهتر پسته در حین حمل از مزرعه تا کارخانه تبدیل در استان کرمان، ارائه مناسب‌ترین روش سفید کردن برنج قهوه ایی در استان فارس با در نظر گرفتن حفظ ارزش غذایی، اصلاح تکنیک تولید پودر آب انار توسط خشک کن‌های پاششی در استان فارس، ساخت زیست پلاستیک قابل تجزیه از ضایعات سیب زمینی و خرما، ارائه مناسب‌ترین روش کوبش زیره سبز پس از برداشت، خشک کردن برنج در خوزستان با استفاده از خشک کن‌های خورشیدی

۲-۴ توصیه‌های فنی و کاربردی

مرحله کاشت:

- به‌منظور افزایش راندمان مصرف آب، استفاده از ماشین‌های مرکب (خاک‌ورز- کارنده) گسترش یابد.
- ورود یا ساخت و ترویج هر نوع ماشین کاشت به کشور از این پس باید با در نظر گرفتن متغیرهای مهم مرتبط با تبخیر سطحی و استفاده از ذخایر رطوبی در هنگام کاشت مکانیزه توسط ماشین مورد نظر باشد. به هم زدن بیش‌ازحد خاک در هنگام کاشت محصولات و همین‌طور استفاده بیش‌ازحد از کودهای شیمیایی نیتراژ در هنگام کاشت توصیه نمی‌شود. بنابراین ماشین‌هایی که چنین قابلیت‌هایی را دارند توصیه نخواهند شد. استفاده صحیح از ماشین‌های کمبینات که متناسب با نوع خاک در کشور ما، که از حیث مواد آلی و محتوای رطوبی پایین‌تر از حد مطلوب هستند، بومی سازی یا بهینه سازی شده‌اند باید مد نظر قرار گیرد. کاشت حبوبات در شرایط دیم در کشور ما بسیار متفاوت با شرایط دیم در اروپا است، بنابراین مکانیزم‌های کاشت و عملگرهای ماشین، مرتبط با خاک باید بنابر توصیه‌های موجود در پژوهش‌های این مؤسسه اصلاح شوند.

مرحله داشت:

- استفاده از افشانک شره ای برای کنترل علف‌های هرز قبل از کاشت ذرت توصیه می‌شود. هم‌چنین بهتر است علف کش های خاکی بلافاصله بعد از سمپاشی با خاک مخلوط شوند (به لحاظ افزایش عملکرد ذرت) و حداکثر زمان دیسک زنی بعد از سمپاشی بیشتر از ۶ ساعت توصیه نمی‌شود (به لحاظ کنترل علف‌های هرز).
- برای سمپاشی باغات سیب، کاربرد روش‌های نوین شامل سمپاشی‌های الکتروستاتیکی، میکرونر و نرخ متغیر توصیه می‌شود.
- در گیاه ذرت به‌منظور کاهش مصرف سموم انجام سمپاشی نواری می‌تواند جایگزین مناسبی برای سراسرپاشی بوده و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری بوم از روی پشته جهت سمپاشی نواری ذرت پیشنهاد

می‌شود.

- به‌منظور مبارزه مؤثر با سن، استفاده از سمپاش‌های بوم‌دار پشت تراکتوری توصیه می‌شود. این سمپاش‌ها به‌طور مؤثر قطرات سم را به سمت هدف (آفات سن) هدایت کرده و بادبردگی آن‌ها حداقل است.
- استفاده از سمپاش‌های اتومایزر بوم‌دار یا استفاده از سمپاش‌های بوم‌دار با کمک هوا به‌منظور مبارزه مؤثر با توصیه می‌شود. این سمپاش‌ها به‌طور مؤثر قطرات سم را به سمت هدف (آفات سن) هدایت و بادبردگی آن‌ها حداقل است. این سمپاش‌ها در دو نوع پشتی (برای اراضی کوچک) و پشت تراکتوری (برای اراضی وسیع) قابل استفاده‌اند.

مرحله برداشت:

- کاهش هزینه و افزایش دقت اندازه‌گیری افت کمباینی (افت فرآوری) و افزایش عملکرد و ظرفیت کمباین‌ها در کشور
- انجام طرح تحقیقی - ترویجی در مناطق عمده تولید گندم کشور در خصوص استفاده از نمایشگر افت کمباینی
- امکان ساخت داخل و بومی کردن دستگاه نمایشگر افت دانه
- نصب و راه‌اندازی و ارزیابی عملکرد دستگاه نمایشگر افت دانه روی کمباین‌های JD ۱۰۵۵ و JD ۱۱۵۶ به سفارش شرکت کمباین‌سازی ایران در مناطق عمده تولید گندم کشور

مرحله پس از برداشت: دستاوردهای کلی مذکور در زمینه پس از برداشت نشان می‌دهد که پژوهشگران این مجموعه توانمندی لازم جهت طراحی، ساخت و ارزیابی سامانه‌های تولیدی و صنایع جانبی محصولات کشاورزی را دارا هستند. از اینرو بهره‌گیری از توان علمی و فنی این متخصصان در حوزه‌های کاربردی به‌منظور صنعتی نمودن فرایندهای تولیدی-سنتی با هدف بومی‌سازی فناوری‌ها در بخش پس از برداشت امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. همچنین، از آنجاکه پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه پس از برداشت در ستاد موسسه و مراکز تحقیقاتی بسیار متعدد و متنوع بوده و همچنین این فناوری‌ها تاکنون در عرصه تولید به‌طور وسیع مورد استفاده قرار نگرفته‌اند از همین رو، از جمله توصیه‌های لازم برای توسعه سامانه‌های پس از برداشت عبارتند از:

- اغلب استان‌های کشور ایران دارای پتانسیل بسیار خوبی برای توسعه کاربرد خشک‌کن‌های خورشیدی هستند. از همین رو، برای خشک کردن انگور و تولید کشمش کاربرد بارگاه‌های خورشیدی و خشک‌کن‌های فعال جدا توصیه می‌شود.
- در رابطه با خشک کردن محصولات باغی و خشک‌کاری می‌توان ضمن استفاده از خشک‌کن‌های خورشیدی، از خشک‌کن‌های کابینتی با در نظر گرفتن تیمارهای مناسب استفاده نمود؛ لازم به توضیح است که برای بهینه‌سازی مصرف انرژی در خشک کردن محصولات بهتر است عملیات خشک کردن در چند مرحله با دماهای مختلف انجام شود.
- برای جداسازی کلاله از گل زعفران، در صورت محدود بودن سطح زیرکشت استفاده از نیروی کارگری مناسب‌تر است. ولی با توجه به کشش بازارهای جهانی کاربرد ترکیبی جداسازهای نیو ماتیکی - مکانیکی مناسب‌تر خواهد بود.
- برای خشک کردن زعفران هرچه دما به دمای محیط نزدیک‌تر و خشک کردن در مجاورت تابش غیرمستقیم خورشید باشد، کیفیت محصول نهایی بهتر خواهد بود.
- برای خشک کردن آلبالو، فروبری آلبالوی تازه در آب نمک یا آب بدون نمک در حال جوش و انجام عملیات خشک کردن آلبالو در دمای 50°C توصیه می‌شود.

- کاربرد خشک کن‌های خورشیدی غیر مستقیم برای خشک کردن سبزیجات از جمله نعنای قابل توصیه است.
- برای تبدیل برنج قهوه‌ای به برنج سفید توسط سفیدکن‌های تیغه‌ای رطوبت حدود ۱۰ درصد و کمتر برای برنج مناسب است.
- به‌منظور فرآوری بذر، توصیه می‌شود که در مناطقی که رطوبت هوا پایین است، هوا دهی به بذر با دمای کم و شدت بیشتر تا آستانه سیال سازی انجام شود. در این حالت انرژی مصرفی به میزان قابل توجه کاهش و سرعت خشک شدن افزایش می‌یابد.
- در کارخانه‌های فرآوری بذر از جمله ذرت توصیه می‌شود که از بالابرها (Z شکل) برای انتقال بذر استفاده شده تا ضایعات انتقال به طور قابل توجه‌ای کاهش یابد.
- برای استفاده از خشک کن‌های خورشیدی پیشنهاد می‌شود که جنس صفحات جاذب از چوب سیاه یا آهن سیاه بوده تا مقدار و مدت جذب نور در آن مناسب باشد.



مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی



طراحی و ساخت ماشین‌ها و ادوات کشاورزی

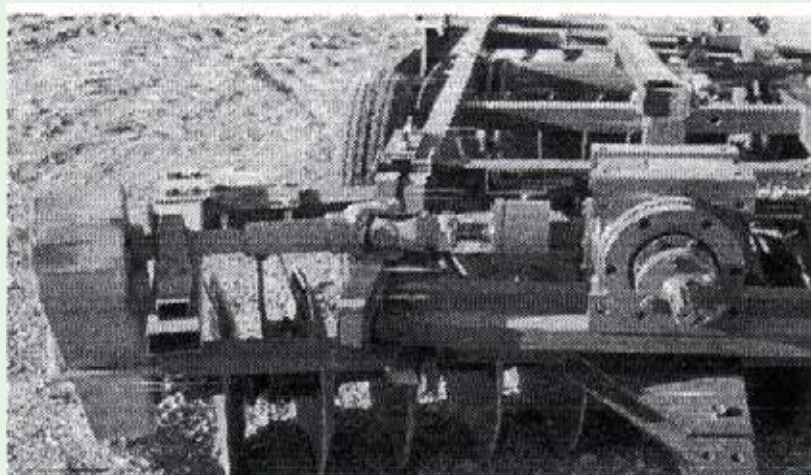
۳-۱ مقدمه

عوامل متعددی به توسعه مکانیزاسیون کشاورزی کمک کرده است. کاهش زحمت بدنی، افزایش تولید و نیاز به کاهش کار کاری در اوج تقاضا از جمله مهم‌ترین این عوامل هستند. امور کشاورزی عمدتاً نیروبر و شرایط کاری آنها بسیار متفاوت است. استفاده از ادوات و ماشین‌های کشاورزی خستگی بدنی را کاهش داده و مشکلات جسمی کمتری را نسبت به بیل زدن ایجاد می‌کند. انجام به‌موقع عملیاتی چون خاک‌ورزی، کاشت، داشت و برداشت، عملکرد را به مقدار قابل ملاحظه‌ای بالا می‌برد و استفاده از ادوات مختلف که برای مراحل مختلف کشاورزی طراحی و ساخته شده‌اند این امکان را به کشاورز می‌دهد که در زمان کمتر و با استفاده از نیروی کارگری کمتری، بازده بالایی حاصل گردد. شرایط خاص اقلیمی، برنامه‌های ملی، محصولات خاص و بومی هر منطقه، تنوع کشت وسایر نیازها و ضرورت‌ها ایجاب می‌نماید تا ادوات جدید مطابق با موارد فوق الذکر و نیازهای محصولی طراحی و در داخل کشور ساخته یا بهینه‌سازی شوند که در این قسمت به نمونه‌هایی از این تلاش شامل طراحی و ساخت در مراحل مختلف خاک‌ورزی، کاشت، داشت و برداشت و پس از برداشت اشاره می‌شود.

۳-۲ یافته‌ها و دستاوردها

طراحی و ساخت یک ماشین خاک‌ورز مرکب (طراحی، ساخت و ارزیابی دیسک افست فعال)

عملیات خاک‌ورزی ثانویه به دنبال عملیات اولیه به‌منظور تهیه بستر مناسب برای جوانه زنی و سبز شدن بذر انجام می‌شود. بنابراین جهت استقرار مطلوب گیاه در خاک، تهیه بستر مناسب بذر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در نتیجه کشاورزان برای رسیدن به این هدف و نیز اطمینان از کسب حداکثر درآمد در کوتاه مدت در عملیات خاک‌ورزی ثانویه زیاده روی می‌کنند، البته شدت عملیات خاک‌ورزی ثانویه با توجه به نوع و شرایط رطوبتی خاک متفاوت است. اگر بافت خاک سنگین و نیمه سنگین باشد و شخم در شرایط مطلوب رطوبتی انجام نشده باشد، تعداد یا شدت عملیات افزایش می‌یابد که این امر در اغلب مناطق کشور اتفاق می‌افتد و انجام چندباره دیسک را اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. در نتیجه برای انجام عملیات خاک‌ورزی ثانویه لازم است که تراکتور چند بار بر روی خاک تردد نماید که انجام این عملیات علاوه بر انرژی مصرفی بالا، در بلند مدت فرسایش و ناپایداری خاک‌ها را به دنبال دارد. بنابر این نیاز به یک سیستم مؤثر مدیریتی جهت کاهش عملیات تهیه بستر بذر است که از آن جمله استفاده از ادوات خاک‌ورزی فعال یا مرکب (شکل ۱۰) است.



شکل ۱۰. دیسک افست فعال

طراحی ساخت و ارزیابی گاوآهن مرکب به‌منظور شکست هم‌زمان لایه شخم

کاربرد ادوات مرکب و کاهش تردد امروزه اهمیت ویژه‌ای در تولید محصولات کشاورزی دارد. این امر مخصوصاً در عملیات تهیه زمین که سهم بالایی در صرف زمان و انرژی دارد، در اولویت است. گاوآهن‌های برگردان دار بهر حال از ادوات متداول خاک‌ورزی اولیه در کشور هستند. کاربرد این گاوآهن‌ها به صورت سنتی و بدون ملاحظه شرایط کاربرد باعث بروز مشکلاتی شده است که از جمله آن ایجاد لایه سخت در کف شیار شخم است که محدودیت‌هایی را برای رشد و تغذیه ریشه محصول ایجاد می‌کند. همچنین اغلب مطالعات و بررسی‌های بعمل آمده حاکی از وجود سخت لایه شخم در محدوده ۳۰ سانتی متری است. لذا لازم بود با انجام اصلاحاتی از اثرات منفی کاربرد وسیع این گاوآهن‌ها که امکان جایگزینی آنها در کوتاه مدت وجود ندارد کاست که در راستای رفع این مشکل در کشور تحقیق حاضر انجام شد. نتایج این تحقیق نشان داد که به طور کلی اختلاف دو گاوآهن مرکب (شکل ۱۱) و ساده در اغلب متغیرهای اندازه‌گیری شده از نظر آماری معنی دار است و با توجه به هدف اولیه تحقیق، ماشین مرکب قادر به تحت تأثیر قرار دادن سخت لایه شخم است. ماشین مرکب قادر است جرم مخصوص ظاهری و مقاومت به نفوذ را به میزان معنی داری در محدوده عمق ۳۰-۲۰ و ۴۰-۳۰ سانتی متر کاهش دهد مضافاً اینکه گسیختگی خاک در محدوده سخت لایه شخم افزایش یافته است که برای رشد و توسعه ریشه و نفوذپذیری آب حائز اهمیت است. این در حالی است که مقاومت ویژه کششی در ماشین مرکب تنها ۶٪ نسبت به گاوآهن معمولی اختلاف داشته است



شکل ۱۱. گاوآهن مرکب

طراحی، ساخت و ارزیابی عملکرد دستگاه کارنده سیر

سیر از گیاهانی است که سابقه کاشت طولانی دارد ولی کاشت آن به روش سنتی و در قطعات کوچک انجام می‌گیرد با توجه به خواص دارویی و خوراکی زیادی که سیر دارد این گیاه از اهمیت اقتصادی فوق‌العاده‌ای برخوردار است. سطح زیر کشت این محصول در ایران در سال ۷۹ حدود ۸۰۰۰ هکتار بوده است اما به دلیل سنتی بودن عملیات کاشت سیر احتیاج به زمان و نیروی کارگری بالایی دارد. طی تحقیقی یک دستگاه کارنده مکانیکی اتوماتیک سیر (شکل ۱۲) به‌منظور کاشت سیرچه‌های بذری، طراحی، ساخته و مورد ارزیابی قرار گرفت. این کارنده ۹ ردیفه بوده و عرض کار آن ۱۸۰ سانتی متر است

که به صورت سوار شونده در پشت تراکتور نصب می‌شود. قسمت‌های اصلی ماشین سیر کار عبارتند از: فاروئر اطویی، شیار بازکن، مخزن بذر، جاروگر، ضربه زن، سیلندر موزع و لوله سقوط. نتایج حاصل از ارزیابی کارنده نشان داد که درصد بسترهای نکاشت، بسترهای چند کاشت و سیرهای آسیب دیده به ترتیب عبارت‌اند از: ۱۲/۲۳، ۲/۴۳ و ۱/۴۱ درصد، بنابراین ماشین کارنده سیر می‌تواند مشکلات کاشت سیراز جمله هزینه‌های تولیدرا کاهش دهد.



شکل ۱۲. دستگاه کارنده سیر

طراحی، ساخت و ارزیابی عملکرد پیاز کار زعفران

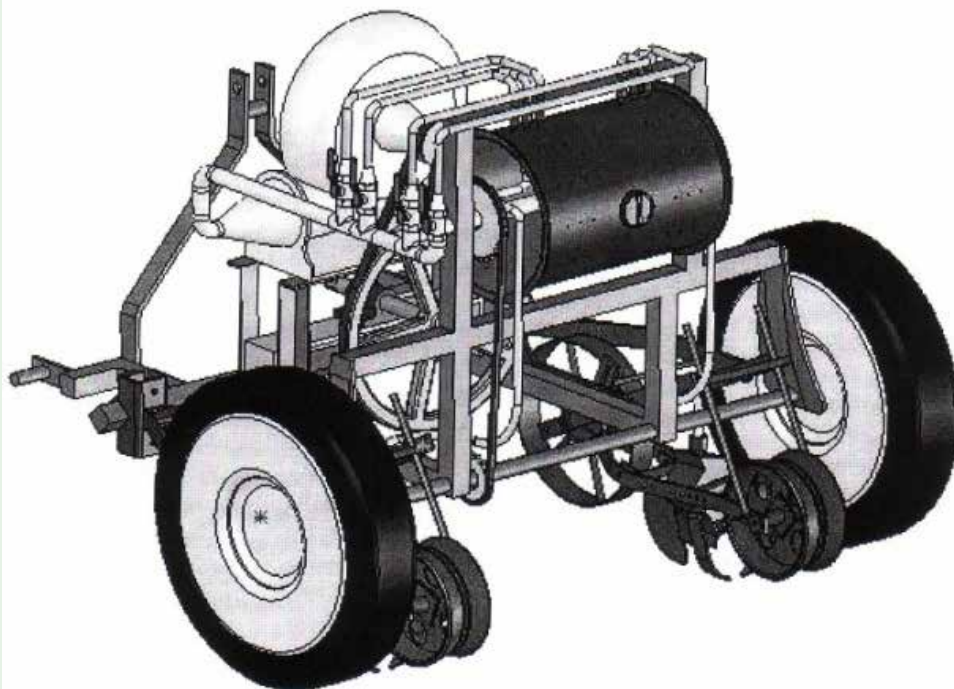
کشور ما با تولید سالانه ۱۲۷/۹ تن زعفران خشک به عنوان اولین تولید کننده و صادر کننده زعفران جهان به شمار می‌آید که قسمت اعظم این تولید مربوط به استان خراسان با عملکرد ۴/۸ کیلوگرم در هکتار است. کاشت پیاز زعفران در ایران مثل کشورهای دیگر به طریقه سنتی و با دست انجام می‌گیرد. کاشت سنتی علاوه بر صرف وقت و نیروی کارگری زیاد، عملیات برداشت ماشین را با مشکل مواجه می‌کند. لذا، طراحی و ساخت یک دستگاه پیاز کار جهت کاشت ردیفی پیازها با توجه به خاص بودن محصول در کشور برای غلبه بر مشکلات ذکر شده ضروری بنظر می‌رسد. هدف از تحقیق طراحی و ساخت دستگاهی بود که بدون این که به پیازها صدمه‌ای وارد شود توانایی کاشت پیازهای زعفران را با فاصله ۷-۱۵ سانتی متر از هم در ردیف‌هایی با فاصله ۲۰ سانتی متر و با عمق ۱۵ سانتی متر دارا باشد (شکل ۱۳). در کاشت ماشینی بعد از شخم عمیق پاییزه و شخم متوسط بهاره، بعد از نرم کردن خاک و تسطیح آن با دیسک و ماله به هنگام کاشت به وسیله تراکتورهای معمولی که عرض چرخ‌های جلوی آنها ۴۰-۳۵ سانتی متر است، جوی و پشته‌هایی را با عرض پشته ۳۵-۴۵ سانتی متر و عرض جوی ۲۰-۱۵ سانتی متر ایجاد می‌کنند. آنگاه در داخل جوی‌ها به کاشت پیاز با هر فاصله دلخواه اقدام می‌کنند. بعد از کاشت مجدداً با استفاده از شیار باز کن جای جوی و پشته‌ها را عوض کرده و در وسط پشته‌ها یک جوی در می‌آورند. خاک این جوی در محل جوی قبلی ریخته شده و پیازها در عمق ۲۰-۱۵ سانتی متری قرار می‌گیرند.



شکل ۱۳. ماشین پیازکار زعفران

طراحی، ساخت و بهینه سازی ردیف کار پنوماتیکی بذر گوجه فرنگی

گوجه فرنگی یکی از سبزی‌های میوه‌ای است. در حال حاضر کشت و صنعت‌های زیادی در سطح کشور درزمینه تولید رب گوجه فرنگی فعالیت می‌کنند. این کشت و صنعت‌ها هر ساله مزارع وسیعی را به کشت گوجه فرنگی اختصاص می‌دهند و برای این کار از ردیف کارهای مکانیکی استفاده می‌کنند. این نوع ردیف کارها که در هر نقطه بین ۸-۱۲ بذر می‌کارند، بنابراین بعد از جوانه زدن بذرها و رشد جوانه‌ها باید عمل تنک کردن انجام گیرد. بنابراین استفاده از این نوع بذر کار در سطوح وسیع، افزایش چشمگیر هزینه‌های کاشت و داشت را به دنبال دارد. لذا، نیاز به بذر کاری است که بتواند بذر را تک دانه‌ای، دو دانه‌ای و سه دانه‌ای و بدون شکستگی کشت نماید. در سال ۱۳۷۵ یک بذر کار پنوماتیک گوجه فرنگی (شکل ۱۴) طراحی و ساخته شد که البته پس از رفع ایرادهای نمونه اولیه راندمان افزایش یافت. اصلاحات عبارت بودند از: ابتدا تمام درزها و شکاف‌هایی که سبب افت فشار باد و خروج هوا در سیستم باد ردیف کار بود رفع شد سپس سیستم رانش (محرک) موزع ردیفکار اصلاح گشت به طوری که به‌منظور افزایش دقت موزع در سنجش و انتخاب بذر، سرعت دوران موزع با تعویض چرخ‌های محرک و متحرک کاهش یافت. برای این که ردیف کار بتواند فاصله ۱۵ سانتی متری بین کپه‌ها روی ردیف‌ها را تأمین کند تعداد سوراخ‌های استوانه موزع بذر از ۸ ردیف به ۱۶ ردیف افزایش یافت. علاوه بر این اصلاحات پوشاننده‌های ردیف کار پنوماتیکی نیز طوری طراحی و اصلاح شد که بتواند به درستی روی بذرهای کاشته شده را بپوشاند و بدین ترتیب درصد سبز شدن بذرها افزایش یافت. بعد از اصلاحات ذکر شده که موجب افزایش بازده کاری ماشین شد مقادیر درصد سبز شدن بذرها، دقت در تک دانه کاری، دقت در کپه کاری و دقت در تأمین فاصله مناسب بین بذرها یا کپه‌های کاشته شده در مزرعه به ترتیب ۹۲/۵، ۹۱/۵، ۹۲، ۹۳/۵ و ۹۳ درصد به دست آمدند.



شکل ۱۴. ردیف کار پنو ماتیکي بذر گوجه فرنگي

طراحی و ساخت دستگاه کاشت با شیار بازکن فعال جهت کشت مستقیم گندم در سیستم بی خاک‌ورزی

به طور کلی دستگاه غلات کار طراحی شده که در آن شیار بازکن‌های فعال استفاده شده است (شکل ۱۵)، می‌تواند به عنوان یک دستگاه جدید با روش جدید در کشت بدون خاک‌ورزی در مناطق خشک معرفی گردد. عملکرد مزرعه‌ای آن در حد نمونه اولیه مطلوب ارزیابی می‌شود. در استفاده از این ماشین سطح به هم خورده خاک تنها ۰/۱ کل سطح زمین است و این امر نه تنها انرژی مصرفی را تقلیل می‌دهد، بلکه تحریک بذرعلف‌های هرز و فرار گرفتن آن‌ها در عمق مطلوب سبز شدن را به حداقل می‌رساند. این ماشین به نحو مطلوبی کود و بذر را در دو عمق مختلف جایگذاری کرده و پوشش یکنواختی از خاک نرم و بقایا روی ردیف‌های کاشت باقی می‌گذارد موارد مذکور به ترتیب در تماس مطلوب بذر با خاک و حفظ رطوبت خاک نقش به‌سزایی دارند. با توجه به مزایای ذکر شده استفاده از این ماشین می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌های در صرفه‌جویی مصرف آب و کاهش انرژی موردنیاز برای خاک‌ورزی تأثیرگذار باشد. کاهش شدت خاک‌ورزی با استفاده از این ماشین می‌تواند شدت تخریب ساختمان خاک را کاهش دهد. ارزیابی عملکرد محصول در استفاده از این ماشین، مقایسه آن با روش‌های دیگر خاک‌ورزی و کاشت و بررسی اثرات دراز مدت آن بر ساختمان خاک و مصرف آب در تحقیقات بعدی می‌تواند مزایای استفاده از آن را مشخص سازد. شیار بازکن این دستگاه می‌تواند شیار به عمق تا ۲ CM می‌تواند مزایای استفاده از آن را مشخص سازد. شیار بازکن این دستگاه می‌تواند شیار به عمق تا ۲ CM و به عرض ۵/۱ بریده و کود و بذر را در دو عمق متفاوت حدود ۲ CM قرار دهد. مقایسه این دستگاه با شیار بازکن‌های غیرفعال نشان داده است که مشکل گیر کردن بقایا در جلوی شیار بازکن‌ها مرتفع شده و یکنواختی عمق بذرکاری و فاصله آن با محل قرارگیری کود یکنواخت‌تر شده است.



شکل ۱۵. راست: شیار ایجاد شده توسط شیار باز کن دو تایی، چپ: دستگاه کاشت با شیار باز کن فعال برای کاشت گندم

طراحی و ساخت نشاءکار تراکتوری پیاز

این نشاءکار دارای ۹ ردیف با فاصله بین ردیف ۱۷ سانتی متر که ۸۰ نشاء بر مترمربع را می‌تواند کشت نماید. برای استفاده از این ماشین نیاز به ۹ نفر کارگر است که می‌تواند ۳۰۰۰ متر مربع در روز کشت نمایند و در روش سنتی برای کشت ۳۰۰۰ متر مربع نیاز به ۳۰ نفر کارگر در روز است. (شکل ۱۵)



شکل ۱۶. نشاءکار تراکتوری پیاز

طراحی و ساخت دستگاه خاک ورز-کاشت نواری

ماشین خاک‌ورز نواری ۱۲ ردیفه قابل اتصال به خطی کار غلات برای اجرای همزمان عملیات تهیه زمین و کاشت بذر و کود طراحی و ساخته شد (شکل ۱۷). توسط این ماشین نوارهای باریکی به عرض ۱۰ سانتیمتر و تا عمق ۷ سانتیمتر از خاک شخم خورده و همزمان بذر گندم در آن نوارها کشت می‌شود. بخشی از زمین، که فاصله بین نوارهای کاشت است، شخم نخورده باقی خواهند ماند که باعث صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در مصرف انرژی می‌شود. قابلیت مهم این ماشین، قابل وصل شدن آن به

یک خطی کار غلات است. این باعث می‌شود که نه تنها عملیات تهیه زمین و کاشت با یک بار عبور ماشین از زمین صورت پذیرد، بلکه شیاربازکن‌های خطی کار بذررها را در محل مناسب، یعنی نوارهای خاک‌ورزی شده قرار دهند. در ارزیابی‌های مزرعه‌ای برای کشت گندم در بقایای برنج توسط این دستگاه نتایج بسیار خوبی به دست آمد. با استفاده از ترکیب دستگاه خاک‌ورز نواری همراه با کارنده در مقایسه با استفاده از گاوآهن برگردان دار و دیسک و خطی کار میزان مصرف سوخت ۴۸ لیتر در هکتار و زمان اجرای عملیات ۳ ساعت در هکتار کاهش یافت. همچنین گفتنی است که در مقایسه با دیگر روش‌های کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی حفاظتی مصرف سوخت تا ۱۲ لیتر در هکتار کاهش یافت. این در حالی است که در روش خاک‌ورزی نواری عملکرد محصول گندم حدود ۱۱ درصد بیشتر از روش‌های دیگر بود. با توجه به اینکه تیغه‌های دوار ماشین خاک‌ورز نواری طوری طراحی شده‌اند که کمترین انرژی مصرفی را داشته باشند و همچنین فاصله بین ردیف‌های کاشت شخم نخورده باقی می‌مانند، انرژی مصرفی کاهش یافته و بنابراین برای کار با این ماشین در مزرعه از یک تراکتور متوسط نظیر مسی فرگوسن ۲۸۵ می‌توان استفاده کرد. مزیت مهم استفاده از تراکتور کوچک، ارزان بودن و راحتی دسترس به آن است. از آنجایی که اغلب مزارع کشاورزی کشور متوسط و کوچک هستند، اندازه این ماشین طوری در نظر گرفته شد که به راحتی در مزارع کوچک نیز قابل استفاده باشد. با توجه به اینکه در استفاده از این ماشین عملیات تهیه زمین و کاشت با یک بار عبور از مزرعه صورت می‌پذیرد، تراکم خاک نسبت به دیگر روش‌های کشت و کار به مراتب کاهش می‌یابد. از ارزیابی‌های مزرعه‌ای برای کشت گندم در بقایای برنج توسط این ماشین، در مقایسه با روش مرسوم (گاوآهن برگردان دار + دیسک + ماله + خطی کار) میزان مصرف سوخت از ۵۶/۲ به ۸/۶ لیتر در هکتار کاهش یافت. همچنین در مقایسه با دیگر روش‌های کم خاک‌ورزی حفاظتی که قبلاً توصیه شده بودند، مصرف سوخت دست کم ۲۸ لیتر در هکتار کاهش یافت. این نتایج در حالی به دست آمد که با استفاده از این دستگاه عملکرد محصول گندم به طور متوسط ۱۱ درصد بیش از روش‌های دیگر بود. برای تهیه زمین و کاشت یک هکتار گندم توسط این ماشین به ۱/۶ ساعت زمان نیاز است. این در حالی است که در استفاده از روش‌های قبلی ۲/۵ تا ۵/۵ ساعت زمان موردنیاز بود. بنابراین کشاورز با استفاده از این ماشین می‌تواند علاوه بر اینکه محصول خود را به موقع کشت نماید، زمان اضافه زیادی برای رسیدگی به دیگر امور خود خواهد یافت.



شکل ۱۷. ماشین خاک‌ورز - کاشت نواری

طراحی، ساخت و ارزیابی سمپاش تراکتوری بومدار مجهز به صفحان چرخان (میکرونر)

از اهداف عمده در عملیات سمپاشی با استفاده از سمپاش‌ها، توزیع یکنواخت ذرات سم، یکنواخت بودن اندازه ذرات در محدوده معین، دقیق بودن میزان محلول مصرفی در هکتار، مؤثر واقع شدن عملیات، کاهش هزینه‌های عملیات و کاهش اثرات مضر زیست محیطی است. در حال حاضر در سمپاش‌های رایج کشور از جمله سمپاش‌های تراکتوری بوم دار عملاً میزان مصرف محلول سم در هکتار برای اهداف مختلف زراعی بین ۳۰۰-۵۰۰ لیتر در هکتار است. در این سمپاش‌ها بین قطر بزرگترین ذره و کوچکترین ذره اختلا ف زیادی وجود دارد. قطرات درشت در برخورد به هدف، شروع به ریزش کرده و باعث اتلاف سم، ایجاد سوختگی در گیاه و آلودگی محیط زیست می‌شود و ذرات ریز به علت وزن سبک آنها دچار باد بردگی می‌گردند. در سال‌های اخیر در کشورهای پیشرفته فناوری‌های جدیدی ابداع شده است که در آنها بجای افشانک‌های هیدرولیکی از افشانک‌های صفحات چرخان استفاده می‌شود. در این طرح تحقیقاتی یک دستگاه سمپاش تراکتوری با صفحات چرخان (که دارای ۶ افشانک است) (شکل ۱۸) بصورت نمونه اولیه در کارگاه موسسه طراحی و ساخته شد. سپس عملکرد آن از نظر مؤثر بودن عملیات، میزان محلول مصرفی در هکتار و میزان تراکم و یکنواختی پاشش در مقایسه با سمپاش بوم دار رایج و تیمار شاهد (بدون سمپاشی) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار به منظور مبارزه با علف‌های هرز نازک برگ چغندر قند مورد ارزیابی قرار گرفت.



شکل ۱۸. سمپاش میکرونر تراکتوری در حین عملیات

طراحی، ساخت و ارزیابی سمپاش غلظت متغیر انژکتوری

در سم پاش‌های متداول، پس از تهیه محلول با غلظت مورد نیاز و قرار دادن آن داخل مخزن، دستگاه را برای پاشش مقدار مشخصی محلول سم در سطح مزرعه تنظیم کرده و پاشش بصورت یکنواخت در کل مزرعه انجام می‌گیرد. در این روش تراکم آفات، علف‌های هرز مزرعه و مواد شیمیایی مورد نیاز خاک و گیاه، یکنواخت در نظر گرفته می‌شود. در صورتیکه بیشتر اوقات تراکم آفات و علف‌های هرز و مواد غذایی خاک، یکسان نبوده و در نتیجه مقدار ماده شیمیایی مورد نیاز در همه نقاط مزرعه یکسان نبوده و بسیاری از عوامل تأثیرگذار بر میزان کاربرد مواد شیمیایی در مزارع، بصورت مکانی تغییر می‌کنند. لذا ساخت سم پاشی که بتواند بر اساس تراکم محصول مقدار سم مورد نیاز را در اختیار گیاه قرار دهد

در دستور کار قرار گرفت. سامانه مورد استفاده در سمپاش ساخته شده قادر است به جای تغییر دبی محلول پاشیده شده، غلظت محلول را تغییر دهد. با این روش امکان تغییر غلظت سمپاشی در مزرعه وجود داشته و جاهایی که نیاز به مواد شیمیایی در مزرعه بیشتر است از محلول با غلظت (دوز) بالاتر و جاهایی که نیاز کم است از غلظت کمتر استفاده نمود. یعنی برای تغییر مقدار ماده شیمیایی مصرفی، غلظت محلول را تغییر داده شود. مزیتی که این روش نسبت به روش تغییر دبی دارد آنست که اولاً مقدار زاویه پاشش نازلها تغییر نکرده و همپوشانی دستگاه و یکنواختی پاشش آن در عرض کار از بین نخواهد رفت. ثانیاً تعداد ذرات محلول در واحد سطح ثابت بوده در نتیجه اثر مواد شیمیایی بویژه سموم، کاهش نخواهد یافت. برخی از مهم‌ترین دلایل عبارتند از: پاشش دقیق سم در محل مورد نیاز و متناسب با تراکم و حجم محصول، کاهش هزینه سم مصرفی، کاهش آلودگی محیط زیست، کاهش بیماری‌های ناشی از جلوگیری پاشش سم در مناطقی از زمین که محصول وجود ندارد شکل. (شکل ۱۹)



شکل ۱۹. سمپاش غلظت متغیر انژکتوری

طراحی، ساخت و ارزیابی سمپاش بوم دار تراکتوری مجهز به نازل‌های دمنده به منظور مبارزه با سن گندم

با ساخت و کاربرد این ماشین (شکل ۲۰) می‌توان به نحو مؤثر از آلودگی‌های زیست محیطی از طریق کاهش میزان باد بردگی جلوگیری نمود، میزان مصرف محلول سم را کاهش داد. با کاربرد این سمپاش آفات سن به‌طور مؤثر از بین می‌روند و میزان تلفات سم کاهش یافته و هزینه‌های تولید نیز کاهش خواهد یافت. با توجه به بالا بودن درصد آفات مرده، پوشش دهی مناسب و تراکم ذرات بالای سمپاش‌های این سیستم اتمایزر و مبارزه با آفت سن، توصیه می‌شود این نوع سمپاش در سطوح وسیع برای اراضی کوچک توسط زارعین مورد استفاده قرار گیرد. در سطوح بزرگ از سمپاش‌های بوم دار پشت تراکتوری و یا سمپاش‌های تراکتوری بوم دار مجهز به سیستم کمک هوا استفاده شود. استفاده از جریان هوا به‌منظور جابجایی قطرات سم می‌تواند به نحو مؤثر آفت را ریشه کن نماید.



شکل ۲۰. سمپاش بوم دار تراکتوری مجهز به نازل‌های دم‌نده

طراحی و ساخت ماشین کمبینات عملیات داشت زراعت‌های مکانیزه

این ماشین (شکل ۲۱) قادر است سه عمل سمپاشی نواری (قارچ‌کش، حشره‌کش و علف‌کش)، کودکاری نواری (ماکرو و میکرو) و عملیات مکانیکی داشت (مبارزه با علف‌های هرز داخل جویچه‌ها، ترمیم جویچه‌ها و خاکدهی پای بوته‌ها با استفاده از کولتیواتور) را هم‌زمان و به طور مناسب انجام دهد. این ماشین علاوه بر این که موجب کاهش مصرف علفکش تا میزان ۶۷٪ و کود اوره تا ۱۶٪ می‌شود، باعث کاهش تردد و تعداد ماشین‌های کشاورزی، مصرف سوخت، استهلاک تراکتور و ادوات کشاورزی، فشردگی خاک و افزایش کمیت و کیفیت کار با حداقل زمان و انرژی می‌شود. این ماشین مخصوص کلیه محصولات ردیفی مانند سیب زمینی، ذرت، چغندر قند، سویا، آفتابگردان و کلیه محصولات بی‌صورت ردیفی (جوی و پشته) کشت می‌شوند، است. این ماشین چندین عملیات را هم‌زمان و به طور مناسب در مرحله داشت انجام می‌دهد. امکان ساخت داخل با هزینه کم و کاهش هزینه‌های عملیات داشت را به‌مراه دارد.



شکل ۲۱. ماشین کمبینات عملیات داشت زراعت‌های مکانیزه

طراحی و ساخت دستگاه جمع آوری آفات (bio-collector) در مبارزه با آفت سرخرطومی برگ یونجه دستگاه بیوکالکتور (شکل ۲۲) در زمان طغیان آفت در چین اول یونجه، عمل جمع آوری آفات را که شامل لارو و حشره کامل است از سطح مزرعه انجام می‌دهد. از مزایای کاربرد این ماشین می‌توان به تطابق با سیاست راهبردی کاهش مصرف سموم از جنبه‌های حفظ محیط‌زیست و کاهش وابستگی کشور به واردات سموم یا مواد اولیه و کمک به بهبود کیفیت ماده غذایی تولید شده نهایی (گوشت، لبنیات و ...) از دامهایی که با یونجه تغذیه می‌شوند، اشاره نمود. دستگاه مشابه داخلی ندارد. صرفه‌جویی قابل توجه در سموم مصرفی و هزینه‌های مربوطه را نیز به همراه دارد.



شکل ۲۲. دستگاه جمع آوری آفات (bio-collector) در مبارزه با آفت سرخرطومی برگ یونجه

طراحی و ساخت ماشین برداشت زیره

زیره سبز بنا به علل مختلف از جمله خواص دارویی، صنعتی و نیازآبی کم و صادراتی بودن آن مورد توجه فراوان است. زیره از محصولات خاص کشور ما بوده و لذا نیازهای ماشینی آن نیز باید در داخل کشور مرتفع گردد. برداشت زیره در حال حاضر با دست انجام می‌گیرد و مشکلات عمده‌ای دارد، نیاز به کارگر زیاد در مدت کوتاه که به ۱۵ نفر ساعت در هکتار می‌رسد، ریزش طبیعی بذر به علت کندی کار کارگری و برداشت دیر محصول، افت فراوان به هنگام جابه‌جایی با دست از زمان درو تا بارگیری در کامیون از جمله مشکلات است. با توجه به دلایل ذکر شده ماشین برداشت زیره (شکل ۲۳) مورد طراحی و ساخت قرار گرفت. بدین منظور از یک دروگر BCS به عنوان شاسی پایه و تأمین نیروی محرکه استفاده شد و بر روی آن چرخ فلک، کلش کش، صفحه منحنی، دستگاه‌های رانش و سیستم انتقال توان به اجزاء محرک و نهایتاً مخزن نصب شد. ماشین بعد از ساخت و آزمون در جا، در شهرستان تربت جام مورد آزمون مزرعه‌ای قرار گرفت و عملکرد آن مطلوب تشخیص داده شد. به طور کلی مزایای ماشین در مقایسه با روش دستی کاهش افت ناشی از برداشت دیر هنگام متأثر از سرعت بیشتر و تسهیل در انجام کار است.



شکل ۲۳. ماشین برداشت زیره

طراحی، ساخت و ارزیابی عملکرد دستگاه ساقه کن پنبه

با توجه به اهمیت بیرون آوردن ساقه‌های پنبه از خاک، جمع‌آوری آنها و مشکلات بقایا، از جمله انتقال آفات به سال زراعی بعد، دستگاهی برای این منظور ساخته شد. در این تحقیق بعد از بررسی‌های مختلف استفاده از دودیسک (شکل ۲۴) برای بیرون کشیدن ساقه‌ها انتخاب شد.



شکل ۲۴. دستگاه ساقه کن پنبه

طراحی، ساخت و ارزیابی عملکرد ماشین بافه بند تراکتوری

بافه بند خود گردان، ماشینی است که در برداشت گندم و جو در مزارع کوچک ایران و دنیا کاربرد دارد. آمار نشان می‌دهد که ۱۱۴۰۰ دستگاه از این ماشین‌ها در سال ۱۳۷۱ در مزارع ایران وجود داشته است. اگر بخواهیم حتی دو سوم از ۲۲۰۹۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت گندم و جو آبی و دیم که اینک با دست برداشت می‌شود، با این ماشین برداشت کنیم، با جمع موجودی به ۳۰۰۰۰ دستگاه نیاز خواهد بود. بافه بندهای خود گردان از دماغه و ماشین خود گردان تشکیل شده است که حدود نیمی از قیمت ماشین به بخش دوم آن اختصاص می‌یابد. با عنایت به این که تراکتور در بیشتر روستاها قابل دسترس است با بستن دماغه به تراکتور، مزایای فراوانی عاید خواهد شد که عبارتند از: کاهش قیمت ماشین به حدود نصف و در نتیجه کاهش هزینه تولید کشاورز، کاهش خروج ارز، کاستن از ارتعاشات منتقله به بدن راننده و کاهش خستگی جسمی او، عملکرد نسبی بیشتر ماشین، دارا بودن کلاچ ایمنی برای مصون ماندن ماشین از صدمات احتمالی در برخورد با موانع و کم شدن احتمال واژگونی ماشین.

اندام‌های مختلف ماشین (شکل ۲۵) شامل: اتصال سه نقطه، شاسی اتصال دماغه به اتصال سه نقطه، محورها و سیستم رانش و کلاچ ایمنی است. از جمله مزایای دستگاه، استفاده از توان تراکتور در مواردی که از آن استفاده نمی‌شود و همچنین در دسترس بودن تراکتور در اکثر روستاهای کشور است که می‌توان با اتصال قسمت‌های ساخته شده به تراکتور و نیرو گرفتن از محور تواندهی با دستگاه کار کرد. از موارد قابل ملاحظه دستگاه این است که بعد از درو کردن در مسیر رفت، در برگشت به احتمال زیاد تراکتور از روی دسته‌ها رد می‌شود و برای رفع این مشکل می‌توان از تخته ردیف و چوب ردیف‌هایی که به شاسی دوم (شاسی متصل به دماغه) وصل می‌شود و جنس آن می‌تواند از تسمه‌های آهنی به ضخامت ۲-۳ میلی متر باشد استفاده کرد. راه حل دیگر در مزارع کوچک این است که توسط یک نفر کارگر بسته‌ها جمع شوند و از رفتن آن‌ها به زیر چرخ تراکتور یا دماغه جلوگیری گردد.



شکل ۲۵. دستگاه بافه بند تراکتوری

طراحی، ساخت و ارزیابی کمباین برداشت پنبه

این کمباین از نوع picker (پنبه چین) بوده و سه ردیفه با فاصله ردیف حداقل ۷۵-۷۰ سانتیمتر است. هر واحد پنبه چین مجهز به دو استوانه پنبه چین است که در هر استوانه ۱۲ ستون ۲۰ سوزنه (spindle) قرار دارد. در مجموع در هر واحد برداشت ۴۸۰ سوزن و در مجموع کل دستگاه دارای ۱۴۴۰ سوزن است. سایر مکانیزم‌ها همانند doffer و آب پاش‌ها نیز به عملیات برداشت کمک می‌کنند. انتقال پنبه به مخزن توسط جریان هوا صورت گرفته و مکانیزم انتقال نیرو همانند کمباین‌های ۹۹۲۰ جاندیر است. وزن دستگاه حدود ۷ تن و توان موتور ۱۱۰ اسب بخار است. ارتفاع هد برداشت در قسمت درگیر با بوته ۹۰ سانتیمتر و حجم مخزن حدود ۱۰ مترمکعب است. طراحی و ساخت کمباین پنبه در داخل کشور و بومی سازی آن، استفاده از امکانات موجود در داخل کشور جهت ساخت کمباین و به حداقل رساندن هزینه‌های تولید و تسهیل در خدمات پس از فروش کمباین پنبه از طریق داخلی نمودن تکنولوژی تولید از مزایای ساخت این کمباین است. (شکل ۲۶)



شکل ۲۶. کمباین برداشت پنبه

طراحی و ساخت خشک کن آزمایشگاهی مجهز به PLC با قابلیت اعمال منحنی دمایی
مقدمه‌ای برای ساخت خشک کن آزمایشگاهی هوشمند

دستگاه خشک کن در مقیاس آزمایشگاهی مجهز به PLC با قابلیت اعمال منحنی دمایی است. این دستگاه با ارائه کاربردی جدید از PLC در صنعت خشک کردن محصولات کشاورزی، در نظر دارد راندمان مصرف انرژی در صنعت خشک کردن محصولات کشاورزی، و همچنین کیفیت محصولات خشک شده را افزایش دهد. علاوه بر اینکه برای کاربردهای پژوهشی جدید در بخش خشک کن‌ها مورد استفاده قرار خواهد گرفت، قابلیت اجرای بر روی خشک کن‌های صنعتی بزرگ را دارد. این روش و این مدارات کنترلی می‌تواند جایگزین مدارات کنترلی خشک کن‌های صنعتی موجود شود. (شکل ۲۷)



شکل ۲۷. خشک کن آزمایشگاهی مجهز به PLC

طراحی، ساخت و ارزیابی خشک کن خورشیدی فعال برای تهیه کشمش

با کاربرد این خشک کن افزایش راندمان جذب انرژی خورشیدی تا ۲ برابر، کاهش زمان خشک شدن محصول تا نصف زمان هوای آزاد، یکنواخت بودن رنگ محصول تا ۷۰ درصد، کاهش ضایعات محصول تا ۶۰ درصد، افزایش کارایی اقتصادی تا ۲/۲ برابر روش سنتی، امکان افزایش صادرات با تولید محصول سالم‌تر و عدم استفاده از منابع انرژی فسیلی را حاصل می‌شود. با توجه به لزوم بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر و در عین حال وجود منبع عظیم انرژی خورشیدی در کشور، پیشنهاد می‌شود که در آینده نسبت به توسعه این فناوری در حوزه کشاورزی اقدامات اجرایی و تحقیقاتی بیشتری صورت گیرد.



شکل ۲۸. دستگاه خشک کن خورشیدی انگور

طراحی و ساخت خشک کن مناسب برای زرشک

این دستگاه (شکل ۲۹) برای خشک کردن مجدد زرشک‌های خشک شسته شده کاربرد دارد. این خشک کن شامل دو بخش گرم کن و محفظه است. هوا در گرم کن به صورت غیر مستقیم گرم شده و از زیر به طبق محصول دمیده می‌شود. به منظور خشک شدن یکنواخت‌تر و تأمین حرکت رو به جلوی محصول از یک واحد لرزاننده که امکان ارتعاش با فرکانسهای ۴/۵ تا ۱۶/۶ هرتز را فراهم می‌کند استفاده شده است. در این خشک کن به منظور بالا بردن راندمان حرارتی می‌توان مقادیر مختلف هوا را تا حدود ۸۰٪ برگشت داد. سرعت بالای خشک کردن محصول، قابلیت حمل آسان، مصرف کم انرژی به دلیل برگشت هوا، یکنواختی خشک شدن محصول و کاهش هزینه‌های مصرف انرژی در فرایند خشک کردن زرشک از مزیت‌های این دستگاه است.



شکل ۲۹. خشک کن مناسب برای زرشک

طراحی و ساخت تریلر حمل پسته تر

یک دستگاه تریلی (شکل ۳۰) برای خنک نگه داشتن توده پسته تازه برداشت شده در زمان حمل از باغ به پایانه فرآوری با دیواره‌ها و کف مشبک ساخته شد. نتایج ارزیابی دستگاه نشان داد که دمای توده پسته حمل شده در تریلی جدید با اختلاف معنی داری کمتر از دمای توده پسته حمل شده در تریلی معمولی بود. خنک نگه داشتن پسته در زمان حمل و نقل و امکان ساخت داخل با هزینه کم و کاهش صدمات میکروبی محصول در حین حمل و نقل به میزان قابل توجهی از مزایای کاربرد این ماشین است.



شکل ۳۰. تریلر حمل تر پسته

طراحی و ساخت ماشین سورتینگ (دسته بندی) چرخشی سیب زمینی

این ماشین (شکل ۳۱) از واحدهای اصلی شامل واحد ورودی، واحد دسته‌بندی، واحد انتقال نیرو، واحد الکتریکی، واحد خروجی و شاسی، تشکیل شده است. لازم به ذکر است که این ماشین می‌تواند برای دسته‌بندی محصولات نظیر گردو، بادام، سیر و طیف وسیعی از محصولات باغبانی نیز مورد استفاده قرار گیرد. ماشین‌های موجود به صورت رفت و برگشتی کار می‌کنند و دارای دو عیب اساسی بالا بودن صدمات مکانیکی و مسدود شدن به مرور شبکه‌های آنها. از مزایای این ماشین امکان ساخت داخل با هزینه کم و کاهش هزینه‌های کارگری برای جدا سازی سیب زمینی است.



شکل ۳۱. ماشین سورتینگ سیب زمینی

طراحی و ساخت دستگاه نخ ریزی برقی از کرک بز

بیش از ۵۰ درصد کرک بز کشور در استان کرمان تولید می‌شود. استان کرمان با دارا بودن بیشترین جمعیت بزهای کرکی نقشی بسزایی در تولید و صادرات کرک در کشور ایفا می‌نماید. بیشترین کرک در ایران از بزهای نژاد راینی تولید می‌شود، که بصورت خام صادر می‌شود و هیچ فرآوری روی آن صورت نمی‌گیرد. در گذشته درصد کمی از کرک تولیدی توسط چرخ‌های دستی (دوک) تبدیل به نخ می‌شد که به دلیل وقت‌گیر بودن، کیفیت نامطلوب و درآمد کم به فراموشی سپرده شد. لذا ضروری به نظر می‌رسد با ساخت دستگاه نخ ریزی برقی بتوان این مشکل را برطرف کرده و صنعت تولید صنایع دستی مرتبط با پشم و کرک را در مناطق روستایی و عشایری کشور بهبود بخشید. این امر می‌تواند به افزایش درآمد کشاورزان، تولید نخ و صنایع دستی با کیفیت مطلوب منجر شده و در نهایت به افزایش درآمد ارزی کشور هم کمک کن (شکل ۳۲).



شکل ۳۲. دستگاه نخ ریزی برقی از کرک بز

بهینه‌سازی ماشین هواده چمن به منظور به کارگیری در خاک‌های سنگین ایران

چمن‌های موجود در عرصه فضای سبز شهری و یا زمین‌های ورزشی که در معرض رفت و آمد زیاد هستند به راحتی فشرده و متراکم می‌شوند. در این شرایط نفوذ آب و مواد غذایی به درون خاک به دلیل فشردگی خاک یا وجود لایه کاهبرگ، با مشکل مواجه می‌شود و لکه‌های عاری از چمن به تدریج ظاهر شده و چمن سرسبزی و شادابی خود را از دست می‌دهد. به همین منظور در سطح چمن‌زارها شبکه‌ای از حفره‌های کوچک ایجاد شده و با ترکیبی از مواد نفوذ پذیر، جاذب الرطوبه و کودهای آلی پر می‌شود، که اصطلاحاً هواده‌ی چمن نامیده می‌شود.

انجام عملیات هواده‌ی هم‌اکنون با ماشین‌های وارداتی انجام می‌شود که عملکرد آنها به علت عدم توانایی لازم در ایجاد حفره تا عمق مورد نظر در خاک‌های سنگین و زمان‌بر بودن جمع‌آوری فتیل‌های خارج شده از سطح چمنزار رضایت بخش نبوده است. هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی عملکرد ماشین‌های هواده چمن موجود و بهینه‌سازی مکانیسم آنها، به منظور افزایش راندمان عملکرد و سازگاری آنها با عرصه‌های چمن‌کاری ایران است. در این راستا، ابتدا عملکرد ماشین‌های هواده‌ی چمن موجود در ایران از لحاظ طول فتیل‌های خارج شده و عمق حفره‌های ایجاد شده، مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که ماشین‌های هواده‌ی چمن با انگشتی‌های مخروطی و آرایش مارپیچی اگرچه دارای عملکرد مطلوب‌تری نسبت به ماشین‌های هواده‌ی با انگشتی‌های استوانه‌ای و آرایش ردیفی از

لحاظ طول فتیله‌های خارج شده و عمق حفره‌های ایجاد شده بودند اما بدلیل مسیر منحنی شکل خروج فتیله‌ها در هر دو نوع انگشتی طول فتیله‌های خارج شده کافی ناست. با توجه به این نتایج در مرحله بعد نسبت به ساخت نمونه‌هایی از انگشتی‌های ته باز (بدون وجود انحنا در مسیر خروج فتیله‌ها) شامل انواع انگشتی با مقطع استوانه‌ای و مخروطی اقدام شد. این نمونه‌ها شامل دو نوع با مقطع استوانه‌ای با دیواره شیاردار و بدون شیار (شامل: انگشتی‌های استوانه‌ای با لبه صاف با دیواره بدون شیار و شیاردار، انگشتی استوانه‌ای با لبه قلمی شده رو به پایین و رو به بالا در دو حالت با دیواره بدون شیار و شیاردار و یک نوع با مقطع مخروطی (شامل: انگشتی مخروطی با لبه صاف و انگشتی مخروطی با نوک قلمی رو به پایین و رو به بالا) بودند.

انگشتی‌ها از لحاظ نیروی استاتیکی موردنیاز جهت نفوذ تا عمق مطلوب، طول فتیله‌های خارج شده از آنها و عمق حفره‌های ایجاد کرده در دو زاویه حمله (۴۵ و ۹۰ درجه) مقایسه شدند. نتایج نشان داد انگشتی‌های مخروطی با نوک قلمی (رو به بالا) عملکرد مناسب‌تری از نظر نیروی موردنیاز برای بریدن کاهبرگ و نفوذ در خاک داشت. علاوه بر این طول فتیله‌های خارج شده و عمق حفره‌های ایجاد شده در این انگشتی نسبت به انگشتی‌های دیگر به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. پس از ارزیابی و انتخاب انگشتی مناسب، یک غلطک دوار که قادر به ردیف کردن فتیله‌ها در سطح مزرعه باشد، ساخته و انگشتی انتخاب شده به تعداد موردنیاز با آرایش مارپیچی بر روی آن سوار شد. در نهایت ماشین ساخته شده از لحاظ طول فتیله‌های خارج شده از انگشتی‌ها و عمق حفره‌های ایجاد شده مورد ارزیابی قرار گرفته و با نتایج حاصل از عملکرد ماشین‌های موجود مقایسه شد. نتایج نشان داد ماشین ساخته شده (شکل ۳۳) نه تنها طول فتیله‌ها و عمق حفره‌ها را به‌طور معنی‌داری بهبود داده است، زمان و نیروی کارگری موردنیاز جهت جمع‌آوری فتیله‌ها را نیز حداقل ۵۰ درصد کاهش داده است.



شکل ۳۳. دستگاه هواده ساخته شده متصل به تراکتور دو چرخ

ساخت یک گودال کن هیدرولیکی جهت کوددهی و بهبود نفوذپذیری خاک در فضای سبز شهری و باغات

در حال حاضر بهترین روش جهت کوددهی درختان حفر گودال‌هایی در اطراف تنه درختان است. گودال‌هایی که در حال حاضر حفر می‌گردند به علت نیاز ابزارهای دستی به فضای کافی برای کندن

خاک، لزوماً قطر زیادی دارند. این امر در مورد روش ماشینی که با بیل مکانیکی انجام می‌گیرد نیز صادق است. در این روش تعداد گودال‌های حفر شده محدود (معمولاً ۱ یا ۲) و کود اعمال شده بصورت مجتمع در نقاطی قرار می‌گیرد. تخریب فضای سبز، هزینه کارگری بالا، کندی پیشرفت کار در روش دستی، عدم امکان استفاده از بیل مکانیکی به دلیل محدودیت فضا در باغات متراکم و عدم یکنواختی توزیع کود در روش گودال‌های عریض لزوم استفاده از تکنولوژی‌های جدید جهت حفر گودال‌های کوچک و عمیق را توجیه پذیر می‌سازد. در روش استفاده از مته‌های کم سرعت، بالا آمدن خاک متناسب با پایین رفتن مته نبوده و خاک کنده شده امکان بالا آمدن از روی ماریپیچ در اثر نیروی گریز از مرکز را ندارد. در این روش مته در اثر نیروی فشاری وارده بر روی آن و حرکت چرخشی ماریپیچ به آرامی به داخل خاک وارد می‌شود. خاک فشرده شده در بین پره‌های ماریپیچ سپس با بالا کشیدن مته از خاک، بالا آورده می‌شود و در صورت مناسب بودن رطوبت با حرکت پاندولی مته از لابلای پره‌ها ریزش می‌کند. در این روش استفاده از نوک مخروطی برای سهولت پیچ شدن مته در خاک و خرد کردن کمتر خاک نسبت به لبه برش صفحه‌ای ارجحیت دارد. مته ماریپیچ با لبه برش صفحه‌ای خاک را به صورت لایه لایه بریده و ساختمان خاک را کاملاً از هم باز می‌کند. در نتیجه انرژی زیادی صرف خرد شدن ذرات خاک شده و همچنین تمایل کم آن به نفوذ، زمان زیادی را برای حفر گودال نیاز دارد. گام پیچ (مته) نیز بایستی متناسب با سفتی و نرمی خاک و میزان چسبندگی خاک انتخاب گردد. در خاک‌های شنی برای تضمین عملکرد مطلوب ماریپیچ در تخلیه گودال، گام پیچ بایستی از ۵ سانتی متر بیشتر نباشد تا حدود ۸۸٪ حجم خاک گودال تخلیه گردد. در خاک‌های رسی اندازه گام به میزان ۳۰٪ بایستی افزایش یابد تا قطعات چسبنده خاک رسی در بین پره‌های ماریپیچ فشرده نگردد. انتخاب رطوبت مناسب خاک نیز در عملکرد مطلوب دستگاه نقش به‌سزایی دارد. نیروی فشارنده بر روی مته نیز از اهمیت ویژه‌ای در نفوذ مته برخوردار است. در این تحقیق مشخص شد که برای مته‌ای با قطر ۱۶ سانتی متر نیرویی معادل حداکثر ۹۰ کیلوگرم برای فرو بردن مته در خاک کافی است که به معنی ضرورت وزن تقریبی ۱۸۰ کیلوگرم برای دستگاه است. اضافه شدن وزن دستگاه اگرچه به تعادل ماشین در حین کار کمک می‌کند لیکن افزایش قیمت ماشین را به دنبال دارد (شکل ۳۴).



شکل ۳۴. ماشین گودال‌کن هیدرولیکی



مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی



کاربرد فناوری‌های نوین در ماشین‌های کشاورزی

امروزه کاربرد فناوری‌های نوین در بخش‌های مختلف کشاورزی و صنعتی کمک به بهبود عملکردهای مربوطه می‌نماید. فناوری‌های نوین در بخش کشاورزی به‌طور گسترده در حال استفاده هستند. فناوری نوین مورد استفاده در ماشین‌های کشاورزی شامل کشاورزی دقیق، آزمون‌های غیر مخرب و نانو فناوری هستند. یافته‌ها و دستاوردهای حاصله از کاربرد این فناوری‌ها به شرح ذیل ارائه می‌شود.

۱،۴ کشاورزی دقیق

۱،۱،۴ مقدمه

کشاورزی دقیق ابزاری برای مدیریت و کاهش اثر متغیرهای مزرعه بر عملکرد محصول و ارتقاء عملکرد در هر بخشی از مزرعه به‌منظور افزایش درآمد و کاهش تنش‌های زیست محیطی است. در سال‌های اخیر که بحث مدیریت مزرعه و کشاورزی دقیق هر چه پررنگ‌تر در حال کرد است، استفاده و توسعه حسگرها در کشاورزی دقیق به‌منظور اندازه‌گیری و بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و کاربرد در آنالیزهای خاک و عملیات خاک‌ورزی، کاشت، پایش محصول در عملیات داشت و برداشت محصولات کشاورزی از اهمیت بسیاری برخوردار شده است. در این راستا، با توجه به طاقت فرسا، هزینه‌بر و وقت‌گیر بودن روش‌های مرسوم اندازه‌گیری خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و لزوم وجود ابزاری به‌منظور اندازه‌گیری سریع این ویژگی‌ها به صورت پیوسته و در حال حرکت، توسعه حسگرهای اندازه‌گیری خواص فیزیکی و ترکیبات شیمیایی خاک به صورت مجزا یا ترکیبی با هدف تعیین وضعیت خاک مزرعه از نظر فشردگی، میزان رطوبت، شوری، آلوده بودن به آلاینده‌های شیمیایی و غیره و تهیه نقشه‌های مزرعه‌ای دقیق به‌منظور مدیریت مزرعه و برنامه‌ریزی برای عملیات مورد نیاز بعدی بسیار حائز اهمیت است. به گونه‌ای که با داشتن چنین نقشه‌هایی، اجرای عملیات خاک‌ورزی با مصرف بهینه انرژی قابل تحقق و از جنبه اقتصادی در مصرف نهاده گران‌قیمتی مانند انرژی، ذخیره قابل توجهی حاصل خواهد شد. از سوی دیگر، کشاورزی دقیق و توسعه حسگرها و سامانه‌های نرخ متغیر در عملیات کاشت، داشت به مدیریت صحیح مزرعه و دستیابی به عملکرد مطلوب محصول کمک می‌کند. همچنین، تحقیقاتی با هدف بهینه‌سازی و استفاده از نمایشگر عملکرد محصولات کشاورزی چه در مورد محصولات قابل برداشت با کمباین و چه محصولات غیر قابل برداشت با کمباین با استفاده از فناوری‌های کشاورزی دقیق انجام شد.

۲،۱،۴ چالش‌ها

کشاورزی دقیق همانند هر فناوری نوین دیگری در بدو ورود به چرخه تولید کشاورزی با چالش‌هایی روبرو است. این چالش‌ها با توجه به وضعیت کشاورزی هر کشور متفاوت بوده و می‌باید برای هر کشوری مورد پژوهش قرار گیرد. براساس نتایج پژوهش‌های انجام‌شده در داخل کشور، چالش‌هایی چون نبود شناخت کافی توانایی‌ها و قابلیت‌های کشاورزی دقیق، هزینه بالای تجهیزات این فناوری، ضعف دانش در زمینه فناوری‌های مرتبط با کشاورزی دقیق و کمبود نیروی متخصص در این زمینه و همچنین کمبود دانش فنی و آشنا نبودن بهره‌برداران با کشاورزی دقیق، مشخص نبودن مفهوم دقت در میزان مصرف و مدیریت نهاده‌های (بذر، کود، سم و آب) کشاورزی، نبود شناخت کافی از علت تغییرات عملکرد محصول در نقاط مختلف یک مزرعه و دلایل آن بیشترین سهم را در چالش‌های پیش روی توسعه کشاورزی دقیق در کشور دارند.

۳-۱-۴ یافته‌ها و دستاوردها

دستاوردهای کلی در این مؤسسه در زمینه کشاورزی دقیق شامل دستیابی به دانش فنی ساخت حسگرهای اندازه‌گیری خواص فیزیکی خاک (مقاومت مکانیکی خاک، رطوبت خاک)، دستیابی به دانش فنی ساخت سامانه‌های نرخ متغیر برای توزیع بذر، کود و سم، دستیابی به دانش فنی ساخت سامانه سنجش از دور هوایی (عمودپرواز بدون سرنشین) و ساخت و ارزیابی سامانه‌های پیشگر و پهنه بندی عملکرد گندم است (شکل‌های ۳۵ تا ۳۷).



شکل ۳۵. حسگر اندازه‌گیری مقاومت مکانیکی خاک به‌طور پیوسته (راست) و حسگر افقی برای اندازه‌گیری پیوسته رطوبت خاک (چپ)



شکل ۳۶. سامانه پهنه بندی عملکرد زمین زراعی قابل نصب بر روی کمباین



شکل ۳۶. سامانه عمود پرواز بدون سرنشین برای سنجش از دور هوایی

۴-۱-۴ توصیه‌های فنی و کاربردی

از آنجاکه پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه کشاورزی دقیق در ستاد مؤسسه و مراکز تحقیقاتی بسیار محدود بوده و هم‌چنین این فناوری‌ها تاکنون در عرصه تولید کشاورزی مورد استفاده قرار نگرفته‌اند از همین رو، از جمله توصیه‌ها و پیشنهادات لازم برای توسعه کشاورزی دقیق عبارتند از:

- با توجه به توانایی و قابلیت خوب حسگرهای ساخته‌شده، استفاده از این حسگرها به‌ویژه حسگر مرکب بهینه‌شده به عنوان یک ابزار تحقیقاتی و مناسب در اندازه‌گیری همزمان و در حال حرکت خواص مهم خاک (مقاومت مکانیکی و رطوبت خاک) در مزرعه به‌منظور تهیه نقشه‌های پیوسته و دقیق از وضعیت فشردگی برای مدیریت مزرعه توصیه می‌شود. کاربرد این ابزار به‌ویژه در مناطقی که دارای فشردگی خاک هستند و گاواهن برگردان دار در آنها بیشتر استفاده می‌شود قابل توصیه است.
- تمرکز بر روی حل مسائل علمی روز بخش کشاورزی (زراعی، باغی، دام و طیور، شیلات و آبزیان، جنگل‌ها، مراتع و منابع طبیعی) با استفاده از فناوری‌های مرتبط با کشاورزی دقیق از جمله افزایش کیفیت و سلامت محصول، دستیابی به عملکرد بهینه، مصرف بهینه نهاده‌های کشاورزی (آب، بذر، کود و سم)، کاهش مخاطرات زیست محیطی و کاهش آفات و بیماری‌های گیاهی و باغی.
- طراحی پایگاه‌های داده، بانک‌های اطلاعاتی و نرم افزارهای تصمیم ساز برای بهره برداران کشاورزی
- تهیه بانک اطلاعات ماشین‌های برداشت در مناطق مختلف برای تعیین الگوی اعزام ماشین‌ها در زمان برداشت محصولات با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی
- تأسیس یک مزرعه الگویی کشاورزی دقیق برای استقرار و ارزیابی سامانه‌های کشاورزی دقیق موجود و آتی

۴-۲-۲ آزمون‌های غیر مخرب

۴-۲-۱ مقدمه

از مهم‌ترین فناوری‌های نوین، فناوری آزمون‌های غیر مخرب با ماهیتی فرارشته‌ای است که به‌منظور بازرسی سریع مواد، محصولات، قطعات و سازه‌ها بدون تخریب و آسیب‌رسانی به آنها مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توسعه سریع

علم و فناوری در سطح جهان، آزمون‌های غیر مخرب در کشور ما نیز در سال‌های اخیر رشد چشمگیری داشته و در حوزه مهندسی کشاورزی با هدف پایش سریع و غیر مخرب وضعیت و تضمین کیفیت، ایمنی و سلامت ادوات و قطعات آنها، محصولات کشاورزی و غذایی، آب، خاک و نهاده‌های کشاورزی در شرایط مزرعه و آزمایشگاه و همچنین طراحی خطوط کنترل فرایند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از بین روش‌های آزمون‌های غیر مخرب مورد استفاده در کشاورزی، فناوری‌های مبتنی بر اصول اپتیکی و آکوستیکی به دلیل توانمندی در تشخیص، دقت و سرعت عمل بالا، همچنین ناآلاینده بودن و سازگاری با شرایط زیست محیطی، بیشتر از سایر روش‌ها حائز اهمیت هستند؛ ضمن اینکه هر کدام توانایی‌ها، مزیت‌ها و کاربردهای منحصر به فرد خود را دارا هستند؛ قابلیت کاربرد در سامانه‌های کنترل فرایند در خط و برخط، همچنین حسگرها و سامانه‌های هوشمند قابل حمل و نصب بر روی ماشین‌های کشاورزی به‌منظور پایش بلادرنگ و در حال حرکت در شرایط مزرعه را دارند.

۲-۲-۴ چالش‌ها

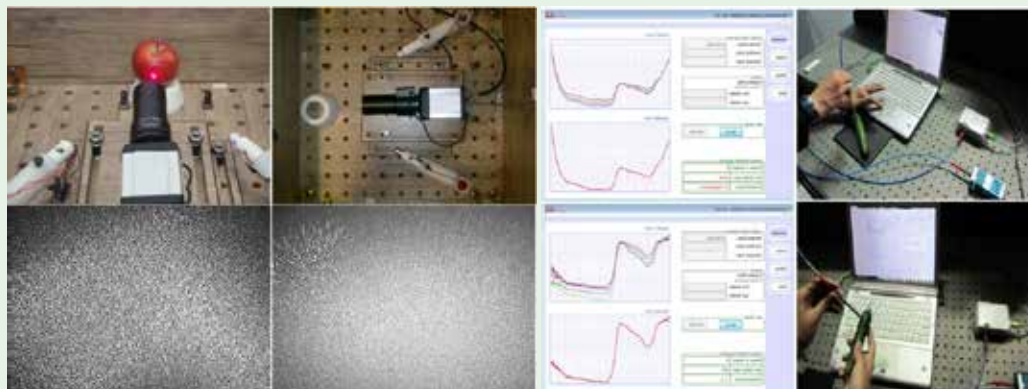
در حال حاضر فناوری آزمون غیر مخرب که شامل علوم و فناوری‌های گوناگون و نوینی در دنیاست، در کشور ما با چالش‌های متعددی روبروست که عبارتند از نبود سیستم یکپارچه و مدون آموزش فناوری و ترویج استفاده درست از آن، کمبود دانش فنی فناوری‌های نوین آزمون غیر مخرب، کمبود نیروی متخصص، تجهیزات و امکانات مناسب، هزینه بالای تجهیزات و لوازم موردنیاز، شناخت ناکافی از مزایا، کاربردها و توانمندی‌های فناوری آزمون غیر مخرب در کشاورزی، ضعف حمایت و سرمایه‌گذاری دولتی در خصوص توسعه و کاربرد این فناوری.

۳-۲-۴ یافته‌ها و دستاوردها

یافته‌ها و دستاوردهای این موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی در زمینه فناوری آزمون‌های غیر مخرب اپتیکی و آکوستیکی در چند سال اخیر عبارتند از دستیابی به دانش فنی ساخت سامانه‌های آکوستیکی، به‌منظور تشخیص و درجه‌بندی غیر مخرب محصولات کشاورزی بر اساس حجم، دستیابی به دانش فنی ساخت سامانه‌های اپتیکی، به‌منظور تعیین و تشخیص سریع و غیر مخرب باقی‌مانده سموم در محصولات کشاورزی، دستیابی به دانش فنی کاربرد تصاویر نقطه‌ای دینامیکی، به‌منظور تعیین غیر مخرب کیفیت محصول (سیب) در مدت انبارداری و دستیابی به دانش فنی کاربرد روش تحلیل تصویر دیجیتال برای تعیین میزان آلودگی توده بذر یونجه به سس (شکل‌های ۳۷ و ۳۸)



شکل ۳۷. سامانه‌های آکوستیکی تشخیص و درجه‌بندی غیر مخرب محصولات کشاورزی



شکل ۲۸. تشخیص باقی مانده سموم خیار به روش ... (راست) و تشخیص غیر مخرب سیب به روش تصاویر نقطه‌ای دینامیکی (چپ)

۴-۲-۴ توصیه‌های فنی و کاربردی

با توجه به نتایج پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه فناوری‌های آزمون‌های غیر مخرب اپتیکی و آکوستیکی در مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و تأیید توانایی فناوری‌های مذکور و دقت مناسب آنها در تعیین سریع و غیر مخرب کیفیت محصول، کاربرد این فناوری‌ها برای اینکه جایگزین روش‌های مخرب مرسوم شوند (به‌ویژه برای محصول سیب)، پیشنهاد می‌شود. همچنین، نظر به توانمندی خوب فناوری اپتیکی اسپکتروسکوپی Vis/NIR و سامانه طراحی‌شده برای تشخیص سریع و غیر مخرب باقی‌مانده سم دیازینون در محصول خیار با قابلیت تعمیم به سایر محصولات کشاورزی و سموم شیمیایی دیگر و با توجه به پرهزینه و زمان‌بر بودن روش‌های مخرب مرسوم اندازه‌گیری باقی‌مانده سموم محصولات کشاورزی، توصیه می‌شود فناوری مذکور به‌منظور شناسایی وجود یا عدم وجود باقی‌مانده سموم در محصولات و غربال‌گری اولیه با قابلیت بررسی تک‌تک نمونه‌ها بدون هیچ‌گونه آسیب‌رسانی به محصول مورد توجه صنعتگران، متخصصان آزمایشگاه‌های آنالیز شیمیایی، وزارت جهاد کشاورزی، بهداشت، محیط‌زیست قرار گیرد. از سوی دیگر، به دلیل اندک بودن پژوهش‌های انجام‌شده مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی تاکنون در خصوص به کارگیری فناوری‌های نوین آزمون‌های غیر مخرب و استفاده از قابلیت‌های آنها در کشاورزی و به‌منظور توسعه کاربرد این فناوری‌ها و سامانه‌های مرتبط، موارد زیر توصیه می‌شوند:

- انجام پژوهش‌های کاربردی مبتنی بر فناوری آزمون‌های غیر مخرب در راستای تضمین امنیت غذایی، بهداشت و سلامت جامعه، مسائل زیست‌محیطی و تغییر اقلیم
- توسعه فناوری آزمون‌های غیر مخرب در حوزه‌های مختلف کشاورزی و انجام پژوهش‌های میان‌رشته‌ای به‌منظور رفع نیازهای کنونی و آینده کشور در بخش کشاورزی و به تبع آن حفظ استقلال و وارد شدن به بازار رقابت با سایر کشورها
- ارزیابی سامانه‌های طراحی‌شده مبتنی بر فناوری‌های نوین اپتیکی و آکوستیکی به‌منظور صنعتی‌شدن
- در نظر گرفتن اثرات جانبی احتمالی موجود در برخی فناوری‌های نوین آزمون‌های غیر مخرب و به کارگیری ملاحظات و الزامات اصلاحی
- تأسیس آزمایشگاه یا مرکز آزمون‌های غیر مخرب در کشاورزی و تدوین استانداردها و الزامات لازم
- معرفی و آموزش (برگزاری همایش، سمینار، کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی) فناوری‌های نوین آزمون‌های غیر مخرب به‌منظور گسترش کاربرد.

۴-۳ نانوفناوری

۴-۳-۱ مقدمه

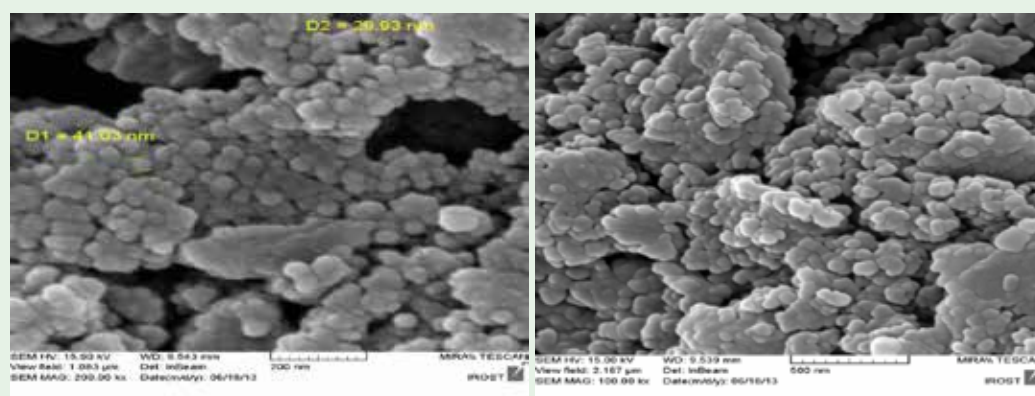
فناوری نانو به عنوان یک فناوری بین رشته‌ای و پیش‌تاز در رفع مشکلات و کمبودها در بسیاری از عرصه‌های علمی و صنعتی، به خوبی جایگاه خود را در علوم کشاورزی و صنایع وابسته آن به اثبات رسانیده است. فناوری نانو کاربردهای وسیعی در همه مراحل تولید، فراوری، نگهداری، بسته بندی و انتقال تولیدات کشاورزی دارد. ورود فناوری نانو به صنعت کشاورزی و صنایع غذایی متضمن افزایش میزان تولیدات و کیفیت آنها، در کنار حفظ محیط‌زیست و منابع کره زمین است. از جمله کاربردهای این فناوری در حوزه مهندسی کشاورزی می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود: پوشش ادوات کشاورزی با مواد نانویی، کاربرد مواد نانویی در تایرهای کشاورزی، بسته بندی‌های نانویی و بررسی تأثیر آنها بر ماندگاری محصولات کشاورزی، کاربرد نانو حسگرها در ماشین‌های کشاورزی و بسته‌های مواد غذایی، کاربرد مواد نانویی در علوم خاک.

۴-۳-۲ چالش‌ها

فناوری نانو، همانند سایر فناوری‌های نوظهور، به دلایل متعددی هنوز جایگاه اصلی خود را در ساختار علوم مهندسی کشاورزی به دست نیاورده است. از جمله این چالش‌ها می‌توان به ناآشنایی و کم اطلاعاتی متخصصان حوزه‌های مختلف علوم مهندسی و کشاورزی نسبت به این فناوری، نگرانی‌های ناشی از عدم شناخت از تأثیر مواد نانویی در بدن موجودات زنده به‌ویژه انسان و دام، به مرور زمان و همچنین گران بودن و اندک بودن امکانات و تجهیزات نانو برای انجام تحقیقات یا پیاده سازی این فناوری اشاره نمود.

۴-۳-۳ یافته‌ها و دستاوردها

در حال حاضر با توجه به تعداد اندک پروژه‌های تحقیقاتی در این حوزه، بیشتر به مقاوم سازی ادوات کشاورزی با پوشش‌های نانویی و بررسی تأثیر نانو مواد بر ساختار فیزیکی و مکانیکی خاک پرداخته شده است. در یک تحقیق مجزا نیز به استحصال نانو سیلیس که در حوزه‌های مختلفی از جمله ساختارهای بتنی مقاوم، دارای کاربرد است، پرداخته شده است. در تحقیق دیگری از مواد نانویی در ساخت افشانک‌های سمپاش‌ها نیز استفاده شده است (شکل‌های ۳۹ و ۴۰). از همین رو، پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه نانو در حوزه ماشین‌های کشاورزی بسیار اندک بوده و جا دارد این موضوع به عنوان خلاقانه‌های تحقیقاتی در برنامه‌های آتی موسسه مدنظر قرار گیرد.



شکل ۳۹. تصاویر SEM از نانوذرات سیلیکای سنتز شده از خاکستر پوسته برنج



شکل ۴۰. نمونه‌ها در سه جنس مختلف: نمونه مرسوم: آلومینا، نمونه نانو کامپوزیت: آلومینا+ زیرکونیا+ ایتریا، نمونه نانومواد: ایتریا+

زیرکونیا

۴-۳-۴ توصیه‌های فنی و کاربردی

از آنجایی که نانو فناوری و کاربردهای آن در مهندسی کشاورزی بسیار وسیع بوده و ستاد ویژه توسعه فناوری نانو و همچنین کمیته نانو فناوری وزارت جهاد کشاورزی، حامی و راهنما در اجرای چنین پروژه‌هایی هستند، لذا موارد زیر توصیه می‌شود:

- تدوین پروژه‌های تحقیقاتی با استناد به نیازهای اعلام شده و حمایت‌های کمیته نانو فناوری وزارت جهاد کشاورزی
- تعامل هرچه بیشتر با صنایع پیشرو برای افزایش رسوخ نانو فناوری در صنعت مهندسی کشاورزی
- انجام کارهای پژوهشی به صورت چند دیسپلینی با توجه به ماهیت میان رشته‌ای بودن این فناوری
- توجه کافی به مسائل زیست محیطی و همچنین مباحث ویژه در خصوص کار با مواد نانویی در جامعه، به ویژه سبد غذایی جامعه
- با توجه به لزوم کاهش مصرف مواد شیمیایی و حفظ کیفیت پاشش از یک سو و هزینه تولید و مواد اولیه از سوی دیگر، افشانک کامپوزیت آلومینا و ایتریم و زیرکونیا به عنوان جایگزین مناسب برای افشانک‌های مرسوم توصیه می‌شود.



مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی



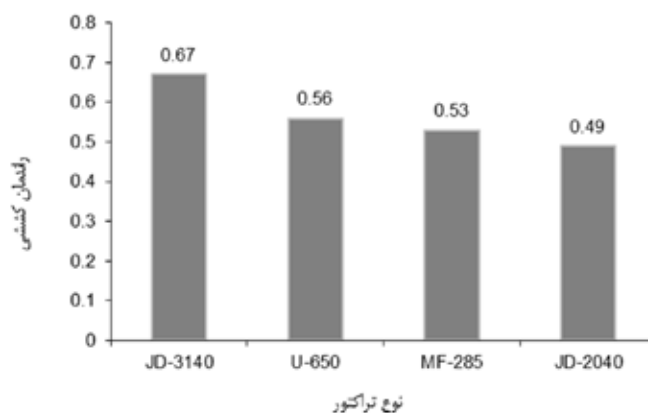
عملکرد کششی تراکتورها در کشور

۵-۱ مقدمه

افزایش تعداد تراکتورها در سراسر جهان خصوصاً در کشورهای در حال توسعه نشانه اهمیت روز افزون تراکتور در کشاورزی مدرن و مکانیزه بوده و استفاده از این وسیله در فعالیتهای مختلف زراعی اجتنابناپذیر است. با هر گامی که در جهت توسعه مکانیزاسیون کشاورزی برداشته می شود نقش تراکتور در تأمین سهم بیشتری از توان مورد نیاز جهت اجرای عملیات زراعی اهمیت بیشتری می یابد. استفاده از توان مالبنندی در عملیات خاک ورزی، کاشت، داشت و برداشت معمولترین روش استفاده از تراکتورهاست.

یکی از مشکلات اساسی در کاربرد تراکتورها تحت تأثیر قرار گرفتن عملکرد کششی آنها در ارتباط با شرایط خاک و ماشین است و بهبود عملکرد کششی تراکتور مستقیماً متأثر از درگیری چرخهای محرک با خاک است. با افزایش وزن روی چرخهای محرک درگیری این چرخها با خاک افزایش یافته و کشش مالبنندی زیاد می شود. سنگینی بیش از حد از طرف دیگر عاملی است که باعث صرف انرژی بیشتر برای حرکت خود تراکتور و همچنین افزایش فشردگی خاک می شود. از دیگر عوامل مؤثر بر درگیری چرخهای محرک با خاک می توان به سطح تماس چرخ با زمین، شکل و اندازه آجهای لاستیک، میزان مقاومت به نفوذ خاک در مقابل آجها و چسبندگی خاک اشاره نمود. مجموعه این عوامل بر روی درصد لغزش چرخهای محرک و در نتیجه بازده کششی تراکتور مؤثرند. اگر راندمان کششی به وضعیت فعلی که حدود ۴۰ تا ۴۵ درصد است باقی بماند از سایر تراکتورهای پر قدرت هم به همین میزان کشش می گیریم در حالیکه اگر راندمان افزایش یابد می توان از تراکتورهای متداول متوسط ۷۵ اسب بخار همان کششی را گرفت که در حال حاضر از تراکتورهای نیمه سنگین ۱۱۰ اسب گرفته می شود.

باتوجه به موارد فوق الذکر چند طرح تحقیقاتی برای بررسی و ارزیابی عملکرد کششی تراکتورهای با راندمانهای بهبود آن انجام شد. غالب تراکتورهای مورد تحقیق مدل های اونیورسال ۶۵۰، مسی فرگوسن ۲۸۵ و جان دیر ۳۱۴۰ بودند. پارامترهایی که در رابطه با تراکتورهای انتخابی اندازه گیری و بررسی شده اند عبارت بودند از فشار باد چرخهای محرک تراکتور، شاخص مخروطی خاک بعنوان معیار فشردگی خاک، درصد لغزش چرخهای محرک، متوسط سرعت پیشروی در حین عملیات، ابعاد و مشخصات چرخهای محرک، بار وارد بر محور عقب تراکتور، توان محوری تراکتور، میزان وزن مطلوب روی محور عقب تراکتور، میزان تلفات قدرت تراکتور و بازده کششی تراکتور. به منظور تکمیل اطلاعات مورد نیاز جهت ارزیابی کاملتر، پارامترهایی نظیر عمق شخم، رطوبت خاک و دور موتور نیز اندازه گیری شدند.



شکل ۴۱. راندمان کششی تراکتورهای مورد ارزیابی

۵-۲ یافته‌ها و دستاوردها

بررسی‌های به عمل آمده مبین این واقعیت است که استفاده از تراکتور در عملیات خاک‌ورزی اولیه با گاوآهن برگردان دار در مراکز مورد ارزیابی، با تلفات قدرت و کاهش عملکرد کشتی قابل ملاحظه‌ای همراه است و این امر مصرف بی‌رویه سوخت و اتلاف انرژی را به دنبال خواهد داشت. به طور خلاصه می‌توان دلائل زیر را در رابطه با کاهش بازده کشتی تراکتورها بر شمرد:

- بالا بودن فشار باد چرخهای محرک که سبب کاهش سطح تماس چرخها با خاک شده و منجر به افزایش لغزش چرخها و تلفات قدرت می‌شود.
- پایین بودن سرعت پیشروی در حین عملیات شخم که ممکن است به علت عدم انتخاب دنده و دور موتور مناسب برای انجام عملیات و وضعیت نامناسب سطح خاک (وجود جوی و پشته و ناهمواری در مزرعه) باشد.
- وجود بار کمتر از حد مطلوب روی محور محرک تراکتورها به هنگام انجام عملیات شخم اولیه، که این عامل باعث می‌شود نیروی کشتی کافی برای انجام کار مفید فراهم نشود و مقدار زیادی از قدرت محوری تولید شده در اثر عدم هماهنگی بین بار و توان محوری تلف گردد.
- از طریق اصلاح و تنظیم صحیح در کاربرد تراکتورها می‌توان راندمان کشتی را به میزان ۲۰ درصد، ارتقاء، تلفات قدرت را به میزان ۱۰ درصد کاهش و عمر مفید تراکتورها را افزایش داد.

به‌طور کلی می‌توان عنوان کرد که عدم تطابق مناسب پارامترهای مرتبط با عملکرد کشتی از قبیل توان محوری، وزن محور محرک، سرعت پیشروی و لغزش چرخهای محرک باعث کاهش عملکرد کشتی تراکتورها شده، لذا جهت استفاده مؤثرتر از توان کشتی تراکتورها موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

- بر اساس توان محوری موجود و حداکثر سرعتی که تراکتور می‌تواند در مزرعه فعالیت نماید بار لازم روی محور محرک بایستی محاسبه و در حالت استاتیکی و در وضعیتی که ادوات به‌وسیله سیستم هیدرولیک بالا نگه داشته شده‌اند، تنظیم گردد. بدین منظور می‌توان از وزنه‌های چدنی مخصوص چرخ محرک تراکتورها و یا اضافه نمودن آب به داخل چرخها استفاده نمود. ضمناً باید با توجه به مشخصات لاستیک، ظرفیت بارپذیری آنها نیز رعایت گردد. البته باید توجه داشت که افزایش وزن تا حدی ادامه یابد که نسبت تغییر فرم لاستیک به ارتفاع مقطع آن بین ۰/۱۸ تا ۰/۲۰ قرار گیرد.
- فشار باد چرخهای تراکتور مطابق فشار باد توصیه شده در دفترچه راهنمای تراکتور برای اجرای عملیات خاک‌ورزی تنظیم گردد.
- حتی الامکان بایستی سعی کرد لغزش چرخهای محرک در حد میزان لغزش مطلوب (۱۵-۱۰ درصد) نگه داشته شود بدین منظور علاوه بر رعایت موارد فوق، تنظیمات گاوآهن برای ایجاد شخم یکنواخت و عمق مناسب نیز مؤثر است. ضمناً باید سعی شود عملیات شخم در محدوده رطوبتی مناسب خاک (گاورو) انجام پذیرد.

۵-۳ توصیه‌های فنی و کاربردی

به‌طور کلی می‌توان عنوان کرد که عدم تطابق مناسب پارامترهای مرتبط با عملکرد کشتی از قبیل توان محوری، وزن محور محرک، سرعت پیشروی و لغزش چرخهای محرک باعث کاهش عملکرد کشتی تراکتورها شده، لذا جهت استفاده مؤثرتر از توان کشتی تراکتورها موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

- بر اساس توان محوری موجود و حداکثر سرعتی که تراکتور می‌تواند در مزرعه فعالیت نماید بار لازم روی محور محرک بایستی محاسبه و در حالت استاتیکی و در وضعیتی که ادوات به وسیله سیستم هیدرولیک بالا نگه داشته شده‌اند، تنظیم گردد. بدین منظور می‌توان از وزنه‌های چدنی مخصوص چرخ محرک تراکتورها و یا اضافه نمودن آب به داخل چرخ‌ها استفاده نمود. ضمناً باید با توجه به مشخصات لاستیک، ظرفیت بارپذیری آنها نیز رعایت گردد. البته باید توجه داشت که افزایش وزن تا حدی ادامه یابد که نسبت تغییر فرم لاستیک به ارتفاع مقطع آن بین ۰/۱۸ تا ۰/۲۰ قرار گیرد.
- فشار باد چرخ‌های تراکتور مطابق فشار باد توصیه شده در دفترچه راهنمای تراکتور برای اجرای عملیات خاک‌ورزی تنظیم گردد.
- حتی الامکان بایستی سعی کرد لغزش چرخ‌های محرک در حد میزان لغزش مطلوب (۱۵-۱۰ درصد) نگه داشته شود بدین منظور علاوه بر رعایت موارد فوق، تنظیمات گاوآهن برای ایجاد شخم یکنواخت و عمق مناسب نیز مؤثر است. ضمناً باید سعی شود عملیات شخم در محدوده رطوبتی مناسب خاک (گاورو) انجام پذیرد.

تحقیقات موتور محرکه کشاورزی است و به روزرسانی،

اقتصادی کردن و پایداری کشاورزی در گرو تحقیقات کشاورزی است.

مهندس حجتی - وزیر جهاد کشاورزی

