



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی



تحلیل‌های فنی 

در مدیریت و مهندسی کشاورزی ایران

(جلد اول)



تحلیل‌های فنی در مدیریت و مهندسی کشاورزی ایران - بهار ۱۳۹۶

بهار ۱۳۹۶

بهار ۱۳۹۶

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تحلیل‌های فنی در مدیریت و مهندسی کشاورزی ایران (جلد اول)

موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

بهار ۱۳۹۶

تحلیل‌های فنی در مدیریت و مهندسی کشاورزی ایران (جلد اول)

تهیه و تدوین: نادر عباسی ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی سال انتشار: ۱۳۹۶ شمارگان: محدود شماره ثبت: ۴-۹۶ ک ویراستاران: فریبرز عباسی و جواد باغانی صفحه‌آرا و طراح جلد: سمیه وطن‌دوست
آدرس: کرج، بلوار شهید فهمیده، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
تلفن: ۰۲۶ - ۳۳۷۰۵۳۲۰
سامانه الکترونیک: www.aeri.ir
پست الکترونیک: info@aeri.ir

این اثر به شماره ۴-۹۶ ک مورخ ۹۶/۳/۱۳ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به ثبت رسیده است

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳	تحلیلی بر وضعیت راندمان‌های آبیاری در ایران
۹	تحلیلی بر توسعه سامانه‌های نوین آبیاری در ایران
۱۷	تحلیلی بر میزان مصرف آب در بخش کشاورزی
۲۵	تحلیلی بر وضعیت بهره‌وری مصرف آب در کشور
۳۱	چالش‌ها و راهکارهای آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در ایران
۳۹	توسعه شبکه‌های آبیاری و زهکشی: چالش‌ها و راهکارها
۵۱	پوشش کانال‌های آبیاری: چالش‌ها و راهکارها
۵۹	استفاده از منابع آب غیرمتعارف در راستای مدیریت بحران آب کشور
۷۳	نقدی بر بهره‌وری بارش محصولات دیم کشور
۷۹	سامانه‌های استحصال و جمع‌آوری آب باران: فرصت‌ها و معیارها
۸۷	اصلاح سامانه‌های سنتی آبیاری سطحی به منظور ارتقای بهره‌وری مصرف آب
۹۷	روند توسعه کشت‌های گلخانه‌ای در کشور (فرصت‌ها، چالش‌ها و هدف‌گذاری‌ها)
۱۰۹	چالش‌های توسعه کشت‌های گلخانه‌ای در ایران از منظر انرژی و محیط زیست
۱۱۹	کاهش ضایعات محصولات کشاورزی راهبرد اصلی در ارتقاء امنیت غذایی
۱۲۹	وضعیت تولید و فرآوری خرما در کشور
۱۳۹	تحلیلی بر توسعه خاک‌ورزی حفاظتی در ایران
۱۴۹	اثرات کاهش و کنترل تلفات برداشت کمباینی گندم آبی در کاهش هدررفت آب
۱۵۷	نقش و جایگاه روش‌ها و فناوری‌های نوین در مهندسی کشاورزی
۱۶۹	تحلیل مصرف انرژی در کشاورزی

پیشگفتار

وظیفه ذاتی و ماموریت اصلی یک موسسه تحقیقاتی ایجاب می‌کند که علاوه بر تولید علم پاسخگوی نیازهای علمی و عملیاتی بخش‌های اجرایی بوده و همواره به عنوان یک مرجع اثرگذار و راهبر در تصمیم‌گیری‌ها و تصمیم‌سازی‌های کلان و ملی باشد. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی به عنوان یکی از موسسات پیشرو در این زمینه، طی سالیان گذشته اقدامات درخور و شایسته‌ای در راستای ماموریت یاد شده داشته است. این موسسه اخیراً در رویکردی جدید و در راستای ایفای نقش روشنگری علمی، اقدام به تدوین گزارش‌های تحلیلی در زمینه موضوعات مختلف مهندسی کشاورزی با هدف ارتقاء اثربخشی تحقیقات و افزایش سطح کارآمدی فعالیت‌های کشاورزی نموده است. کتاب حاضر مشتمل بر ۱۹ فقره خلاصه گزارش‌های تحلیلی است که با اهداف یاد شده توسط محققین مجرب موسسه و با استناد به یافته‌های پژوهشی خود و استفاده از تجربیات سایر همکاران و محققان داخلی و خارجی تدوین گردیده است. در تدوین این گزارش‌ها سه رکن اصلی و اساسی شامل؛ شناخت مشکل، تجزیه و تحلیل ابعاد فنی و اقتصادی آن و ارائه راهکارها و راه حل‌ها مورد توجه بوده است. این گزارش‌ها از نظر ماهیت و محتوی متفاوت از مقاله‌ها و گزارش‌های پژوهشی مرسوم علمی بوده و دارای ویژگی‌های خاص از جمله؛ نقد و بررسی، تحلیل وضع وجود، ترسیم چشم‌انداز آتی و ارائه راهبرد و راهکارهای اصلاحی با تکیه بر تجربیات و نتایج تحقیقات چندین ساله در مورد یک موضوع است. نقد یک تصمیم و یا یک برنامه در بخش کشاورزی کشور، آگاهی بخشی و کمک به تصمیم‌سازی، روشن نمودن موانع و عوامل موثر بر منابع پایه تولید بخش کشاورزی، تبیین انحرافات، توجه به کیفیت و کمیت تولید با استمرار شرایط فعلی و رعایت اصل پایداری تولید از ویژگی‌های دیگر این گزارش‌ها است. می‌باشد. امیداست، این اثر گامی هر چند کوچک در راستای تحقق توسعه پایدار کشاورزی بوده و بتواند همانند چراغی فرآروی توسعه بخش کشاورزی کشور در حوزه فنی و مهندسی روشنگری نماید.

گرچه سعی شده است که در نگارش این مجموعه، یافته‌های علمی همکاران متعهد مؤسسه به نحو شایسته‌ای ارائه شود، ولی یقین دارد که این کتاب با کاستی‌هایی نیز همراه است. امید که خوانندگان گرامی از نظرات و رهنمودهای ارزشمند خود، همکاران مؤسسه را در ادامه این راه و

تدوین گزارش‌های بعدی، بهره‌مند سازند. در خاتمه از تلاش‌ها و احساس دین همه همکاران متعهد ستاد و مراکز استانی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی و نیز محققان خارج از مؤسسه به‌ویژه اساتید محترم دانشگاهی که در تدوین و داوری این مجموعه همکاری موثری داشتند، صمیمانه قدردانی می‌نمایم. همچنین از طرف خود و تمامی همکاران، زحمات مسئولین قبلی مؤسسه را ارج نهاده و از تلاش‌های صادقانه آنان سپاسگزاری می‌نمایم.

فریبرز عباسی

رئیس موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

فروردین ماه ۱۳۹۶

دوره آموزشی مجازی

برخی تحلیلهای فنی

در حوزه مدیریت و مهندسی ماشینهای کشاورزی

بخش اول:

تحلیلی بر توسعه خاکورزی حفاظتی در ایران

بخش دوم:

اثرات کاهش و کنترل تلفات برداشت کمباینی گندم آبی در کاهش
هدر رفت آب

بخش سوم:

نقش و جایگاه روش ها و فناوری های نوین در مهندسی کشاورزی

بخش چهارم:

تحلیل مصرف انرژی در بخش کشاورزی

مدرسین:

احمد شریفی مالواجردی، محمدرضا مستوفی سرکاری، جواد باغانی،

نسرین محمدی اسدی، محمدعلی رستمی و عادل واحدی

اعضای هیات علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج

تحلیلی بر توسعه خاک‌ورزی حفاظتی در ایران

احمد شریفی مالواجردی

عضو هیات علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج
کشاورزی، کرج، ایران

۱- مقدمه

خاک‌ورزی حفاظتی با هدف افزایش بهره‌وری اعم از کم خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی در حفظ رطوبت خاک، بهبود مواد آلی خاک، کاهش مصرف انرژی، کاهش هزینه و زمان عملیات، مؤثر است. خاک‌ورزی حفاظتی سیستمی است که در آن پس از عملیات خاک‌ورزی و کاشت حداقل ۳۰ درصد سطح خاک به وسیله بقایای محصول قبلی پوشیده شده باشد و از مدیریت برداشت محصول قبلی شروع می‌شود. علیرغم توسعه خاک‌ورزی حفاظتی طی دهه اخیر در کشور، هنوز محدودیت‌هایی از قبیل کمبود ماشین‌های مناسب مزارع با ابعاد کوچک و متوسط، حفظ و نگهداری مقادیر کافی بقایای گیاهی روی سطح خاک، تغییر ذهنیت کشاورزان وجود دارد. در مجلس شورای اسلامی قانونی تصویب شد که در آن سوزندان بقایای گیاهی اراضی زراعی پس از برداشت محصول ممنوع و متخلف حسب مورد به پرداخت جزای نقدی محکوم می‌شود. این قانون موجب توسعه هرچه بیشتر کشاورزی حفاظتی و سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی در ایران می‌گردد. در این گزارش تحلیلی، توسعه خاک‌ورزی حفاظتی در ایران از حیث اثربخشی و سطوح زیرکشت و چالش و مشکلات آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

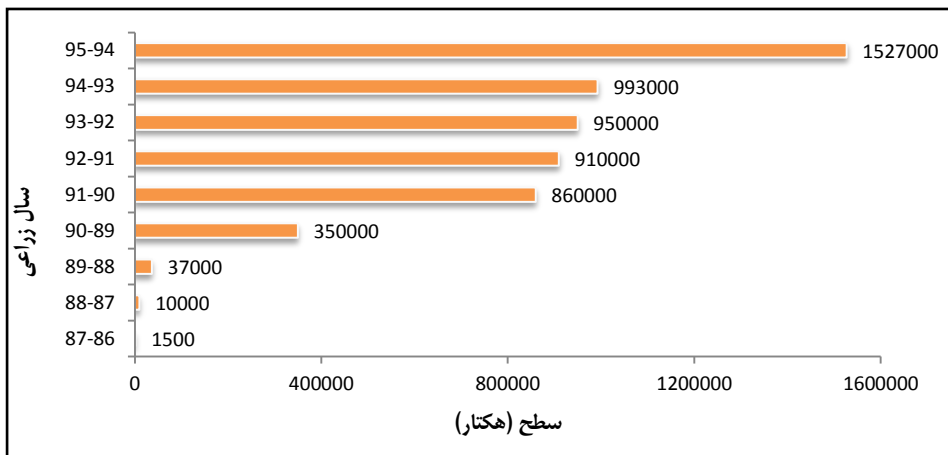
۲- سابقه خاک‌ورزی حفاظتی در ایران و جهان

تحقیقات انجام شده 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 این خاک‌ورزی حفاظتی، کاهش مصرف سوخت و هم‌چنین کاهش زمان انجام عملیات را به دنبال دارد. استفاده از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی (با تاکید بر اجرای روش‌های کم خاک‌ورزی) با استناد بر یافته‌های تحقیقاتی ۱۰ ساله موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی از طرف وزیر وقت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۸۶ به

سازمان جهاد کشاورزی استان‌ها جهت انتقال و اجرایی نمودن این یافته‌ها ابلاغ شد. مقرر شد بخش‌های تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کشور با هماهنگی سازمان‌های جهاد کشاورزی (مدیریت‌های زراعت و ترویج بطور خاص) موضوع را تا حصول نتیجه پیگیری و با تهیه دستورالعمل‌های فنی- اجرایی کنند. 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 برای 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 ۸۹-۸۸ به میزان ۳۷۰۰۰ هکتار آبی و با هماهنگی مدیریت‌های زراعت و ترویج سازمان جهاد کشاورزی استان‌های مربوطه در نظر گرفته و اجرا گردید. نمونه ای از مزارع کشت شده در شکل ۱ نشان داده شده است. دستور العمل با مشارکت معاونت‌های زراعت و ترویج تهیه و به استان‌های مذکور ارسال شد. سطح اجرای کشاورزی حفاظتی قرار است تا پایان برنامه ششم توسعه به سه میلیون هکتار آبی و دیم برسد، که با توجه به اهمیت موضوع در دستور کار وزارت جهاد کشاورزی قرار گرفته و در حال گسترش در قالب پایگاه‌های تحقیقاتی کاربردی، آموزش و ترویج کشاورزی حفاظتی (Hub) می باشد. سطح زیر کشت کشاورزی حفاظتی در ایران در شکل ۲ نشان داده شده است. این سطح هر ساله روند افزایشی دارد. و به موازات آن نیز لازم است امکانات و ادوات مورد نیاز آن با بهره‌گیری از تولید داخلی تامین و در اختیار کشاورزان قرار گیرد. شایان ذکر است که در سال ۱۳۸۳ فعالیت‌هایی نیز در سطح اجرایی استان فارس در خصوص خاک‌ورزی حفاظتی انجام شده است.

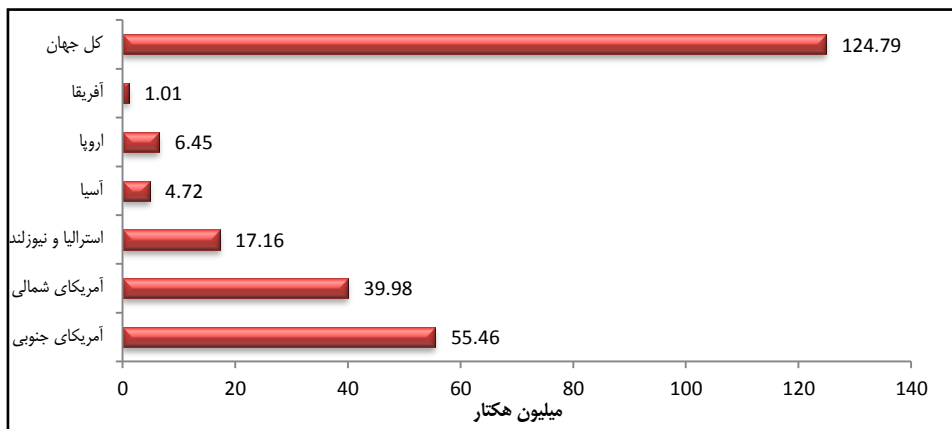


شکل ۱- کاشت مستقیم (بی خاک‌ورزی) گندم در بقایای ذرت (راست)، و ذرت در بقایای گندم (چپ)



شکل ۲- نمودار سطح زیر کشت کشاورزی حفاظتی در ایران

کشاورزی حفاظتی در طیف گسترده ای از شرایط اقلیمی از جمله مواردی شامل کشت‌های دیم و آبی، مناطق همسطح دریا تا ارتفاع ۳۰۰۰ متری بالای سطح آن، خاک‌های دارای ۸۴٪ رس (برزیل) تا ۹۴٪ ماسه (زیمبابوه)، مناطق روی خط استوا تا ۶۰ درجه شمالی و برای طیف گسترده ای از محصولات کشاورزی شامل: گندم، ذرت، برنج، پنبه، سویا، آفتاب گردان، تنباکو و غیره حتی سیب زمینی و کاساوا امکان پذیر بوده و قابل اجرا است. کشاورزی حفاظتی در حدود ۴۰ سال قبل به منظور تولید اقتصادی محصولات به مزارع کشاورزان در جهان معرفی گردید. امروزه بیش از یکصد و بیست میلیون هکتار تحت کشاورزی حفاظتی در دنیا وجود دارد. طبق آمار منتشر شده در سال ۲۰۱۲ میلادی، نمودار سطح زیر کشت کشاورزی حفاظتی به تفکیک قاره‌های مختلف جهان و کل جهان در شکل ۳ ارائه شده است. آمریکای جنوبی با ۵۵/۴۶ میلیون هکتار بیشترین و قاره آفریقا با ۱/۰۱ میلیون هکتار کمترین سطح زیر کشت کشاورزی حفاظتی را دارا هستند. در این بین قاره آسیا سطحی برابر با ۴/۷۲ میلیون هکتار را به خود اختصاص داده است.



شکل ۳- نمودار سطح زیر کشت کشاورزی حفاظتی به تفکیک قاره و کل جهان (Friedrich et al., 2012)

۳- اثربخشی اجرای خاک‌ورزی حفاظتی در کشور

۳-۱- کاهش مصرف نهاده‌ها

نتایج یافته‌های محققین موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی (شریفی و همکاران، ۱۳۹۴) در خصوص خاک‌ورزی حفاظتی نشان می‌دهد که خاک‌ورزی حفاظتی می‌تواند در صرفه‌جویی برخی نهاده‌ها و پارامترهای عملکردی و فنی ماشین تاثیرگذار باشد که نتایج آن در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- میزان صرفه‌جویی در مصرف برخی از نهاده‌ها در اثر اجرای روش‌های 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)

نمونه‌ای از نتایج بدست آمده 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

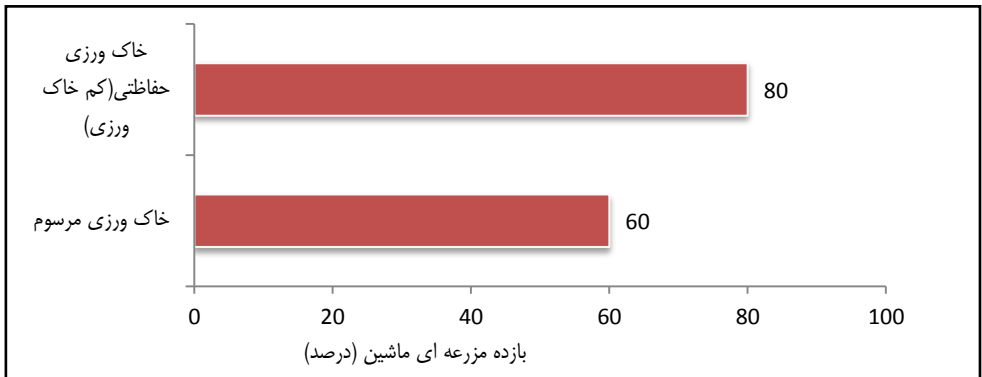
داده شده است. با اعمال روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی صرفه‌جویی در هزینه‌های اجرای عملیات به میزان ۵۰ درصد نسبت به روش مرسوم می‌باشد.

جدول ۲- توجیه اقتصادی اجرای خاک‌ورزی حفاظتی برای گندم (مثال موردی)

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 (متر مکعب در هکتار)
۴۸۰	۷۵۰	۸۰	۱۲۵ اوره	
۳۳۰	۶۰۰	۵۵	۱۰۰ فسفات	مصرف کود (کیلوگرم در هکتار)
۴۸۰	۷۵۰	۸۰	۱۲۵ پتاس	
-	-	-	۲	مصرف سم (لیتر در هکتار)
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 ازاء هر روز تاخیر ۵ کیلوگرم در هکتار کاهش عملکرد)
-	-	۱/۲	۰/۹۴	افزایش ماده آلی (درصد)
-	-	بی‌خاک‌ورزی ۱ بار	۶	عملیات زراعی (تعداد تردد)
-	-	کم‌خاک‌ورزی ۳ بار	۶	
-	-	۱/۵	۰/۸	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
۳۸۷۹/۷۵	۷۵۶۷/۵	-	-	جمع

۳-۲- افزایش بازده مزرعه‌ای ماشین

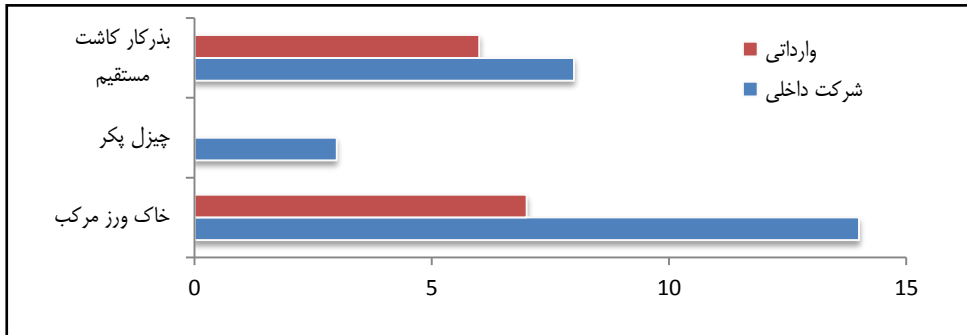
شکل ۴ بازده مزرعه‌ای ماشین را در روش‌های خاک‌ورزی مرسوم و خاک‌ورزی حفاظتی نشان می‌دهد. بازده مزرعه‌ای ماشین با بکارگیری روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی به میزان ۸۰ درصد است در حالی که در روش مرسوم این مقدار به ۶۰ درصد می‌رسد.



شکل ۴- نمودار بازده مزرعه‌ای ماشین در خاک‌ورزی مرسوم و خاک‌ورزی حفاظتی (کم‌خاک‌ورزی)

۳-۳- 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 مورد نیاز برای خاک‌ورزی حفاظتی شامل خاک‌ورزهای مرکب، ماشین‌های کاشت مستقیم (بی‌خاک‌ورزی) و ... فراهم و مهیا گردید. شکل ۵ نشان دهنده فعالیت برخی از شرکت‌های عمده در زمینه تولید داخلی و یا واردات ادوات و ماشین‌های خاک‌ورزی حفاظتی در سال‌های اخیر است. این موضوع بیانگر اثرگذاری نتایج تحقیقاتی در توسعه مکانیزاسیون کشاورزی در زمینه خاک‌ورزی حفاظتی محصولات مختلف زراعی در ایران است. در این خصوص باید در نظر داشت که ورود و یا ساخت ماشین‌های خاک‌ورزی حفاظتی با عرض کار زیاد که مستلزم استفاده از تراکتورهای سنگین است توصیه نمی‌شود. بلکه بومی سازی ادوات خاک‌ورزی حفاظتی و ورود تکنولوژی‌های متناسب با اندازه مزارع کوچک کشاورزی کشور پیشنهاد می‌گردد. نمونه‌ای از ادوات کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی در شکل ۶ نشان داده شده است (شریفی و همکاران، ۱۳۹۴).



شکل ۵- نمودار تعداد شرکت‌های داخلی سازنده و یا وارد کننده ادوات خاک‌ورزی حفاظتی در ایران



شکل ۶- نمونه ای از ادوات کم خاک‌ورزی (خاک ورز مرکب-راست و چیزل پکر-وسط) و ادوات بی‌خاک‌ورزی (ماشین کاشت مستقیم -چپ)

۴- توصیه‌های فنی مهم در خاک ورزی حفاظتی

نکات فنی لازم در زمینه اجرای عملیات خاک‌ورزی حفاظتی در قالب دستورالعمل فنی تهیه شده توسط موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی برای محصولات و شرایط اقلیمی مختلف بیان شده است. این دستورالعمل در سایت دفتر کشاورزی حفاظتی معاونت زراعت وزارت جهاد کشاورزی نیز قابل دسترسی است. اما در این خلاصه، به برخی موارد ضروری به شرح ذیل اشاره می‌گردد.

- ۱- قبل از اجرای خاک‌ورزی حفاظتی از دسترس بودن ادوات خاک‌ورزی حفاظتی (خاک‌ورز مرکب، چیزل پکر، دیسک و یا گاوآهن قلمی) و ماشین‌های بی‌خاک‌ورزی (بذرکارهای کاشت مستقیم) مناسب برای زمان مورد نظر اطمینان حاصل شود.
- ۲- عمق کار و سرعت پیشروی ادوات خاک‌ورزی حفاظتی و کاشت مستقیم رعایت گردد. در این خصوص عمق کار ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر با سرعت پیشروی ۷ تا ۱۰ کیلومتر بر ساعت برای ادوات خاک‌ورزی حفاظتی و سرعت پیشروی ۱۰ تا ۱۲ کیلومتر بر ساعت برای ماشین کاشت مستقیم توصیه می‌گردد.
- ۳- مقدار بقایای گیاهی بجا مانده از محصول قبل و وضعیت تسطیح زمین باید امکان اجرای خاک‌ورزی حفاظتی را با ماشین‌های مورد نظر بویژه ماشین‌های کاشت را فراهم سازد. بنابراین قبل از اقدام به انجام عملیات خاک‌ورزی حفاظتی لازم است، وضعیت مزرعه از لحاظ میزان بقایای گیاهی بجا مانده از کشت قبلی با کمک کارشناسان و یا کشاورزان خبره مورد اندازه‌گیری قرار گیرد.
- ۴- در صورتی که بقایای گیاهی محصول سال قبل از تراکم بسیار زیادی برخوردار باشد، بهتر است بخشی از آن از مزرعه خارج گردد. بگونه‌ای که انجام عملیات خاک‌ورزی بسهولت انجام و بعد از اتمام کشت، حداقل ۳۰ درصد بقایا (سطح مزرعه پس از کاشت با بقایای محصول قبل پوشیده باقی می‌ماند) در سطح زمین باقی بماند.
- ۵- تناوب زراعی صحیح با توجه به نوع سیستم (کم‌خاک‌ورزی و یا بی‌خاک‌ورزی) انتخاب گردد که از جهت اقتصادی قابلیت ماندگاری و حفظ آن توسط کشاورز وجود داشته باشد.
- ۶- به دلیل پوشش سطح خاک بوسیله بقایا، تبخیر از سطح خاک در مقایسه با روش مرسوم ناچیز بوده و لذا قبل از اقدام به آبیاری مزارع کاشت مستقیم، باید بقایا را کنار زده و پس از اطمینان از خشکی سطح خاک اقدام به آبیاری شود. توجه شود که آبیاری بیش از حد نیاز، نه تنها عملکرد را اضافه نخواهد کرد بلکه موجب کاهش آن نیز خواهد شد.
- ۷- در روش بی‌خاک‌ورزی (کاشت مستقیم) به دلیل رطوبت بسیار کم خاک چنانچه نیاز به آبیاری مزرعه وجود داشته باشد، باید مراقب روان‌آب‌های ناخواسته بود و ترجیحا با رسیدن آب به انت‌های فارو، آب ورودی به مزرعه قطع گردد. پس از سبز شدن مزرعه با این آب، برای آبیاری‌های بعدی امکان افزایش زمان آبیاری وجود خواهد داشت.

۵- چالش‌ها و مشکلات توسعه خاک‌ورزی حفاظتی

در توسعه خاک‌ورزی حفاظتی و بکارگیری آن توسط کشاورزان خرده‌پا و حتی متوسط، مشکلاتی وجود دارد که می‌توان به عواملی که پذیرش کشاورزی حفاظتی توسط کشاورزان را در ایران محدود ساخته است، به شرح ذیل اشاره نمود:

- کمبود کارنده‌های مناسب به‌ویژه برای مزارع با ابعاد کوچک و متوسط (راه حل این مسئله در طراحی و ساخت ماشین‌های مختص شرایط مورد نظر است شبیه کاری که در کشورهای نظیر هند، چین، بنگلادش و نیز کشورهای واقع در شمال آفریقا و غرب و مرکز آسیا به وقوع پیوسته است).

- عواملی که مانع 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 (راه حل این مسئله در مدیریت بقایای گیاهی است به نحوی که تلاش شود تا تعادلی میان بقایای مورد استفاده برای تعلیف دام و مقدار باقیمانده روی سطح خاک برقرار گردد تا مفهوم پوشش سطح خاک توسط بقایا از دست نرود. از طرفی در صورت وجود حجم بالای بقایا روی سطح خاک نیاز به کارنده‌هایی خواهد بود که بتوانند عملیات کاشت محصول را روی آن‌ها انجام دهند بدون آنکه نیاز به سوزاندن بقایا باشد. بدیهی است که خارج کردن بخش مازاد بقایا از زمین کشاورزی با روش‌هایی نظیر بسته بندی آن‌ها قبل از اقدام به کاشت، از دیگر تمهیداتی است که ممکن است مانع از سوزاندن اجباری مزرعه و تسهیل کننده کاشت مستقیم روی بقایا گردد).

- تغییر ذهنیت کشاورزان، کارشناسان و مدیران اجرایی بخش کشاورزی در زمینه کشاورزی حفاظتی مشکل است. زیرا عمده آموزش و تجربیات کارشناسان و کشاورزان بر مبنای روش‌های مرسوم خاک‌ورزی بوده و روش حفاظتی برای آنان قدری دور از ذهن تجلی خواهد نمود. لذا تغییر ذهنیت افراد برای پذیرش اصول کشاورزی حفاظتی شاید سخت‌ترین مرحله کار باشد و چه بسا که کشاورزان یک منطقه آمادگی بیشتری از کارشناسان و اهل فن برای پذیرش این تغییر از خود نشان دهند (اشرفی زاده، ۱۳۹۰).

۶- پیشنهادها

سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی در کشور در حال توسعه و گسترش هستند. این توسعه بایستی مبتنی بر توصیه‌های علمی و تحقیقاتی باشد که منجر به اهداف مدنظر در کشاورزی پایدار گردد.

- سازگاری ادوات وارداتی و یا ساخت داخل با اندازه مزارع کشاورزی و توان تراکتوری غالب و موجود در کشور از جمله نکاتی است که باید در توسعه خاک‌ورزی حفاظتی مورد توجه مسئولین امر قرار گیرد.
- اثرات اقتصادی این سیستم‌ها در میان مدت و دراز مدت قابل دستیابی است. گرچه در برخی موارد اثرات اقتصادی مثبتی شامل کاهش مصرف بذر، سم و کود، مصرف سوخت، مصرف آب و زمان عملیات و نتیجتاً کاهش هزینه‌های انجام عملیات به میزان ۵۰ درصد در مقایسه با روش‌های خاک‌ورزی مرسوم بدست آمده است.
- سوق داده شدن سازندگان و تولید کنندگان ماشین‌های کشاورزی در داخل کشور و توانمند شدن آن‌ها از اثرات مهم دیگر اجرای خاک‌ورزی حفاظتی بوده است.
- یکی از موضوعات مهم در اجرای این سیستم‌ها، مدیریت بقایای گیاهی از زمان برداشت محصول قبلی است که نیاز است مد نظر قرار گیرد. بطوریکه حداقل ۳۰ درصد از سطح مزرعه بعد از عملیات کاشت توسط بقایای گیاهی پوشیده شده باشد.
- توسعه بیشتر روش کم‌خاک‌ورزی نسبت به روش بی خاک‌ورزی مورد توجه قرار گیرد.
- رعایت نکات فنی مطروحه در این گزارش موجب بهبود روند اجرای خاک‌ورزی حفاظتی در کشور خواهد. نکات فنی بیشتر در زمینه اجرای عملیات خاک‌ورزی حفاظتی در قالب دستوالعمل فنی در موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی برای محصولات و شرایط اقلیمی مختلف موجود است.

۷- منابع

- اشرفی زاده، ر، ۱۳۹۰. کشاورزی حفاظتی، فرصت‌ها و چالش‌ها. گردهمایی محققین و مروجین استان خوزستان. اهواز.
- شریفی، ا، و همکاران. ۱۳۹۴. نقش تحقیقات ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون در امنیت غذایی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۶۴ صفحه.
- محمدی گل، ر، شریفی، ا، و جوادی، ا. ۱۳۸۹. شناخت و معرفی بعضی از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی (با تاکید بر کم‌خاک‌ورزی). نشریه فنی شماره ۲۸. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
- یونسوی الموتی، م، صلح جو، ع، ا، شریفی، ا، جوادی، ا، اشرفی زاده، س. ر، و تاکی، ا. ۱۳۹۴. راهنمای خاک ورزی حفاظتی و کاربرد آن. نشر آموزش کشاورزی. معاونت ترویج و آموزش سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۸۳ صفحه.

Friedrich, T., R. Derpsch and A. Kassam. 2012. Overview of the global spread of conservation agriculture. The Journal of Field Actions Science Reports, Especial Issue, 6: 1-7.

اثرات کاهش و کنترل تلفات برداشت کمباینی گندم آبی در کاهش هدر رفت آب

محمدرضا مستوفی سرکاری، جواد باغانی و نسرين محمدی اسدی

اعضای هیئت علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی - سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،
کرج، ایران، کارشناس ارشد مرکز توسعه مکانیزاسیون کشاورزی

۱- مقدمه

برداشت محصول یکی از حساس‌ترین و پر اهمیت‌ترین مراحل تولید گندم است. مدیریت نادرست کمباین‌ها و عدم برداشت به موقع، موجب اتلاف زمان، انرژی، سرمایه و در نهایت با از دست رفتن بخشی از محصول، باعث هدررفت آب مصرفی می‌شود. مدیریت ضعیف ماشین‌های برداشت از نظر انتخاب نوع، تعداد، دارا بودن معاینه فنی و اعمال تنظیمات مورد نیاز کمباین‌ها و انجام عملیات برداشت گندم در زمان نامناسب، باعث افزایش تلفات کمباینی دانه شده و در نتیجه باعث کاهش بهره‌وری مصرف آب می‌شود. علاوه بر این، خرابی پی‌درپی کمباین‌های فرسوده و نیاز به تعمیرات زیاد در فصل برداشت باعث کاهش توان اجرایی واقعی ناوگان کمباین‌های فعال کشور و تاخیر در برداشت محصول و اتلاف زمان کشت محصول بعدی می‌گردد. با تلفات برداشت کمباینی علاوه بر هدررفت محصول (بطور مستقیم) حجم زیادی از نهاده‌های کشاورزی از جمله آب نیز از دسترس خارج شده و باعث کاهش بهره‌وری آب می‌گردد. میانگین بهره‌وری آب در کشور ۰/۵ کیلوگرم بر متر مکعب گزارش شده است در حالی که میانگین این شاخص در دنیا ۰/۹۳ می‌باشد و رسیدن به عدد یک کیلوگرم بر متر مکعب مورد انتظار برنامه‌ریزان کشور است. با توجه به محدودیت منابع آب برای مصرف در بخش کشاورزی، لازم است ضریب بهره‌وری تولید گندم در کشور افزایش یابد. یکی از عوامل مهم کاهش بهره‌وری آب در کشور، از دست رفتن بخشی از محصول در اثر تلفات برداشت با کمباین است. لذا بایستی روند تغییرات میزان کل تلفات دانه گندم و تلفات در قسمت‌های مختلف کمباین مورد پایش قرار گرفته و تلفات برداشت کمباینی را که هم اکنون در محدوده ۸-۱۰ درصد قرار دارد با یک برنامه‌ریزی منسجم به حدود قابل قبول بین ۳-۵ درصد کاهش داد. با توجه به اهمیت تلفات دانه گندم در کمباین‌ها و معادل سازی آن با آب تلف شده در کشور، در این گزارش، داده‌های میزان ریزش در قسمت‌های مختلف کمباین و تلفات کلی برداشت گندم طی سال‌های ۸۴ تا ۹۳ در ۳۲ استان مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و پیشنهادهای لازم برای برون رفت از این بحران ارایه شده است. امید است که نتایج این خلاصه

گزارش مورد استفاده تصمیم‌گیران و تصمیم‌سازان کشور قرار گیرد. لذا تبیین وضعیت موجود کشور از نظر روند تغییرات میزان تلفات کلی در برداشت گندم، ارزیابی و تعیین میزان هدررفت آب معادل گندم تلف شده در اثر تلفات کلی برداشت و ارائه‌ی راهکارها و توصیه‌های فنی برای برون‌رفت از وضع موجود و کاهش تلفات کلی برداشت گندم از اهداف کلی این گزارش بوده که به طور مشروح به آن‌ها پرداخته شده است.

۲- تبیین وضعیت موجود

وضعیت موجود زراعت گندم به تفکیک سطح زیر کشت، عملکرد محصول، تلفات طبیعی، تلفات جمع آوری و فرآوری و مجموع تلفات کمباینی و تلفات کلی برداشت گندم در جدول ۱ نشان داده شده است، میزان تلفات کلی برداشت گندم در سال‌های ۸۴ تا ۹۳ بین ۴۷۴ تا ۷۱۱ هزار تن متغیر بوده و میانگین آن در ده سال گذشته در سطح ۲/۶۳ میلیون هکتار از اراضی آبی با متوسط عملکرد ۳/۵ تن در هکتار، ۵۹۹۴۳۶ تن می‌باشد. بر اساس داده‌های جدول ۲، چنانچه کارائی مصرف آب به صورت خوشبینانه معادل ۰/۷۲ کیلوگرم بر متر مکعب در نظر گرفته شود، حجم آب از دست رفته که صرف تولید دانه‌هایی گشته که تلف شده‌اند، برابر ۳۲/۸ میلیون متر مکعب در سال می‌باشد. بیش از ۶۵ درصد از کل تلفات دانه گندم در مرحله برداشت مربوط به تلفات کمباینی می‌باشد.

جدول ۱- متغیرهای مورد بررسی در برآورد تلفات کلی برداشت به تفکیک سال‌های زراعی ۹۳-۸۴

سال زراعی	سطح زیر کشت (هکتار)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	تلفات طبیعی (تن)	تلفات جمع‌آوری (تن)	تلفات فرآوری (تن)	مجموع تلفات کمباینی (تن)	تلفات کلی (تن)
۸۴-۸۵	۲۶۹۷۴۸۴	۳۶۷۱/۷	۱۱۷۴۹۴	۲۵۳۵۳۱	۲۰۱۷۹۱	۴۵۵۳۳۱	۷۱۱۴۱۰
۸۵-۸۶	۲۷۶۴۵۷۷	۳۶۲۷	۱۱۶۰۶۴	۲۳۴۵۷۶	۱۶۱۳۰۵	۳۹۵۸۸۱	۵۸۳۰۴۲
۸۶-۸۷	۲۷۲۵۷۱۱	۳۶۲۷	۱۱۶۰۶۴	۲۴۲۱۰۶	۲۰۶۰۹۴	۴۴۷۹۴۳	۶۵۶۹۶۷
۸۷-۸۸	۲۵۸۷۹۵۷	۳۲۸۴	۱۰۵۰۸۸	۱۷۶۹۷۴	۱۷۳۲۶۵	۳۵۰۲۲۸	۵۱۷۴۳۱
۸۸-۸۹	۲۷۷۱۲۶۵	۳۶۰۲/۲	۱۱۵۲۶۹	۲۱۰۸۴۹	۲۲۶۵۲۳	۴۳۷۳۷۱	۶۴۹۸۰۵
۸۹-۹۰	۲۶۹۰۵۸۸	۳۵۵۶/۶	۱۱۳۸۱۰	۲۱۸۵۸۷	۲۰۶۸۰۷	۴۲۵۳۹۴	۶۲۰۲۳۰
۹۱-۹۲	۲۶۳۸۸۶۷	۳۷۳۲	۱۱۹۴۲۵	۲۱۱۰۸۰	۲۱۲۷۲۶	۴۳۳۸۰۶	۶۲۸۸۷۹
۹۲-۹۳	۲۴۸۸۷۹۷	۲۹۳۷/۶	۹۴۰۰۴	۱۷۲۲۷۴	۱۴۷۸۱۳	۳۲۰۰۸۴	۴۷۴۱۴۵
۹۳-۹۴	۲۳۴۴۶۸۶	۳۴۵۱/۵	۱۱۰۴۴۸	۱۸۵۴۹۱	۱۸۷۳۷۱	۳۷۲۸۶۲	۵۵۳۰۱۶
کل/ میانگین	۲۶۳۴۴۳۶/۹	۳۴۹۸/۸	۱۱۱۹۶۳	۲۱۱۷۱۹	۱۹۱۵۲۲	۴۰۳۲۱۰	۵۹۹۴۳۶

جدول ۲- مقدار هدررفت آب ناشی از تلفات کلی برداشت به تفکیک سال‌های زراعی ۸۴-۹۳

سال زراعی	سطح زیرکشت (هکتار)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	تلفات کلی کمباین (تن)	هدررفت آب (مترمکعب)
۸۴-۸۵	۲۶۹۷۴۸۴	۳۶۷۱/۷	۷۱۱۴۱۰	۳۸۹۰۵۲۶۱
۸۵-۸۶	۲۷۶۴۵۷۷	۳۶۲۷	۵۸۳۰۴۳	۳۱۸۸۵۱۷۴
۸۶-۸۷	۲۷۲۵۷۱۱	۳۶۲۷	۶۵۶۹۶۷	۳۵۹۳۷۸۷۲
۸۷-۸۸	۲۵۸۷۹۵۷	۳۲۸۴	۵۱۷۴۳۱	۲۸۲۹۶۹۸۷
۸۸-۸۹	۲۷۷۱۲۶۵	۳۶۰۲/۲	۶۴۹۸۰۵	۳۵۵۳۶۱۹۳
۸۹-۹۰	۲۶۹۰۵۸۸	۳۵۵۶/۶	۶۲۰۲۳۰	۳۳۹۱۸۸۲۰
۹۱-۹۲	۲۶۳۸۸۶۷	۳۷۳۲	۶۲۸۸۷۹	۳۴۳۹۱۸۳۴
۹۲-۹۳	۲۴۸۸۷۹۷	۲۹۳۷/۶	۴۷۴۱۴۵	۲۵۹۳۹۷۸۹
۹۳-۹۴	۲۳۴۴۶۸۶	۳۴۵۱/۵	۵۵۳۰۱۶	۳۰۲۴۳۰۵۴
میانگین	۲۶۳۴۴۳۷	۳۴۹۸/۸	۵۹۹۴۳۶	۳۲۷۸۱۶۶۵

جدول ۲ نشان می‌دهد متوسط هدررفت آب ناشی از تلفات کلی برداشت برای هر استان در سال‌های ۸۴ تا ۹۳، حدود ۳۲/۸ میلیون متر مکعب در سال بوده است که این میزان برای کل کشور (۳۲ استان) به طور متوسط رقمی معادل ۱۰۴۹ میلیون متر مکعب بدست می‌آید که هدررفت این حجم آب قابل تعمق بوده و بایستی مورد توجه جدی قرار گیرد.

حال با توجه به منابع آب موجود در کشور و روش‌های آبیاری مزارع که بصورت استفاده از آب چاه‌ها، رودخانه‌ها و شبکه‌ها است، برای جبران هدررفت آب و بازگشت آن به شبکه و افزایش بهره‌وری آب ضروری است راهکارهای مناسبی در نظر گرفته شود. چون معیار بررسی هدررفت آب، آب جایگزین بر آب مصرفی است و از آنجائیکه عملاً آب جایگزین وجود ندارد، الزاماً از آب‌های پشت سدها استفاده می‌شود در نتیجه بهره‌برداران متحمل هزینه‌های گزافی می‌گردند لذا جلوگیری از هدررفت آب دارای توجیه اقتصادی قابل توجهی است.

به همین منظور لازم است آب جایگزین از سدها تامین گردد، در صورتیکه آب در هیچ سدی کمتر از ۱۰۰۰ تومان بازای هر متر مکعب قابل حصول نیست و با هزینه انتقال آن تا مزرعه، بطور میانگین بایستی ۱۵۰۰ تومان پرداخت نمود و این در حالی است که به عنوان مثال، استحصال آب از سد دوستی استان خراسان شمالی ۳۰۰۰ تومان بر متر مکعب بوده و تولید و انتقال آب، آب شیرین‌کن‌ها از خلیج فارس به استان‌های هم جوار هزینه ای بالغ بر ۳۵۰۰ تومان بر متر مکعب در بر خواهد داشت.

$$۱۵۰۰ \times ۱۰۴۹۰۱۳۲۷۶ = ۱۵۷۳۵۱۹۹۱۴۰۰۰$$

به بیان دیگر سالانه ۱۵۷۳/۵ میلیارد تومان هزینه هدررفت آب ناشی از تلفات کلی برداشت گندم بوده و این هزینه ای است که در هر سال از تولید ملی بصورت هدررفت نهاده‌ها تزییع می‌گردد. همچنین با توجه به قیمت خرید تضمینی گندم به ازای هر کیلوگرم ۱۲۷۰۵ ریال، ارزش اقتصادی گندم تلف شده حدود ۷۶۲ میلیارد تومان در سال که معادل خرید ۱۱۷۲ دستگاه کمباین ۶۵۰ میلیون تومانی غلات است.

با توجه به اهمیت تشخیص میزان تلفات دانه در حین برداشت برای اعمال تنظیمات مورد نیاز در شرایط مختلف در مزارع، هم‌اکنون تمامی کمباین‌های وارداتی جدید مورد استفاده در برداشت گندم به دستگاه نمایشگر تلفات دانه مجهز هستند. هزینه ی نصب سامانه نمایشگر تلفات دانه روی کمباین‌های تولید داخل مانند JD-1165 به طور میانگین ۱۲ میلیون تومان برآورد شده و با صرفه جویی این مبلغ می‌توان ۱۳۱۱۲۶ کمباین را به این دستگاه مجهز نموده و موجب کنترل و کاهش تلفات فرآوری و کلی برداشت گردید.

جدول ۴- برش استانی تلفات فرآوری و تلفات کلی برداشت گندم

استان	تلفات کلی (%)	تلفات فرآوری (%)	استان	تلفات کلی (%)	تلفات فرآوری (%)
سیستان و بلوچستان	۲/۰۳	۲/۶۱	سیستان و بلوچستان	۲/۰۳	۲/۶۱
فارس	۱/۲۶	۳۸/۷۸**	فارس	۱/۲۶	۳۸/۷۸**
قزوین	۲/۰۸	۲۷/۹۶**	قزوین	۲/۰۸	۲۷/۹۶**
قم	۱/۰۸	۷/۸۹**	قم	۱/۰۸	۷/۸۹**
کردستان	۸/۱۲**	۲۸/۲۵**	کردستان	۸/۱۲**	۲۸/۲۵**
کرمان	۰/۸۳	۱/۶۵	کرمان	۰/۸۳	۱/۶۵
کرمانشاه	۱/۱۸	۱۱/۱۲**	کرمانشاه	۱/۱۸	۱۱/۱۲**
کهگیلویه و بویراحمد	۰/۴	۱۴/۱۸**	کهگیلویه و بویراحمد	۰/۴	۱۴/۱۸**
گلستان	۰/۴۵	۲/۲۳	گلستان	۰/۴۵	۲/۲۳
گیلان	۱۳/۳۱**	۲۶/۸۶**	گیلان	۱۳/۳۱**	۲۶/۸۶**
لرستان	۳/۰۷*	۴۵/۴۶**	لرستان	۳/۰۷*	۴۵/۴۶**
مازندران	۰/۲۶	۹/۹**	مازندران	۰/۲۶	۹/۹**
مرکزی	۲/۸*	۱۵/۳۹**	مرکزی	۲/۸*	۱۵/۳۹**
هرمزگان	۰/۰۸	۰/۶۸	هرمزگان	۰/۰۸	۰/۶۸
همدان	۰/۵۱	۷/۰۹**	همدان	۰/۵۱	۷/۰۹**
یزد	۱/۰۱	۶/۱۹**	یزد	۱/۰۱	۶/۱۹**
آذربایجان شرقی	۲/۹۴*	۰/۰۴	آذربایجان شرقی	۲/۹۴*	۰/۰۴
آذربایجان غربی	۶/۳**	۰/۳	آذربایجان غربی	۶/۳**	۰/۳
اردبیل	۱۰/۰۹**	۰/۲	اردبیل	۱۰/۰۹**	۰/۲
اصفهان	۰/۲۷	۰/۳۱	اصفهان	۰/۲۷	۰/۳۱
البرز	۵/۳۹**	۰/۴۳	البرز	۵/۳۹**	۰/۴۳
ایلام	۱۰/۸**	۴/۶۲**	ایلام	۱۰/۸**	۴/۶۲**
بوشهر	۸/۹۷**	۳/۰۸*	بوشهر	۸/۹۷**	۳/۰۸*
تهران	۷/۶۷**	۰/۵۱	تهران	۷/۶۷**	۰/۵۱
جیرفت	۰/۵۷	۱/۶۹	جیرفت	۰/۵۷	۱/۶۹
چهارمحال و بختیاری	۱۰/۳۸**	۰/۷۵	چهارمحال و بختیاری	۱۰/۳۸**	۰/۷۵
خراسان شمالی	۱/۰۲	۰/۰۲	خراسان شمالی	۱/۰۲	۰/۰۲
خراسان رضوی	۳/۹۲**	۰/۳۳	خراسان رضوی	۳/۹۲**	۰/۳۳
خراسان جنوبی	۱۲/۶**	۲/۴۹	خراسان جنوبی	۱۲/۶**	۲/۴۹
خوزستان	۲۱/۲۳**	۴/۸۶**	خوزستان	۲۱/۲۳**	۴/۸۶**
زنجان	۱۵/۵۳**	۶/۳۴**	زنجان	۱۵/۵۳**	۶/۳۴**
سمنان	۳۷/۴۵**	۴/۴۵**	سمنان	۳۷/۴۵**	۴/۴۵**

جدول ۴ برش استانی تلفات فرآوری و تلفات کلی برداشت گندم را نشان می دهد که در آن بر اساس آزمون مربع کای در سطح اطمینان ۹۹٪ ($k^2 > 3.7$)، بیش از ۲۴ استان نیاز به کنترل و کاهش تلفات فرآوری دارد که می بایستی با استفاده از فناوری های نوین مانند سامانه نمایشگر تلفات دانه و مجهز نمودن کمباین های استان اقدام نموده و مورد بهره برداری قرار گیرد. همچنین با اطمینان ۹۹٪ ($2.8 < k^2 < 3.7$) در ۹ استان کمباین ها نیاز به پایش معاینه فنی داشته و تلفات کلی برداشت در آن ها بیش از حد مجاز و قابل قبول است. با عنایت به مباحث کوتاه عنوان شده جمع بندی های کلی زیر قابل ارایه هستند:

- میانگین مجموع تلفات (جمع آوری و فرآوری) در قسمت های مختلف کمباین ۴/۱۵ درصد و تلفات کلی برداشت گندم ۶/۳۴ درصد در سال های زراعی ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۳ برآورد می شود.
- میانگین میزان تلفات کلی برداشت گندم در کشور در هر سال زراعی ۵۹۹۴۳۶ تن برآورد می گردد.
- میانگین میزان کل هدررفت آب بازای تلفات کلی برداشت گندم در کشور ۱۰۴۹ میلیون متر مکعب در هر سال برآورد شد.
- سالانه ۱۵۷۳/۵ میلیارد تومان هزینه هدررفت آب ناشی از تلفات کلی برداشت گندم بوده است.
- با اطمینان ۹۹٪ همبستگی بین مجموع تلفات کمباینی، تلفات فرآوری و جمع آوری به منظور کاهش و کنترل تلفات فرآوری و تلفات کلی برداشت گندم حاصل شد.

۳- توصیه و پیشنهاد های فنی و اجرایی:

- سامان های با عنوان "پایش مستمر تلفات دانه گندم از مرحله برداشت تا سیلو" توسط موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی تهیه و تدوین گردد تا میزان تلفات دانه از مرحله برداشت- بارگیری- حمل و نقل- انتقال به سیلو ثبت و ضبط شده و ضمن نمایش کارکرد هر کدام از مراحل در دیتابیس اطلاعاتی فرآیند، به طور دائمی نشان دهنده اثربخشی برنامه های مرتبط با کاهش تلفات گندم در کشور باشد.
- ارتقاء سطح کیفی سامانه پایش معاینه فنی ناوگان کمباینی کشور و در صورت امکان، اجباری نمودن این روند برای کاهش تلفات و ضایعات برداشت کمباینی گندم.
- تهیه ی برچسب مجوز برداشت برای کمباین های بومی و مهاجر و الزام رانندگان کمباین به دریافت و الحاق سالانه این برچسب بر روی کمباین (مشابه برچسب معاینه فنی خودرو). تهیه و تدوین اساسنامه و دستورالعمل علمی و فنی این فرآیند را، موسسه تحقیقات فنی و

مهندسی کشاورزی به عنوان یکی از وظایف حاکمیتی خود با همکاری بخش‌های اجرایی مرتبط به عهده می‌گیرد.

- ارائه‌ی مشوق‌هایی مانند تصویب و اعمال ضریب کاهش حق بیمه سالانه برای کمباین‌هایی که تلفات آن‌ها زیر حد مجاز برآورد می‌شود (دستگاه نظارتی این موضوع می‌تواند از زیر مجموعه‌های دفتر توسعه مکانیزاسیون باشد).
- بهبود و نظام‌مند کردن ارزیابی تصادفی و در حین کار کمباین‌ها و هشدار به کمباین‌دارهایی که تلفات دانه در آن‌ها بیش از حد مجاز (۵٪ برای کمباین‌های داخلی و ۳٪ برای کمباین‌های وارداتی) می‌باشد. ممانعت از ورود کمباین‌های مهاجر دارای تلفات بیش از حد مجاز به استان‌ها در فصل برداشت محصول (مجری این امر می‌تواند دفتر گندم معاونت محترم امور زراعت باشند، اما دستورالعمل‌های علمی و فنی این فرآیند توسط موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی تدوین می‌گردد).
- با توجه به اینکه حداکثر تلفات کلی برداشت گندم در واحد جمع‌آوری (دماغه کمباین) حاصل می‌شود، پیشنهاد می‌شود پروژه اصلاح و بهینه‌سازی واحد جمع‌آوری کمباین‌های موجود در کشور به این مؤسسه تکلیف گردد.
- تمرکز بیشتر بر آموزش کشاورزان و کارشناسان ناظر برای تشخیص و نظارت بر میزان تلفات دانه در کمباین‌ها (آموزش هر می این موضوع را موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی به کمک معاونت آموزش و ترویج سازمان‌های جهاد کشاورزی عهده‌دار خواهد شد).
- توسعه و تجهیز کمباین‌های مجاز برداشت و بدون تلفات بدنه به سامانه نمایشگر تلفات دانه به منظور کنترل و کاهش تلفات فرآوری و نهایتاً تلفات کلی برداشت ضروری است. بدین ترتیب کمباین‌داران، ناظرین برداشت و کشاورزان با مشاهده میزان غیرطبیعی تلفات دانه هنگام برداشت محصول، رانندگان را مطلع نموده و پس از تنظیمات لازم باعث کنترل و کاهش تلفات و ضایعات خواهند بود.
- الزام تولید کنندگان داخلی کمباین به نصب سامانه‌ی نمایشگر تلفات دانه در کمباین‌های تولیدی جدید، هم‌چنانچه کمباین‌های وارداتی عمدتاً به این سامانه مجهز هستند.
- حمایت وزارت محترم جهاد کشاورزی، معاونت محترم امور زراعت و دفتر گندم از تولید کنندگان داخلی کمباین که محصولات تولیدی خود را منضم به سامانه نمایشگر تلفات دانه نموده‌اند و با استفاده از فناوری‌های نوین در تولیدات خود در مسیر کاهش تلفات و ضایعات برداشت گندم حرکت می‌نمایند.

۴- منابع

- باغانی، ج. ۱۳۸۹. اثر بخشی سیستم‌های جدید آبیاری بر منابع آب زیر زمینی، عملکرد و کارائی مصرف آب آبیاری گیاهان زراعی دشت مشهد. گزارش نهایی. شماره ثبت ۸۹/۹۹۰.
- دهقان، الیاس. ۱۳۸۸. بررسی میزان و دلایل تلفات دانه در کمباین‌های برداشت گندم در استان خوزستان. گزارش نهایی. شماره ثبت ۹۴۷/۸۸.
- مستوفی سرکاری، م. ر. ۱۳۸۶. ارزیابی مزرعه ای دستگاه نمایشگر افت دانه در شرایط متفاوت برداشت روی کمباین JD ۹۵۵. گزارش نهایی. شماره ثبت ۸۶/۱۳۰۸.
- مستوفی سرکاری، م. ر. ۱۳۸۸. ارزیابی و مقایسه فنی- اقتصادی عملکرد کمباین‌های جدید گندم با کمباین‌های رایج به منظور اصلاح و بهینه سازی آن‌ها (طرح ملی). گزارش نهایی. شماره ثبت ۴۰۶۶۹.
- مستوفی سرکاری، م. ر.، ج. باغانی و ن. محمدی اسدی. اثرات کاهش و کنترل تلفات برداشت کمباینی گندم آبی در کاهش هدررفت آب. گزارش تحلیلی. شماره ثبت ۵۱۲۵۵.
- مستوفی سرکاری، م. ر.، ولیعهدی، م. س. و رنجبر، ا. ۱۳۹۳. ارزیابی مزرعه ای تلفات انت‌های کمباین غلات مجهز به دستگاه نمایشگر تلفات دانه در کمباین‌های JD ۹۵۵- و JD ۱۱۶۵. نشریه ماشین‌های کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد. جلد ۴ شماره ۲. صفحات ۳۳۵-۳۴۳.
- Mostofi Sarkari, M.R. 2010. Field Evaluation of Grain Loss Monitoring on Combine JD 955. *Advances in Environmental Biology*. Vol 2, No. 4, PP. 162-167.
- Mostofi Sarkari, M.R., Shaker, M. & Mahdinia, A., 2011. Investigation and Technical Comparison of New and Conventional Wheat Combines Performance for Improvement and Modification. *CIGR Journal*. No. 3, 2011.

نقش و جایگاه روش‌ها و فناوری‌های نوین در مهندسی کشاورزی

محمدعلی رستمی

عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

۱- مقدمه

مکانیزاسیون نوین شامل روش‌های مدیریتی و ماشین‌هایی است که از فناوری‌های جدید استفاده می‌کنند یا ماشین‌های قدیمی که روی آن‌ها تجهیزات و حسگرهای با فناوری نوین به‌کار رفته است. این تجهیزات و روش‌ها، باعث بهبود کیفیت و سرعت انجام فعالیت‌های کشاورزی شده و هم‌زمان با انجام کار اصلی، اطلاعات بسیار با ارزشی از مزرعه برداشت نموده و برای برنامه‌ریزی‌های آتی در اختیار کاربران قرار می‌دهند. استفاده از این ماشین‌ها خطای انسانی را کاهش داده و تنظیمات دائمی را که باید با تغییر شرایط در مزرعه روی ماشین انجام شود حذف نموده و در کاهش زمان انجام کار، کاهش هزینه‌ها، کاهش مصرف نهاده‌ها، افزایش دقت کار و ایمنی نقش بسیار مهمی را بازی می‌کنند. برای نمونه طراحی و ساخت نوعی ماشین کمباینات که سه عمل سم‌پاشی نواری، کود کاری نواری و عملیات مکانیکی مبارزه با علف‌های هرز را با هم انجام می‌دهد، موجب کاهش مصرف علف‌کش تا میزان ۶۷ و کود اوره تا ۱۶ درصد شد. استفاده از فناوری‌های نوین در برداشت غلات نیز اثرات چشمگیری در کاهش تلفات داشته است. به‌گونه‌ای که با تعبیه نمایشگر تلفات دانه و حسگرهای مربوطه بر روی کمباین‌های متداول در کشور، موجب کاهش افت دانه به کمتر از ۱ درصد شد. با لحاظ تولید ۱۰ میلیون تن گندم در سال و قیمت خرید هر کیلوگرم گندم ۱۲۷۰ تومان در سال ۹۵، صرفه‌جویی ناشی از هر یک درصد کاهش در ریزش گندم در کمباین‌های برداشت غلات، سالانه معادل ۱۲۷ میلیارد تومان می‌باشد. استفاده از سیستم نوین نیوماتیکی به‌جای الک و غربال در کمباین، باعث کاهش میزان فضای موردنیاز غربال‌ها از ۹ مترمربع به ۱/۵ متر مربع شد. همچنین میزان تلفات دانه کلزا که در برداشت سنتی یک مرحله‌ای حدود ۱۰ درصد بود، در برداشت دومرحله‌ای به روش نواری به حدود ۴ درصد کاهش یافت. با کاربرد خشک‌کن خورشیدی فعال برای تهیه کشمش، افزایش راندمان جذب انرژی خورشیدی تا ۲ برابر، کاهش زمان خشک شدن محصول تا ۵۰ درصد 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 گزارش شده است. با توجه به نتایج بررسی‌ها و یافته‌های پژوهشی متعدد در خصوص کاربرد فناوری‌های نوین در دهه‌های اخیر، این نکته به اثبات رسیده است که به‌کارگیری روش‌ها و فناوری‌های نوین در ماشین‌های کشاورزی الزامی است.

نتایج مطالعات انجام شده نشان می‌دهد در صورتی که مکانیزاسیون کشاورزی در کشور ما از فناوری‌های نوین بهره‌مند نشود کماکان شاهد مصرف بالای نهاده‌ها شامل؛ بذر، کود و سم بوده و آسیب‌های ناشی از کارآیی نامناسب ماشین‌های قدیمی بر منابع خاک، آب و محیط‌زیست را به‌نظاره خواهیم نشست. در این راستا موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی برنامه جامعی برای ارزیابی وضعیت کنونی، الحاق فناوری‌های نوین به ماشین‌های موجود، طراحی و ساخت ماشین‌های موردنیاز و بهینه‌سازی ماشین‌های رایج، تدوین و اجرا نموده است. برای بهره‌برداری مطلوب از نتایج به‌دست‌آمده لازم است بسته‌های فنی پیشنهادی به‌طور کامل وارد عرصه شده و همچنین سیاست‌گذاری‌های مهم دیگری از جمله واردات فناوری‌های مورد نیاز با نتایج پژوهش‌های انجام‌شده هماهنگ باشد که این موضوع مهم تاکنون عملی نشده است.

۲- راهبردهای کشاورزی دقیق

پژوهش‌هایی در راستای شناسایی، بومی‌سازی و عمومی‌سازی کشاورزی دقیق انجام شده است. اما لازم است تا سیاست‌گذاری پژوهشی، تولیدی و واردات فناوری‌های نوین، متمرکز شده و توسعه این فناوری‌ها، بر اساس نقشه راه و به‌صورت متوازن انجام شود. در غیر این صورت تنوع بی‌شمار انواع حسگرها، سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای موجود در بازارهای بین‌المللی، توسعه کشور در این زمینه را دچار آشفتگی خواهد نمود. به‌گونه‌ای که قابلیت پشتیبانی، آینده‌نگری و پژوهش سازمان‌یافته را از مراکز تصمیم‌گیر سلب نموده و تصمیمات را بی‌اثر خواهد ساخت. خلاصه برخی از مهم‌ترین دستاوردهای پژوهشی در زمینه کشاورزی دقیق (سامانه موقعیت‌یابی جهانی (GPS)، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، سنجش‌ازدور (RS) و فناوری نرخ متغیر^۱)، فناوری‌های مبتنی بر اصول اپتیکی و آکوستیکی^۲ برای انجام آزمون‌های غیر مخرب و نانو فناوری طی ده سال اخیر و راهبردهای پیشنهادی در جدول ۱ آمده است. آنچه در جدول ۱ ارائه شده، راهبردهای کلی در خصوص کاربرد فناوری‌های نوین در کشاورزی هستند. در ادامه فناوری‌های نوین قابل کاربرد و راهبردهای مربوطه، به تفکیک مراحل مختلف مکانیزاسیون کشاورزی یعنی خاک‌ورزی و کاشت، داشت و برداشت با تفصیل بیشتری ارائه می‌گردد.

¹. Variable Rate Technology

². Optical and Acoustic Technologies

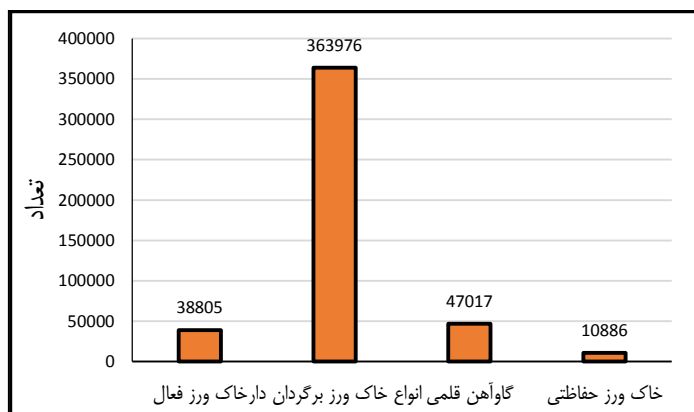
۳- فناوری‌های نوین و راهبردهای پیشنهادی در ماشین‌های خاک‌ورزی و کاشت

کشاورزی در مناطق خشک با کشاورزی در مناطق نیمه مرطوب و مرطوب کاملاً متفاوت است. این تفاوت از روش خاک‌ورزی، نوع ادوات و عمق خاک‌ورزی آغاز شده و سپس ماشین‌های کاشت، عمق کاشت بذر، نوع بذر، آرایش کاشت و شیوه آبیاری را نیز شامل می‌گردد. در کشور ما سالیانی است که خاک‌ورزی حفاظتی و متناسب با آن ماشین‌های خاک‌ورزی و کاشت وارد کشور شده و سپس تولید یا مونتاژ شده‌اند. اما این ماشین‌ها عمدتاً از کشورهای وارد شده‌اند که شرایطی متفاوت با کشور ما دارند. ماشین‌هایی مانند کمبینات، روتوتیلر و سیکلوتیلر (خاک‌ورزهای فعال) نیز که در دوره‌های وارد کشور شده و ترویج شده‌اند تناسبی با خاک فقیر، خشک و شرایط بارش کشور ندارند. آمارها نشان می‌دهند که تعداد خاک‌ورزهای برگردان‌دار و فعال موجود در کشور که برای خاک‌ورزی در شرایط خاک کشور ما مفید نیستند ۷ برابر خاک‌ورزهای حفاظتی و گاوآهن‌های قلمی هستند که برای خاک‌ورزی در شرایط خشک و نیمه‌خشک مفید تشخیص داده شده‌اند (شکل ۱).

جدول ۱- خلاصه مهم‌ترین نتایج به‌دست آمده و راهبرد پیشنهادی در زمینه کشاورزی دقیق و فناوری‌های نوین

منبع	راهبرد پیشنهادی	یافته پژوهشی
شریفی و همکاران، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۲؛ شریفی و جمشیدی؛ Naderi Boldajji et al., 2011 Sharifi et al., 2011	عمومی‌سازی استفاده از حسگرهای برداشت اطلاعات در ماشین‌های کشاورزی. تهیه و به‌کارگیری نقشه اطلاعاتی در زمینه‌های مختلف و استفاده از آن‌ها در مدیریت مزارع و باغات	دستیابی به دانش فنی ساخت و به‌کارگیری حسگرهای بلادرنگ اندازه‌گیری مقاومت مکانیکی و رطوبت خاک، تعیین زمان آبیاری و پاشش بلادرنگ ازت مایع و تأثیر مثبت تهیه نقشه رطوبت و مقاومت مکانیکی خاک در مدیریت مزرعه
صدقات و یونس، ۱۳۹۱؛ جوادی و همکاران، ۱۳۸۸	بومی‌سازی ماشین‌های اعمال نهاده‌ها با نرخ متغیر و عمومی‌سازی آن‌ها، به‌کارگیری سامانه‌های مکان‌یابی دقیق مانند RTK در تراکتورها، کمباین‌های مجهز به پایشگر عملکرد و سامانه‌های نرخ متغیر	دستیابی به دانش فنی سم‌پاش‌ها (با خطای کمتر از ۸۵/۰ لیتر در هکتار) و کودپاش‌های نرخ متغیر و اثبات تأثیر مثبت به‌کارگیری آن‌ها بر کاهش مصرف نهاده‌ها و به‌تبع آن کاهش هزینه و حفظ محیط زیست

مستوفی و همکاران، ۱۳۹۱؛ Kaffashan, 2013	پهنه‌بندی عملکرد مزارع به‌منظور اعمال مدیریت موضعی کود، سم، بذر و خصوصیات خاک مزارع از جمله، بافت، شوری، پوشش، مواد آلی خاک، پراکنش و ضریب حوادث کشاورزی و ضرایب مکانیزاسیون	دانش فنی سامانه پیشگر و پهنه‌بندی عملکرد غلات (گندم و ذرت دان‌های) کسب شده و اثرات مثبت استفاده از آن بر کاهش تلفات برداشت و مدیریت موضعی توزیع نهاده‌ها به اثبات رسید
بیاتی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Jamshidi et al., 2015 Huke et al., 2013	تولید و بومی‌سازی روش‌های نوین اپتیکی، آکوستیکی و پردازش تصاویر برای کیفیت‌سنجی و تشخیص سلامت محصولات کشاورزی، دام و طیور، آلاینده‌های آب‌و‌خاک، گیاهان دارویی، غذای دام و نهاده‌های کشاورزی	دانش فنی ساخت و به‌کارگیری سامانه غیر مخرب آکوستیکی، اسپکتروسکوپی و پردازش تصاویر برای تعیین باقی‌مانده سم در محصولات و تشخیص میزان آلودگی بذور کسب گردید و کارایی آن‌ها تأیید شد



شکل ۱- آمار انواع خاک ورز موجود در کشور در سال ۱۳۹۳ (عباد زاده و همکاران، ۱۳۹۳)

استفاده از این ادوات فعال و برگردان‌دار به همراه سوزاندن بقایای گیاهی، معمولاً به علت رطوبت کم خاک، باعث پودر شدن خاک و افزایش شدت فرسایش بادی شده و افزایش غبار محلی در هوای شهرهای مجاور این اراضی را به همراه دارد (موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۱۳۹۴).

برای کاهش اثرات مخرب خاک‌ورزی مرسوم به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک انجام خاک‌ورزی حفاظتی پیشنهاد می‌شود. با اعمال خاک‌ورزی حفاظتی ریسک فرسایش خاک، متناسب با درصد پوشش سطح خاک، ۳۰ تا ۹۴ درصد، پتانسیل تبخیر تا ۴۲ درصد، مصرف سوخت به

میزان ۴۵ لیتر در هکتار، مصرف آب ۱۳۷۵ مترمکعب در هکتار، مصرف بذر ۵۵ کیلوگرم در هکتار، تردد ۲ تا ۴ بار و زمان خاک‌ورزی ۱۸۵ دقیقه در هکتار کاهش می‌یابد (شریفی و همکاران، ۱۳۹۴).

یکی از مهم‌ترین راهبردها برای بهبود شرایط خاک‌ورزی و کاشت بذر استفاده از روش کاشت مستقیم بذر می‌باشد. برای پاسخگویی به این نیاز، ماشین کاشت مستقیم غلات برای سیستم بی‌خاک‌ورزی، مجهز به شیار بازکن فعال طراحی و ساخته شد (کی و کجا) که می‌تواند در کشت بدون خاک‌ورزی غلات به‌عنوان روشی جدید در ایران معرفی شود. این ماشین می‌تواند موجب کاهش به هم خوردگی خاک (کمتر از ۱۰ درصد)، قرار دادن بذر در عمق ۲ سانتیمتر، پوشش بذر با خاک تا ۹۷ درصد، کاهش تردد در مزرعه تا ۴ بار، کاهش مصرف انرژی و خرید وقت شود. انتخاب ماشین مناسب برای کشت گندم دیم از بین ماشین‌های موجود در کشور مقدار صدمه‌دیدگی بذر را ۱/۳ درصد و فاصله میانگین عمق واقعی با عمق تنظیمی را به ۲ سانتی‌متر کاهش داده و فاصله ردیف واقعی را بر فاصله ردیف تنظیمی منطبق می‌سازد. با انتخاب صحیح و بهبود شرایط کشت بذر، عملکرد تا ۲۰ درصد افزایش می‌یابد. خلاصه نتایج مهم‌ترین پژوهش‌های انجام‌شده و راهبرد پیشنهادی در زمینه ماشین‌های خاک‌ورزی و کاشت در جدول (۲) ارائه شده است.

راهبرد کشت مستقیم بذر باید به صورت سازمان یافته مدیریت گردد زیرا در صورتی که تولید و واردات ماشین‌ها بدون هیچ برنامه از قبل تعیین شده‌ای صورت گیرد تنوع بیش از حد ماشین‌های تولیدی و وارداتی باعث سردرگمی کشاورزان، اتلاف منابع، ضعف خدمات پس از فروش و کاهش اثرات مفید استفاده از آن خواهد شد.

جدول ۲- خلاصه مهم ترین نتایج به دست آمده و راهبرد پیشنهادی در زمینه ماشین های خاک ورزی و کاشت

منبع	راهبرد پیشنهادی	یافته پژوهشی
افضلی نیا، ۱۳۹۴؛ Younesi Alamouti and Mohammadi. 2015	معرفی بسته کامل فناوری خاک ورزی حفاظتی در قطب های مهم کشاورزی و حذف به کارگیری گاواهن های دوار، کمبینات، روتوتیلر و سیکلوتیلر در مناطق خشک و نیمه خشک بر اساس برنامه زمان بندی	استفاده از خاک ورزهای فعال در مناطق خشک و نیمه خشک باعث تخریب ساختمان خاک شده و اجرای صحیح خاک ورزی حفاظتی موجب کاهش مصرف سوخت، بذر، کود، حفظ آب، کاهش فرسایش، کاهش تردد ماشین و خرید زمان می شود
رستمی و همکاران، ۱۳۹۳	تولید و عمومی سازی خاک ورز مخزنی	خاک ورزی مخزنی باعث کنترل رواناب می شود (تا ۲۷ درصد رواناب کنترل شد)
تاکی و همکاران، ۱۳۸۸	پایبست سوزاندن بقایا با فناوری RS، تعیین جایزه برای خاک ورزی حفاظتی و جریمه برای سوزاندن بقایا	سوزاندن بقایای گیاهی باعث فقر خاک از نظر مواد آلی و آلودگی هوا شده و معایب دیگری نیز دارد (ماده آلی خاک هم اکنون حدود ۰/۵ درصد)
تاکی، ۱۳۹۲؛ جوادی، ۱۳۸۸؛ صلح جو و همکاران، ۱۳۹۵	تعیین مناسب ترین ماشین های کشت مستقیم و ماشین های مرکب برای قطب های کشاورزی کشور، جلوگیری از ایجاد تنوع زیاد و استفاده از الگوهای جدید شیار بازکن و بومی سازی آن ها	دستیابی به دانش فنی ساخت و بهینه سازی ماشین های کشت مستقیم و شیار بازکن ها که موجب کاهش به هم خوردگی خاک (کمتر از ۱۰ درصد)، حفظ رطوبت خاک، کاهش تردد در مزرعه (تا ۴ بار)، کاهش مصرف انرژی و خرید وقت گردید
حبیبی اصل و لویمی، ۱۳۹۵	طراحی، ساخت، بهینه سازی یا واردات ماشین های نوین کشت دیم و کشت بذر در مناطق خشک و نیمه خشک و خاک و آب های نامتعارف	دستیابی به دانش فنی ساخت و بهینه سازی دیم کارهای غلات و معرفی مناسب ترین خطی کار غلات برای شرایط دیم و کم آبی (۲۰ درصد افزایش عملکرد)
افضلی نیا، ۱۳۸۸	استفاده از فناوری های نوین برای کاشت بذر درون بقایای گیاهی به منظور افزایش درصد جوانه زنی بذر در کشاورزی حفاظتی و افزایش پتانسیل رشد بذر	دستیابی به دانش فنی ساخت و بهینه سازی ماشین های کاشت بذر درون بقایای گیاهی
تقی نژاد و فاضل نیازی، ۱۳۹۳؛ ایوانی و شیرانی راد، ۱۳۹۰	تعیین بهترین آرایش کاشت محصولات در شرایط خشک و نیمه خشک به منظور افزایش راندمان و حفظ آب در خاک با فناوری های جدید مانند GIS و RS	مناسب ترین ماشین های کاشت گندم و کلزا (بهبود جوانه زنی بذر تا ۸۳ درصد) به منظور کشت بذر با تراکم و آرایش متفاوت تعیین شد

۴- فناوری‌های نوین و راهبردهای پیشنهادی در ماشین‌های داشت

دستگاه‌های سم‌پاش نقش اساسی در عملیات داشت دارند. بنابراین در این بخش، به‌منظور رعایت اختصار فقط به بررسی فناوری نوین در سم‌پاش‌ها بسنده می‌شود. اهم چالش‌ها و نقاط ضعف موجود در سم‌پاش‌ها در کشور عبارت‌اند از: قدیمی، مستهلک بودن و پایین بودن کیفیت تولید سم‌پاش‌ها، متنوع نبودن افشانک‌های موجود و به‌کارگیری افشانک‌های قدیمی و ناهماهنگی با پیشرفت‌های جهانی، عدم وجود هم‌زن در اکثر سم‌پاش‌ها، موجود نبودن سم‌پاش مناسب برای سم‌پاشی درختان مرتفع مانند خرما، سم‌پاشی سراسری مزارع و باغات بدون توجه به روش‌های جدید مانند مدیریت موضعی اعمال نهاده‌ها و نرخ متغیر برای کاهش مصرف سم و هوشمند نبودن سم‌پاش‌های مورد استفاده در کشور (بی‌نام، ۱۳۹۴).

استفاده از سم‌پاش‌های با فناوری نوین برای بهبود شرایط سم‌پاشی الزامی است. در یک تحقیق که روی سم‌پاش‌های با فناوری نوین، از جمله میکرورنر و الکترواستاتیک انجام شده است، یکنواختی قطرات در روی برگ‌ها در سم‌پاش‌های الکترواستاتیکی و میکرورنر با ۳۰ قطره در سانتی‌متر مربع بهتر از نوع سم‌پاش لانس‌دار با ۱۰ قطره تشخیص داده شد. از نظر کنترل آفت، سم‌پاش میکرورنر با ۷۵ و الکترواستاتیک با ۶۸ درصد، بالاترین درصد کنترل آفت و سم‌پاش پشت تراکتوری لانس‌دار که استفاده از آن در کشور رایج است، با ۱۸ درصد، پایین‌ترین کنترل را به ثبت رساند. از نظر اقتصادی نسبت سود به هزینه در سم‌پاش‌های میکرورنر، الکترواستاتیک و لانس‌دار به ترتیب ۳۱۵، ۲۰۰ و ۱۱۲ بود که بدین‌صورت سم‌پاش میکرورنر از نظر فنی و اقتصادی بر دیگر سم‌پاش‌ها برتری داشت. خلاصه مهم‌ترین نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه سم‌پاش‌ها و راهبرد پیشنهادی در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳- خلاصه مهم‌ترین نتایج به‌دست آمده و راهبرد پیشنهادی در زمینه سم‌پاش‌ها

منابع	راهبردها	یافته پژوهشی
به آئین و شاکر، ۱۳۹۵؛ به آئین و همکاران، ۱۳۸۷؛ بختیاری، ۱۳۸۵	تغییر رویکرد سراسر پاشی سموم به مبارزه موضعی یا نواری	سم‌پاشی نواری و موضعی ضمن تأثیر کامل بر آفت باعث کاهش مصرف سم تا ۵۰ درصد گردید
صداقت و یونسی، ۱۳۹۱	تغییر فناوری سم‌پاشی پیوسته و با نرخ ثابت با فناوری سم‌پاش با نرخ متغیر و غلظت متغیر	اثر معنی‌دار سم‌پاشی با نرخ و یا غلظت متغیر بر کاهش مصرف سم به اثبات رسید و دانش فنی ساخت سم‌پاش غلظت متغیر به دست آمد (خطا کمتر از ۰/۸۵ لیتر در هکتار)
امیرشقایق و همکاران، ۱۳۹۲؛ کریمی نژاد	تغییر مواد و تولید افشانک‌های با سایش کم مانند انواع افشانک کامپوزیت آلومینا، ایتیریم و زیرکونیا به‌عنوان جایگزین مناسب برای افشانک‌های سرامیکی مرسوم	دانش فنی ساخت افشانک کامپوزیت آلومینا، ایتیریم و زیرکونیا کسب گردید و کاهش مصرف سم به علت کاهش ۳۰ تا ۳۵ درصدی تغییر در دبی بعد از ۵۰ ساعت آزمون، حفظ کیفیت پاشش، کاهش هزینه‌ها تأیید شد
به آئین و رحیمی، ۱۳۹۳؛ امیرشقایق و صفری، ۱۳۸۷	ارتقای فناوری سم‌پاش‌ها به سمت استفاده از سم‌پاش‌های الکترواستاتیک، میکرونر و مجهز به دمنده به‌جای سم‌پاش‌های لانس دار رایج	استفاده از سم‌پاش‌های اتومایزر بوم دار یا بوم دار با کمک هوا و روش‌های نوین (الکترواستاتیک، میکرونر) باعث کاهش مصرف سم، باد بردگی و کاهش هزینه شد
جوادی و همکاران، ۱۳۹۰	استفاده از فناوری نوین سم‌پاشی نقشه مینا یا حسگر مینا با استفاده از سامانه مکان‌یابی دقیق‌تر مانند DGPS و TDK	سم‌پاشی دقیق با نرخ متغیر، به کمک نقشه با استفاده از سامانه‌های مکان‌یابی دقیق مانند DGPS انجام شده و اثرات مفید آن بر کاهش مصرف سم به اثبات رسید

۵- فناوری‌های نوین و راهبردهای پیشنهادی در ماشین‌های برداشت

در شرایط کنونی ضایعات و تلفات محصولات کشاورزی در حین برداشت، انتقال و نگهداری یکی از معضلات اصلی بخش کشاورزی می‌باشد. بر اساس تخمین وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۸۵ از ۸۵ میلیون تن محصول کشاورزی تولیدشده، ۱۵ میلیون تن آن از دست می‌رود. ضایعات محصولات کشاورزی تا ۳۵ درصد گزارش می‌شود. مقدار قابل توجهی از این ضایعات مربوط به برداشت است. خسارت اولیه ناشی از یک درصد ریزش گندم در کمباین‌های برداشت غلات، در سال زراعی ۱۳۹۵ با تولید ۱۰ میلیون تن و قیمت خرید هر کیلوگرم گندم ۱۲۷۰ تومان معادل

۱۲۷ میلیارد تومان و به ازای ده درصد ریزش گندم، معادل ۱۲۷۰ میلیارد تومان می‌باشد. با الحاق فناوری‌های نوین به ماشین‌های برداشت می‌توان تلفات برداشت را به میزان چشمگیری کاهش داد. اثر مثبت استفاده از روش‌ها و فناوری‌های نوین؛ از جمله استفاده از دستگاه نمایشگر تلفات دانه و روش دومرحله‌ای برداشت به اثبات رسیده است، به گونه‌ای که با استفاده از دستگاه نمایشگر تلفات دانه، افت انتهای کمباین در حد استاندارد و حدود ۱ درصد تعیین شد. میزان تلفات دانه در برداشت یک مرحله‌ای کلزا، حدود ۱۰ درصد و در برداشت دومرحله‌ای با روش نواری حدود ۴ درصد بود. این نتیجه برای برداشت دومرحله‌ای سویا نیز به دست آمد به گونه‌ای که تلفات برداشت دو مرحله‌ای به میزان ۸ درصد نسبت به برداشت یک مرحله‌ای کاهش داشت. استفاده از دماغه هیدرولیکی نیز بیش از ۱ درصد تلفات واحد برش را در برداشت کلزا کاهش داد. مهم‌ترین نتایج برخی پژوهش‌ها در زمینه ماشین‌های برداشت و راهبردهای پیشنهادی در جدول ۴ آمده است.

استفاده از فناوری‌های نوین به منظور اعمال تنظیمات بلادرنگ در کمباین‌ها، به جای انجام این کار توسط راننده گسترش زیادی یافته است. در کشور ما نیز ماشین‌های برداشت به‌ویژه کمباین باید به فناوری‌های نوین به منظور اعمال تغییرات بلادرنگ در پارامترهای عملکردی ماشین مجهز شوند.

جدول ۴- خلاصه مهم‌ترین نتایج به دست آمده و راهبرد پیشنهادی در زمینه ماشین‌های برداشت

منبع	راهبرد پیشنهادی	یافته پژوهشی
مستوفی، ۱۳۸۹	الحاق فناوری نوین به کمباین‌ها به منظور کاهش تلفات برداشت	کمباین مجهز به فناوری جدید کمترین تلفات دانه را داشت
قهرمانیان، ۱۳۹۰	جایگزینی بوجاری مکانیکی با نیوماتیکی در کمباین	جایگزینی الک و غربال مکانیکی با فناوری نوین نیوماتیکی در کمباین بسیار موفق بود
فاضل نیازی، ۱۳۸۶	خلق فناوری برداشت دومرحله‌ای و عمومی‌سازی آن	برداشت دومرحله‌ای کلزا و سویا تلفات را ۶ تا ۸ درصد کاهش داد
افضلی، ۱۳۸۷؛ تقی نژاد، ۱۳۸۹	نوسازی دماغه برداشت کمباین‌ها با فناوری‌های جدید دماغه هیدرولیکی	جایگزینی دماغه مکانیکی با دماغه هیدرولیکی تلفات کلزا را به صورت معنی‌داری کاهش داد
مستوفی، ۱۳۹۲؛ مستوفی، ۱۳۸۹	بومی‌سازی و الحاق پایشگرها و نمایشگرهای تلفات به انواع ماشین‌های برداشت محصولاتی که به ریزش حساس بوده و با شاخ و برگ گیاه هم‌زمان خشک نمی‌شوند مانند کلزا و سویا	اثر معنی‌دار پایشگر و نمایشگر تلفات دانه که میزان تلفات برداشت را به صورت پیوسته پایش نموده و به راننده نشان می‌دهند در کمباین، روی کاهش تلفات برداشت به اثبات رسید
نظر زاده، ۱۳۹۳	الحاق سامانه پایش عملکرد به انواع ماشین‌های برداشت	به کارگیری سامانه اندازه‌گیری و پایش عملکرد با موفقیت همراه بود

مستوفی، ۱۳۸۹	عمومی‌سازی استفاده از شاخه تکان و مواد شیمیایی مناسب (در صورت نیاز) در برداشت میوه‌ها و محصولات زراعی (کلزا و ...)	برداشت مکانیزه پرتقال تامسون ناول به کمک اتفون افزایش ۲۰ درصدی برداشت را به همراه داشت
--------------	--	--

چگونه یک راننده می‌تواند تنظیمات ماشین برداشت را از یک مزرعه به مزرعه دیگر تغییر دهد. در این زمینه باید فناوری‌های نوین را به خدمت گرفت. فناوری‌هایی که حرکت کلیه اجزای ماشین برداشت را متناسب با شرایط مزرعه باهم هماهنگ می‌کند

۶- نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بررسی‌ها و یافته‌های پژوهشی متعدد در خصوص کاربرد فناوری‌های نوین در دهه‌های اخیر، این نکته به اثبات رسیده است که به‌کارگیری روش‌ها و فناوری‌های نوین در ماشین‌های کشاورزی الزامی است. استفاده از فناوری‌های نوین اثرات فنی، اقتصادی و زیست محیطی متعددی را به دنبال دارد که اهم برخی از آن‌ها به شرح زیر است:

- حذف تنظیمات دستی ماشین
- کاهش زمان انجام کار
- کاهش هزینه‌ها
- افزایش دقت کار
- کاهش به هم خوردگی خاک و حفظ رطوبت
- کاهش مصرف انرژی
- حفظ محیط‌زیست و افزایش ایمنی کاربر و ماشین
- افزایش راندمان مزرعه‌های ماشین‌ها
- کاهش مصرف نهاده‌ها (کود، سم، بذر، آب و...)
- کاهش تلفات محصول

برخی از مهمترین فناوری‌های نوین که می‌تواند در کشور گسترش یابند عبارتند از پیشگر و نمایشگر تلفات دانه و حس‌گرهای مربوطه، سیستم نیوماتیکی بوجاری، حسگرهای بلادرنگ، سامانه GIS، فناوری RS، ماشین‌های کشت مستقیم و شیار بازکن‌های فعال، افشانک‌های با فناوری جدید، سم‌پاش‌های الکتروستاتیکی و میکرونر، سامانه پیشگر و پهنه‌بندی عملکرد، سامانه غیر مخرب آکوستیکی و اسپکتروسکوپی.

علاوه بر این روش‌ها و فناوری‌های برداشت دومرحله‌ای برخی محصولات حساس، خاک‌ورزی مخزنی، سم‌پاشی نواری، سم‌پاشی و کودپاشی با نرخ و یا غلظت متغیر، به کمک نقشه از جمله مهم‌ترین روش‌های نوینی هستند که در پژوهش‌های انجام‌شده کار آبی و لزوم استفاده از آن‌ها در مهندسی کشاورزی به اثبات رسید.

۷- منابع

رستمی، محمدعلی. ۱۳۹۶. گزارش تحلیلی نقش و جایگاه روش‌ها و فناوری‌های نوین در مهندسی کشاورزی. انتشارات مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
شریفی، احمد و همکاران. ۱۳۹۴. نقش تحقیقات ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون در امنیت غذایی. انتشارات مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۱۳۹۴. دهه دوم تلاش مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. انتشارات مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۴۰۰ صفحه.

- Huke, P., Klattenhoff, R., von Kopylow, C. and Bergmann, R. B. 2013. Novel trends in optical non-destructive testing methods. *J. Europ. Opt. Soc. Rap. Public.* 8, 13043.
- Jamshidi, B., Mohajerani, E., Jamshidi, J., Minaei, S., and Sharifi, A. 2015. Non-destructive detection of pesticide residues in cucumber using visible/near-infrared spectroscopy. *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*. Doi: 10.1080/19440049.2015.1031192.
- Naderi-Boldaji, M., Sharifi, A., Jamshidi, B., Younesi-Alamouti, M. and Minaei, S. 2011. A dielectric-based combined horizontal sensor for on-the-go measurement of soil water content and mechanical resistance. *Sensors and Actuators A: Physical.* 171, 131-137.
- Sharifi, A., Mohsenimanesh, A. and Jamshidi, B. 2011. A modified arrangement of multi-prismatic tips on a horizontal sensor for on-the-go measurement of soil mechanical resistance. *International Journal of Food, Agriculture and Environment.* 9 (3&4), 775-778.
- Younesi Alamouti, M. and P. Mohammadi. 2015. Residue and Tillage Effects on Crop Yield Components: Field Evaluation of Common Tillage Practices in Rainfed Wheat Planting, *CIGR journal* Vol. 17 No 2, pp, 45-56.

تحلیل مصرف انرژی در بخش کشاورزی

عادل واحدی

استادیار موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،
کرج، ایران

۱- مقدمه

نظر به این که بخش کشاورزی با محدودیت منابع تولید مواجه می باشد، باید تعادل بین جریان برداشت از منابع تولید و میزان تولید محصولات کشاورزی ایجاد شود و استفاده از منابع تولید باید به گونه‌ای باشد که امنیت غذایی نسل آینده تهدید نشود و کشاورزی پایدار تحقق یابد. مزایای تحلیل انرژی، فراهم آوردن مبنایی برای مدیریت منابع محدود تولید، تعیین انرژی مصرف شده فرآورده‌های تولید، شناخت مراحل که کمترین انرژی نهاده را نیاز دارند، تحلیل سیستم‌های کشاورزی کارا و ناکارا و بررسی اثرات زیست محیطی سیستم‌های کشاورزی می‌باشد. بررسی منابع انجام شده از منابع کتابخانه‌ای، میدانی، مصاحبه با کارشناسان خبره و کشاورزان پیشرو در موضوع انرژی نشان می‌دهد که مطالعات انجام شده در کشور به منظور بررسی سیر مصرف انرژی و اثرات زیست محیطی سیستم‌های تولیدی کشاورزی محدود و پراکنده بوده و از جامعیت لازم برخوردار نیست. یافته‌ها بیانگر این مطلب هستند که سرانه مصرف نهایی انرژی در ایران ۱/۹۱ تن معادل نفت خام بازا هر نفر است در حالیکه این شاخص در ترکیه ۱/۰۷ و متوسط جهانی آن ۱/۱۶ تن معادل نفت خام بازا هر نفر است. همچنین شاخص شدت مصرف نهایی انرژی کشور طی سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۸۴ روند افزایشی داشته است و از ۰/۵ بشکه معادل نفت خام بازا یک میلیون ریال تولید ناخالص داخلی در سال ۱۳۸۴ به ۰/۵۶ بشکه معادل نفت خام بازا یک میلیون ریال تولید ناخالص داخلی در سال ۱۳۹۲ افزایش یافته است. همچنین نتایج بیانگر این موضوع است که شاخص بهره‌وری انرژی کشور در بخش‌های مختلف و بویژه در بخش کشاورزی طی سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۸۴ روند نزولی داشته بعبارتی بازا یک بشکه معادل نفت خام انرژی مصرفی، تولید ناخالص داخلی از ۲۰۰۰/۸ هزار ریال در سال ۱۳۸۴ به ۱۷۸۸/۲ هزار ریال در سال ۱۳۹۲ کاهش یافته است.

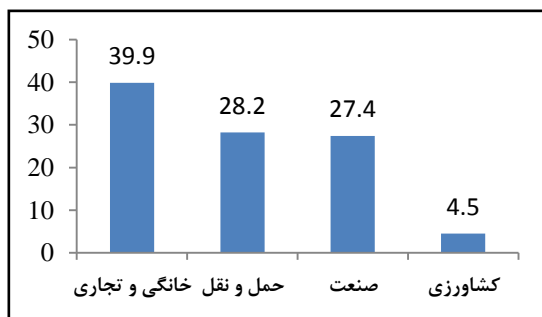
در کشورهای جهان سوم بعلت جوان بودن جمعیت، پتانسیل بیشتری برای رشد جمعیت در طی سال‌های آینده وجود داشته و ورود این نسل‌های جدید به بازار اقتصاد کشورهای در حال توسعه موجب افزایش تقاضای انرژی می‌گردد. با افزایش جمعیت جهان، ضمن نیاز به ایجاد امنیت غذایی در سطح جهانی، لازم است همزمان توجه کافی به حفظ تنوع زیستی و محیط زیست گردد. افزایش

بهره‌وری نهاده‌های تولید (انرژی‌های ورودی) و کاهش اثرات زیست محیطی هدف نهایی سامانه‌های کشاورزی پایدار می باشد. با توجه به ماهیت فعالیت‌های مختلف و نوع مصرف انواع نهاده‌های انرژی در بخش کشاورزی، گرم کردن فضای گلخانه‌ها و مرغداری‌ها، سوخت ماشین‌ها و تجهیزات، کودهای شیمیایی، نیرو محرکه الکتروپمپ‌ها جهت پمپاژ آب از چاه‌های برقی و جیره غذایی دام و طیور و آبزیان از مهم‌ترین بخش‌های مصارف انرژی در کشاورزی محسوب می‌شوند.

با در نظر گرفتن بحران انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی و سایر آلاینده‌های زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به ویژه کودهای نیتروژنه، تمام تلاش‌ها بر آن است که مصرف این سوخت‌ها و کودهای پایان پذیر، گران و آلوده کننده محیط زیست تا حد امکان کاهش یابد. استفاده از سوخت‌های فسیلی و مصرف بی‌رویه کودها و سموم شیمیایی اثرات زیست محیطی مخربی مانند گرمایش جهانی، اسیدی شدن، اوتریفیکاسیون خشکی، تخلیه لایه ازن و اکسیداسیون فتوشیمیایی و تخلیه منابعی همچون سوخت‌های فسیلی، فسفات، پتاس و آب را موجب شده است. اکثر کشورهای پیشرفته و در حال توسعه، انرژی وارد شده در واحد سطح برای تولید محصولات مختلف کشاورزی را بررسی و با محاسبه شاخص‌های انرژی سعی کرده‌اند نظام‌های تولید کشاورزی خود را از نظر مصرف انرژی بهینه کنند.

اگر چه افزایش سطح مکانیزاسیون در سامانه‌های رایج کشاورزی موجب افزایش تولید گردیده اما مصرف انرژی در بخش کشاورزی به طور روز افزون افزایش و کارایی انرژی مصرفی کاهش یافته‌است (رحیمی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۶).

همانطور که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود بیشترین سهم مصرف انرژی کل کشور به بخش خانگی و تجاری با ۳۹/۹٪ تعلق دارد و این در حالی است که در کشورهای توسعه یافته این بخش به مراتب سهم کمتری را نسبت به بخش صنعت به خود اختصاص می‌دهد. سهم بخش کشاورزی از مصرف نهایی انرژی کشور حدود ۴/۵٪ می‌باشد.



شکل ۱- سهم مصرف انرژی بخش کشاورزی در مقایسه با سایر بخش‌ها

سهم مصرف انرژی بخش کشاورزی در مقایسه با سایر بخش‌ها ناچیز بوده است. این در حالی است که بخش کشاورزی به تنهایی نقش به‌سزایی در افزایش ارزش افزوده و کاهش نرخ بیکاری کشور ایفا می‌کند و با اختصاص میزان بیشتری از سهم مصرف انرژی در این بخش، می‌توان نقش این بخش را در اقتصاد کشور بسیار بارزتر و چشم‌گیر نمود. عبارتی این امر می‌تواند گویای، اهمیت بالای بررسی پتانسیل‌های مصرف انرژی در بخش کشاورزی، همگام با فعالیت‌های موازی مکانیزاسیون این بخش باشد. لذا باید ضمن اتخاذ سیاست‌های مناسب در راستای از بین بردن موانع مصرف حامل‌های انرژی در بخش کشاورزی و عرضه انرژی بیشتر در بخش کشاورزی نسبت به بکارگیری مناسب و بهینه انرژی هم اقدام نمود.

در حال حاضر بخش کشاورزی با دارا بودن سهمی در حدود ۱۴ درصد از کل تولید ناخالص داخلی، ۳۱ درصد صادرات غیر نفتی (بدون در نظر گرفتن میعانات گازی)، ۲۳ درصد اشتغال کل کشور و همچنین ضریب خودکفایی بیش از ۹۴ درصد در محصولات کشاورزی از موقعیت ممتاز و ویژه‌ای در میان بخش‌های اقتصادی کشور برخوردار است.

متوسط سهم مصرف نفت گاز بخش کشاورزی از سهم مصرف نفت گاز کل کشور در طی پنج برنامه توسعه‌ای به ترتیب ۲۰/۵، ۱۷/۷، ۱۴، ۱۳ و ۱۱ درصد بوده است و روند کاهشی داشته است. این امر عمدتاً بدلیل جایگزینی برق به جای نفت گاز در موتور پمپ‌ها در طی ۵ برنامه و طرح‌های بهینه‌سازی مصرف نفت گاز در برنامه پنجم توسعه بوده است. در حال حاضر بر اساس ترازنامه انرژی سال ۹۲، بخش کشاورزی حدوداً ۱۱ درصد از مصرف نفت گاز کشور را به خود اختصاص داده است.

مصرف عمده نفت گاز در بخش کشاورزی مربوط به سه زیر بخش «مرغداری»، «زراعت (غلات، سیفی، حبوبات و سبزیجات) و کشت‌های گلخانه‌ای» و «دامداری و پرورش آبزیان» می‌باشد. سهم مرغداری از این میزان مصرف در زیربخش کشاورزی بسیار بالا می‌باشد. به طوری که در سال ۱۳۹۱، مرغداری‌ها ۴۰ درصد کل مصرف نفت گاز بخش کشاورزی (۱/۵ میلیون لیتر معادل ۴/۳ درصد از کل مصرف نفت گاز کشور) را به خود اختصاص داده‌اند.

از آنجایی که با توجه به ارزان بودن گوشت مرغ نسبت به گوشت قرمز پیش‌بینی رشد بالای افزایش تولید مرغ نیز در سال‌های آینده، محتمل به نظر می‌رسد، بنابراین بهینه‌سازی مصرف سوخت در مرغداری‌ها برای دستیابی به صرف‌جویی در مصرف، از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. از دیگر موارد مطرح در بخش کشاورزی، مصرف انرژی در خشک‌کن‌ها و همچنین ماشین‌آلات کشاورزی است که تاکنون تدوین معیار آن‌ها صورت نگرفته است و بهینه‌سازی مصرف انرژی در آن‌ها ضروری است. در این میان ماشین‌آلات کشاورزی نقش بسزایی در مصرف نفت گاز دارند. همچنین بدلیل

فرسودگی و قدیمی بودن تکنولوژی تولید این ماشین آلات در کشور، مصرف نفت گاز این ماشین آلات بالاتر از نرم جهانی تخمین زده شده است.

۲- شناخت وضعیت انرژی در ایران

شاخص‌های کلی انرژی کشور در سال ۱۳۹۲ به شرح جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱- شاخص‌های کلی انرژی کشور در سال ۱۳۹۲ (بی نام، ۱۳۹۶)

شاخص	مقدار	واحد
تولید ناخالص داخلی ایران	۱,۹۷۲,۸۵۳	میلیارد ریال به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳
عرضه کل انرژی اولیه	۱۶۶۸/۳	میلیون بشکه معادل نفت خام
مصرف نهایی انرژی	۱۱۰۳/۳	میلیون بشکه معادل نفت خام
شدت عرضه انرژی اولیه	۰/۸۵	بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال
شدت مصرف نهایی انرژی	۰/۵۶	بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال
سرانه مصرف نهایی	۲/۱۳	تن معادل نفت خام به ازاء هر نفر
سرانه مصرف نهایی انرژی	۱/۹۱	تن معادل نفت خام به ازاء هر نفر
بهره‌وری انرژی	۱۷۸۸/۲	هزار ریال بازاء هر بشکه معادل نفت خام

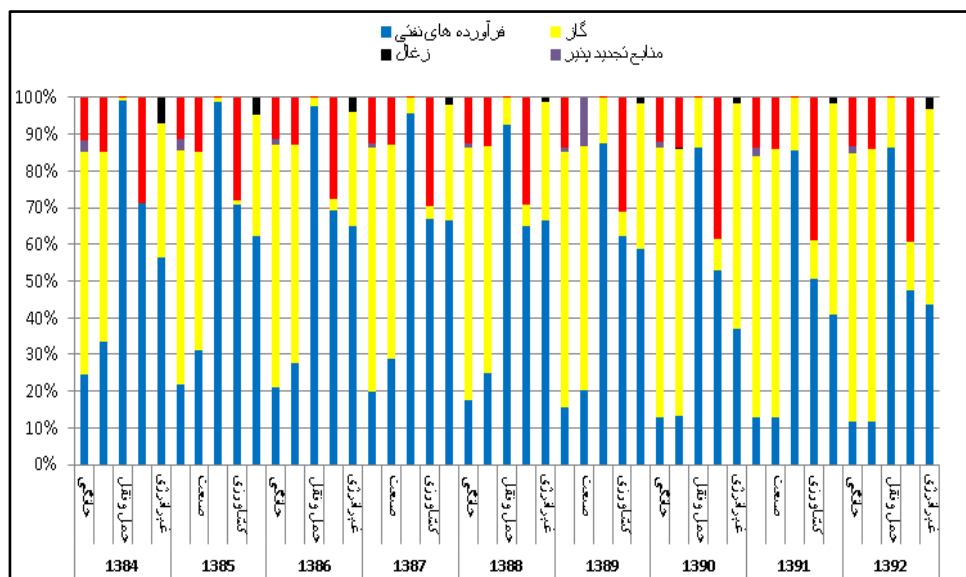
مقایسه وضعیت انرژی ایران در سال ۱۳۹۲ با ارقام مشابه در سال ۱۳۸۴ نشان می‌دهد که شاخص عرضه کل انرژی اولیه با رشد سالیانه ۴/۱ درصد از ۱۲۱۳/۴ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۸۴ به ۱۶۶۸/۳ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۹۲ رسیده است. شاخص مصرف نهایی انرژی با رشد سالیانه ۳/۶ درصد از ۸۳۳/۸ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۸۴ به ۱۱۰۳/۳ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۹۲ افزایش یافته است.

در سال ۱۳۹۲ سهم مصرف نهایی انرژی بخش کشاورزی ۴۹/۶ میلیون بشکه معادل نفت خام و ۴/۵ درصد کل مصرف نهایی انرژی کشور می‌باشد. سهم حامل‌های انرژی شامل گاز طبیعی، برق و فرآورده‌های نفتی در مصرف نهایی انرژی بخش کشاورزی بترتیب ۶/۶، ۱۹/۵ و ۲۳/۵ میلیون بشکه معادل نفت خام و بعبارتی سهم حامل‌های انرژی شامل گاز طبیعی، برق و فرآورده‌های نفتی در مصرف نهایی انرژی بخش کشاورزی ۱۳/۳٪، ۳۹/۲۴٪ و ۴۷/۴۳٪ در سال ۱۳۹۲ بود.

متوسط مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی از ۳۳/۷ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۸۴ با رشد سالیانه ۴/۹ درصد به ۴۹/۶ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۹۲ افزایش یافت. با این وجود، متوسط سهم مصرف نهایی انرژی بخش کشاورزی طی همین دوره از ۹/۲ درصد به ۴/۵ درصد کاهش یافت.

این افزایش چشمگیر در مصرف نهایی انرژی، ضرورت تداوم و شتاب در اقدامات بهینه‌سازی در عرضه و تقاضای انرژی را بیش از پیش ضروری می‌سازد. زیرا طی دوره مورد بررسی سالانه صادرات انرژی کشور ۶/۲ درصد کاهش داشته اما واردات، سالانه ۵/۹ درصد افزایش یافته است. ادامه این روند سبب می‌گردد که وابستگی انرژی کشور به واردات افزایش یابد. علی‌رغم افزایش جمعیت طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲، تولید ناخالص داخلی سرانه کاهش یافته است که به دلیل تولید ناخالص داخلی تقریباً ثابت در سال‌های منتهی به سال ۹۲ است. ادامه این روند بحران اقتصادی و اجتماعی ایجاد خواهد کرد.

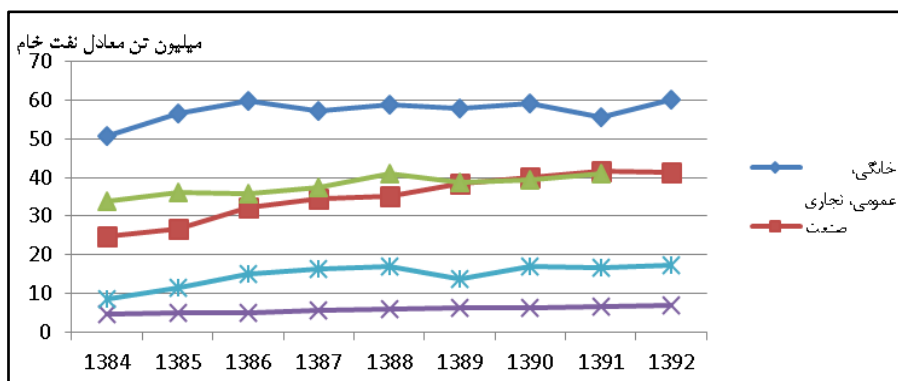
شکل ۲ سهم انرژی بخش‌های مختلف به تفکیک حامل‌های انرژی را از ۱۳۸۴-۱۳۹۲ نشان می‌دهد. در بخش کشاورزی ملاحظه می‌شود که مصرف فرآورده‌های نفتی طی سال‌های اخیر کاهش و مصرف گاز طبیعی و برق روند صعودی داشته است که از عمده دلایل این تغییر مصرف حامل‌های انرژی در بخش کشاورزی می‌تواند برقی شدن چاه‌های کشاورزی و گاز سوز شدن واحدهای گرمایشی در مرغداری‌ها، دامداری‌ها و خشک‌کن‌ها باشد.



شکل ۲- سهم انرژی بخش‌های مختلف به تفکیک حامل‌های انرژی طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۹۲

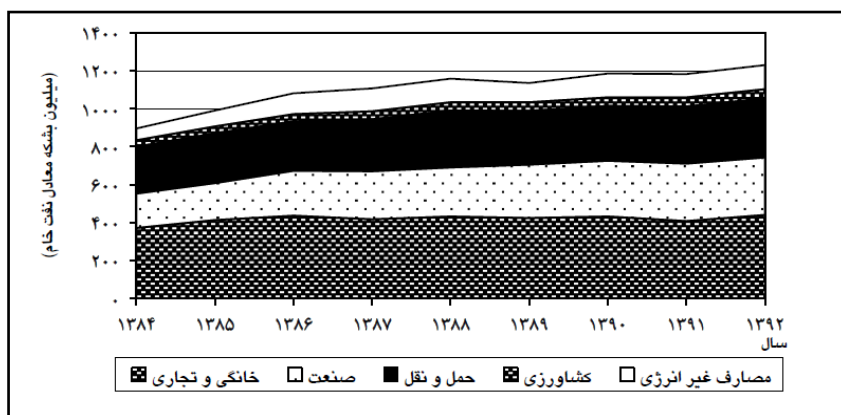
شکل ۳ روند مصرف انرژی بخش‌های مختلف را طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۹۲ نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که بخش کشاورزی در مصرف انرژی روند افزایشی مستمری طی این سال‌ها

داشته است ولی در سایر بخش‌ها پس از هدفمند کردن یارانه‌ها، رشد سالانه مصرف انرژی در سال اول پس از هدفمندی یارانه‌ها کاهش و سپس سالانه با شدت کمتری نسبت به قبل از سال ۱۳۸۸ رشد نسبی داشته است.



شکل ۳- مصرف انرژی بخش‌های مختلف طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۹۲ (بی نام، ۱۳۹۴)

در شکل ۴ مشاهده می‌شود سهم مصرف نهایی انرژی بخش کشاورزی از کل مصرف نهایی انرژی کشور طی سال‌های ۹۲-۱۳۸۴ کاهش یافته است و ادامه این روند سبب خواهد شد در میان مدت تولید بخش کشاورزی همسان با سایر بخش‌ها رشد نکند. این در حالی است که رشد سهم بخش صنعت و خانگی و تجاری طی این مدت قابل ملاحظه است.



شکل ۴- روند مصرف نهایی انرژی به تفکیک بخش‌ها طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۹۲ (بی نام، ۱۳۹۴)

سرايه مصرف نهايي انرژي در ايران ۱/۹۱ تن معادل نفت خام بازاء هر نفر است در حالي كه اين شاخص در تركيب ۱/۰۷ و متوسط جهاني آن ۱/۱۶ تن معادل نفت خام بازاء هر نفر است (جدول ۲).

جدول ۲- توليد ناخالص داخلي، جمعيت، عرضه انرژي اوليه و مصرف نهايي انرژي در ايران و برخي كشورها در سال ۲۰۱۲ (واحدى، ۱۳۹۶)

سرانه (تن معادل نفت خام بر نفر)	مصرف نهايي انرژي (ميليون تن معادل نفت خام)	عرضه انرژي اوليه (ميليون تن معادل نفت خام)	توليد ناخالص داخلي بر اساس (مليارد دلار)		نام كشور يا گروه كشورها		
			جمعيت (ميليون نفر)	نرخ ارز برابري قدرت خريد			
۲/۵۹	۴/۱۹	۳۲۵۰/۷	۱۲۵۴/۳	۳۹۲۰۲/۴	۳۹۴۹۰	OECD	
۳/۴۷	۵/۵۳	۱۶۱۹/۵	۲۵۸۰/۱	۴۶۶/۲	۱۷۰۹۳/۹	۱۶۵۵۲/۲	آمريكاي شمالي
۴/۲۳	۶/۸۱	۱۳۲۸/۴	۲۱۴۰/۶	۳۱۴/۳	۱۴۲۳۱/۶	۱۴۲۳۱/۶	آمريكا
۲/۱۲	۳/۵۵	۲۷۰/۸	۴۵۲/۳	۱۲۷/۶	۳۹۹۳/۸	۴۶۹۴/۴	ژاين
۲/۴۶	۵/۲۷	۱۲۳	۲۶۳/۴	۵۰	۱۳۹۹/۷	۱۰۷۸/۲	كره جنوبي
۱/۰۷	۱/۵۶	۸۰/۲	۱۱۶/۹	۷۴/۹	۱۰۱۵/۴	۶۲۷/۸	تركيه
۳/۶	۵/۸۲	۱۸/۱	۲۹/۲	۵	۲۳۸/۵	۳۲۹/۳	نروژ
۰/۴۴	۰/۷۱	۱۰۲۵/۸	۱۶۴۳/۷	۳۳۲۰/۲	۱۲۶۴۲/۷	۳۵۶۷/۸	كشورهاي آسيايي (OECD)
۰/۴۸	۰/۶۸	۵۱۸/۷	۷۳۲/۸	۱۰۸۳/۱	۴۱۷۶/۵	۱۳۳۰/۸	آفريقا
۱/۷۱	۳/۱۸	۳۷۸/۸	۷۰۴/۸	۲۲۱/۳	۴۴۱۳/۷	۱۶۱۹/۹	خاورميانه
۱/۱۶	۲/۱۴	۱۵۷۴/۴	۲۹۰۸/۹	۱۳۵۷/۹	۱۳۲۸۹/۳	۴۷۵۶/۴	چين و هنگ كنگ
۰/۳۸	۰/۶۴	۴۷۵/۹	۷۸۸/۱	۱۲۳۶/۷	۵۵۶۷/۱	۱۳۸۹	هند
۰/۳۸	۰/۴۸	۶۸/۹	۸۵/۸	۱۷۹/۲	۶۹۶/۴	۱۳۸/۵	پاكستان
۲/۸	۷/۰۸	۷۹/۲	۲۰۰/۳	۲۸/۳	۱۲۸۰/۷	۴۹۷/۶	عربستان سعودي
۱/۶۸	۲/۵۵	۵۰/۴	۷۶/۴	۳۰	۴۷۱/۱	۱۹۲/۱	ونزوئلا
۱/۹۱	۲/۸۷	۱۴۵/۷	۲۱۹/۶	۷۶/۴	۱۰۵۳/۳	۲۴۵/۲	ايران
۱/۱۶	۱/۹	۸۱۷۰/۳	۱۳۳۷۱	۷۰۳۷/۱	۸۲۹۰۰/۶	۵۴۵۸۷/۹	جهان

جدول ۳ شاخص شدت انرژي در ايران و برخي كشورها را نشان مي‌دهد. شدت انرژي شاخصي در تحليل مصرف انرژي و ارتباط آن با اقتصاد كشور است. مقدار اين شاخص برابر با نسبت مصرف انرژي به توليد ناخالص داخلي در يك كشور است. لذا شدت انرژي، اين مفهوم را مي‌رساند كه به ازاي يك واحد توليد ناخالص ملي، چه مقدار انرژي مصرف شده است. در اين صورت، هرچه مقدار

این شاخص برای یک کشور کمتر باشد، نشان دهنده این است که صنایع آن کشور، فناوری پیشرفته‌تر، مصرف انرژی کم‌تر و سودآوری بیشتری دارند.

جدول ۳- شاخص شدت انرژی در ایران و برخی کشورها در سال ۲۰۱۲ (واحدی، ۱۳۹۶)

شدت مصرف انرژی اولیه (تن معادل نفت خام / هزار دلار)		شدت عرضه انرژی اولیه (تن معادل نفت خام / هزار دلار)		نام کشور یا گروه کشورها
نرخ ارز	برابری قدرت خرید	نرخ ارز	برابری قدرت خرید	
۰/۰۸۳	۰/۰۸۲	۰/۱۳۳	۰/۱۳۴	OECD
۰/۰۹۵	۰/۰۹۸	۰/۱۵۶	۰/۱۵۱	آمریکای شمالی
۰/۰۹۳	۰/۰۹۳	۰/۱۵۰	۰/۱۵۰	آمریکا
۰/۰۶۸	۰/۰۵۸	۰/۰۹۶	۰/۱۱۳	ژاپن
۰/۰۸۸	۰/۱۱۴	۰/۲۴۴	۰/۱۸۸	کره جنوبی
۰/۰۷۹	۰/۱۲۸	۰/۱۸۶	۰/۱۱۵	ترکیه
۰/۰۷۶	۰/۰۵۵	۰/۰۸۹	۰/۱۲۲	نروژ
۰/۰۸۱	۰/۲۸۸	۰/۴۶۰	۰/۱۳۰	کشورهای آسیایی (OECD)
۰/۱۲۴	۰/۳۹۰	۰/۵۵۰	۰/۱۸۰	آفریقا
۰/۰۸۶	۰/۲۳۴	۰/۴۳۵	۰/۱۶۰	خاور میانه
۰/۱۱۸	۰/۳۳۱	۰/۶۱	۰/۲۲۰	چین و هنگ کنگ
۰/۰۸۵	۰/۳۴۳	۰/۵۷	۰/۱۴۰	هند
۰/۰۹۹	۰/۴۹۸	۰/۶۲	۰/۱۲۰	پاکستان
۰/۰۶۲	۰/۱۵۹	۰/۴	۰/۱۶۰	عربستان سعودی
۰/۱۰۷	۰/۲۶۳	۰/۴	۰/۱۶۰	ونزوئلا
۰/۱۳۸	۰/۵۹۴	۰/۹	۰/۲۱۰	ایران
۰/۰۹۹	۰/۱۵۰	۰/۲۴۰	۰/۱۶۰	جهان

شاخص شدت مصرف نهایی انرژی کشور طی سال‌های گذشته روند افزایشی داشته است و از ۰/۴۷ بشکه معادل نفت خام بازاء یک میلیون ریال تولید ناخالص داخلی در سال ۱۳۷۷ به ۰/۵۶ بشکه معادل نفت خام بازاء یک میلیون ریال تولید ناخالص داخلی در سال ۱۳۹۲ افزایش یافته است (جدول ۴). تغییرات شاخص شدت انرژی کشور بیانگر این مطلب مهم و استراتژیک است که طی سال‌های گذشته ما در آزاء درآمد ناخالص داخلی ثابت، انرژی بیشتری هزینه کرده‌ایم و این موضوع با توجه به محدودیت منابع و رشد جمعیت در آینده ممکن است بحران‌های انرژی و به دنبال آن تنش‌های فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی بوجود آورد.

جدول ۴- روند تغییرات شاخص شدت انرژی ایران از سال ۱۳۷۷ تا سال ۱۳۹۲ (واحدی، ۱۳۹۶)

سال	تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ (میلیارد ریال)	عرضه کل انرژی اولیه (میلیون بشکه معادل نفت خام)	مصرف نهایی انرژی اولیه (میلیون بشکه معادل نفت خام)	شدت عرضه انرژی اولیه کشور (بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال)	شدت مصرف نهایی انرژی کشور (بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال)
۱۳۸۴	۱۶۶۸۱۸۶/۱	۱۲۱۳/۴	۸۳۳/۸	۰/۷۳	۰/۵۰
۱۳۸۵	۱۷۶۹۴۲۶	۱۳۳۱	۹۰۷/۴	۰/۷۵	۰/۵۱
۱۳۸۶	۱۹۰۶۴۴۶/۷	۱۴۲۹/۵	۹۷۱/۹	۰/۷۵	۰/۵۱
۱۳۸۷	۱۹۱۸۶۸۱	۱۴۸۱/۹	۹۸۶	۰/۷۷	۰/۵۱
۱۳۸۸	۱۹۴۲۹۸۹/۵	۱۵۴۴/۴	۱۰۳۳/۸	۰/۷۹	۰/۵۳
۱۳۸۹	۲۰۶۸۹۱۱/۹	۱۵۳۶/۹	۱۰۳۴/۳	۰/۷۴	۰/۵
۱۳۹۰	۲۱۵۷۹۳۴/۱	۱۵۹۳/۳	۱۰۶۰/۱	۰/۷۴	۰/۴۹
۱۳۹۱	۲۰۱۱۵۵۴	۱۵۹۹/۷	۱۰۵۹/۵	۰/۸	۰/۵۳
۱۳۹۲	۱۹۷۲۸۵۳	۱۶۶۸/۳	۱۱۰۳/۳	۰/۸۵	۰/۵۶

۳- نتیجه گیری

- ۱- سهم مصرف نهایی انرژی بخش کشاورزی ۴۹/۶ میلیون بشکه معادل نفت خام و ۴/۵ درصد کل مصرف نهایی انرژی کشور می باشد.
- ۲- سهم حامل های انرژی شامل گاز طبیعی، برق و فرآورده های نفتی در مصرف نهایی انرژی بخش کشاورزی بترتیب ۶/۶، ۱۹/۵ و ۲۳/۵ میلیون بشکه معادل نفت خام هست.
- ۳- متوسط مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی از ۳۳/۷ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۸۴ با رشد سالیانه ۴/۹ درصد به ۴۹/۶ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۹۲ افزایش یافت. با این وجود متوسط سهم مصرف نهایی انرژی بخش کشاورزی طی همین دوره از ۹/۲ درصد به ۴/۵ درصد کاهش یافت.
- ۴- شاخص تولید ناخالص داخلی در سال ۱۳۹۰ به رقم ۲/۱۵۷/۹۳۴ میلیارد ریال به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ رسید و در سال های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ روند کاهشی داشته بطوریکه شاخص تولید ناخالص داخلی در سال ۱۳۹۲ به رقم ۱/۹۷۲/۸۵۳ میلیارد ریال به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ رسید.
- ۵- شاخص عرضه کل انرژی اولیه طی پانزده سال منتهی به سال ۱۳۹۲ روند افزایشی داشته و به ۱۶۶۸/۳ میلیون بشکه معادل نفت خام رسید.

- ۶- شاخص مصرف نهایی انرژی طی پانزده سال منتهی به سال ۱۳۹۲ روند افزایشی داشته و به ۱۱۰۳/۳ میلیون بشکه معادل نفت خام رسید.
- ۷- شاخص بهره‌وری انرژی کشور طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۹۲ روند نزولی داشته بعبارتی بزاء یک بشکه معادل نفت خام انرژی مصرفی، تولید ناخالص داخلی از ۲۰۰۰/۸ هزار ریال در سال ۱۳۸۴ به ۱۷۸۸/۲ هزار ریال در سال ۱۳۹۲ کاهش یافته است.
- ۸- مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران ۳/۳ برابر مصرف جهانی است.
- ۹- بررسی فوق نشان داد که کاهش مصرف نهاده‌های تولید به مقدار جزئی حداقل ۵ درصد، که با مدیریت صحیح نهاده‌ها به راحتی ممکن و میسر می‌باشد، به مقدار قابل ملاحظه $10^{15} \times 24/24$ ژول سبب کاهش مصرف انرژی در سطح کلان ملی می‌شود.
- ۱۰- با عنایت به اینکه بخش کشاورزی تنها ۴/۵ درصد از سهم انرژی مصرفی کشور را مصرف می‌نماید، لذا به اهمیت کاهش همین مقدار ناچیز منتج از بهینه‌سازی مصرف انرژی در تحقق اقتصاد مقاومتی در کشاورزی می‌توان پی برد.

۴- پیشنهادها

- ۱- در بررسی‌های صورت گرفته، مشخص گردید که مطالعات تحلیلی ارزیابی مصرف انرژی در بخش دام، طیور و آبزیان، جنگل‌ها و مراتع، صنایع تکمیلی و تبدیلی و بسیاری از محصولات زراعی و باغی انجام نشده و یا خیلی محدود انجام شده است. بنابراین، نیاز به تحقیقات جامع و مدون و برنامه‌ریزی شده در ارزیابی سیر مصرف انرژی در بخش‌های فوق کاملاً حس می‌شود.
- ۲- در تحلیل‌های صورت گرفته تنها سه محصول غله‌ای، دو محصول کشاورزی صنعتی، دو محصول باغی و یک محصول دامی مطالعه شده‌اند که در اثر مدیریت صحیح نهاده‌ها و کاهش جزئی در مصرف نهاده‌های تولید، بهبود قابل ملاحظه‌ای در کاهش انرژی مصرفی و ذخیره‌سازی انرژی در سطح کلان حاصل گردید. برای بهینه‌سازی انرژی مصرفی بخش کشاورزی به ویژه در مورد نهاده‌های کمیابی مانند سوخت مصرفی، آب آبیاری و کودهای شیمیایی و کاهش الایندگی‌های زیست محیطی و ارتقاء سطح سلامت جامعه و در نهایت تحقق کشاورزی پایدار لازم است تا تحقیقی جامع و ملی در خصوص مدیریت مصرف انرژی و تعیین شاخص‌های انرژی محصولات عمده و استراتژیک زراعی و باغی و دامی کشور انجام شود.

- ۳- برای بهبود شاخص‌های مصرف انرژی در بخش کشاورزی، بهینه‌سازی مصرف نهاده‌های تولید و ارتقاء سطح مدیریت مزرعه ضروری است. همچنین برای افزایش شاخص انرژی در کشاورزی، داشتن بانک‌های داده مناسب و جامع الزامی است.
- ۴- پیشنهاد می‌شود با انجام پژوهش‌های تحلیل مصرف انرژی در سیستم‌های کشاورزی، مقدار نهاده‌ها و انرژی مصرفی در محصولات و مناطق مختلف کشور معین شود و شاخص‌های انرژی در هر مورد تعیین گردد تا الگوی مناسب مدیریت نهاده‌های تولید مشخص و در قالب دستورالعمل اجرایی به مدیریت‌ها و واحدهای اجرایی کشاورزی ابلاغ شود.
- ۵- پیشنهاد می‌شود با انجام پژوهش‌های تحلیل مصرف انرژی در سیستم‌های کشاورزی، کارایی سیستم‌های تولیدی کشاورزی ارزیابی شده تا سیستم‌های کشاورزی کارا و ناکارا تمیز داده شود و با ارائه راهکار مناسب سیستم‌های ناکارا ارتقاء یابند و در نهایت میزان ذخیره‌سازی انرژی در سطح کلان محاسبه شود.

۵- منابع

- رحیمی زاده، م.، مدنی، ح.، رضا دوست، س.، مهربان، ا.، مرجانی، ع. ۱۳۸۶. تجزیه و تحلیل انرژی در بوم نظام‌های کشاورزی و راهکارهای افزایش کارایی انرژی. ششمین همایش ملی انرژی. واحدی، ع. ۱۳۹۶. بهینه‌سازی مصرف انرژی در کشاورزی رهیافتی برای تحقق اقتصاد مقاومتی. گزارش فنی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی (در دست انتشار)
- Nassiri, S. M., Singh, S. 2009. Non-parametric energy use efficiency, energy ratio and specific energy for wheat crop production. *Iran Agricultural Research*, 27:27-38.