وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
AERI

اثربخشی پنج ساله مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

(۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰)

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

اثربخشی پنج‌ساله
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
(۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰)

تابستان ۱۴۰۱

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

عنوان:	اثربخشی پنج‌ساله مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی (۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰)
نام و نام خانوادگی نگارندگان فصل‌ها:	بهاره جمشیدی، حسین دهقانی‌سانیج، احمد شریفی‌مالواجردی، عادل میرمجیدی، سید ابوالقاسم حقایقی‌مقدم، محمدحسین سعیدی‌راد، حامد فاطمیان، نیکروز باقری، عادل واحدی، داود مؤمنی، سیدمعین‌الدین رضوانی، جلال جوادی‌مقدم، الیاس دهقان
نام و نام خانوادگی همکاران نگارنده:	احمد حیدری، منا طهماسبی، هادی کریمی، حمیدرضا آقاقزوینی، رضا ادیبان، رضا عادل‌زاده، کریم گرامی، نعیم لویمی، حمیدرضا گازر، افشین ایوانی، سیدمحمدجواد افضلی، اورنگ تاکی، علی رشادصدقی
نام و نام خانوادگی ویراستاران:	بهاره جمشیدی، حسین دهقانی‌سانیج
نام و نام خانوادگی سایر همکاران:	سیده‌سایه باقرالهاشمی
ناشر:	مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
طراح جلد:	سمیه وطن‌دوست
تاریخ انتشار:	تابستان ۱۴۰۱

این نوشتار به شماره ٦١٩٩٦ تاریخ ١٤٠١/٥/١٢ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به ثبت رسیده است.

با نام خالق یکتا

پیش‌گفتار

این گزارش با هدف تحلیل اثربخشی دستاوردهای مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی در پنج سال اخیر (سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰) تهیه شده است. فصل ۱ این گزارش به معرفی مؤسسه و وظایف آن، هم‌چنین برنامه‌های ۲۰گانه مؤسسه در افق ده‌ساله که به منظور کمک به حل چالش‌های ملی مرتبط در بخش کشاورزی و در راستای برنامه تحول کشاورزی با رویکرد جهادی تعریف شده است، می‌پردازد. در این فصل هم‌چنین، وضعیت دستاوردهای پژوهشی مؤسسه در پنج سال اخیر و چگونگی ارتباط آن‌ها با برنامه‌های مؤسسه بررسی می‌شود. فصل‌های دوم تا چهاردهم این گزارش، به برخی از برنامه‌های مؤسسه اختصاص یافته است تا ضمن بررسی وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه‌ها به تحلیل اثربخشی دستاوردهای پنج ساله مؤسسه مرتبط با این برنامه‌ها بپردازد. بر اساس تحلیل‌های انجام‌شده، ضرورت تمرکز بیش‌تر بر شاخص‌های امنیت غذایی، افزایش بهره‌وری، تولید ثروت برای کشاورزان و بخش کشاورزی، و کاهش ارزبری بخش کشاورزی به منظور نشان دادن اثربخشی فعالیت‌های مؤسسه و توجه بیش‌تر به استراتژی‌های مؤسسه شامل حمایت از تولید دانش‌بنیان، مشارکت ذی‌نفعان و ذی‌مدخلان، تکمیل زنجیره ارزش و اشتغال‌زایی، و انتقال و بومی‌سازی فناوری‌های مهندسی کشاورزی در فعالیت‌های آتی مورد تاکید است.

فهرست مطالب

عنوان **شماره صفحه**

فصل اول (مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی در پنج‌سال اخیر)..... ۱

۱-۱- معرفی مؤسسه ۱

۱-۲- چشم‌انداز، ماموریت و استراتژی مؤسسه ۲

۱-۳- برنامه‌های ۲۰ گانه مؤسسه..... ۳

۱-۴- دستاوردهای پژوهشی مؤسسه در ۵ سال اخیر (۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰) ٤

۱-۵- جمع‌بندی ٦

۱-۶- منابع..... ٦

فصل دوم (افزایش بهره‌وری آب با کاهش مصرف مفید و غیرمفید در بخش کشاورزی) ۷

۲-۱- مقدمه ۷

۲-۲ وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه..... ۷

۲-۳- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر ۸

۲-۴- جمع‌بندی و پیشنهادها..... ۱۱

فصل سوم (هوشمندسازی کشاورزی) ۱۲

۳-۱- مقدمه ۱۲

۳-۲ وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه..... ۱۳

۳-۳- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر ۱٤

۳-۴- جمع‌بندی و پیشنهادها..... ۱۵

۳-۵- منابع..... ۱۵

فصل چهارم (بهبود مکانیزاسیون در کشاورزی حفاظتی) ۱٦

۴-۱- مقدمه ۱٦

۴-۲- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه ۱۷

۴-۳- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر ۱۷

۴-۴- جمع‌بندی و پیشنهادها..... ۲۲

۴-۵- منابع..... ۲۳

فصل پنجم (کاهش ضایعات و بهره‌گیری از زائدات در محصولات کشاورزی)..... ۲٤

۵-۱- مقدمه ۲٤

۵-۲- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه ۲۵

۵-۳- اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر ۲۷

۵-۴- جمع‌بندی و پیشنهادها..... ۲۸

فصل ششم (ساخت، ارزیابی و استفاده از تجهیزات و فناوری‌های نوین آبیاری) ۳۰

۶-۱- مقدمه ۳۰
۶-۲- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه ۳۰
۶-۳- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر ۳۱
۶-۴- جمع‌بندی و پیشنهادها ۳۴
فصل هفتم (بهبود مکانیزاسیون محصولات باغی) ۳۶
۷-۱- مقدمه ۳۶
۷-۲- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه ۳۷
۷-۳- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر ۳۸
۷-۴- جمع‌بندی و پیشنهادها ۳۸
فصل هشتم (آمایش صنایع غذایی و تبدیلی کشاورزی) ۴۰
۸-۱- مقدمه ۴۰
۸-۲- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه ۴۱
۸-۳- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر ۴۲
۸-۴- جمع‌بندی و پیشنهادها ۴۲
فصل نهم (بهبود روش‌ها و فناوری‌های مرتبط با کاربرد نهاده‌های کشاورزی) ۴۴
۹-۱- مقدمه ۴۴
۹-۲- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه ۴۴
۹-۳- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر ۴۵
۹-۴- جمع‌بندی و پیشنهادها ۴۶
۹-۵- منابع ۴۷
فصل دهم (بهینه‌سازی جریان انرژی کشاورزی) ۴۹
۱۰-۱- مقدمه ۴۹
۱۰-۲- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه ۵۲
۱۰-۳- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر ۵۲
۱۰-۴- جمع‌بندی و پیشنهادها ۵۴
فصل یازدهم (بهینه‌سازی مصرف انرژی در گلخانه‌ها) ۵۵
بهینه‌سازی مصرف انرژی در گلخانه‌ها ۵۵
۱۱-۱- مقدمه ۵۵
۱۱-۲- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه ۵۶
۱۱-۳- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر ۵۷
۱۱-۴- جمع‌بندی و پیشنهادها ۵۹
فصل دوازدهم (بهینه‌سازی مصرف آب در گلخانه‌ها و استفاده پایدار از منابع آب نامتعارف) ۶۰
۱۲-۱- مقدمه ۶۰
۱۲-۲- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه ۶۱
۱۲-۳- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر ۶۳

۴-۱۲- جمع‌بندی و پیشنهادها ٦٤
۵-۱۲- منابع ٦٤
فصل سیزدهم (افزایش تولید در سطح گلخانه‌ها) ٦٦
۱-۱۳- مقدمه ٦٦
۲-۱۳- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه ٦٧
۳-۱۳- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر ٦٨
۴-۱۳- جمع‌بندی و پیشنهادها ٦٩
فصل چهاردهم (بهبود مکانیزاسیون محصولات زراعی) ۷۱
۱-۱۴- مقدمه ۷۱
۲-۱۴- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه ۷۲
۳-۱۴- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر ۷۷
۴-۱۴- جمع‌بندی و پیشنهادها ۸۲

فصل اول

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی در پنج‌سال اخیر

بهاره جمشیدی

۱-۱- معرفی مؤسسه

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی یکی از مؤسسه‌های پژوهشی زیرمجموعه سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (تات) و تنها بازوی پژوهشی وزارت جهاد کشاورزی برای حل مسائل و مشکلات مرتبط با حوزه فنی و مهندسی کشاورزی کشور است. ستاد مؤسسه واقع در استان البرز (شهر کرج) است که در حال حاضر در چهارده مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استانی شامل آذربایجان‌شرقی، آذربایجان‌غربی، اردبیل (مغان)، خوزستان (اهواز)، کرمان، اصفهان، گلستان، فارس، خراسان رضوی، همدان، سمنان (شاهرود)، جنوب استان کرمان (جیرفت و کهنوج)، مرکزی (اراک) و صفی‌آباد (دزفول) دارای بخش تابعه بوده و در مراکز تهران (ورامین)، گیلان، هرمزگان، چهارمحال و بختیاری، خراسان شمالی و قزوین، دارای نیرو یا گروه پژوهشی است. جدول ۱-۱ توزیع نیروهای پژوهشی مؤسسه را در سال ۱۴۰۰ نشان می‌دهد.

جدول ۱-۱- توزیع نیروهای پژوهشی مؤسسه در سال ۱۴۰۰

نیروهای پژوهشی	ستاد	مراکز	جمع
هیات علمی	۳۴	۱۰۲	۱۳۶
پژوهشگر (غیر هیات علمی)	۰	۱۷	۱۷
جمع	۳۴	۱۱۹	**۱۵۳**

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی تاکنون در چهار گستره پژوهشی شامل: "مهندسی آبیاری و زهکشی"؛ "مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون"؛ "مهندسی صنایع غذایی و فناوری‌های پس از برداشت"؛ و "مهندسی گلخانه" فعالیت داشته است. با توجه به ماهیت ذاتی مؤسسه و نقش و جایگاه آن در توسعه و کاربرد فناوری‌های نوین و نوظهور در کشاورزی، از سال ۱۳۹۹ با تمرکز بیش‌تر بر مباحث هوشمندسازی کشاورزی به عنوان یکی از ماموریت‌های اصلی

مؤسسه که نقش اساسی در دستیابی به اقتدار کشاورزی خواهد داشت، گستره پژوهشی کشاورزی هوشمند نیز به طور جدی دنبال شده است. به‌گونه‌ای‌که، یکی از محورهای کاری مؤسسه برای افق ۱۰ ساله، به "توسعه کشاورزی هوشمند" اختصاص یافته است. هم‌چنین با توجه به ضرورت و مغفول ماندن موضوع، مؤسسه در افق ۱۰ ساله خود فعالیت‌های پژوهشی خود را در زمینه "مهندسی محیط زیست" و "مکانیزاسیون دام، شیلات و آبزیان" نیز متمرکزتر کرده است.

۲-۱- چشم‌انداز، ماموریت و استراتژی مؤسسه

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی همانند هر سازمان پویای دیگر برای دستیابی به اهداف و نیل به موفقیت، دارای استراتژی و برنامه است. به دلیل ضرورت توجه بیش‌تر به مباحث امنیت غذایی، تغییر اقلیم، منابع آب و انتقال فناوری، از نیمه دوم سال ۱۳۹۹ بازنگری در چشم‌انداز و ماموریت و تدوین استراتژی مؤسسه با مشارکت تمامی اعضای هیات علمی و پژوهشگران در ستاد و مراکز تابعه مورد توجه قرار گرفت. شکل ۱-۱، چشم‌انداز، ماموریت و استراتژی مؤسسه را نشان می‌دهد.

شکل ۱-۱- چشم‌انداز، ماموریت و استراتژی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی در راستای ماموریت‌های خود و به منظور پاسـخ‌گویی به مسائل فنی و مهندسی در بخش کشـاورزی کشـور، به اجرای طرح‌های پژوهشی (مجموعه‌ای از پروژه‌های پژوهشی با موضوعات مختلف و دارای ارتباط محتوایی و ناگسستنی برای دستیابی به هدف مشخص)، پروژه‌های پژوهشی و پروژه‌های پژوهشی–ترویجی (به منظور آزمون نتیجه حاصل از طرح/پروژه پژوهشی در سطحی وسیع‌تر و در شرایط بهره‌بردار) می‌پردازد. رویکرد اخیر مؤسسه مبنی بر توسعه فناوری، اجرای پژوهش‌های دانش‌بنیان و ریل‌گذاری فعالیت‌های پژوهشی با تمرکز بر شاخص‌های **"امنیت غذایی"**، **"افزایش بهره‌وری"**، **"تولید ثروت برای کشاورزان و بخش کشاورزی"** و **"کاهش ارزبری"** است.

۳-۱- برنامه‌های ۲۰ گانه مؤسسه

از نیمه دوم سال ۱۳۹۹، مؤسسه به منظور پاسخ‌گویی بهتر به چالش‌های ملی و مرتبط بخش کشاورزی هم‌چنین بررسی اثربخشی فعالیت‌های پژوهشی خود و برنامه‌ریزی برای آینده، در راستای چشم‌انداز، ماموریت و استراتژی خود و هم‌سو با برنامه‌ها و رویکردهای سازمان متبوع، محورهای کاری ۲۰ گانه را تعریف کرد تا بر اساس آن نقشه راه تدوین کند. این برنامه‌ها طی جلسات هم‌اندیشی متعدد در سال ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ با حضور تمامی اعضای هیات علمی و پژوهشگران ستاد و مراکز تابعه در تخصص‌های مرتبط بررسی و نهایی و برای هر برنامه یک کارگروه تخصصی تشکیل شد. در این راستا، جمع‌بندی فعالیت‌های پژوهشی مؤسسه و تجربیات بین‌المللی در راستای نیازهای بخش کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است. شکل ۱-۲ برنامه‌های کاری ۲۰ گانه مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی در افق ده‌ساله را نشان می‌دهد.

شکل ۱-۲- برنامه‌های کاری ۲۰ گانه مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی در افق ده‌ساله

شـایان ذکر اسـت که برنامه‌های ۲۰ گانه مؤسسـه هم‌راسـتا با برنامه‌ها و راهبردهای مرتبط در **برنامه تحول کشـاورزی با رویکرد جهادی** است و به حل چالش‌های ملی مرتبط که در **سند تحول دولت مردمی** اشاره شـده و شـامل " ناترازی تولید و مصـرف انرژی"، "عدم تعادل بین منابع و مصارف آب و گسترش خشکسالی"،

"محدودیت منابع آب در دسترس برای کشاورزی"، "هدررفت ظرفیت پایدار خاک و کوچک‌شدن و پراکندگی سطوح کشاورزی"، و "کاهش روند سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی" است و دیگر چالش‌های احصاءشده شامل "ضایعات کشاورزی" و "پایین‌بودن بهره‌وری تولید در کشاورزی" کمک خواهد کرد.

٤-١- دستاوردهای پژوهشی مؤسسه در ٥ سال اخیر (١٣٩٦ تا ١٤٠٠)

همان‌گونه که بیان شد، از مهم‌ترین اقدام‌های مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی در راستای ماموریت‌های خود و به منظور پاسخ‌گویی به مسائل فنی و مهندسی و مواجه با چالش‌های ملی مرتبط در بخش کشاورزی کشور، اجرای طرح‌ها و پروژه‌های پژوهشی هم‌چنین پروژه‌های پژوهشی-ترویجی بوده که این مهم در پنج سال اخیر (سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰) نیز مد نظر بوده و با توجه به رویکردهای اخیر مؤسسه در دو سال گذشته به صورت منسجم‌تر و هم‌سو با برنامه‌های ۲۰ گانه و در راستای پاسخ‌گویی به نیازهای معاونت‌های اجرایی مرتبط به ویژه معاونت آب و خاک، معاونت امور زراعت، معاونت امور باغبانی، معاونت توسعه بازرگانی، و معاونت امور تولیدات دامی دنبال شده است. غالبِ دستاوردهای پژوهشی مؤسسه در این بازه زمانی از نوع کاربردی فناورانه و توسعه‌ای که به ترتیب منجر به بروندادهای قابل تجاری‌سازی و قابل ترویجی‌شدن می‌شوند، بوده و از سال ۱۴۰۰ به طور مستمر و هر دو ماه یکبار دستاوردهای جدید مؤسسه به معاونت‌های مرتبط اعلام شده است.

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰، تعداد ۵۱۴ دستاورد پژوهشی اثربخش مرتبط با برنامه‌های ۲۰ گانه خود داشته است. به گونه‌ای که هر یک از دستاوردها مرتبط با یک برنامه و برخی از آن‌ها مرتبط با دو یا چند برنامه بوده است. بر این اساس، شکل ۱-۳ توزیع دستاوردهای پژوهشی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی را طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰ در برنامه‌های ۲۰ گانه مؤسسه نشان می‌دهد.

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، بیش‌ترین سهم از دستاوردهای پنج ساله مؤسسه به ترتیب مربوط به برنامه‌های "بهبود مکانیزاسیون محصولات زراعی" (۱۷ درصد)، "کاهش ضایعات و بهره‌گیری زائدات در محصولات کشاورزی" (۱۴ درصد)، "افزایش بهره‌وری آب با کاهش مصرف مفید و غیرمفید در بخش کشاورزی" (۱۴ درصد)، "آمایش صنایع تبدیلی کشاورزی کشور" (۱۳ درصد)، "ساخت، ارزیابی و استفاده از تجهیزات و فناوری‌های نوین در آبیاری" (۱۱ درصد)، "بهبود مکانیزاسیون در کشاورزی حفاظتی" (۷ درصد)، و "بهبود مکانیزاسیون محصولات باغی" (۵ درصد) و در بقیه برنامه‌ها زیر ۵ درصد بوده است.

بنابراین، بیش‌ترین نقش دستاوردهای پژوهشی مؤسسه در پنج سال اخیر، در راستای حل چالش‌های ملی "پایین‌بودن بهره‌وری تولید در کشاورزی"، "ضایعات کشاورزی"، "عدم تعادل بین منابع و مصارف آب و گسترش خشکسالی"، "محدودیت منابع آب در دسترس برای کشاورزی"، "کاهش روند سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی" و تا حدودی "هدررفت ظرفیت پایدار خاک و کوچک‌شدن و پراکندگی سطوح کشاورزی" بوده است که نشان از اثربخشی فعالیت‌های پژوهشی مؤسسه در پنج سال اخیر دارد.

شکل ۱-۳- توزیع دستاوردهای پژوهشی پنج ساله (۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰) در برنامه‌های ۲۰ گانه مؤسسه

با توجه به این‌که مباحثی مانند هوشمندسازی کشاورزی، مهندسی محیط زیست و بهبود مکانیزاسیون دام، شیلات و آبزیان در رویکردهای اخیر مؤسسه مورد توجه قرار گرفته یا به صورت جدی‌تر دنبال شده‌اند، کم بودن دستاوردهای پژوهشی مؤسسه در این زمینه‌ها طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰ قابل انتظار است.

۵-۱- جمع‌بندی

در این فصل تلاش شد تصویر کلی از مؤسسه و وظایف آن با ارائه چشم‌انداز، ماموریت‌ها و استراتژی هم‌چنین برنامه‌های کاری مؤسسه در افق ده‌ساله که به منظور کمک به حل چالش‌های ملی مرتبط در بخش کشاورزی تعریف شده است، ارائه شود. از سوی دیگر، وضعیت دستاوردهای پژوهشی مؤسسه در پنج سال اخیر (۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰) و اثربخشی و چگونگی ارتباط آن‌ها با برنامه‌های مؤسسه نیز بررسی شد. فصل‌های بعدی، به تحلیل اثربخشی این دستاوردها با توجه به برنامه‌های مرتبط می‌پردازد. فصل‌ها به برنامه‌هایی اختصاص یافته که تعداد قابل توجهی دستاورد پژوهشی مرتبط در راستای آن دستیابی شده است. در خصوص مباحث هوشمندسازی کشاورزی اگرچه دستاوردهای مؤسسه در پنج سال اخیر کم بوده است ولی به دلیل جدید بودن موضوع و تمرکز جدی مؤسسه در این خصوص با شروع فعالیت‌های اثربخش در این زمینه طی یکی دو سال گذشته، وضعیت فنی و مهندسی در این برنامه نیز ارائه می‌شود.

٦-۱- منابع

جمشیدی، ب. و دهقانی‌سانیج، ح. ۱۴۰۰. تحلیل فعالیت‌های پژوهشی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی در سال ۱۳۹۹. شماره ثبت ۶۰۱۹۹.

جمشیدی، ب. و دهقانی‌سانیج، ح. ۱۴۰۱. سیمای پژوهش، آموزش و ترویج مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی در سال ۱۴۰۰.

فصل دوم

افزایش بهره‌وری آب با کاهش مصرف مفید و غیرمفید در بخش کشاورزی

حسین دهقانی‌سانیج

۲-۱- مقدمه

با توجه به اقلیم خشک و نیمه‌خشک کشور و هم‌چنین پایین بودن میزان بارش و فصل کشت در بسیاری از نقاط کشور، کشاورزی در این مناطق به‌طور کامل به آبیاری و استفاده از منابع آب سطحی و زیرزمینی وابسته است و تنها در مناطق محدودی از کشور مانند استان‌های شمالی که میزان بارش بیش از متوسط کشوری است، کشاورزی آبی به آبیاری تکمیلی وابسته است.

تغییرات و کاهش متوسط بارش در کشور طی چند دهه اخیر و به‌واسطه آن، کاهش جریان‌های سطحی و تغذیه سفرهای زیرزمینی منجر به عدم توازن بین منابع آبی تجدیدپذیر و مصرف آب در بخش‌های مختلف از جمله کشاورزی شده است. به حدی که ناپایداری فعالیت‌های بخش کشاورزی در بعضی از مناطق مشهود شده و بهره‌وری و پایداری فعالیت‌های کشاورزی را تحت‌الشعاع قرار داده است. این در حالی است که عدم توجه و تدبیر در خصوص بیلان آب کشور می‌تواند منجر به فراگیر شدن این ناپایداری در سطح کشور شود. از آنجایی که بخش کشاورزی مصرف‌کننده اصلی منابع آب کشور است، این انتظار می‌رود که هرگونه اقدام در این بخش و در مقیاس ملی که بتواند مصرف واقعی آب را کاهش دهد، می‌تواند برای تعادل بیلان آب کشور و هم‌چنین پایداری فعالیت‌های بخش کشاورزی و تولید، امیدبخش باشد. برنامه افزایش بهره‌وری آب با کاهش مصرف مفید و غیرمفید در بخش کشاورزی با رویکرد معرفی و استانداردسازی فناوری و روش‌هایی است که با دو رویکرد افزایش تولید به ازای مقدار مشخصی از مصرف واقعی آب و تولید ثابت به ازای کاهش مصرف واقعی آب در این راستا می‌تواند مفید باشد. برای توسعه پایدار این فناوری‌ها و روش‌ها، شاخص‌های پایداری و محیط زیستی نیز باید موردتوجه و ارزیابی قرار گیرند.

۲-۲ وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه

مصرف واقعی در بخش کشاورزی، همان تبخیر و تعرق واقعی است که در اراضی کشاورزی اتفاق می‌افتد. از نظر مفاهیم حسابداری آب، بخشی از این مصرف به‌عنوان مصرف مفید است که به‌واسطه تعرق در گیاهان به مصرف می‌رسد و بخشی

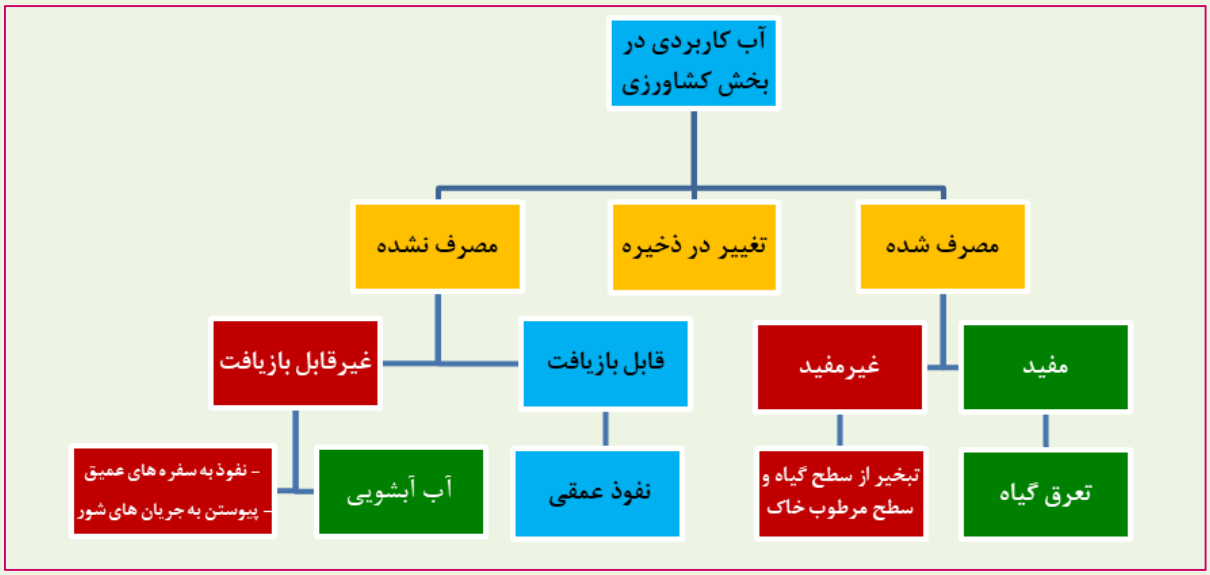
غیرمفید است که از دسترس ما خارج می‌شود و مقدار آن بسته به عواملی مانند مناطق کشاورزی، اقلیم، نوع فعالیت، سطح فناوری، و مدیریت متفاوت است و با ارتقاء مدیریت و فناوری می‌توان آن را کاهش داد. تبخیر بخش غیرمفید از تبخیر واقعی است، که در مقیاس مزرعه مقدار آن برای روش‌های آبیاری سطحی بیش از روش‌های آبیاری قطره‌ای است. چراکه سطح خیس شده و در معرض تبخیر در آبیاری قطره‌ای کم‌تر از روش‌های آبیاری سطحی است.

اختلاف بین تبخیر و تعرق واقعی و آبی که بخش کشاورزی از منابع آبی برداشت می‌کند و یا به بخش کشاورزی تخصیص داده می‌شود، در ادبیات مهندسی آب به‌عنوان راندمان کاربرد آب معرفی می‌شود. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی طی ۵ سال گذشته و در قالب یک طرح کلان در مقیاس ملی تلاش کرد تا میزان آب برداشتی و یا کاربردی بخش را برای عمده محصولات کشاورزی اندازه‌گیری و مستندسازی کند. بر همین اساس میزان آب کاربردی ۳۵ محصول زراعی و باغی در استان‌های با بیش‌ترین سطح زیر کشت هر محصول و در مزارع منتخب اندازه‌گیری و مستندسازی شد.

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی ذیل برنامه افزایش بهره‌وری آب با کاهش مصرف مفید و غیرمفید در بخش کشاورزی تعداد ۷۰ پروژه پژوهشی را طی سال‌های ۱۳۹۶–۱۴۰۰ به انجام رسانده است که ۲۹ مورد آن در راستای تعیین آب کاربردی بخش کشاورزی بوده و ۴۱ مورد آن متمرکز بر بررسی اثربخشی فناوری‌ها و روش‌های کشت نشائی، روش‌های آبیاری، ارقام گیاهی، سطوح مختلف آبیاری، مدیریت‌های به زراعی، و کشاورزی حفاظتی بر افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی آبی بوده است.

۳-۲- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر

بر اساس پروژه‌های پژوهشی انجام‌شده روی آب کاربردی در بخش کشاورزی، میزان آب کاربردی در بخش کشاورزی در بخش‌های زراعت و باغ ۶۹/۱ میلیارد مترمکعب برآورد شد. به‌طور هم‌زمان تلاش شد تا بر اساس روش‌های مستند و علمی مصرف واقعی آب برای بخش کشاورزی تعیین شود و مقدار آن در کشاورزی آبی ۲۸/۷ میلیارد مترمکعب برآورد شد. بر همین اساس راندمان کاربرد آب در بخش کشاورزی ۴۲ درصد برآورد می‌شود. این اطلاعات با ادبیات جاری در بیلان آب کشور خیلی هم‌سو نبوده و بر همین اساس مورد تائید خیلی از صاحب‌نظران نیست. لیکن روند خشک‌شدن تالاب‌های کشور، تعداد دشت‌های ممنوعه، افت آب در چاه‌های آبیاری، کم‌آبیاری و تنش در فعالیت‌های کشاورزی آبی مؤید آن می‌تواند باشد که در تعیین مقادیر اجزای مختلف بیلان نیاز به بازنگری و دقیق‌سازی اطلاعات داریم. شکل ۲–۱ نشان‌دهنده اجزای آب کاربردی در بخش کشاورزی بر اساس مفاهیم حسابداری آب است. بر همین اساس تمرکز بخش کشاورزی برای کمک به بیلان آب در کشور باید روی کاهش آب مصرف‌شده باشد که به‌صورت مفید و یا غیرمفید از دسترس خارج می‌شود. البته باید توجه داشت بخشی از آب مصرف نشده برای مدیریت یا کنترل محیط رشد گیاهان، از نظر کنترل شوری و آبشویی به کار می‌رود که می‌تواند مفید تلقی شود. چراکه به‌صورت غیرمستقیم در افزایش بهره‌وری و تولید مؤثر است ولی کیفیت آن تغییر می‌کند و در چرخه آب باقی می‌ماند.



شکل ۲-۱- اجزای آب کاربردی در بخش کشاورزی

کشت نشائی سبزی و صیفی در خوزستان نشان داد کـه گلخانه‌های با مساحت یک هکتار قادر اسـت در طـول یک سال، نشـاء موردنیاز ۵۰۰ هکتـار از اراضـی کشاورزی منطقه را تأمین نماید. با توجه به حداقل ۳ بار کاهش مصرف آب آبیـاری بـا کشـت نشـائی در اراضی کشاورزی خوزستان و در نظر گرفتن ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ مترمکعب آب موردنیاز برای هر آبیاری، می‌توان حدود ۳۰۰۰ تا ۴۵۰۰ مترمکعب آب را در سطح یک هکتار و ۱/۵ تا ۲/۲۵ میلیون مترمکعب آب آبیـاری را در سطح ۵۰۰ هکتار صرفه‌جویی کرد که بخشی از آن قطعاً صرفه‌جویی واقعی است.

نتایج مدیریت کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی در پنج رقم گندم شامل چمران۲، مهرگان، شوش، فلات (شاهد حساس به فوزاریوم خوشه) و داراب ۲ (شاهد حساس به سپتوریوز برگی) در خوزستان نشان داد، علی‌رغم این‌که اختلاف معنی‌داری بین روش‌های خاک‌ورزی مشاهده نشد، میانگین عملکرد ارقام در روش بی‌خاک‌ورزی (۴/۸۳ تن در هکتار) بیش از دو روش کم‌خاک‌ورزی (۴/۶۱ تن در هکتار) و خاک‌ورزی مرسوم (۴/۶۸ تن در هکتار) بود. از طرفی میانگین عملکرد و بهره‌وری آب آبیاری در هر دو رقم مهرگان و چمران۲ (به ترتیب ۵ تن در هکتار، و ۱/۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب) در یک سطح و بالاتر از سه رقم دیگر بود. این نتایج در حالی است که تردد ماشین‌های خاک‌ورزی و کاشت از ۵ تا ۶ نوبت در روش‌های کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم به ۲ نوبت (سمپاشی و کاشت هم‌زمان کود و بذر در بقایای ذرت دانه‌ای) کاهش یافت. استفاده از بی‌خاک‌ورزی باعث افزایش ۱۶ تا ۳۲ درصدی مواد آلی خاک نسبت به دو روش دیگر خاک‌ورزی شد. کشاورزی حفاظتی در خراسان و آذربایجان شرقی اثر معنی‌داری را روی بهره‌وری آب آبیاری در زراعت گندم نشان نداد. لیکن اثرات آن بر تبخیر و تعریق واقعی باید بررسی شود. این در حالی است که برتری روش بی‌خاک‌ورزی در کنترل روناب و افزایش نفوذ آب در خاک خوزستان گزارش‌شده است. شوری از دیگر عوامل مؤثر بر انتخاب رقم است. در اصفهان عملکرد دانه رقم شاهد (مهر) و پس از آن ژنوتیپ‌های ES-92-16، ES-92-15، رقم خاتم و ES-92-5 تحت هدایت الکتریکی آب آبیاری ۸/۸ و شوری خاک ۴۵/۵ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۷۰۰۰، ۶۴۴۴، ۶۲۵۰، ۵۷۱۴ و ۴۷۶۹ کیلوگرم در هکتار بود.

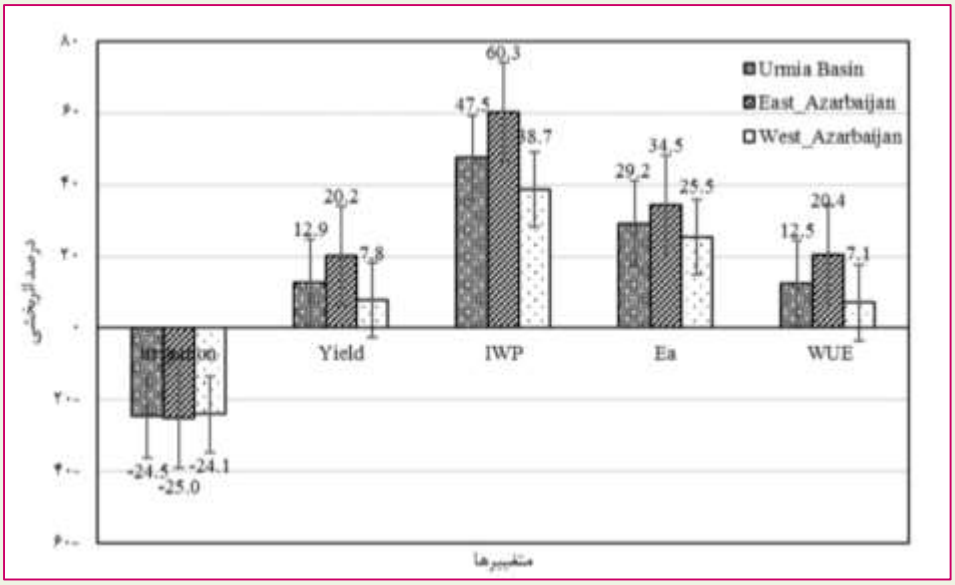
مقایسه روش‌های آبیاری روی سیب‌زمینی در همدان نشان داد میانگین شاخص بهره‌وری آب آبیاری در سامانه‌های آبیاری سطحی، بارانی و نواری قطره‌ای به ترتیب برابر با ۳/۷۴، ۶/۲۵ و ۱۰/۶ کیلوگرم سیب‌زمینی به ازای مصرف هر مترمکعب آب است. کارایی مصرف انرژی و آب آبیاری در سامانه آبیاری قطره‌ای نواری بیش از دو سیستم دیگر بود.

برآوردهای انجام‌شده بهره‌وری فیزیکی آب برای گیاهان عمده زراعی و باغی استان گلستان در سال‌های منتهی به سال ۱۳۹۰ نشان می‌دهد که بهره‌وری مناسبی نداشتند (کم‌تر از ۰/۸ کیلوگرم بر مترمکعب آب). ولی در سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵ با توجه به اقدامات سازه‌ای و غیر سازه‌ای، میانگین بهره‌وری فیزیکی آب در زراعت و باغبانی به ترتیب در حدود ۱/۰۶ و ۱/۴۷ کیلوگرم بر مترمکعب آب به دست آمد. مقایسه کلی بین باغ‌ها و گیاهان زراعی نشان می‌دهد که تقریباً کارایی اقتصادی باغ‌ها دو برابر گیاهان زراعی است. به‌عبارت‌دیگر، در باغ به ازای هر مترمکعب مصرف آب، دو برابر بیش‌تر از گیاه زراعی درآمد حاصل و نصیب کشاورز می‌شود. در گرگان با تک، دو و سه آبیاری عملکرد گندم نسبت به شرایط دیم به ترتیب در حدود ۹، ۱۵ و ۳۹ درصد و در گنبد ۱۰، ۲۸ و ۵۵ درصد افزایش داشت.

کشت پاییزه چغندرقند به دلیل استفاده گیاه از بارش‌های فصول پاییز و زمستان و قرار نگرفتن دوره رشد گیاه در فصل گرم تابستان، موجب صرفه‌جویی واقعی در مصرف آب در مقایسه با کشت بهاره می‌شود. چنان‌چه مقدار بارش در بازه زمانی اواخر زمستان تا اواخر بهار بیش از ۱۰۰ میلی‌متر باشد، آبیاری با دورهای ۱۰ تا ۱۴ روز اثر معنی‌دار بر کاهش وزن ریشه چغندرقند پاییزه در مقایسه با دور آبیاری ۷ روز نخواهد گذاشت.. بیش‌ترین کارایی مصرف آب آبیاری برای عملکرد ریشه و شکر سفید ۱۵/۱ کیلوگرم بر مترمکعب آب آبیاری در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی در دور آبیاری ۱۴ روز حاصل می‌شود. میانگین حجم آب مصرفی چغندرقند پاییزه در مشهد با روش آبیاری قطره‌ای حدود ۵۴۰۰ مترمکعب در هکتار برآورد می‌شود. بهترین زمان برداشت چغندرقند پاییزه در منطقه مشهد با هدف دستیابی به بیش‌ترین بهره‌وری آب، در حدود ۲۴۰ تا ۲۵۰ روز پس از کاشت است. در خوزستان اعمال شش نوبت آبیاری با حجم آب مصرفی ۴۴۶۰ مترمکعب در هکتار و تولید ۹۱ تن در هکتار ریشه بیانگر تطابق خوب چغندرقند با شرایط اقلیمی اراضی زراعی در دشت میاناب شوشتر است.

توسعه تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در حوزه آبریز دریاچه ارومیه در کاهش مصرف آب آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به ترتیب به میزان ۲۴/۵، ۱۲/۹، ۴۵/۷، ۲۹/۲ و ۱۲/۵ درصد مؤثر بوده است (شکل ۲-۲).

در عموم پروژه‌های انجام‌شده روی مدیریت آب آبیاری، کاهش آب آبیاری تا ۸۰ درصد نیاز آبی تأثیر معنی‌داری بر کاهش عملکرد نداشته ولی بهره‌وری آب آبیاری را افزایش داده است. کیفیت بازارپسندی گوجه‌فرنگی در این شرایط نیز حفظ شد و بر عملکرد انگور یاقوتی اثری نداشت. زراعت گل محمدی با ۷۰ درصد تأمین آب آبیاری و سیستم آبیاری زیرسطحی عملکرد مناسبی را نشان می‌دهد و زراعت گل‌گاوزبان ایرانی و اروپایی در دشت گیلان برای عملکرد اقتصادی نیاز به آبیاری تکمیلی دارد.



شکل ۲-۲- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در استان آذربایجان‌غربی و آذربایجان‌شرقی طی سال‌های زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۳

٤-۲- جمع‌بندی و پیشنهادها

بررسی عملکرد مؤسسه در خصوص افزایش بهره‌وری آب با کاهش مصرف مفید و غیرمفید در بخش کشاورزی نشان می‌دهد که طی پنج سال گذشته، توسعه فناوری منجر به کاهش آب آبیاری و افزایش بهره‌وری آب آبیاری شده است. توسعه تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در حوزه آبریز دریاچه ارومیه در کاهش مصرف آب آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به ترتیب به میزان ۲۴/۵، ۱۲/۹، ۴۵/۷، ۲۹/۲ و ۱۲/۵ درصد مؤثر بوده است. در شرایط کم‌آبیاری، کاهش آب آبیاری به میزان ۲۰ درصد تأثیر معنی‌داری بر کاهش عملکرد نداشته ولی بهره‌وری آب آبیاری را افزایش داده است. در زراعت گل محمدی با ۷۰ درصد تأمین آب آبیاری و در شرایط به‌کارگیری سامانه آبیاری زیرسطحی کاهش عملکرد معنی‌دار نیست. زراعت گل‌گاوزبان ایرانی و اروپایی در دشت گیلان برای عملکرد اقتصادی نیاز به آبیاری تکمیلی دارد. در نتیجه کاربرد تکنولوژی تک، دو و سه آبیاری در گرگان، عملکرد گندم نسبت به شرایط دیم به ترتیب در حدود ۹، ۱۵ و ۳۹ درصد و در گنبد ۱۰، ۲۸ و ۵۵ درصد افزایش داشت. استفاده از بی‌خاک‌ورزی باعث افزایش ۱۶ تا ۳۲ درصدی مواد آلی خاک نسبت به کم‌خاک‌ورزی شد. بر اساس بررسی عملکرد مؤسسه طی سال‌های گذشته، آینده‌پژوهی روی معرفی و استانداردسازی فناوری و روش‌هایی که کاهش واقعی مصرف آب را داشته باشند، لازم است در دستور کار موسسه قرار گیرد.

فصل سوم

هوشمندسازی کشاورزی

بهاره جمشیدی و حسین دهقانی‌سانیج

۱-۳- مقدمه

طبق پیش‌بینی سازمان خواربار جهانی با توجه به رشد روزافزون جمعیت، تولید جهانی غذا تا سال ۲۰۵۰ میلادی باید دستِ‌کم ۷۰ درصد افزایش یابد تا پاسخ‌گوی نیاز تغذیه‌ای جمعیت جهان باشد. بنابراین، تولید غذایِ بیش‌تر به یکی از مهم‌ترین چالش‌های جهانی تبدیل شده است. در کشور ما نیز که یکی از پرجمعیت‌ترین کشورهای دنیا است؛ پیش‌بینی شده است که تا سال ۲۰۵۰ میلادی جمعیت به حدود ۹۲ میلیون نفر یعنی ۱۵ درصد بیش از جمعیت فعلی برسد. بنابراین، افزایش تولید غذا با توجه به رشد فزاینده جمعیت در ایران نیز امری اجتناب‌ناپذیر است. به طوری که، تا سال ۲۰۵۱ میلادی بایستی دستِ‌کم ۱۵ تا ۲۰ میلیون تن محصول قابل مصرف بیش‌تر در کشور تولید شود. از سوی دیگر، تنها بخش کوچکی از سطح کره زمین به دلیل محدودیت‌های مختلف از قبیل دما، آب و هوا و اقلیم، توپوگرافی، کیفیت خاک و فناوری برای کاربردهای کشاورزی وجود دارد. هم‌چنین، کاربرد زمین‌های کشاورزی توسط عوامل سیاسی و اقتصادی از قبیل طرح‌های تصرف زمین، قوانین محیطی و تراکم جمعیت شکل‌دهی می‌شوند. در واقع، کل زمین‌های کشاورزی که برای تولید غذا استفاده می‌شوند، از چند دهه اخیر در حال کاهش هستند. بنابراین، بشر با یک چالش هولناک که چگونه غذای مردم بیش‌تری را با زمین‌های کم‌تر تأمین کند، مواجه است. ایران نیز اگرچه کشور وسیعی است ولی کم‌تر از ۱۰ درصد از مساحت آن به زمین‌های کشاورزی اختصاص دارد. این در حالی است که بیش‌تر این زمین‌ها نیز با مشکلاتی از قبیل شوری، تراکم، وجود سنگ‌ریزه و یا فقر مواد آلی مواجه هستند و بهره‌وری آن‌ها کم است. در کشور ما، میزان فرسایش خاک از نرخ فرسایش خاک و استاندارد جهانی نیز بیش‌تر است. از سوی دیگر، ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی و اقلیمی خاص، سهم اندکی از بارش‌ها دارد و منابع آب شیرین آن برای کاربردهای کشاورزی محدود است. بنابراین، چالش تأمین غذای بیش‌تر با زمین‌های کم‌تر در کشوری مانند ایران بیش‌تر مطرح است. مسائلی مانند تغییر اقلیم، انتشار گازهای گلخانه‌ای، تغییر کاربری غیرمجاز زمین‌های کشاورزی، کاهش منابع آب، خاک، انرژی، و کاهش نیروی کار در بخش کشاورزی نیز به ویژه در سال‌های اخیر این بحران را جدی‌تر کرده است. این در حالی است که پیشرفت‌های اخیر در علم و فناوری و رشد و توسعه فناوری‌های نوظهور و جدید با قابلیت به‌کارگیری در صنعت کشاورزی نوید دستیابی به راه‌کارهای مواجهه با این بحران را می‌دهد.

کشاورزی هوشمند الگوی جدیدی از کشاورزی مبتنی بر فناوری‌های نوظهور و پیشرفته‌ای مانند اینترنت اشیاء (IoT)، کلان داده، رایانش ابری و هوش مصنوعی (AI) است که با ایجاد تغییرات بنیادی در تمامی وجوه کشاورزی سنتی می‌تواند پاسخ‌گوی این مسئله بحرانی باشد. کاربرد راه‌حل‌های هوشمند در کشاورزی و به عبارتی هوشمندسازی کشاورزی در حوزه‌های مختلف مانند زراعت، باغبانی، گلخانه، دام، شیلات و آبزیان سبب بهبود بهره‌وری کشاورزی برای تولید بیشینه غذا با استفاده بهینه از منابع پایه، کمینه‌کردن اثرات محیطی، کاهش هزینه‌ها و افزایش درآمد خواهد شد و دستیابی به اهداف توسعه پایدار کشاورزی را تسهیل می‌کند. به گونه‌ای که پیش‌بینی می‌شود، آینده کشاورزی بهینه در حوزه‌های مختلف، بدون هوشمندسازی امکان‌پذیر نباشد.

برنامه هوشمندسازی کشاورزی با رویکرد توسعه و بومی‌سازی فناوری‌های جدید سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در حوزه‌های مختلف هم‌چنین توسعه دانش فنی مبتنی بر فناوری‌های جدید و نوظهور می‌تواند در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌های کلان برای توسعه کشاورزی هوشمند و دانش‌بنیان مفید باشد که به عنوان یکی از ماموریت‌های اصلی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی دنبال می‌شود.

۲-۳ وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه

موضوع کشاورزی هوشمند در جهان در ابتدای راه است. به عبارت دیگر، به دلیل هزینه‌های زیاد سرمایه‌گذاری اولیه و بهره‌برداری هوشمند در حوزه کشاورزی، هوشمندسازی کشاورزی در همه جای جهان هنوز در مرحله سعی و خطا قرار دارد. بیش از ۹۰ درصد از کشورهای جهان به این موضوع ورود نکرده‌اند ولی در کشور ما طی چند سال اخیر، سازمان‌ها و شرکت‌های مختلفی به کسب و کار در حوزه فناوری‌های اینترنت اشیاء، کلان داده، هوش مصنوعی و رایانش ابری روی آورده‌اند که کشاورزی هوشمند یکی از زمینه‌های مهمی است که به کاربرد این فناوری‌ها نیاز دارد.

در حال حاضر کشور ما جزو ۱۰ تا ۱۵ کشور اول جهان در حوزه کشاورزی هوشمند است. در کشور، مجموعه‌های بزرگی در زمینه کشت و صنعت به حوزه کشاورزی هوشمند ورود پیدا کرده‌اند و پروژه‌هایی در قالب پایلوت نیز اجرا نموده‌اند یا در حال اجرا دارند. در این راستا، برخی شرکت‌های دانش‌بنیان نیز تمایل پیدا کرده‌اند که در زمینه کشاورزی هوشمند سرمایه‌گذاری کنند. برنامه‌های حمایتی از این شرکت‌ها نیز در دستور کار برخی نهادها و سازمان‌های مرتبط قرار گرفته است به طوری‌که تسهیلاتی برای توسعه این حوزه در اختیار آن‌ها قرار داده می‌شود. با این حال اقدام‌های انجام‌شده تاکنون در کشور خیلی گسترده نیست و بیش‌تر در قالب پروژه‌های پایلوت و کوچک بوده است.

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی طی پنج سال اخیر دستاوردهای اندکی در حوزه هوشمندسازی کشاورزی داشته است که دلیل آن هم نوپا بودن این مبحث در جهان و کشور است، ولی از حدود سه سال گذشته به عنوان یکی از اولین مؤسسه‌های پژوهشی مرتبط، فعالیت‌های پژوهشی و اجرایی خوبی را در این زمینه شروع کرده است به طوری‌که پایلوت‌های کشاورزی هوشمند در حوزه‌های مختلف آبیاری، باغبانی و زراعت را اجرا کرده یا در حال اجرا دارد. در زیر، عناوین برخی از این پروژه‌های پایلوت که با حمایت ستاد هوشمندسازی کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (تات) و مشارکت بخش خصوصی و شرکت‌های دانش‌بنیان به اجرا درآمده، آورده شده است:

- امکان‌سنجی کاربرد اینترنت اشیاء و هوشمندسازی در آبیاری مزارع و باغات حوزه آبریز دریاچه ارومیه

- ارزیابی استفاده از اینترنت اشیاء، در هوشمندسازی آبیاری کشاورزی (مطالعه موردی: هوشمندسازی آبیاری مزرعه ذرت دانه‌ای)
- بررسی امکان استفاده از داده‌های به هنگام هواشناسی به منظور هوشمندسازی آبیاری سطحی گندم در منطقه مشهد
- طراحی و پیاده‌سازی سامانه هوشمند مانیتورینگ و مدیریت باغ سیب با استفاده از فناوری اینترنت اشیاء مبتنی بر شبکه حسگر بی‌سیم
- طرح پایلوت کشاورزی هوشمند در زراعت گندم و جو آبی با استفاده از اینترنت اشیاء در استان البرز

۳-۳- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر

همان‌گونه که بیان شد به دلیل نوپا بودن مبحث کشاورزی هوشمند در جهان و کشور، طی پنج سال اخیر (۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰) دستاوردهای اندکی در مؤسسه مرتبط با این حوزه بوده ولی اقدام‌های اثربخشی طی سه سال گذشته شروع شده که به انجام رسیده یا در حال اجرا است. مهم‌ترین اثربخشی مؤسسه در این زمینه را می‌توان اجرای پایلوت‌های کشاورزی هوشمند در حوزه‌های مختلف آب، زراعت و باغبانی (به ویژه آبیاری هوشمند) با حمایت ستاد هوشمندسازی کشاورزی دانست.

مؤسسه طی دو سال گذشته امکان‌سنجی هوشمندسازی در آبیاری را در راستای مدیریت بهینه آبیاری و افزایش بهره‌وری آب در استان‌های خراسان‌رضوی، آذربایجان‌غربی و آذربایجان‌شرقی در قالب پروژه‌های پژوهشی مورد بررسی و آزمون قرار داده و دستاوردهای مثبتی حاصل کرده است. نتیجه خروجی‌های مثبت این پروژه‌ها در فصل‌نامه اثربخشی سازمان تات "بازتاب تات"منتشر شده است. طی جلسات مشترک ستاد هوشمندسازی و این مؤسسه با معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی، اجرای هوشمندسازی آبیاری در مزارع ۱۱ استان کشور (با وسعتی بیش از ۱۲۰۰ هکتار) طی تفاهم‌نامه مشترک ثبت و در حال عملیاتی شدن است. امید است با توجه به نتایج مثبت پیش‌بینی‌شده، این امر گام مهمی در راستای نفوذ دانش و ترویج کشاورزی هوشمند و مدیریت بهینه منابع آب کشور باشد.

ارزیابی یک سامانه آبیاری هوشمند مبتنی بر داده‌های به‌هنگام هواشناسی (به عنوان تیمار اول) توسط مؤسسه و در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی طرق واقع در شهرستان مشهد طی دو سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸ و ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در مقایسه با تیمارهای "آبیاری به میزان تأمین ۸۰ درصد حجم آب مصرفی تیمار اول" و "آبیاری به میزان تأمین ۱۲۰ درصد حجم آب مصرفی تیمار اول" نشان داد که در تیمار آبیاری هوشمند، عملکرد محصول گندم در مقایسه با میانگین عملکرد مزارع گندم شهرستان مشهد افزایش داشت، اما از نظر کاهش حجم آب مصرفی مزیتی نشان نداد و میزان مصرف آب در آن نسبت به میانگین استان افزایش یافت. تیمار آبیاری هوشمند از نظر بهره‌وری آب نیز مزیت و برتری بر میانگین مزارع گندم استان نداشت. نیاز آبی برآورد شده توسط نرم‌افزار سامانه آبیاری هوشمند، کمی بیش از دو برابر نیاز آبی محاسبه‌شده با داده‌های نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی منطقه به‌دست آمد. دلیل آن این بود که داده‌های هواشناسی مورد استفاده در محاسبه نیاز آبی گیاه در سامانه آبیاری هوشمند تفاوت زیادی با اعداد متناظر خود در ایستگاه سینوپتیک منطقه دارند. ایستگاه هواشناسی سامانه هوشمند داده‌های دمای کمینه و ساعت آفتابی را با درجه ضعیف، رطوبت نسبی را با درجه متوسط و دمای بیشینه را با درجه خوب نسبت به داده‌های ایستگاه سینوپتیک منطقه اندازه‌گیری کرد. مقایسه اعداد شبیه‌سازی‌شده و اندازه‌گیری‌شده

با شاخص‌های آماری نشان داد که عملکرد سامانه آبیاری هوشمند برای شبیه‌سازی شاخص رطوبت حجمی خاک با درجه متوسط تا خوب و برای شاخص ارتفاع گیاه با درجه متوسط ارزیابی می‌شود. سامانه هوشمند آبیاری مورد بررسی، به لحاظ استفاده توسط کاربر از سادگی و راحتی مناسب در سطح کارشناسی برخوردار است. برای سطح بهره‌بردار کشاورزی با دانش و آشنایی کم‌تر با رایانه و تلفن همراه، نیاز به کار بیش‌تر برای این سامانه وجود دارد.

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی طی دو سال گذشته، اجرای پایلوت ایستگاه تحقیقاتی هوشمند و هم‌چنین پایلوت‌های کشاورزی هوشمند در کشت و صنعت‌های مغان و پارس استان اردبیل را با مشارکت بخش خصوصی آغاز کرده است.

٤-٣- جمع‌بندی و پیشنهادها

با توجه به تمرکز جدی مؤسسه بر مباحث هوشمندسازی کشاورزی به عنوان یکی از ماموریت‌های اصلی و روی آوردن سازمان‌ها و شرکت‌های مختلف کشور در چند سال اخیر به کسب و کار در حوزه فناوری‌های جدید مرتبط با کشاورزی هوشمند، امید است مؤسسه با بهره‌گیری از پتانسیل‌های فکری، دانش فنی و ظرفیت‌های علمی و پژوهشی موجود و با مشارکت شرکت‌های دانش‌بنیان و بخش خصوصی فعال در زمینه فناوری‌های مرتبط با کشاورزی هوشمند، و اجرای پایلوت‌ها و پروژه‌های پرچم‌دار در دست اجرا و آتی بتواند نقش مؤثری در حل چالش‌های اصلی بخش کشاورزی به ویژه "پایین‌بودن بهره‌وری تولید در کشاورزی"، "عدم تعادل بین منابع و مصارف آب و گسترش خشکسالی"، "محدودیت منابع آب در دسترس برای کشاورزی"، "کاهش روند سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی" و "هدررفت ظرفیت پایدار خاک و کوچک‌شدن و پراکندگی سطوح کشاورزی" داشته باشد و با افزایش بهره‌وری و تسهیل دستیابی به توسعه پایدار، سبب رشد اقتصادی کشور و ایجاد فرصت‌های شغلی بیش‌تر شود. در این راستا، ضروری است استانداردهای لازم برای توسعه کشاورزی هوشمند مورد توجه قرار گیرد.

٥-٣- منابع

جمشیدی، ب. و دهقانی‌سانیج، ح. ۱۳۹۹. کلان‌داده‌های مبتنی بر اینترنت اشیاء از چشم‌انداز کشاورزی هوشمند. رشد فناوری. سال شانزدهم. شماره ۶۳. صفحات ۲۲-۱۲.

فصل چهارم

بهبود مکانیزاسیون در کشاورزی حفاظتی

احمد شریفی‌مالواجردی

۱-٤- مقدمه

کشاورزی حفاظتی به عنوان یکی از راه‌کارهای تضمین کشاورزی پایدار و حفظ منابع تولید در دنیا مطرح است و مقابله با بحران‌های مهم بخش کشاورزی از قبیل بحران خاک، بحران آب و مشکلات زیست محیطی با تکیه بر کشاورزی حفاظتی امکان‌پذیر است. روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی اعم از کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی به عنوان روش‌های نوین خاک‌ورزی، در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم باعث افزایش حفظ رطوبت خاک، بهبود مواد آلی خاک، کاهش مصرف انرژی، کاهش هزینه و کاهش زمان عملیات تهیه زمین و کاشت می‌شوند. پژوهش‌های انجام شده در مناطق مختلف ایران با شرایط اقلیمی متفاوت نشان می‌دهد که کاربرد روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی از جمله روش‌های کم‌خاک‌ورزی شامل استفاده از گاوآهن قلمی در عمقی کم‌تر از گاوآهن برگردان‌دار و یا استفاده از دیسک در عمق سطحی خاک عملکرد محصول را در حد استفاده از گاوآهن برگردان‌دار حفظ می‌کند. کشاورزی حفاظتی افزون بر داشتن مزایای اقتصادی، بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک و کاهش مصرف آب، پتانسیل این را دارد که عملکرد محصول را در حد عملکرد روش مرسوم حفظ کند و یا حتی در مواردی افزایش دهد. نگه‌داری بقایای گیاهی مشخصه‌ای است که کشاورزی حفاظتی را از کشاورزی سنتی متمایز می‌نماید و همه سیستم‌های کشاورزی حفاظتی حداقل یک مقدار معینی از پوشش بقایای گیاهی را در سطح مزرعه دارند. کشاورزی حفاظتی سامانه‌ای است که در آن اصول مدیریت بقایای گیاهی، رعایت تناوب زراعی و به حداقل رسانیدن به‌هم‌خوردگی خاک رعایت شود. در این سامانه، پس از عملیات خاک‌ورزی و کاشت محصول پوشش حداقل ۳۰ درصد از سطح خاک به وسیله بقایای محصول قبلی حفظ می‌شود و مدیریت بقایای گیاهی در این سامانه از برداشت محصول قبلی شروع می‌شود. هدف خاک‌ورزی حفاظتی افزایش بهره‌وری است. توقف و یا حتی معکوس نمودن روند فرسایشی خاک در سرتاسر جهان به منظور ارتقاء پایداری منابع طبیعی شامل زمین، آب و هوا، افزایش کمّی و کیفی محصولات کشاورزی از طریق افزایش کارایی مصرف نهاده‌ها و زمان و کاهش هزینه‌های تولید و بهبود وضعیت معیشتی کشاورزان و خانواده آن‌ها از دیگر اهداف کشاورزی حفاظتی است. در کشور ما محدودیت منابع آبی به عنوان منابع تجدید شونده و قرار گرفتن بخش قابل توجهی از اراضی کشور در مناطق خشک و نیمه‌خشک، موجب شده است تا بخش کشاورزی هر روز با محدودیت بیش‌تری مواجه شود. بنابراین، بخش کشاورزی به عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی کشور، با مشکلات عدیده‌ای مانند بحران آب، وقوع

خشکسالی‌های پی در پی و بحران خاک روبه‌رو است. از این رو، برای حفظ منابع آب و خاک، محیط زیست و تولید پایدار تغییر روند تولید محصولات کشاورزی از سامانه کشاورزی سنتی (مرسوم) به کشاورزی حفاظتی اجتناب‌ناپذیر است.

۲-٤- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه

تعداد ۳۰ طرح و پروژه پروهشی، در زمینه بهبود مکانیزاسیون در کشاورزی حفاظتی (بررسی اثرات روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی بر عملکرد محصول، پارامترهای عملکردی ماشین، خواص خاک، کارایی مصرف اب، بیماری‌ها و علف‌های هرز، و غیره) در ستاد مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و بخش‌های تابعه در مراکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان‌ها به اجرا در آمده‌اند که گزارش پژوهشی آن‌ها طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰ منتشر شده است (جدول ۴-۱). این طرح‌ها و پروژه‌ها در ۱۴ استان کشور شامل خوزستان، خراسان رضوی، کرمان، گلستان، آذربایجان‌شرقی، آذربایجان‌غربی، فارس، اصفهان، اردبیل، همدان، البرز، سمنان (شاهرود)، مرکزی و تهران (ورامین) اجرا شدند. در برخی استان‌ها مانند خوزستان، گلستان، فارس، همدان، اردبیل، مرکزی، خراسان رضوی، آذربایجان‌غربی بیش از یک پروژه به اجرا در آمده است. در پنج سال اخیر، محصولات زراعی متنوعی شامل گندم آبی، گندم دیم، ذرت، سویا، چغندرقند، سیب‌زمینی، کنجد، پنبه، شبدر، گوجه‌فرنگی و لوبیا در تناوب‌های مختلف مورد بررسی و پژوهش قرار گرفته‌اند. از بین پژوهش‌های انجام شده، از لحاظ موضوعی نیز، تعداد ۳ پروژه مرتبط با طراحی، بهینه‌سازی و ساخت ماشین‌های خاک‌ورزی حفاظتی، ۱۳ پروژه در تاثیر خاک‌ورزی حفاظتی در تناوب‌های زراعی مختلف بر پارامترهای محصولی، خاک، ماشین و آب، ۴ پروژه مدیریت بقایای گیاهی، ۲ پروژه بیماری‌ها و علف‌های هرز، ۴ پروژه ارزیابی اجرای کشاورزی حفاظتی و سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی و ۴ پروژه صرفاً تاثیر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی بر عملکرد یک محصول بوده‌اند. در ۲ پروژه نیز کارایی مصرف آب نیز مورد بررسی و پژوهش قرار گرفته است. به دلیل مشترک بودن برخی از اعداد فوق‌الذکر، مجموع اعداد بیش‌تر از ۳۰ خواهد شد. عملکرد محصول در کلیه پژوهش‌های انجام شده مورد توجه بوده و اندازه‌گیری شده است. خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، انرژی مصرفی در تولید محصول، برخی پارامترهای عملکردی ماشین‌های خاک‌ورزی حفاظتی شامل مصرف سوخت و ظرفیت مزرعه‌ای ادوات، تحت روش‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی نیز اندازه‌گیری و گزارش شده‌اند.

۳-٤- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر

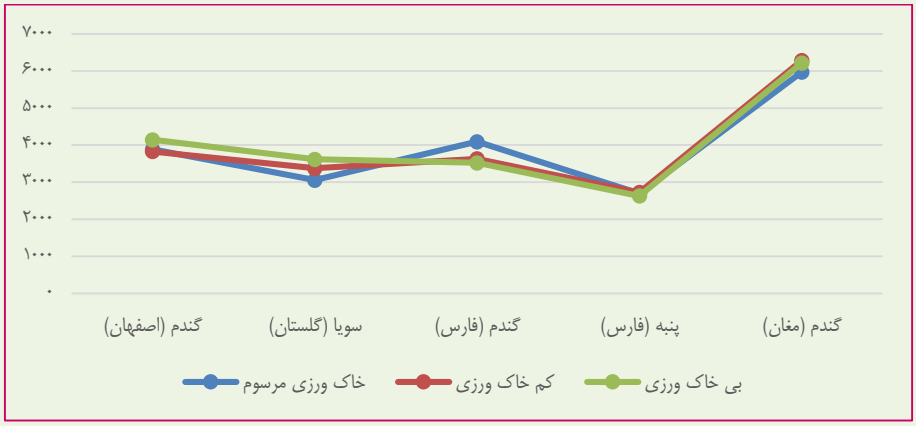
۱-۳-٤- اثرات اجرای کشاورزی حفاظتی بر معیشت کشاورزان از جنبه‌های اقتصادی و اجتماعی

کشاورزی حفاظتی به دلیل تأثیر بر نهاده‌های مصرفی و عملیات کشاورزی در تولید محصولات کشاورزی، می‌تواند بازده اقتصادی تولید محصولات کشاورزی را تحت تأثیر قرار دهد. از جمله نهاده‌هایی که مصرف آن‌ها به طور مستقیم تحت تأثیر خاک‌ورزی حفاظتی قرار می‌گیرد، عبارتند از آب، سوخت، کود، سموم شیمیایی، ماشین‌ها و ادوات کشاورزی. ضمن این‌که عملکرد محصول نیز ممکن است تحت تأثیر کشاورزی حفاظتی قرار گیرد که بر بازده اقتصادی محصول اثرگذار است. با بررسی اثرات کشاورزی حفاظتی بر نهاده‌های تولید، می‌توان نتیجه گرفت که بدون تردید کشاورزی حفاظتی هزینه‌های تولید محصولات کشاورزی را در هر دو سامانه کشت آبی و دیم کاهش می‌دهد، اما تأثیر این فناوری بر بازده اقتصادی و درآمد بهره‌برداران بستگی به نحوه اثر آن بر عملکرد محصول دارد.

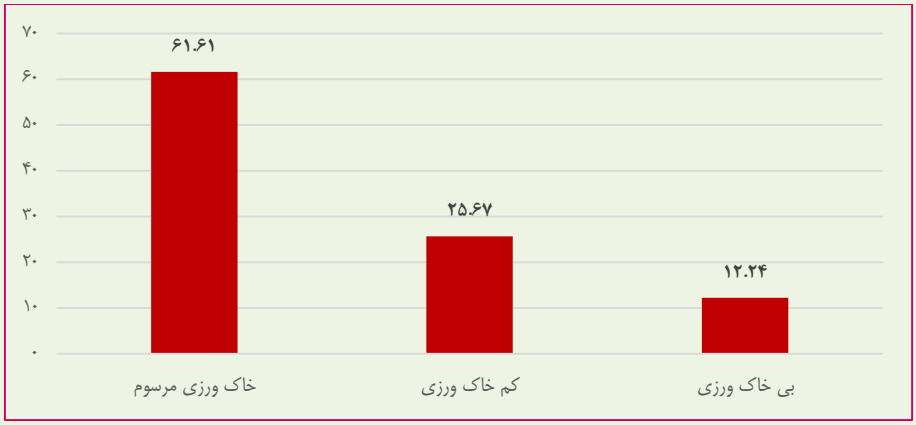
جدول ٤-١- دستاوردهای پنج سال اخیر مؤسسه مرتبط با برنامه بهبود مکانیزاسیون در کشاورزی حفاظتی

ردیف	عنوان
۱	بهینه‌سازی و ارزیابی عمیق‌کار غلات برای کشت بی‌خاک‌ورزی گندم دیم در شرایط سنگلاخی
۲	ارزیابی جامع اثر بخشی فنی ، اقتصادی و زیست محیطی اجرای سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی در کشت گندم
۳	تاثیر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و سطوح بقایا بر ذخیره رطوبت، برخی خصوصیات خاک و عملکرد ذرت در تناوب گندم در شهرستان ارزوئیه استان کرمان
۴	بررسی و تعیین تاثیر سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی بر خواص فیزیکی خاک و بازده انرژی و عملکرد سویای تابستانه
۵	ارزیابی اثرات کشاورزی حفاظتی (خاک‌ورزی و کاشت) در منطقه اهر استان آذربایجان‌شرقی
۶	مقایسه خاک‌ورزی حفاظتی با خاک‌ورزی مرسوم در تناوب گندم و پنبه
۷	مقایسه خاک‌ورزی حفاظتی با خاک‌ورزی مرسوم در تناوب گندم و ذرت
۸	مقایسه خاک‌ورزی حفاظتی با خاک‌ورزی مرسوم در تناوب گندم و کنجد
۹	بررسی خاک‌ورزی حفاظتی بر تولید محصولات مختلف کشاورزی
۱۰	بررسی و مقایسه روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی با روش مرسوم برعملکرد گندم آبی تحت پایگاه تحقیقات کاربردی آموزشی – ترویجی کشاورزی حفاظتی Hub
۱۱	بررسی تاثیر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و مرسوم بر برخی پارامترهای ماشین و خاک در تناوب چغندر قند – جو – ذرت – گندم در منطقه سرد استان خراسان رضوی
۱۲	بررسی اثر ارتفاع کاه‌بن برنج عنبوری و مقدار بذر بر عملکرد گندم نان در روش کشت بی‌خاک‌ورزی
۱۳	بررسی اثر خاک‌ورزی حفاظتی متفاوت در تناوب‌های مختلف بر خواص فیزیکو شیمیائی خاک و عملکرد گندم دیم در شرایط دیم
۱۴	اثربخشی اثرات کشاورزی حفاظتی بر عملکرد و کارایی مصرف آب در تناوب زراعی گندم –شبدر در اقلیم معتدل سرد خراسان رضوی
۱۵	بررسی اجرای روش‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی درکشت چغندرقند– گندم
۱۶	اثرات کشاورزی حفاظتی بر عملکرد و کارایی مصرف آب در تناوب زراعی پنبه– گندک در منطقه معتدل خراسان رضوی
۱۷	ارزیابی فنی روش‌های کشاورزی حفاظتی در تولید غلات آبی در جنوب استان آذربایجان‌غربی
۱۸	اثر خاک‌ورزی حفاظتی بر مصرف سوخت، برخی خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد محصول در تناوب آفتابگردان – گندم در شرایط دیم
۱۹	طراحی، ساخت و آزمون ماشین دقیق کار سمبه‌ای جهت کاشت مستقیم بذور ردیفی در شرایط کشاورزی حفاظتی
۲۰	بررسی تاثیر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و مرسوم بر برخی پارامترهای ماشین و خاک در تناوب گندم–شبدر–گوجه فرنگی – گندم در منطقه معتدل سرد استان خراسان
۲۱	اثرات مدیریت بقایا و سطوح کودی نیتروژن بر جذب نیتروژن و میزان نیترات باقیمانده خاک تحت روش بی‌خاک‌ورزی در زراعت گندم و ذرت
۲۲	بررسی تاثیر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و مرسوم بر برخی پارامترهای ماشین و خاک در تناوب گندم– جو– پنبه – گندم در منطقه معتدل استان خراسان
۲۳	الحاق ضمائم مناسب در جلوی یک ردیف‌کار جهت انجام توام عملیات خاک‌ورزی نواری و کاشت
۲۴	بررسی اثر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی بر شدت بیماری‌های غالب خاکزاد و عملکرد سیب‌زمینی
۲۵	مقایسه تأثیر خاک‌ورزی حفاظتی و مرسوم در تناوب گندم–عدس–گندم در شرایط دیم استان اردبیل
۲۶	مقایسه و ارزیابی کارایی کشت مستقیم (بی‌خاک‌ورزی) با روش کاشت مرسوم در مزارع غلات آبی
۲۷	بررسی تاثیر الگوی کاشت بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد گندم در روش بی‌خاک‌ورزی
۲۸	بررسی اثر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی بر عملکرد لوبیا
۲۹	اثر روش کاشت مستقیم و مدیریت بقایای گیاهی بر حفظ رطوبت خاک، مقدار ماده آلی خاک و عملکرد گندم در شرایط دیم در استان مرکزی
۳۰	اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی از عوامل تاثیرگذار در کشت پنبه

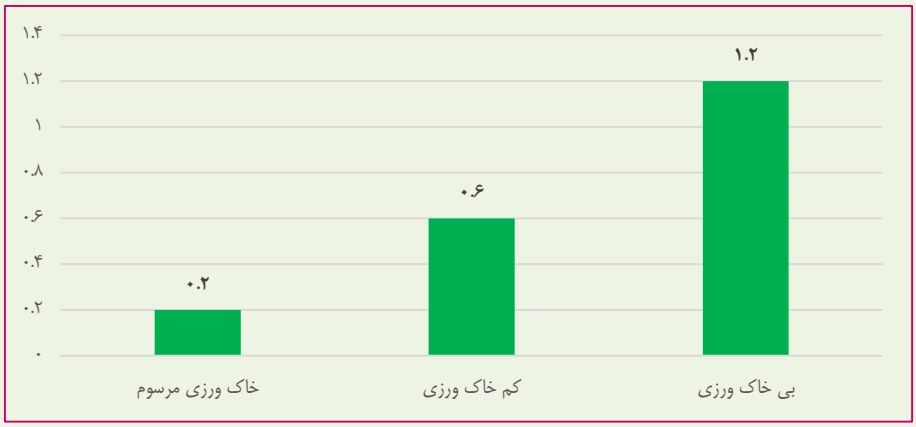
در شرایط دیم که عملکرد محصول تحت تأثیر کشاورزی حفاظتی افزایش می‌یابد و یا حداقل کاهش نمی‌یابد، قطعاً کاهش هزینه‌های تولید به افزایش درآمد بهره‌برداران منجر می‌شود. اما در شرایط آبی که معمولاً کشاورزی حفاظتی باعث حفظ عملکرد محصول در حد عملکرد کشاورزی مرسوم و یا کاهش آن می‌شود، تأثیر کشاورزی حفاظتی بر درآمد بهره‌برداران بستگی به عملکرد محصول دارد. اگر عملکرد محصول در کشاورزی حفاظتی در حد عملکرد محصول در کشاورزی مرسوم حفظ شود، این فناوری سبب افزایش درآمد کشاورزان خواهد شد، اما چنان‌چه عملکرد محصول کاهش یابد، بسته به این که مقدار کاهش عملکرد چقدر باشد، تأثیر کشاورزی حفاظتی بر درآمد بهره‌برداران متفاوت خواهد بود. اگر کاهش درآمد حاصل از کاهش عملکرد با کاهش هزینه‌های تولید جبران شود، در این صورت کشاورزی حفاظتی می‌تواند درآمد بهره‌برداران را در حد درآمد کشاورزی مرسوم حفظ کند یا حتی مقداری هم افزایش دهد. ولی اگر کاهش هزینه تولید در کشاورزی حفاظتی نتواند کاهش درآمد حاصل از کاهش عملکرد محصول را جبران کند، این فناوری حتماً درآمد بهره‌برداران را نسبت به درآمد آن‌ها در کشاورزی مرسوم کاهش خواهد داد. برای مثال، مواردی از تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی و مرسوم بر عملکرد محصول، مصرف سوخت، ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر ادوات کشاورزی و کارایی مصرف آب در زراعت‌های مختلف در شکل‌های ۴-۱ تا ۴-۴ نمایش داده شده‌اند (مستخرج از دستاوردهای مندرج در جدول ۴-۱، ردیف‌های ۲، ۴، ۶، ۷، ۱۰و ۱۶).



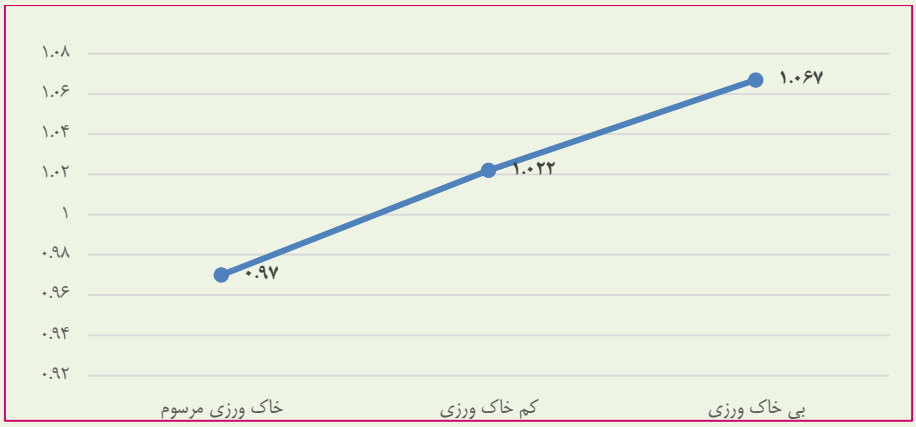
شکل ٤-١- عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار) در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی و مرسوم



شکل ٤-٢- مصرف سوخت (لیتر در هکتار) در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی و مرسوم-فارس



شکل ٤-۳- ظرفیت مزرعه‌ای موثر ادوات (هکتار بر ساعت)
در کشت گندم آبی در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی و مرسوم-فارس



شکل ٤-٤- کارایی مصرف آب در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی و مرسوم در زراعت گندم-خراسان رضوی

۲-۳-٤- اثرات اجرای کشاورزی بر منابع و پایداری تولید محصولات کشاورزی

الف) اثرات کشاورزی حفاظتی بر منابع آب

حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک در کشاورزی حفاظتی مانع تبخیر رطوبت خاک و باعث می‌شود تا آب در دسترس گیاه در خاک افزایش یابد و در محصولات آبی، زمان آبیاری بعدی به تأخیر بیفتد. با به تأخیر افتادن زمان آبیاری در محصولات آبی، دور آبیاری افزایش و تعداد دفعات آبیاری کاهش می‌یابد. کاهش تعداد دفعات آبیاری، حجم کل آب مصرفی را در محصول آبی کاهش می‌دهد و در نتیجه به حفظ منابع آب کمک می‌کند. بنابراین، یکی از راه‌های کاهش تبخیر از سطح خاک و مصرف آب، حفظ و نگه‌داری بقایای گیاهی در سطح خاک است.

ب) اثرات کشاورزی حفاظتی بر حفظ و پایداری خاک

کشاورزی حفاظتی برخلاف کشاورزی مرسوم، دستکاری خاک را کاهش می‌دهد و بقایای محصول قبل را در سطح خاک حفظ می‌کند. بنابراین در کشاورزی حفاظتی ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک در مقایسه با کشاورزی

مرسوم بهبود می‌یابد. قدرت نگه‌داری و حفظ رطوبت در خاک از جمله ویژگی‌های خاک است که در کشاورزی حفاظتی نسبت به کشاورزی مرسوم، افزایش چشم‌گیری می‌یابد. یکی دیگر از آثار مثبت اجرای کشاورزی حفاظتی، افزایش سرعت نفوذ آب به خاک است که اولاً از تبخیر آب‌های سطحی جلوگیری می‌کند و ثانیاً خطر بروز سیلاب و رواناب را کاهش می‌دهد. طبق نتایج پژوهش‌های اجرا شده، کشاورزی حفاظتی کربن و ماده آلی خاک (به‌ویژه لایه سطحی) را در مقایسه با کشاورزی مرسوم افزایش می‌دهد. از دیگر مزایای کشاورزی حفاظتی در مقایسه با کشاورزی مرسوم کاهش فرسایش خاک، بهبود ساختمان خاک با افزایش پایداری خاکدانه‌های آن، کاهش شوری خاک و افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی خاک است. بنابراین، حتی اگر همه آمارهای ارائه شده برای اجرای کشاورزی حفاظتی در ایران فقط محدود به جایگزینی گاوآهن برگردان‌دار با ادوات کم‌خاک‌ورزی مانند گاوآهن قلمی و خاک‌ورز مرکب باشد، باز هم اثر خود را هر چند محدود بر پایداری خاک گذاشته است.

ج) اثرات کشاورزی حفاظتی بر مصرف انرژی

از آنجا که روش‌های خاک‌ورزی برخی از نهاده‌های تولید محصولات کشاورزی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، ممکن است مصرف انرژی در فرایند تولید محصولات کشاورزی تحت تأثیر روش خاک‌ورزی و سامانه کشت قرار گیرد. کشاورزی حفاظتی در مقایسه با کشاورزی مرسوم مصرف نهاده‌هایی مانند آب، سوخت، ماشین‌ها و ادوات کشاورزی را کاهش می‌دهد، بنابراین انرژی مصرفی این نهاده‌ها در کشاورزی حفاظتی نسبت به کشاورزی مرسوم کم‌تر است. از طرف دیگر، مصرف سموم شیمیایی برای کنترل علف‌های هرز در کشاورزی حفاظتی نسبت به کشاورزی مرسوم بیش‌تر است. بنابراین، انرژی مصرفی مواد شیمیایی در کشاورزی حفاظتی از انرژی مصرفی این مواد در کشاورزی مرسوم بیش‌تر است. معمولاً مقدار کاهش مصرف انرژی آب، سوخت، ماشین‌ها و ادوات در کشاورزی حفاظتی در مقایسه با افزایش مصرف انرژی مواد شیمیایی بیش‌تر است، به همین دلیل نتایج پژوهش‌ها نشان‌دهنده کاهش مصرف انرژی در کشاورزی حفاظتی نسبت به کشاورزی مرسوم است. بنابراین، کاهش انرژی مصرفی در تولید محصولات کشاورزی در کشاورزی حفاظتی نسبت به کشاورزی مرسوم در هر دو سامانه کشت آبی و دیم تقریباً در تمام پژوهش‌های اجراشده در این زمینه مورد تأیید قرار گرفته است. هرچند کاهش مصرف انرژی در روش کشاورزی حفاظتی نسبت به کشاورزی مرسوم، مزیت مهمی محسوب می‌شود اما به تنهایی کافی نیست. در تولید محصولات کشاورزی افزون بر معیار انرژی مصرفی، شاخص‌های راندمان مصرف انرژی و بهره‌وری انرژی نیز مهم است. اگر کاهش مصرف انرژی در تولید محصولات کشاورزی به افزایش راندمان و بهره‌وری مصرف انرژی منجر شود، مزیت آن دوچندان می‌شود. شاخص‌های راندمان و بهره‌وری انرژی علاوه بر انرژی مصرفی، به انرژی تولید شده در فرایند تولید محصولات کشاورزی نیز بستگی دارند و انرژی تولیدی نیز تابعی از عملکرد محصول است. بنابراین، اگر کشاورزی حفاظتی عملکرد محصول را نسبت به کشاورزی مرسوم افزایش دهد یا حداقل در حد کشاورزی مرسوم حفظ کند، کاهش مصرف انرژی در کشاورزی حفاظتی باعث افزایش راندمان و بهره‌وری انرژی در تولید محصولات کشاورزی نیز خواهد شد. اما اگر کشاورزی حفاظتی سبب کاهش عملکرد محصول نسبت به کشاورزی مرسوم شود، راندمان و بهره‌وری انرژی در کشاورزی حفاظتی نسبت به کشاورزی مرسوم بسته به مقدار کاهش محصول، می‌تواند افزایش یا کاهش پیدا کند و یا ثابت بماند.

د) اثرات کشاورزی حفاظتی بر محیط زیست

روش‌های مختلف کشاورزی با توجه به اثری که بر مصرف نهاده‌های کشاورزی دارند، می‌توانند مقدار گازهای گلخانه‌ای متصاعد شده در فرایند تولید محصولات کشاورزی را تحت تأثیر قرار دهند. کشاورزی حفاظتی نسبت به کشاورزی مرسوم، استفاده از ادوات و ماشین‌های کشاورزی و هم‌چنین مصرف سوخت و آب را کاهش می‌دهد، اما مصرف سموم شیمیایی را افزایش می‌دهد. بنابراین اثرات مثبت و منفی کشاورزی حفاظتی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای هم‌دیگر را تقریباً خنثی می‌کنند و باعث می‌شوند که کشاورزی حفاظتی اثر معنی‌داری بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در فرایند تولید محصولات کشاورزی نداشته باشد و یا تأثیرش اندک باشد. نتایج پژوهش‌های انجام شده در مورد اثر کشاورزی حفاظتی بر گازهای گلخانه‌ای متصاعد شده در فرایند تولید محصولات کشاورزی نیز مؤید این موضوع است.

۳-۳-٤- اثرات اجرای کشاورزی حفاظتی بر امنیت غذایی

کشاورزی حفاظتی قطعاً به کاهش مصرف آب، مصرف سوخت و فرسایش خاک منجر می‌شود و کاهش مصرف آب، مصرف سوخت و فرسایش خاک یعنی حفظ منابع تولید و افزایش پایداری تولید با حفظ منابع تولید و پایداری آن، تولید غذا برای مدت بیش‌تری میسر می‌شود و امنیت غذایی تأمین می‌شود. کشاورزی حفاظتی هر چند ممکن است با کیفیت مناسب و با رعایت تمامی اصول آن در ایران اجرا نشده باشد، اما قطعاً در کاهش مصرف آب، مصرف سوخت و فرسایش خاک حتی به مقدار اندک مؤثر بوده است. بنابراین، اجرای کشاورزی حفاظتی در ایران به افزایش امنیت غذایی در کشور کمک کرده است.

٤-۳-٤- اثرات اجرای کشاورزی حفاظتی بر ارزبری بخش کشاورزی

حفظ منابع تولید مانند آب و خاک، به پایداری تولید کمک می‌کند. پایداری تولید نیز نیاز کشور به واردات محصولات کشاورزی در آینده را کاهش می‌دهد و مانع از خروج ارز از کشور برای واردات محصولات کشاورزی می‌شود. بنابراین، با توجه به این که اجرای کشاورزی حفاظتی در کشور باعث حفظ منابع تولید و پایداری آن می‌شود، مانع از خروج ارز از کشور برای تأمین محصولات کشاورزی مورد نیاز جامعه می‌شود.

٤-٤- جمع‌بندی و پیشنهادها

در اجرای موفق کشاورزی حفاظتی در اختیار داشتن ماشین‌ها و ادوات مناسب، کلیدی‌ترین عامل است. در سال‌های اولیه شروع کشاورزی حفاظتی در ایران، تمامی ماشین‌ها و ادوات موجود وارداتی بودند که اکثراً سازگاری مناسبی با شرایط کشاورزی ایران نداشتند. در سال‌های اخیر سازندگان ماشین‌ها و ادوات کشاورزی داخلی تلاش‌های زیادی کرده‌اند تا با مهندسی معکوس از روی ماشین‌ها و ادوات خارجی، ماشین‌های مناسب‌تری را در دسترس کشاورزان قرار دهند اما توفیق اندکی در این زمینه به دست آورده‌اند. از طرف دیگر، در پژوهش‌های داخلی نیز به مقوله طراحی، بهینه‌سازی، بومی‌سازی و ارزیابی مزرعه‌ای ادوات و ماشین‌های کشاورزی حفاظتی توجه اندکی شده است. بنابراین، به نظر می‌رسد اولویت اول پژوهش‌های کشاورزی حفاظتی در ایران باید معطوف به طراحی، بهینه‌سازی، بومی‌سازی و ارزیابی مزرعه‌ای ادوات و ماشین‌های کشاورزی حفاظتی شود. هم‌چنین مبارزه با علف‌های هرز یکی دیگر از چالش‌های کشاورزی حفاظتی در دنیا و ایران است که در پژوهش‌های داخلی به آن توجه کافی نشده است. ضمن این‌که بررسی اثر کشاورزی حفاظتی بر مصرف آب و بهره‌وری آن در محصولات

مختلف و تعیین مقدار واقعی مصرف آب در روش‌های مختلف کشاورزی حفاظتی نیز اجتناب ناپذیر است. بنابراین، مهم‌ترین اولویت‌های پژوهش‌های کشاورزی حفاظتی در ایران را می‌توان به شرح زیر بیان کرد:

- طراحی، بهینه‌سازی، بومی‌سازی و ارزیابی مزرعه‌ای ادوات و ماشین‌های کشاورزی حفاظتی
- بررسی اثر کشاورزی حفاظتی بر علف‌های هرز محصولات مختلف و راه‌های کنترل علف‌های هرز در این فناوری
- تعیین مقدار واقعی مصرف آب و بهره‌وری آن در محصولات مختلف تحت شرایط کشاورزی حفاظتی

۵-٤- منابع

افضلی‌نیا، ص.، صلح‌جو، ع. ا.، شریفی مالواجردی، ا.، اسدی خشویی، ا.، اشرفی‌زاده، س. ر.، افضلی‌گروه، ه.، صادق‌نژاد، ح. ر.، هدایتی‌پور، ا.، تقی‌نژاد، ج.، حیدری، ا. و روزبه، م. ۱۴۰۰. گزارش کارگروه برنامه بهبود مکانیزاسیون در کشاورزی حفاظتی. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

فصل پنجم
کاهش ضایعات و بهره‌گیری از زائدات در محصولات کشاورزی

عادل میرمجیدی

۱-۵- مقدمه

افزایش روز افزون جمعیت و وضعیت رو به کاهش منابع تولید، جامعه جهانی را با چالش جدی پاسخ‌گویی به نیازهای اولیه بشری به‌ویژه تأمین غذا روبه‌رو ساخته است. برآوردها نشان می‌دهند که در پانزده سال آینده نیاز بشر به آب، انرژی و مواد غذایی به ترتیب ۳۰، ۵۰ و ۵۰ درصد بیش‌تر خواهد شد. از طرف دیگر، دستیابی به منابع و عوامل تولید به دلیل تاثیر فعالیت‌های بشری در کمّیت و کیفیت این منابع و نیز تغییرات آب و هوایی در کرهٔ زمین، روز به روز محدودتر می‌شود. بنابراین، این دو عامل در کنار هم تأمین غذای سالم و کافی را روز به روز نامطمئن‌تر می‌سازد. این در حالی است که بر اساس گزارش فائو حدود ۵۰ درصد محصولات تولید شده در جهان در فاصله زمانی برداشت تا مصرف به صورت **ضایعات** از چرخه مصرف خارج می‌شود. این بدان معنی است که نیمی از کشاورزی را فرایند تولید و نیمهٔ دیگر را مراقبت‌های پس از برداشت تشکیل می‌دهد. امروزه در اغلب کشورهای تولید کننده محصولات کشاورزی دنیا و به‌ویژه ایران، بیش‌تر فعالیت‌های علمی و اجرایی بر نیمهٔ اول کشاورزی که اتفاقاً موجب فشار بر نهاده‌های تولید و کاهش کمّی و کیفی آن است، متمرکز بوده و نیمهٔ دوم آن یعنی مراقبت‌های پس از برداشت مغفول مانده است. از این رو، به روشنی پیدا است که با **کاهش ضایعات محصولات کشاورزی** می‌توان بخش عظیمی از محصولات تولید شده را به چرخه مصرف بازگرداند. کاهش ضایعات در مراحل پس از برداشت راه‌کاری است که بدون نیاز به افزایش سطح زیر کشت که همان تکیه بر مصرف آب، زمین، انرژی و نیروی کار بیش‌تر است، امکان دستیابی به بهره‌وری و تولید بیش‌تر را فراهم می‌سازد.

طبق تعریف بانک جهانی، امنیت غذایی یعنی دسترسی همهٔ مردم در تمامی اوقات به غذای کافی برای داشتن یک زندگی سالم. بر این اساس، سه محور موجود بودن غذا، دسترسی به غذا و پایداری در دریافت غذا از ارکان اصلی امنیت غذایی است. تأمین امنیت غذایی از وظایف اصلی بخش کشاورزی هر کشوری بوده و در ایران نیز دستیابی به این امر مهم رسالت اصلی وزارت جهادکشاورزی است. علی‌رغم تلاش مسئولین بخش کشاورزی، در سال‌های گذشته تولید محصولات کشاورزی همگام و متناسب با رشد مصرف نبوده است. محدود بودن نهاده‌های کشاورزی، شرایط جوی و محیطی و ضایعات بیش از حد تولیدات کشاورزی از جمله عوامل ایجاد این فاصله بین تولید و مصرف است. این امر سبب شده امنیت غذایی کشور تاحدی به چالش

کشیده شود. برای غلبه بر این چالش و ارتقاء سطح امنیت غذایی با رویکرد مدیریت بحران راه‌حل‌های متعددی قابل ارائه است که البته، هر یک از این راه‌کارها مزایا و محدودیت‌های اجرایی و فنی خاص خود را دارند. علی‌رغم تنوع در روش‌ها و راهبردهای کلی تأمین امنیت غذایی، در ایران برای تحقق این رسالت، تمرکز بر تولید و افزایش تولید غذا به‌عنوان اصلی‌ترین راهبرد مورد توجه و عمل است. در حالی‌که حجم زیاد ضایعات محصولات کشاورزی خام و فرآوری‌شده و عدم توجه به نگه‌داری مناسب تولیدات زراعی و باغی به‌عنوان مانع اصلی برای نیل به تأمین امنیت غذایی است. بنابراین، می‌توان گفت که در کنار اقدامات مربوط به افزایش تولید، توجه به کاهش ضایعات و فرآوری محصولات نقش اساسی در راستای تحقق اهداف یاد شده دارد. لذا به نظر می‌رسد که عملی‌ترین و شاید مناسب‌ترین و ساده‌ترین راه ارتقای بهره‌وری و تأمین امنیت غذایی، استفاده بهینه از تولیدات موجود با رویکرد کاهش ضایعات محصولات کشاورزی است.

۲-۵- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه

سالانه در جهان ۴ میلیارد تن مواد غذایی تولید می‌شود که از این مقدار حدود ۳۰ تا۵۰ درصد در اثر شرایط و روش‌های نامناسب برداشت، حمل و نقل، ذخیره‌سازی، توزیع و مصرف از بین می‌رود. این بدان معنی است که ۱/۲ تا ۲ میلیارد تن مواد غذایی تبدیل به ضایعات و از دسترس مصرف‌کننده خارج می‌شود. طبق آمارهای رسمی فائو، سالانه حدود ۴۳/۵ درصد محصولات اساسی کشاورزی در کشورهای در حال توسعه در اثر آفات، بیماری‌ها، علف‌های هرز، خشکسالی و غیره در مراحل مختلف از جمله پس از برداشت از بین می‌رود. در ایران بر اساس آخرین برآوردهای وزارت جهاد کشاورزی، حدود ۱۶ درصد از محصولات زراعی و حدود ۲۸ درصد از تولیدات باغی در مراحل مختلف تولید تا مصرف از بین می‌رود. البته، هنوز آمارهای دقیق و مکفی در زمینه میزان ضایعات محصولات مختلف وجود ندارد و مطالعات بسیار کم‌رنگ و ناچیزی در این زمینه صورت گرفته است ولی با این حال برآوردهای اولیه و آمارهایی به صورت تخمینی در دسترس است. بر اساس مطالعات کارگروه بهره‌وری و کاهش ضایعات محصولات کشاورزی در سال ۱۳۸۷ حدود ۹۰ درصد ضایعات کل ضایعات برآورد شده برای ۶۰ محصول باغی و زراعی عمده مورد مطالعه، مربوط به ۲۰ نوع محصول بوده و حجم ضایعات در ۴۰ محصول دیگر ۱۰ درصد کل ضایعات را شامل می‌شود. بر اساس آمارنامه کشاورزی ارائه شده در سال ۱۳۹۸ میزان تولید و مقادیر برآورد شده ضایعات محصولات باغی و زراعی اولویت‌دار مورد اشاره در سند برنامه مدیریت کنترل و کاهش ضایعات محصولات کشاورزی که عمده ضایعات یعنی حدود ۹۰ درصد را تشکیل می‌دهند، در جداول ۵-۱ و ۵-۲ ارائه شده است.

مطابق جدیدترین بررسی انجام‌شده حدود ۳۰ درصد از کل محصولات غذایی تولید شده در کشور در مرحله پس از برداشت دچار تلفات و از چرخه مصرف خارج می‌شود، که فاصله بسیار زیاد با اهداف ترسیم شده در برنامه‌های موجود در رابطه با کاهش تلفات مواد غذایی را نشان می‌دهد. کم‌ترین میزان تلفات برای آبزیان (۲/۸ درصد) و بیش‌ترین آن برای گروه سبزی‌ها (۵۴ درصد) برآورد شده است. سایر برآوردهای منطقه‌ای و محصولی انجام‌شده نیز اعدادی در همین حدود را گزارش کرده‌اند.

جدول ۵-۱- میزان تولید، حدود ضایعات و اولویت کشوری در برنامه کاهش ضایعات محصولات زراعی

ردیف	نوع محصول	میزان تولید (میلیون تن)	حدود ضایعات (درصد)	اولویت کشوری در برنامه کاهش
۱	گندم	۱۳/۷۲	۱۵	۱
۲	گوجه‌فرنگی	۶/۹۳	۳۰	۲
۳	سیب‌زمینی	۵/۲۴	۲۰	۳
۴	دانه‌های روغنی	۰/۵۹	۱۳	۷
۵	ذرت دانه‌ای	۱/۱۰	۱۱	۹
۶	خیار	۱/۴۳	۱۶	۴۰
۷	شلتوک	۴/۴۲	۵	۱۲
۸	جو	۳/۵۱	۱۰	۱۳
۹	پیاز	۲/۸۸	۱۶	۱۴
۱۰	هندوانه	۳/۷۶	۱۸	۱۵
۱۱	خربزه	۱/۹۱	۱۷	۲۱

جدول ۵-۲- میزان تولید، حدود ضایعات و اولویت کشوری در برنامه کاهش ضایعات محصولات باغی

ردیف	نوع محصول	میزان تولید (میلیون تن)	حدود ضایعات (درصد)	اولویت کشوری در برنامه کاهش ضایعات
۱	انگور	۳/۳۳	۳۴	۵
۲	سیب	۴/۰۴	۲۸	۸
۳	پرتقال	۳/۳۹	۳۰	۱۰
۴	نارنگی	۰/۷۳	۳۱	۱۶
۵	خرما	۱/۲۳	۲۰	۱۸
۶	لیموترش	۰/۶۶	۲۶	۱۹
۷	لیموشیرین	۰/۶۲	۲۶	۲۰
۸	انار	۱/۱۰	۲۵	۴۱
۹	هلو	۱/۲۵	۳۰	۲۴
۱۰	گیلاس	۰/۳۲	۳۰	۲۸
۱۱	انجیر	۰/۰۹۶	۳۵	۲۳

البته این حقیقت که با برداشت محصول، مرحلهٔ کاهش کیفیت آن شروع می‌شود انکارناپذیر است. چراکه از لحظه برداشت، دیگر محصول فعالیت فتوسنتزی به‌منظور بهبود کیفیت ندارد و نمی‌توان با عملیات مناسب و به‌موقع، کیفیت آن‌را حفظ کرد. ولی مسلماً با انجام اقدامات و مراقبت‌های فنی مناسبی می‌توان از شدت این کاهش کیفیت و در نتیجه به‌وجود آمدن ضایعات

کاست. اصولاً اولین قدم برای پرداختن به امر تعدیل و کاهش ضایعات، گردآوری اطلاعات مستند و مبتنی بر اصول علمی و فنی است. چرا که اولین و اساسی‌ترین گام در برنامه‌ریزی‌ها، شناخت وضع موجود و اطلاع دقیق از آمار و اطلاعات مورد نیاز است. تاکنون مطالعهٔ جامعی در خصوص تعیین مقدار دقیق ضایعات در مراحل مختلف زنجیرهٔ تولید تا مصرف به‌عمل نیامده است. با این حال راه‌کارها و برنامه‌های اصلی برای کاهش ضایعات را می‌توان در دو مقولهٔ اقدامات اجرایی و برنامه‌های پژوهشی، آموزشی و ترویجی ارائه نمود.

توجه به پژوهش‌های در زمینه پایش ضایعات محصولات کشاورزی در سطح ملی و بسیج ملی امکانات برای حل و یا لااقل تخفیف این چالش (که طی یک یا دو دهه آتی امنیت غذایی جامعه را در معرض تهدید قرار می‌دهد) انتخابی گریزناپذیر است. چرا که ادامه روند فعلی ضایعات تولیدات کشاورزی، در آینده‌ای نه چندان دور با کاهش سرانه غذای در دسترس در کشور مواجه خواهیم بود. به‌طور خلاصه، راه‌کارها و برنامه‌های بخش پژوهش را برای نیل به اهداف تعیین شده در این برنامه، می‌توان در سه محور اصلی زیر بیان نمود:

۱) سنجش میزان ضایعات محصولات اساسی کشاورزی و تعیین نقاط بحرانی ایجاد آن در مراحل پس از برداشت.
۲) اصلاح و ارتقاء فناوری‌های کاهش ضایعات محصولات اساسی کشاورزی در مراحل پس از برداشت.
۳) به‌کارگیری زائدات، ضایعات و پسماندهای تولیدات کشاورزی و تبدیل آن‌ها به فرآورده‌های قابل مصرف و با ارزش افزوده بیش‌تر.

پس از نهایی شدن برنامه راهبردی "کاهش ضایعات محصولات کشاورزی در مراحل پس از برداشت" در سال ۱۳۸۸، عمدهٔ پروژه‌های پژوهشی تدوین شده در این راستا بوده‌اند. طی پنج سال اخیر نیز ۷۳ فقره دستاورد علمی در حوزه کاهش ضایعات به دست آمده است.

۳-۵- اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر

مشکل اساسی در اکثر پروژه‌های پژوهشی اجرا شده در زمینهٔ کاهش ضایعات، نپرداختن به توجیه و برآورد اقتصادی اجرایی نمودن نتایج حاصله است. بیش‌تر نتایج به شکل بیان ویژگی‌های کیفی ارائه شده‌اند. هدف اصلی اولین محور این برنامه، اندازه‌گیری و مشخص نمودن دقیق میزان ضایعات در مراحل مختلف است تا از این پس، بتوان اثرگذاری به‌کارگیری نتایج حاصل را به‌طور کمّی گزارش کرد.

لازم به یادآوری است، با توجه به سه محور اصلی برنامه، توزیع موضوعی ۷۳ فقره دستاورد پژوهشی مؤسسه در پنج سال اخیر به شرح زیر است:

- ✓ سنجش میزان ضایعات: ۱ دستاورد
- ✓ فناوری‌های پس از برداشت و تبدیلی: ۳۰ دستاورد
- ✓ بسته‌بندی: ۲۱ دستاورد
- ✓ نگه‌داری و انبارداری: ۱۶ دستاورد
- ✓ به‌کارگیری زائدات: ۵ دستاورد

پیام‌های کلیدی

- آمار دقیقی از میزان تلفات و دور ریز محصولات کشاورزی به تفکیک مراحل مختلف زنجیره تـأمین در دسـت نیست.
- مطابق برآوردهای کلی، تلفات فعلی محصـولات کشـاورزی کشـور با آن‌چه در اسـناد بالادسـتی توسـعه کشـور هدف‌گذاری شده است، فاصله زیادی دارد.
- بیش از ۵۰ درصد هدر رفت تولیدات کشاورزی کشور، در مرحله پس از برداشت تا مصرف رخ می‌دهد.
- بیش از ۹۰ درصد تلفات مواد غذایی کشور، تنها در ۲۰ محصول رخ می‌دهد.
- حفظ امنیت غذایی کشـور در سـطح موجود، مسـتلزم کاهش ۵۰ درصـدی ضـایعات محصولات کشاورزی تا سال ۱۴۱۰ است.

قوانین و سیاست‌های بالادستی در خصوص موضوع برنامه

بند ه ماده ۱۸:

حمایت از گسترش صنایع تبدیلی و تکمیلی بخش کشاورزی به نحوی که درصد محصولات فرآوری شده حداقل به میزان دو برابر وضع موجود افزایش یابد و موجبات کاهش ضایعات به میزان پنجاه درصد (۵۰٪) فراهم شود.

در قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و غیره مصوب ۱۳۸۳/۶/۱۱ با محوریت خودکفائی در تولید محصولات اساسی کشاورزی، تأمین امنیت غذایی و اقتصادی نمودن تولید و توسعه صادرات محصولات کشاورزی و ارتقای رشد ارزش افزوده از طریق اقدام به کاهش ضایعات محصولات به مرحله اجرا گذاشته می‌شود.

بند د ماده ۸۴ :

دولت موظف است، به منظور نهادینه کردن مدیریت، سیاست‌گذاری، ارزش‌یابی و هماهنگی این قلمرو از جمله امنیت غذا و تغذیه در کشـور، تأمین سبد مطلوب غذایی و کاهش بیماری‌های ناشی از سوء تغذیه و گسترش سلامت همگانی در کشور، اقدام‌های زیر را به عمل آورد:

تشـکیل "شـورای عالی سـلامت و امنیت غذایی" با ادغام "شورای غذا و تغذیه" و "شورای عالی سلامت"؛ تهیه و اجرای برنامه‌های ایمنی غذا و کاهش ضایعات مواد غذایی از تولید به مصرف؛ ارتقاء سلامت و ایمنی مواد غذایی در کلیه مراحل از تولید تا مصـرف؛ حفاظت از منابع آب و خاک و بهره‌برداری مناسـب از آن‌ها در راستای تأمین مواد غذایی؛ تولید، نگه‌داری، حمل و مصـرف مناسب کود، سموم و آلاینده‌های محیطی برای مراقبت از سلامت آب آشامیدنی و غذا؛ اقدام‌های لازم برای بهبود شیوه زندگی مردم از طریق " افزایش سطح ایمنی غذا" و "کاهش ضایعات مواد غذایی از تولید تا مصرف"

٤-٥- جمع‌بندی و پیشنهادها

ضایعات موجود در بخش کشاورزی اثرات منفی زیادی بر رشد و توسعه کشور دارد. حدود ۳۰ درصد از کل محصولات غذایی تولیدشده در کشور در مرحله پس از برداشت دچار تلفات و از چرخه مصرف خارج می‌شود. به گزارش فائو، معادل ۶۰ درصد

از درآمد نفتی ایران به شکل ضایعات غذا به سطل زباله ریخته می‌شود. به عبارت دیگر، حدود ۳۵ میلیون تن، حجم ضایعات مواد غذایی در ایران است که ارزشی بالغ بر ۱۵ میلیارد دلار دارد. از نگاهی دیگر، ۹/۳ میلیارد متر مکعب آب برای این میزان ضایعات هدر می‌رود. شایان ذکر است که در ایجاد ضایعات و در نتیجه هدر دادن منابع طبیعی در بخش کشاورزی، عناصر مختلفی به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم تأثیرگذارند و به‌صورت یک چرخه در جامعه با یکدیگر در تعامل هستند. به‌نظر می‌رسد که بخش ترویج به عنوان عامل میدانی و حلقهٔ واسط بین منابع تولید دانش کشاورزی و بهره‌برداران، می‌تواند نقش مؤثری در آگاهی جامعه و کاهش حجم ضایعات محصولات تولیدی داشته باشد.

حفظ امنیت غذایی کشور در سطح موجود، مستلزم کاهش ۵۰ درصدی ضایعات محصولات کشاورزی تا سال ۱۴۱۰ است. برای غلبه بر چالش امنیت غذایی و مدیریت بحران‌ها، عملی‌ترین و شاید مناسب‌ترین راه حل، استفاده بهینه از تولیدات موجود و در رأس آن‌ها کاهش تلفات و ضایعات محصولات کشاورزی است. بنابراین، برای ایجاد پایداری در بخش کشاورزی و جلوگیری از هدر رفتن منابع، لازم است که ابتدا عناصر مؤثر بر ضایعات در مراحل مختلف شناسایی شود و پس از بررسی دقیق وضعیت موجود، با آینده‌نگری و در نظر گرفتن تحولات برای نیل به توسعهٔ پایدار به مدیریت ضایعات در بخش کشاورزی پرداخت. ایجاد و توسعه صنایع تبدیلی کشاورزی، انبارداری صحیح، ایجاد شبکه‌های پیشرفته و ایجاد بازارهای مناسب محصولات کشاورزی همگی در راستای مدیریت ضایعات در مراحل پس از برداشت هستند. از این‌رو، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی برنامه تدوین و اجرای طرح کلان **"کاهش ضایعات و بهره‌گیری از زائدات در محصولات کشاورزی"** در مراحل مختلف پس از برداشت را از برنامه‌های اصلی و جاری خود قرار داده که امید است با حمایت مسئولین امر، اولین و مهم‌ترین گام در راستای کاهش ضایعات برداشته شود.

فصل ششم
ساخت، ارزیابی و استفاده از تجهیزات و فناوری‌های نوین آبیاری

سید ابوالقاسم حقایقی‌مقدم

۶-۱- مقدمه

از چالش‌های اساسی بخش کشاورزی، پایین بودن بهره‌وری آب در این بخش است. یکی از دلایل مهم این چالش، پایین بودن میزان توسعه و کاربردی شدن فناوری‌های نوین آبیاری در کشور است. در حال حاضر بهره‌وری آب در بخش کشاورزی ۱/۴۵ کیلوگرم بر مترمکعب است که بایستی به بالای ۲ کیلوگرم بر مترمکعب ارتقاء یابد. از مهم‌ترین دلایل پایین بودن بهره‌وری آب کشاورزی می‌توان به وقوع رویدادهای اقلیمی (سرمازدگی، تگرگ، خشکسالی، سیل)، تغییر اقلیم (افزایش درجه حرارت، کمبود بارش برف)، شور شدن منابع آب وخاک، پایین بودن بازده آبیاری، ضایعات بالای محصولات کشاورزی، تناسب نداشتن الگوی کشت با میزان منابع آبی، پایین بودن شاخص‌های مکانیزاسیون، کمبود مواد آلی و غذایی خاک، خسارت‌های ناشی از آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، خرده مالکی و آگاهی کم برخی بهره‌برداران از وضعیت بحرانی منابع آب کشور اشاره کرد. از الزامات افزایش ضریب نفوذ فناوری‌های نوین آبیاری به منظور رفع چالش‌های مرتبط با کم بودن بهره‌وری آب در بخش کشاورزی، اجرای پژوهش‌های کاربردی مرتبط با این موضوع است.

۶-۲- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی براساس رسالت خود در زمینه انجام پژوهش‌های کاربردی مرتبط با مسائل آب کشاورزی، طی پنج سال اخیر (۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰) حدود ۶۰ پروژه پژوهشی مربوط به ساخت، ارزیابی و استفاده از تجهیزات و فناوری‌های نوین آبیاری انجام داده است. این پژوهش‌ها در زمینه‌هایی مانند ارزیابی فنی و اقتصادی انواع سامانه‌های نوین آبیاری (قطره‌ای، بارانی، سطحی مدرن و زیرسطحی)، کاربرد فناوری سنجش از دور در برآورد نیاز آبی گیاهان، استفاده از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر، کشت نشائی، روش‌های بهبود کیفیت آب‌های نامتعارف (آب مغناطیسی و رینگ مروس)، مدیریت کاربرد آب‌های شور در کشاورزی و هوشمندسازی آبیاری به انجام رسیده است. در برخی موضوعات پاسخ‌های قابل اعتماد و توصیه از پژوهش‌ها گرفته شده و در برخی موارد نیاز به پژوهش‌های تکمیلی وجود دارد.

۳-٦- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر

برای مواجهه با چالش پایین بودن بهره‌وری آب کشاورزی، از دیدگاه موضوع برنامه حاضر سه راهبرد به شرح زیر توسط مؤسسه در نظر گرفته و در راستای آن‌ها پژوهش‌های کاربردی به اجرا گذاشته شد.

۱- گسترش کاربرد فناوری‌های نوین آبیاری در کشاورزی، ۲- طراحی، ساخت، بهینه و بومی‌سازی روش‌ها و تجهیزات نوین آبیاری و ۳- برنامه‌ریزی آبیاری با کاربرد تجهیزات و فناوری‌های نوین

بررسی و اجرای این پژوهش‌های کاربردی با شاخص‌های ارزیابی چهارگانه: تأمین امنیت غذایی، پایداری منابع، تولید ثروت و کاهش ارزبری برنامه‌ریزی و به اجرا در آمد. تحلیل نتایج و اثربخشی پژوهش‌های اجرا شده در زمینه موضوع برنامه مذکور به شرح موارد زیر ارائه می‌شود.

۱-۳-٦- کاربرد سامانه‌های نوین آبیاری در انواع زراعت‌ها و باغ‌ها

با هدف مصرف بهینه آب در بخش کشاورزی و افزایش بهره‌وری آب در این بخش، بیش از سه دهه است که توسعه سامانه‌های نوین آبیاری در دستورکار دولت‌های مستقر در کشور قرار دارد. ارزیابی فنی و اقتصادی این سامانه‌ها به منظور افزایش کارایی و اثربخشی آن‌ها از مهم‌ترین فعالیت‌های پژوهشی در دست اجرا طی پنج سال گذشته بوده است. این ارزیابی در سال‌های اخیر به ویژه برای سامانه‌های آبیاری زیرسطحی در باغات (پسته، زردآلو، انگور، هلو، توت فرنگی) و روش‌های آبیاری قطره‌ای در مزارع (گندم، ذرت، چغندرقند، هندوانه، خیار، لوبیا و غیره) انجام شده است.

نتایج ارزیابی سامانه‌های نوین آبیاری بارانی در اراک نشان داد که معیارهای ارزیابی در بسیاری از مزارع مورد بررسی دارای مقادیر غیرقابل قبول است و پایین‌تر از حد مجاز و استاندارد است. در اکثر مزارع با وجود داشتن سامانه آبیاری، کشاورزان به دلیل کمبود منابع آب در دسترس، اقدام به کم‌آبیاری می‌کنند. طراحی نادرست، اجرای نامناسب و آموزش ناکافی باعث اتلاف سرمایه‌گذاری انجام شده و کوتاهی عمر مفید برخی طرح‌ها شده است.

در استان همدان، با وجود استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای در بعضی مزارع، حجم آب آبیاری به‌دلیل شیوه اجرای غیر اصولی و مدیریت نامناسب سامانه آبیاری، عدد بالایی بوده است. بررسی تغییرات شوری خاک حاکی از افزایش میزان این پارامتر در انتهای فصل آبیاری نسبت به ابتدای فصل آبیاری در زیر یا بین نوارهای آبیاری بود، که این افزایش در محصول سیب‌زمینی در کنار پشته و در محصول چغندرقند در بین نوار نسبت به زیر نوار بیش‌تر بود. مقایسه میزان نیاز آبی محاسباتی با میزان آب آبیاری در برخی از مزارع هندوانه، چغندرقند و خیار نشان‌دهنده کم‌آبیاری در این مزارع بود.

ارزیابی آبیاری قطره‌ای نخیلات آبادان، نشان داد که این سامانه با آرایش موجود توانایی تأمین نیاز آبی نخل و نیاز آبشویی طبق کیفیت آب آبیاری و نیم‌رخ خاک را ندارد و توسعه این سامانه موجب اتلاف سرمایه ملی می‌شود.

ارزیابی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای در اصفهان نشان داد بیشتر مشکلات سامانه‌های مذکور مربوط به مدیریت بهره‌برداری است. از جمله راه‌کارهای مناسب برای بهبود عملکرد سامانه‌ها می‌توان به رعایت شیفت آبیاری، کنترل فشار در قطعات مختلف، بازدید از قطره‌چکان‌ها و دیگر اجزای سامانه در سطح مزرعه برای پیشگیری از مشکلات احتمالی، شستشوی مناسب فیلترها برای جلوگیری از گرفتگی قطره‌چکان‌ها، شستشوی مانیفولد و لترال‌ها، اسیدشویی در طرح‌هایی که کیفیت آب مناسب نیست، به کاربردن وسایل و تجهیزات مورد تایید و بالا بردن مهارت بهره‌برداران اشاره کرد.

در مجموع به نظر می‌رسد انواع سامانه‌های نوین آبیاری در ذات خود دارای اشکال نیستند و در صورت بهره‌برداری صحیح توسط کشاورزان، می‌توانند منجر به بهبود بهره‌وری آب شوند.

۲-۳-٦- ارزیابی آبیاری زیرسطحی باغات

ارزیابی شاخص‌های طراحی، اجرا و مدیریت بهره‌برداری از سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در چهار منطقه سیرجان (کرمان)، سرخه (سمنان)، ارومیه (آذربایجان غربی) و کردکوی (گلستان) بر روی باغ‌های پسته، مرکبات، هلو و انگور انجام شد. نتایج نشان داد عملکرد کلی قطره‌چکان‌ها و سامانه برای باغ پسته مناسب، برای باغ هلو نسبتاً مناسب و برای باغ پرتقال ضعیف ارزیابی شدند. مدیریت آبیاری در سطح باغ‌ها تابع معیارهای طراحی نبود. عمق نصب لترال‌ها در طول مسیر به علت ضعف در نصب لترال‌ها بین ۲۰ تا ۴۵ سانتی‌متر متغیر بود که می‌تواند تبخیر سطحی آب، توسعه علف هرز، تجمع شوری و محدودیت عملیات زراعی را همراه داشته باشد. تغییرات فشار در قطعات باغی و ضعف طراحی منجر به عملکرد ضعیف قطره‌چکان‌ها شده بود. پروفیل رطوبتی در اطراف لترال‌ها از وضعیت مطلوبی برخوردار بود. بررسی پروفیل شوری عصاره اشباع خاک نشان‌دهنده تجمع شوری در محدوده خارجی پروفیل رطوبتی و هم‌چنین افزایش شوری در اطراف ریشه به علت جذب سریع‌تر رطوبت خاک و باقی ماندن شوری در خاک بود. با توجه به پروفیل رطوبتی برای خاک‌های با بافت متوسط عمق نصب ۴۰ سانتی‌متر و فاصله ۱ متری لوله‌های قطره‌چکان‌دار از ردیف درختان برای لترال‌های سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی مناسب تشخیص داده شد.

در طراحی سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در شرایط کاربرد آب‌شور، ذخیره آب و انجام آبشویی در انتهای فصل رشد توصیه می‌شود و اعمال جزء آبشویی در طول فصل آبیاری مطلوب نیست. بررسی حجم ریشه در حاشیه قطره‌چکان زیرسطحی نشان داد که با افزایش غلظت علف‌کش ترفلان از حجم ریشه در محیط قطره‌چکان به طور معنی‌داری کاسته می‌شود. تبدیل سامانه آبیاری قطره‌ای مرسوم به آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با لوله‌های هادی از جنس پی‌وی‌سی، بدون نگرانی از محدودیت‌های آبیاری زیرسطحی (تجمع و نفوذ ریشه و املاح)، صرفاً کم‌تر از ۱۵ درصد به کل هزینه اضافه خواهد کرد که در مقایسه با آبیاری زیرسطحی بسیار مقرون به صرفه‌تر خواهد بود.

در سال‌های اخیر کشاورزان برای آبیاری باغ‌های پسته با استفاده از آب‌های با کیفیت پایین، لوله‌های پی‌وی‌سی را در فواصل متفاوت سوراخ کرده و از آن‌ها برای توزیع بهتر آب در زیر سطح خاک استفاده نموده‌اند که در بین کشاورزان به روش آبیاری زیرزمینی با استفاده از لوله‌های پی‌وی‌سی معروف است. نتایج اندازه‌گیری پارامترهای مختلف در این شیوه آبیاری نشان داد در صورتی‌که شیب، عمق کارگذاری لوله، فواصل و قطر سوراخ‌ها در این سامانه آبیاری در خاک‌های مختلف مناسب انتخاب شوند، در مقایسه با روش آبیاری سطحی و سنتی مرسوم در باغ‌های پسته از یکنواختی بالایی برخوردار است و می‌تواند تا ۳۰ درصد میزان آب آبیاری را کاهش دهد.

۳-۳-٦- ارزیابی آبیاری قطره‌ای (تیپ) در زراعت گندم

گندم ازجمله گیاهانی است که آرایش کاشت آن با گیاهان ردیفی مانند سیب‌زمینی، چغندرقند و پنبه متفاوت است و آبیاری قطره‌ای (تیپ) در زراعت گندم در دو دهۀ اخیر رایج شده و در ده سال گذشته رو به توسعه گذاشته است. نتایج پژوهش در ۵ استان کشور نشان داد که در آبیاری قطره‌ای گندم، فاصله نوار آبیاری ۶۰ سانتی‌متر در مقایسه با فاصله نوار ۷۵ سانتی‌متر عملکرد بالاتری را حاصل نموده است. عملکرد دانه گندم در آبیاری قطره‌ای (۶۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) نسبت به آبیاری سطحی (۵۲۶۰ کیلوگرم در هکتار) حدود ۱۴ درصد افزایش نشان داد. به‌کارگیری آبیاری قطره‌ای در زراعت گندم به کاهش

مقدار آب آبیاری نیز می‌انجامد. در آبیاری قطره‌ای گندم، مقدار بهره‌وری آب آبیاری و بارش نسبت به آبیاری سطحی حدود ۵۴ درصد افزایش نشان داده است (۱/۱۹ در قابل ۰/۷۷ کیلوگرم بر مترمکعب). یکی از ملاحظاتی که در آبیاری قطره‌ای گندم بایستی مدنظر داشت این است که استفاده از این روش آبیاری موجب افزایش قابل توجه شوری در خاک خواهد شد. بنابراین در نظر گرفتن جزء آبشویی در میزان آب آبیاری و یا آبشویی اراضی در خارج از فصل زراعی، از ملزومات پایداری تولید است. در روش آبیاری قطره‌ای (تیپ) گندم، بهتر است کاشت با استفاده از خطی‌کار بدون ایجاد شیار و در زمین مسطح باشد تا آب از نوار با سرعت بیش‌تری به اطراف نشت کند.

٤-٣-٦- هوشمند و خودکارسازی آبیاری

کشاورزی یکی از بخش‌هایی است که می‌تواند به کمک فناوری اینترنت اشیاء با پایش هوشمند برای به دست آوردن محصول با کیفیت و بهینه‌سازی عملیات آبیاری گام‌های بزرگی بردارد. نظارت کم هزینه و اطلاع از وضعیت دقیق مناطق کشاورزی درهر لحظه، پردازش داده‌های دریافت شده از حسگرها در مزارع و داده‌های پیش‌بینی آب و هوا برای اطلاع‌رسانی به موقع به کشاورزان به‌منظور شروع فرایند آبیاری، از محاسن اینترنت اشیاء است.

در همین زمینه پژوهشی با هدف ارزیابی و تعیین بهره‌وری فیزیکی آب و راندمان کاربرد آبیاری سطحی در مزارع مجهز به سامانه‌های آبیاری کم‌فشار خودکارسازی شده (تیمار هدف) در مقایسه با مزرعه سنتی تجهیز و نوسازی نشده (تیمار شاهد) برای یک دوره رشد کامل گیاهان جو و کینوا در شرق اصفهان تعریف شد. خودکارسازی با دو آلگوریتم مدیریتی شامل اندازه‌گیری رطوبت خاک توسط حسگرهای نصب شده در خاک و محاسبه تبخیر و تعرق گیاه به وسیله حسگرهای هواشناسی انجام شد. میانگین مقادیر حجم آب مصرفی محصول جو در تیمارهای شاهد و هدف به‌ترتیب برابر ۱۰۶۰۰ و ۷۳۶۰ مترمکعب در هکتار و در مورد محصول کینوا ۹۵۱۰ و۷۲۵۰ مترمکعب در هکتار به دست آمد. در سامانه آبیاری کم‌فشار خودکارسازی شده نسبت به تیمار شاهد افزایش ۲۲ درصد عملکرد دانه و ۴۲ درصد بهره‌وری آب حاصل شد.

تعیین زمان مناسب شروع آبیاری معمولاً برای کشاورزان به راحتی امکان‌پذیر نیست و نیاز به اندازه‌گیری‌های مختلف کارشناسی دارد. به همین دلیل، لزوم ساخت دستگاهی که به‌صورت لحظه‌ای بر اساس پوشش سبز گیاه، تنش رطوبتی را محاسبه و زمان آبیاری را مشخص کند، احساس شد. پژوهشی بر این مبنا برای تعیین زمان انجام آبیاری در چهار مزرعه گندم در شهرستان‌های اهواز، دشت آزادگان، حمدیه و بهبهان به اجرا درآمد. نتایج نشان داد استفاده از دستگاه اندازه‌گیر شاخص تنش آبی گیاه علاوه بر سهولت استفاده برای تعیین زمان آبیاری، می‌تواند سبب افزایش عملکرد محصول، کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری آب شود.

٥-٣-٦- کاربرد فناوری برای بهبود کیفیت آب

آب مغناطیسی در اثر ایجاد میدان مغناطیسی با آهن‌ربا یا الکترومغناطیس در اطراف آب معمولی به وجود می‌آید. در اثر تبدیل آب معمولی به آب مغناطیس برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی آب تغییر می‌کند. در سال‌های اخیر پژوهش‌های کاربردی برای درک موضوع آب مغناطیسی و احتمال به‌کارگیری آن در عرصه‌های مختلف کشاورزی در حال گسترش است. نتایج پژوهشی که در مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی با هدف بررسی گرفتگی قطره‌چکان‌ها در اثر آب مغناطیسی انجام شد، حکایت از این مطلب داشت که آب مغناطیسی مزیتی نسبت به آب غیرمغناطیس در شرایط استفاده از آب با کیفیت مختلف در گرفتگی قطره‌چکان‌ها نداشت. پژوهش‌های اندکی هم در سال‌های اخیر در زمینه کشاورزی (به ویژه زراعت)، حکایت از

آثار مثبت پدیده فوق دارد. خلاصه این‌که با این تعداد پژوهش نمی‌توان با قاطعیت کاربرد فراگیر آن در عرصه‌های کشاورزی را توصیه کرد.

پژوهشی به منظور بررسی اثر فناوری نوین رینگ مروس بر کاهش رسوب‌گرفتگی، تغییرات دبی و یکنواختی توزیع آب در قطره‌چکان‌ها در روش آبیاری قطره‌ای، در شرایط باغ‌های مجهز به سیستم آبیاری قطره‌ای در استان‌های کرمان، البرز و تهران اجرا شد. نتایج این پژوهش روشن کرد که در انتهای دو فصل آبیاری، یکنواختی توزیع آب در شرایط با و بدون استفاده از رینگ مروس در همه مکان‌ها و قطره‌چکان‌ها اندکی کاهش یافت. ولی این میزان کاهش به قدری نیست که با اطمینان بتوان گفت که این فناوری تاثیری بر جلوگیری از گرفتگی قطره‌چکان‌ها نداشته است. نتایج پژوهش بیانگر آن است که با استناد به داده‌های دو ساله موجود نمی‌توان در خصوص توانمندی یا ناتوانی فناوری رینگ مروس در از بین بردن گرفتگی شیمیایی قطره‌چکان‌ها و یا جلوگیری از رسوب گرفتگی آن‌ها اظهار نظر کرد و برای رد یا قبول وجود این توانمندی در رینگ‌های مروس، لازم است این فناوری برای مدت طولانی‌تری در مناطق مختلف مورد ارزیابی قرار گیرد.

٦-٣-٦- برنامه‌ریزی آبیاری با کاربرد تجهیزات و فناوری‌های نوین

برنامه‌ریزی آبیاری به معنی آبیاری به اندازه و به موقع است. یعنی به گونه‌ای عمل شود که زودتر از تاریخی که گیاه به آب نیاز دارد، آبیاری شروع نشود و مقدار آب آبیاری به اندازه‌ای باشد که بتواند در خاک ذخیره شود و به صورت رواناب یا نفوذ عمقی از دسترس ریشه خارج نشود. برای انجام مطلوب برنامه‌ریزی آبیاری می‌توان از تجهیزات و فناوری‌هایی مانند بلوک گچی، تانسیومتر، انواع رطوبت‌سنج‌های خاک، سنجنده دمای برگ، داده‌های به‌هنگام هواشناسی، حسابداری آب در مزرعه، مدل‌های شبیه‌سازی، سنجش از دور و پهپادها بهره گرفت. پژوهش‌های مختلف انجام شده اثربخشی هر کدام از این تجهیزات و فناوری‌ها را در کاهش حجم آب مصرفی از ۲۰ تا بیش از ۵۰ درصد نشان داده‌اند. در مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی پژوهش‌های مختلف روی برخی روش‌ها انجام شده است اما ضرورت دارد پژوهش‌های تکمیلی روی بعضی روش‌های نوین به انجام برسد.

٤-٦- جمع‌بندی و پیشنهادها

بررسی تحلیلی پژوهش‌های انجام‌شده طی پنج سال اخیر در مؤسسه تحقیقات فنی مهندسی در زمینه "ساخت، ارزیابی و استفاده از تجهیزات و فناوری‌های نوین آبیاری" نشان می‌دهد که پژوهش‌های اجراشده از انسجام و هدفمندی لازم برخوردار نیست. لازم است در این رابطه براساس یک نقشه راه جامع طی سال‌های آتی عمل شود. برخی مواردی که نیاز به انجام پژوهش‌های ابتدایی یا تکمیلی در آنها وجود دارد به شرح زیر است:

- آبیاری زیرسطحی می‌تواند موجب کاهش کامل تلفات تبخیر، افزایش راندمان آبیاری به نزدیک ۱۰۰ درصد، حذف تلفات آب توسط علف‌های هرز، افزایش کارایی مصرف کودها و افزایش تاب‌آوری در شرایط خشکسالی شود. در زمینه فناوری آبیاری سطحی، پژوهش‌های مؤسسه تاکنون کاربرد آن را برای باغات پسته تایید کرده است. برای سایر محصولات زراعی (مانند یونجه) و باغی نیازمند پژوهش‌های تکمیلی از نوع ارزیابی سامانه‌های موجود و بررسی فناوری‌های جدید به شدت احساس می‌شود. در همین رابطه انواع سامانه‌های ابداعی در مناطق مختلف کشور به اجرا در آمده است که همگی نیازمند بررسی و اظهارنظر فنی توسط پژوهشگران مؤسسه دارند.

– هوشمندسازی و خودکارسازی آبیاری در ۳۵ درصد افزایش بازده آبیاری، کاهش هزینه نیروی انسانی، کاهش هزینه تعمیر و نگه‌داری و کاهش مصرف انرژی اثربخش است ولی به موضوع هوشمندسازی و خودکارسازی آبیاری تاکنون کم‌تر پرداخته شده است. اولاً لازم است کلیه تجهیزات و فناوری‌های خارجی و داخلی مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرند. از طرف دیگر برای شرکت‌های نوآفرین و دانش‌بنیان مستقر در مراکز رشد و پارک‌های علم و فناوری، ایجاد انگیزه شود تا به طراحی و ساخت انواع حسگرها و تجهیزات مربوط ورود پیدا کنند.

– یکی از مؤثرترین روش‌های کاهش تلفات تبخیر از سطح خاک و افزایش بهره‌وری آب، استفاده از انواع خاک‌پوش‌ها (مالچ‌ها) در کشت انواع محصولات زراعی و باغی است. کاربرد انواع مالچ تا ۴۰ درصد کاهش مصرف آب، افزایش راندمان آبیاری به نزدیک ۱۰۰ درصد، حذف تلفات آب توسط علف‌های هرز و افزایش تاب‌آوری در شرایط خشکسالی را در پی خواهد داشت. اما این فناوری دارای چالش ایجاد آلودگی زیست محیطی است. در این رابطه تولید مالچ‌های زیست‌تخریب‌پذیر چاره کار است که می‌تواند توسط پژوهشگران یا شرکت‌های فناور تولید و عرضه شود.

– از مهم‌ترین تلفات آب در بخش کشاورزی، تبخیر مستقیم از سطح منابع آب (به ویژه استخرهای ذخیره) است. انتظار می‌رود توسعه روش‌های کاهش تبخیر از سطح منابع آب کشور، افزایش تاب‌آوری در شرایط خشکسالی و پایداری تولید در بخش کشاورزی را در پی داشته باشد. در این رابطه هم روش‌ها و فناوری‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و سازه‌ای پژوهش و ارائه شده است. مؤسسه فنی و مهندسی ورود کم‌تری به این موضوع داشته است و به نظر می‌رسد در آینده لازم است در این رابطه به ارزیابی روش‌های موجود و توسعه فناوری‌های بهینه بپردازد.

فصل هفتم

بهبود مکانیزاسیون محصولات باغی

محمدحسین سعیدی‌راد

۱-۷- مقدمه

مکانیزاسیون محصولات باغی از نظر ساختار، نوع عملیات و توان موتوری مورد نیاز با مکانیزاسیون محصولات زراعی تفاوت چشم‌گیر دارد و نیازمند توجه ویژه برای توسعه آن است. با توجه به تنوع محصولات باغی و نیاز به ماشین‌ها و تجهیزات تخصصی محصولی، شناخت صحیح نیازهای ماشینی هر یک از این محصولات از مهم‌ترین مولفه‌های یک برنامه جامع با هدف توسعه مکانیزاسیون محصولات باغی است. توسعه مکانیزاسیون محصولات باغی می‌تواند نقش مؤثری در تولید اقتصادی، کاهش ضایعات و رعایت استانداردهای بهداشتی ایفا نماید. لازم است تا چالش‌ها و مشکلات موجود بر سر راه توسعه مکانیزاسیون محصولات باغی در کشور مورد بررسی دقیق قرار گیرد.

توجه به توسعه علم و پژوهش و استفاده از فناوری‌های مناسب و در نتیجه کاهش هزینه‌های تولید و افزایش بهره‌وری منابع و عوامل تولید در بخش باغبانی بیش از پیش ملموس و مورد تقاضای تولیدکنندگان و فعالان بخش کشاورزی شده است. محدودیت دسترسی فعالان بخش باغبانی به تازه‌های علمی و پژوهشی و فناوری‌های مناسب که غالباً ناشی از ضعف ارتباط و انتقال این داده‌ها به عرصه‌های تولید است نه تنها باعث شده که مدیریت واحدهای تولیدی غالباً به روش سنتی به ویژه واحدهای خرد و دهقانی، اداره شود، بلکه موجب عدم ایجاد انگیزه برای افراد علاقمند به سرمایه‌گذاری در بخش نیز شده است.

در بخش باغبانی با توجه به تنوع اقلیم و تغییرات اقلیمی که با آن مواجه هستیم، مطالبات برای پژوهش‌های جدید در راستای چگونگی تطابق با این روند، روز به روز بیش‌تر می‌شود. پژوهش‌ها باید اقتصاد محور و در راستای پایداری اکوسیستم‌ها منجر به افزایش بهره‌وری و در نتیجه افزایش کمّی و کیفی تولید و ایجاد ثروت برای بهره‌برداران شود و به نحو مطلوب و با آموزش و توجیه بهره‌برداران و نظارت‌های لازم در کاربرد آن‌ها، به موقع در اختیار بهره‌برداران و فعالان بخش قرار گیرد. در این فصل سعی شده است تا ضمن ترسیم وضعیت موجود مکانیزاسیون محصولات باغی در کشور و تحلیل آن، همراه با شناسایی نقاط ضعف و قوت و هم‌چنین چالش‌های موجود، برنامه مناسبی برای توسعه و بهبود مکانیزاسیون محصولات باغی تدوین شود. هم‌چنین تلاش شده است تا با شناسایی خلاءهای پژوهشی موجود، این پژوهش‌ها اولویت‌بندی و نقشه راه پژوهش‌های کاربردی در زمینه "بهبود مکانیزاسیون محصولات باغی" ترسیم شود. تنوع زیاد محصولات باغبانی و هم‌چنین تفاوت‌های

زیاد این محصولات از لحاظ شکل گیاه و ساختار فیزیولوژیکی آن‌ها، نمی‌توان دستورالعمل و یا پیشنهاد واحدی برای همه این محصولات ارائه کرد. از این رو، لازم است که مباحث مربوط به هر محصول به طور اختصاصی دیده و نیازهای مکانیزاسیونی هر یک از محصولات باغبانی و به ویژه گیاهان دارویی جداگانه تحلیل و بررسی شود. به دلیل گستره وسیع محصولات باغی، در این گزارش این محصولات به سه زیر گروه شامل: گیاهان دارویی، میوه‌های نیمه‌گرمسیری و گرمسیری و میوه‌های سردسیری تقسیم شده‌اند.

۲-۷- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه

در حوزه مکانیزاسیون محصولات باغی به دلیل این‌که یک تا یک و نیم میلیون از باغ‌ها به‌صورت سنتی است، نیاز است که باغ‌های سنتی اصلاح شوند تا ماشین بتواند ورود پیدا کند. بر اساس پیش‌بینی مرکز توسعه مکانیزاسیون کشاورزی، ضریب نفوذ ماشین‌های کشاورزی در باغ‌های کشور در محدوده ۲۰ تا ۲۵ درصد است. از این رو، ارتقاء آن می‌تواند در توسعه مکانیزاسیون این حوزه راه‌گشا باشد. در بعضی از محصولات مثل سبزی و صیفی و برخی باغ‌های کشور شاهد محدودیت توسعه مکانیزاسیون هستیم.

با توجه به نوپا بودن مکانیزاسیون در زیربخش باغبانی، گران بودن ماشین‌های باغبانی به دلیل فناوری بالای آن‌ها و مقاومت باغداران در پذیرش فناوری‌های نوین، توسعه مکانیزاسیون باغبانی نیازمند توجه ویژه به ماشین‌های الگویی و برنامه‌های ترویجی است. به همین دلیل درجه مکانیزاسیون در تولید محصولات باغی در کشور پایین بوده و در بیش‌تر محصولات باغی در مرحله برداشت صفر است. این شاخص در مرحله خاک‌ورزی ۷۵ درصد و به طور میانگین برای مرحله داشت ۲۵ درصد ارزیابی می‌شود.

در برنامه سوم و چهارم نسبت به ارتقای شاخص‌های توسعه مکانیزاسیون در باغ‌ها اشاره شده اما در عمل فقط به توزیع تعدادی تراکتور محدود شده است. با وجود این‌که تراکتور می‌تواند پایه مناسبی برای انجام بسیاری از عملیات باغی شود اما به دلیل نبود ابزار ویژه و مناسب استفاده از آن به شخم و انتقال مواد محدود شده است.

مکانیزاسیون کشاورزی، به عنوان مهم‌ترین ابزار در افزایش بهره‌وری و اقتصادی نمودن تولید، در فعالیت‌های باغبانی و علی‌رغم مزیت‌های نسبی محصولات باغبانی نسبت به سایر محصولات کشاورزی و اهمیت اقتصادی این حوزه، مسبوق به سابقه طولانی نبوده و در حال حاضر روند توسعه مکانیزاسیون در عرصه باغ‌های کشور با اولویت‌های زیر است:

- توسعه مکانیزاسیون تولید محصولات باغبانی به ویژه عملیات برداشت
- توسعه کاربرد و استفاده از فناوری‌های نوین در حوزه باغبانی و منابع طبیعی
- ارتقاء مکانیزاسیون تولید گیاهان دارویی
- ارتقاء مکانیزاسیون در باغات واقع در اراضی شیب‌دار
- کاهش خسارات ناشی از سرمازدگی و تگرگ با استفاده از فناوری‌های نوین

۳-۷- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر

دستاوردهای پژوهشی، تاثیر مستقیم روی هزینه تولید محصولات باغی دارد. استفاده از ماشین معرفی‌شده حاصل نتایج پروژه‌های پژوهشی، در مراحل مختلف عملیات باغداری، شامل کاشت، داشت، برداشت و فرآوری، ضمن کاهش قابل توجه در هزینه‌ها، سبب می‌شود عملیات با سرعت بیش‌تر و جذابیت بالاتری برای باغداران انجام شود. بنابراین، باغداران برای خرید این ماشین‌ها و استفاده از آن‌ها، رغبت بیش‌تری خواهند داشت. برخی از دستاوردهای پژوهشی، دستگاه یا روش بهینه انجام عملیات را به باغدار معرفی می‌کند. هم‌چنین یافته پژوهشی می‌تواند، نحوه صحیح کاربرد یک دستگاه را بیان نماید. نتایج حاصل از اجرای پروژه‌های پژوهشی، در تصمیم‌گیری مسئولین برای برنامه‌ریزی جامع‌تر به منظور افزایش ضریب مکانیزاسیون و به باغداران برای مدیریت بهتر باغ، کمک می‌کند. به عنوان مثال، نوع رقم در عملکرد ماشین مؤثر است و معرفی رقم مناسب، نتیجه بهتری دارد. آرایش درختان و درختچه‌ها نیز در بازدهی ماشین‌ها در حین انجام عملیات داشت و برداشت تاثیر دارند و دستاوردهای پژوهشی در خصوص هرس و آرایش درختان، سبب استفاده گسترده‌تر از ماشین در باغ خواهد شد.

در پنج سال اخیر تعداد ۲۶ پروژه پژوهشی به منظور بهبود مکانیزاسیون محصوللات باغی در مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی اجرا شده که دستاوردهای حاصله از این پروژه‌ها به شرح جدول ۷-۱ است. این دستاوردها در زمینه طراحی و ساخت ماشین جدید و یا توسعه کاربرد فناوری‌های جدید در حوزه مکانیزاسیون باغبانی بوده است.

٤-۷- جمع‌بندی و پیشنهادها

در خصوص محصولات باغی، متاسفانه، در کشور ما بیش‌تر عملیات باغداری با دست و به صورت سنتی انجام می‌شود و پژوهش‌های جامع و کاملی در خصوص طراحی ماشین، بومی‌سازی و یا بهینه‌سازی ماشین‌های وارداتی، به جز موارد خاص، انجام نشده است. لذا لازم است، پژوهش‌های قابل توجهی در خصوص ماشین‌های مورد نیاز در محصولات باغی مختلف انجام شود. از آنجایی که بیش‌تر محصولات باغی، یکسال کاشته می‌شوند و سال‌های متمادی در باغ برقرار هستند و هم‌چنین برداشت به موقع، تاثیر مستقیم روی کیفیت و کمّیت محصول دارد، انجام پروژه‌های پژوهشی در خصوص طراحی و ساخت یا بومی‌سازی ماشین‌های برداشت، در اولویت اول مکانیزاسیون محصولات باغی است. در خصوص عملیات پس از برداشت و فرآوری محصولات باغی نیز، خلاءهای پژوهشی زیادی وجود دارد. از آنجایی که فرآوری درست محصول، باعث افزایش ارزش افزوده قابل توجه آن می‌شود که به تبع آن درآمد باغدار افزایش پیدا می‌کند، انجام پروژه‌های پژوهشی در خصوص فرآوری محصولات باغی، در اولویت دوم است. در این برنامه چالش‌های مکانیزاسیون کشت گیاهان دارویی که در کشور از اهمیت بیش‌تری برخوردار هستند احصاء شده است. این گیاهان دارویی شامل: گل‌محمدی، زیره سبز، سیاه‌دانه، اسطخودوس، نعناع فلفلی، زعفران و آویشن باغی هستند. به طورکلی اولویت‌های پژوهشی در خصوص مکانیزاسیون محصولات باغی را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

- طراحی و ساخت ماشین‌های برداشت محصولات باغی یا بومی‌سازی و بهینه‌سازی ماشین‌های وارداتی
- فرآوری و عملیات پس از برداشت محصولات باغی
- تکنولوژی جلوگیری از سرمازدگی درختان میوه و کاهش خسارت ناشی از آن

جدول ۷-۱- دستاوردهای پنج سال اخیر مؤسسه مرتبط با برنامه بهبود مکانیزاسیون محصولات باغی

ردیف	عنوان
۱	مقایسه و ارزیابی کارایی سمپاش میکرونر با روش مرسوم در باغات سیب پا کوتاه استان آذربایجان‌غربی
۲	تشخیص بیماری آتشک درختان میوه دانه‌دار با استفاده از تصویربرداری چندطیفی
۳	بررسی اثر بهبود روش‌های آماده‌سازی انگور بر تولید محصول سالم و تاثیر آن بر زمان خشک شدن و مصرف انرژی در تهیه کشمش
۴	طراحی، ساخت و ارزیابی خشک‌کن خورشیدی ترکیبی مجهز به مکانیزم تغییر زاویه دریافت تابش به منظور خشک‌کردن سیب گلاب
۵	ارزیابی عملکرد ماشین برداشت زیتون با تیغه برنده مقایسه آن با تکاننده شاخه و برداشت دستی
۶	تعیین بهترین دما برای خشک‌کردن فندق در استان گیلان
۷	شناسائی و معرفی ماشین برداشت پسته
۸	ساخت و ارزیابی خشک‌کن خورشیدی با جریان هوای اجباری برای خشک‌کردن زردآلو و مقایسه آن با خشک‌کن خورشیدی طبیعی و هوای آزاد
۹	ساخت و ارزیابی یک ماشین خودگردان به منظور استفاده در حفر چالکود در باغات متراکم
۱۰	ارزیابی فنی حالت‌های مختلف استفاده از خشک‌کن خورشیدی برای خشک‌کردن آلو
۱۱	بررسی اثر دستگاه‌های مبارزه با سرمازدگی بر خسارت سرمای بهاره باغ‌های زردآلو
۱۲	طراحی و ساخت و ارزیابی پیازکار ۷ ردیفه زعفران
۱۳	تدوین و توسعه سامانه اطلاعات جغرافیایی عارضه خشکیدگی خوشه خرما در منطقه بم، به منظور پایش و مدیریت موضعی عارضه
۱۴	طراحی و توسعه سامانه اپتیکی تشخیص غیر مخرب انارهای آلوده به آفت کرم گلوگاه
۱۵	طراحی ساخت و آزمایش دستگاه برداشت نیمه‌مکانیزه گل محمدی قابل حمل توسط کارگر
۱۶	بررسی و تعیین سینتیک خشک‌شدن زردآلوی رقم عسکر آبادی در خشک‌کن خورشیدی با فشار منفی و مقایسه آن با روش‌های دیگر
۱۷	برداشت مکانیزه زیتون درختان آرایش شده به روش محور مرکزی
۱۸	بهینه‌سازی و ارزیابی سم‌پاش باغی مجهز به دمنده کمکی در نخیلات
۱۹	طراحی و ارزیابی سامانه تصویربرداری پس‌پراکنش نور لیزر برای هوشمندسازی خشک‌کن
۲۰	شناسایی و انتخاب ماشین مناسب برداشت سیب
۲۱	شناسایی و معرفی فناوری‌های مناسب و پیشرفته سورتینگ و درجه‌بندی زعفران بر پایه کیفیت، ایمنی و سلامت (جریان‌ساز)
۲۲	ساخت و ارزیابی خشک‌کن خورشیدی وکیوم برای خشک‌کردن بهداشتی انگور
۲۳	مقایسه و ارزیابی روش‌های خندان کردن پسته و تاثیر آن بر خواص کیفی محصول در طول نگه‌داری
۲۴	طراحی، ساخت و ارزیابی سامانه هوشمند پیش‌بینی سرمازدگی بهاره در باغ
۲۵	تأثیر استفاده از خشک‌کن هیبریدی هوای گرم- مادون‌قرمز بر ویژگی‌های کیفی زردآلو
۲۶	طراحی، توسعه و ارزیابی سامانه اندازه‌گیری سریع نیترات تجمع‌یافته در سبزی‌ها بدون تخریب محصول (جریان‌ساز)

فصل هشتم
آمایش صنایع غذایی و تبدیلی کشاورزی کشور

حامد فاطمیان

۱-۸- مقدمه

صنایع غذایی و تبدیلی بخش کشاورزی در ارتقاء امنیت و ایمنی غذایی، جلوگیری از ضایعات محصولات کشاورزی، کاهش خام‌فروشی و ایجاد ارزش افزوده، بالا بردن بهره‌وری بخش کشاورزی، افزایش سطح درآمد کلیه تولید کنندگان زنجیره ارزش، و افزایش میزان اشتغال در قطب‌های مختلف تولید، به‌عنوان بخش مهمی از فرآیند توسعه پایدار کشور، دارای نقشی بی‌بدیل است. به همین دلیل توسعه پایدار و افزایش بهره‌وری این صنایع متناسب با ظرفیت‌ها و محدودیت‌های موجود در نهاده‌های اساسی تولید، در حال و آینده، ضرورتی انکارناپذیر محسوب می‌شود.

وزارت جهاد کشاورزی به عنوان مهم‌ترین متولی تولید و فرآوری محصولات کشاورزی و مواد غذایی، نقش به سزایی در ارتقاء امنیت غذایی و بهبود تغذیه و توسعه ملی کشور دارد. در حقیقت زنجیره ارزش محصولات کشاورزی یک مدار کاملاً زنده و فعال است که اجزای عملیاتی آن در تقدم و تأخر ذاتی در این مدار جا گرفته‌اند و شامل "پژوهش، آموزش، ترویج، اجرا و بهره‌برداران" هستند. این اجزا با یک‌دیگر ارتباطی تنگاتنگ دارند و در امر تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری، عدم توجه به هرکدام به منزله قطع ارتباط آن‌ها و نتیجه آن ناکارآمدی سیاست‌ها و تصمیم‌ها خواهد بود.

با توجه به این‌که آمایش صنایع تبدیلی کشاورزی با هدف ساماندهی و اصلاح ساختار صنایع مذکور، به عنوان یک وظیفه حاکمیتی، یک برنامه‌ریزی پویا برای توسعه پایدار و افزایش بهره‌وری این صنایع، متناسب با ظرفیت‌ها و محدودیت‌های موجود در نهاده‌های اساسی تولید است، رویکردی مطمئن برای ارتقاء امنیت غذایی کشور محسوب می‌شود.

۲-۸- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه

با توجه به تعهدات و رسالت وزارت جهاد کشاورزی در تأمین و ارتقاء ایمنی و امنیت غذایی، که به روشنی در قوانین بالا دستی کشور[۱] نیز بیان شده است، یکی از مهم‌ترین اهداف مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، پرداختن به امر تحقیق و پژوهش در زمینه "ساماندهی و اصلاح ساختار صنایع فرآوری مواد غذایی، بهبود فناوری‌های پس از برداشت و فرآوری محصولات کشاورزی و مواد غذایی" است، که خود ضامن تأمین و ارتقاء ایمنی و امنیت غذایی پایدار در سطح کلان کشور است.

علی‌رغم جایگاه ممتاز کشور در تولید کمّی و کیفی و دسترسی به محصولات مختلف و متنوع کشاورزی، صنایع تبدیلی و غذایی در سه دهه گذشته، به دلیل وجود چالش‌های زیر، از رشد و توسعه متوازن و متناسبی برخوردار نبوده و سرمایه‌گذاری شایسته و مطلوبی در این حوزه صورت نگرفته است:

- عدم تعیین و شناخت ظرفیت‌های مطلوب و متناسب تولید و فرآوری در مناطق و قطب‌های مختلف تولیدی کشور
- عدم تناسب اولویت‌ها با رویکردهای توسعه‌ای صنایع تبدیلی
- عدم مکان‌گزینی مناسب صنایع فرآورده‌های کشاورزی در مناطق مختلف تولید و توزیع نامناسب و نامتناسب جغرافیایی این صنایع نسبت به منابع و پتانسیل‌های موجود
- فرسودگی ماشین‌ها و به روز نبودن فناوری در بسیاری از واحدهای صنایع تبدیلی، تکمیلی و نگه‌داری، و کاهش بهره‌وری در واحدهای مذکور
- عدم تناسب رویکردهای توسعه صنایع تبدیلی کشاورزی کشور با مبانی توسعه پایدار (عدم بسترسازی مناسب، برای توسعه پایدار این صنایع متناسب با ظرفیت‌های مناطق مختلف تولید، تغییرات اقلیمی و تغییرات در الگوی کشت)

---

[۱] طبق "**ماده ٨٤ قانون پنجم توسعه**"، دولت موظف به تهیه و اجرای برنامه ایمنی غذا و کاهش ضایعات مواد غذایی از تولید به مصرف شده است. "**بند ۷ سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی**" به وضوح بر تأمین امنیت غذایی و ایجاد ذخایر راهبردی با تأکید بر افزایش کمّی و کیفی تولید، تاکید دارد. " **قانون برنامه ششم توسعه در ماده ۳۱ و نیز در بند ح ماده ٤٦ خود**" بر موضوع حمایت از بازسازی و نوسازی واحدهای صنایع تبدیلی و تکمیلی، با هدف کاهش مصرف انرژی و عوامل آلاینده، افزایش بازدهی، ارتقاء کیفیت و رقابت‌پذیری محصولات تولیدشده، در راستای تسهیل و توسعه کسب و کار و ارائه بهینه خدمات، تاکید دارد.
مطابق "**ماده ٦٠ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور**" به منظور حمایت از بخش کشاورزی ' پایداری تولید ' توسعه صادرات و رقابت‌پذیری و کاهش قیمت تمام‌شده و حمایت از بازسازی و نوسازی و ارتقای فناوری و اصلاح ساختار صنایع کشاورزی' دولت موظف است ضمن تهیه طرح مطالعات جامع در خصوص آمایش صنایع تبدیلی و نگه‌داری محصولات کشاورزی با سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی هماهنگ نسبت به حمایت هدفمند از ساماندهی و استقرار صنایع پیشین و پسین به ویژه گسترش صنایع تبدیلی و نگه‌داری محصولات اساسی کشاورزی در قطب‌های تولیدی اقدام نماید.
مطابق "**سند چشم‌انداز ۲۰ ساله جمهوری اسلامی ایران**"، جامعه ایرانی در افق این چشم‌انداز (سال ۱۴۰۴) برخوردار از سلامت، رفاه، امنیت غذایی، تامین اجتماعی، فرصت‌های برابر، توزیع مناسب درآمد، نهاد مستحکم خانواده، به دور از فقر، فساد، تبعیض و بهره‌مند از محیط زیست مطلوب خواهد بود.
مطابق "**بند ۱۹ سند چشم‌انداز**"، توسعه کشور در ارکان مختلف می‌بایست بر مبنای اصول آمایشی صورت پذیرد.

۳-۸- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر

توسعه صنایع تبدیلی و تکمیلی در سند چشم‌انداز بیست ساله کشور به عنوان "ضامن تداوم و ارتقاء امنیت غذایی" مدنظر قرار گرفته است. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی تاکنون با اجرای بیش از ۵۰۰ فقره طرح و پروژه پژوهشی (و در حدود ۱۰۰ فقره در پنج سال اخیر) در راستای توسعه صنایع تبدیلی و فرآوری و عمل‌آوری مواد خام فسادپذیر گیاهی یا حیوانی به منظور تولید فرآورده‌های غذایی پایدار، به همراه معرفی مناسب‌ترین فناوری‌های پس از برداشت با هدف کاهش ضایعات و افزایش قابلیت ماندگاری و بهبود کیفیت محصولات مختلف کشاورزی، تلاش کرده است تا در راستای ارتقاء امنیت غذایی کشور اقدامات مؤثری به عمل آورد.

با توجه به موارد فوق، موضوع "ساماندهی، اصلاح ساختار و آمایش صنایع غذایی و تبدیلی کشاورزی کشور"، به عنوان یک ماموریت اصلی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی در حوزه صنایع غذایی و فناوری‌های پس از برداشت تعریف شده است، که در قالب دو برنامه عملیاتی اصلی به شرح زیر و به ترتیب اولویت تدوین و اجرا می‌شود:

۱-۳-۸- برنامه های عملیاتی

الف) آمایش صنایع تبدیلی غذایی با هدف توسعه پایدار صنایع مذکور، با محورهای زیر:

- ظرفیت‌سنجی، شناسایی و ارزیابی پتانسیل‌های موجود و قابلیت‌های منطقه‌ای برای استقرار صنایع تبدیلی
- اولویت‌بندی، وزن‌دهی و تعیین سطوح ظرفیت‌های موجود در بخش کشاورزی برای استقرار صنایع تبدیلی
- مکان‌گزینی و تعیین موقعیت مکانی مطلوب و مناسب برای استقرار صنایع تبدیلی در مناطق مختلف تولید

ب) ساماندهی و ارتقاء سطح فناوری (در صنایع غذایی آمایش‌یافته)، با محورهای زیر:

- بهینه‌سازی روش‌های فرآوری و تبدیل محصولات کشاورزی
- بهینه‌سازی روش‌های بسته‌بندی، نگه‌داری و ذخیره‌سازی محصولات کشاورزی خام و فرایند شده
- تولید محصولات و فرمولاسیون‌های جدید غذایی، متناسب با نیازهای جامعه
- بهینه‌سازی استفاده از آب و انرژی (با تاکید بر انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر) در فرآوری محصولات کشاورزی
- بهینه‌سازی و بومی‌سازی مجموعه فرایندهای زنجیره‌های عرضه و ارزش
- بهینه‌سازی روش‌های بسته‌بندی و فرآوری گیاهان دارویی در مقیاس صنعتی
- کاهش باقی‌مانده سموم و تولید محصولات غذایی سالم

٤-۸- جمع‌بندی و پیشنهادها

پژوهش‌های اجرا شده در خصوص مهندسی صنایع غذایی و اصلاح ساختار فناوری‌های پس از برداشت و فرآوری محصولات کشاورزی در مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، موجبات حفظ و ارتقاء کمّیت و کیفیت محصولات کشاورزی را در مراحل فرآوری اولیه و ثانویه فراهم می‌آورد. نظر به اهمیت دستیابی به امنیت و سلامت غذایی جامعه، ارتقاء کیفیت و ارزش

افزوده و کاهش ضایعات مواد غذایی و محصولات کشاورزی، ضروری است که طرح کلان **"امکان‌سنجی و نیاز سنجی برای توسعه پایدار صنایع تبدیلی کشاورزی کشور"**، بر اساس الگوی آمایشی و مبتنی بر "ظرفیت‌سنجی، اولویت بندی و مکان‌گزینی مناسب"، تدوین و اجرا شود. در این طرح کلان، سه هدف عمده و اصلی شامل "تعیین ظرفیت‌های مطلوب فرآوری و نگه‌داری محصولات مختلف زراعی و دامی"، "اولویت‌بندی و انتخاب بهترین صنایع تبدیلی و کارگاهی برای احداث در استان‌های مختلف کشور" و در نهایت "مکان‌یابی بهینه برای ایجاد و توسعه این صنایع"، دنبال می‌شود. با بررسی و ارزیابی وضعیت فعلی و نیز در پی شناسایی فرصت‌ها، تهدیدها، نقاط قوت و ضعف برای توسعه صنایع تبدیلی هر استان، ظرفیت‌های خالی، مازاد و کمبودها در شاخه‌های مختلف صنایع تبدیلی کشاورزی، به همراه پتانسیل‌ها و زیرساخت‌های موجود برای احداث واحدهای فرآوری محصولات کشاورزی، بر مبنای سطح دسترسی به محصولات خام زراعی و دامی، با توجه به محدودیت‌هایی مانند منابع آب، تغییرات اقلیمی، تغییرات الگوی کشت و ملاحظات محیط زیستی در هر یک از استان‌های کشور، شناسایی و در نهایت با تعیین و معرفی مناسب‌ترین مکان‌های دارای توجیه اقتصادی و زیست محیطی بر اساس هر یک از اولویت‌های مشخص‌شده برای احداث و توسعه صنایع تبدیلی و تکمیلی کشاورزی در سطح هر استان، نقشه مکان‌گزینی، استقرار بهینه و توسعه پایدار صنایع تبدیلی بخش کشاورزی در استان‌های مختلف کشور ارائه خواهد شد

فصل نهم

بهبود روش‌ها و فناوری‌های مرتبط با کاربرد نهاده‌های کشاورزی (بذر، کود و سم)

نیکروز باقری، احمد حیدری، منا طهماسبی، هادی کریمی، حمیدرضا آقاقزوینی، رضا ادیبان، رضا عادل‌زاده، کریم گرامی، نعیم لویمی

۹-۱- مقدمه

تولید محصولات کشاورزی بدون استفاده از نهاده‌های کشاورزی غیر ممکن است. مصرف بهینه نهاده‌ها یکی از اقدام‌های اصلی برای دستیابی به دو مؤلفه مهم امنیت غذایی پایدار شامل "کافی" و "سالم بودن" مواد غذایی است. از پیامدهای مصرف بهینه نهاده‌های کشاورزی افزایش عملکرد و سلامت محصول، و هم‌چنین حفظ محیط‌زیست و سلامت مصرف‌کننده است. هم‌چنین، مقدار مصرف نهاده‌ها از عوامل اصلی تأثیرگذار بر قیمت تمام‌شده محصولات کشاورزی است. از همین‌رو، مصرف بهینه نهاده‌ها گام مهمی در مسیر کاهش هزینه تمام‌شده و افزایش بهره‌وری در تولید محصولات کشاورزی است. بنابراین، برنامه‌ریزی برای بهینه‌سازی مصرف نهاده‌های کشاورزی دارای اهمیت فراوانی است. یکی از روش‌های بهینه‌سازی مصرف نهاده‌ها، به‌کارگیری فناوری‌های توزیع نهاده‌ها است. در این فصل، وضعیت فناوری‌های مرتبط با کاشت بذر، و توزیع سم و کود به عنوان نهاده‌های پرمصرف کشاورزی، چالش‌های این فناوری‌ها و راه‌کارهایی برای رفع چالش‌ها ارائه شده‌است.

۹-۲- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه

۹-۲-۱- وضعیت تجهیزات کاشت بذر در کشور

براساس آمار منتشرشده توسط وزارت جهاد کشاورزی، تأمین انواع بذرکار در کشور روند افزایشی داشته است. با وجود آن‌که این تعداد بذرکار هنوز هم با توجه به سطح زیرکشت محصولات زراعی کشور (حدود ۱۲ میلیون هکتار) کافی نیست، اما می‌تواند کمک شایانی به کاهش مصرف بذر و افزایش عملکرد کند. از طرفی با توجه به این‌که توسعه کشاورزی حفاظتی از برنامه‌های اصلی وزارت جهاد کشاورزی است، انتظار می‌رود موجودی کارنده‌های کشت مستقیم و کمبینات‌ها افزایش یابد. هم‌چنین، کارنده‌های محصولات خاص (مانند سیر، کلزا، لوبیا و غیره) نیز لازم است، تأمین شوند. اگرچه ردیف‌کارهای مکانیکی تقریباً تعداد ثابتی داشته است، اما تعداد کارنده‌های نیوماتیکی که کاشت دقیق‌تری دارند طی سال‌های اخیر افزایش یافته است. در آمارنامه تعداد ریزدانه‌کار مخصوص کشت پیاز و یونجه نیز افزایش یافته است؛ اما آماری از ریزدانه‌کار مخصوص کشت کلزا ارائه نشده‌است. بر اساس آمار، تعداد کودپاش‌های سانتریفوژ از مجموع انواع کارنده دیگر بیش‌تر است. با توجه به مصرف زیاد بذر در بذرپاشی با کودپاش‌های سانتریفوژ، اولین اقدام برای مصرف بهینه بذر، تغییر نوع کارنده است.

۹-۲-۲- وضعیت تجهیزات کودپاشی در کشور

براساس آمار منتشرشده توسط وزارت جهاد کشاورزی، تعداد کل کودپاش‌های حیوانی در کشور روند افزایشی تقریبی داشته است. با این‌حال، تعداد کودکار ردیفی در برخی سال‌ها کاهش و برخی سال‌ها افزایش داشته است. با توجه به سطح زیرکشت محصولات زراعی در کشور مجموع کارنده‌های کود برای کودپاشی مکانیزه همه زمین‌های زراعی کافی نیست.

۹-۲-۳- وضعیت تجهیزات سمپاشی در کشور

بر اساس آمار منتشرشده توسط وزارت جهاد کشاورزی، فراوانی سمپاش‌های با مصرف سم زیاد مانند سمپاش‌های لانس‌دار، زنبه‌ای و پشتی‌موتوری بیش از سمپاش‌های با مصرف کم مانند سمپاش‌های الکتروستاتیک و میکرونر است. بنابراین، اولین گام در توزیع بهینه سموم، حذف سمپاش‌های پرمصرف از ناوگان ماشین‌ها و تجهیزات سمپاشی است. هم‌چنین، تعداد وجین‌کن‌های برنج نسبت به سطح زیرکشت این محصول (بیش از ۸۹۲ هزار هکتار) در کشور بسیار کم است. از سوی دیگر، آمار پهپادسمپاش‌ها که از چند سال اخیر به وفور برای سمپاشی استفاده می‌شود، ارائه نشده است. هم‌چنین، برای افزایش مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز و کاهش مصرف سموم شیمیایی، نیاز به تأمین بیش‌تر وجین‌کن‌های مکانیکی در کشت‌های ردیفی وجود دارد.

۹-۳- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر

در این بخش چالش‌های مهم حوزه کاربرد سه نهاده مهم شامل بذر، کود و سم اعلام و دستاوردهای مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی برای رفع چالش مذکور و ایجاد اثربخشی ارائه می‌شود.

۹-۳-۱- چالش‌ها در زمینه تجهیزات کاشت بذر

- کیفیت پایین کاشت بذر و تنظیم نامناسب کارنده‌ها توسط بهره‌بردار
- نبود ماشین‌های کاشتِ مناسب برای برخی محصولات زراعی
- کارایی ضعیف برخی کارنده‌های موجود (به‌ویژه ساخت داخل)
- نبود کارنده مناسب کشاورزی حفاظتی

دستاوردهای مؤسسه

- ارزیابی کارنده کشت مستقیم تحت روش‌های مختلف مدیریت بقایا در زراعت گندم و ذرت
- تأثیر نوع شیار بازکن و موقعیت چرخ فشار کارنده کشت مستقیم بر کارایی کاشت و محصول در زراعت گندم
- اثر نوع کارنده و رقم بر یکنواختی سبز شدن و عملکرد وش پنبه‌آبی

۹-۳-۲- چالش‌ها در زمینه تجهیزات پاشش سم

- پایین‌بودن کارایی سمپاش‌های موجود، تنوع کم افشانک‌ها و سمپاش‌ها در کشور، مصرف زیاد سم
- کمبود سمپاش‌های مناسب برای محصولات با ارتفاع زیاد و درختان
- کارایی کم سمپاش‌های موجود

- عدم انتخاب سمپاش یا افشانک مناسب بر اساس نوع محصول و نوع عارضه و مناطق توصیه‌شده
- نبود ضوابط فنی برای عملکرد بهینه پهپاد در سمپاشی
- نبود سامانه‌های پاشش موضعی سم

دستاوردهای مؤسسه

- استفاده از فناوری نوین پهپادسمپاش برای سمپاشی نخیلات
- طراحی و ساخت منبع انرژی خورشیدی به‌منظور استفاده از سمپاش میکرونر
- طراحی، ساخت و ارزیابی سمپاش غلظت‌متغیر انژکتوری
- ارزیابی فنی و اقتصادی پهپادسمپاش برای مبارزه با علف‌های هرز گندم و مقایسه آن با روش‌های مرسوم
- بهینه‌سازی و ارزیابی سمپاش باغی مجهز به دمنده کمکی به‌منظور سمپاشی نخیلات
- تدوین و توسعه سامانه اطلاعات جغرافیایی آفت زنجرک خرما به‌منظور پایش و مدیریت موضعی این آفت

۳-۳-۹- چالش‌ها در زمینه تجهیزات پاشش کود

- مصرف غیربهینه کودهای شیمیایی و هورمون‌های گیاهی
- نبود سیستم‌های مناسب کودکار
- عدم وجود ماشین مرکب مناسب عملیات داشت (خاک‌ورز–کودکار–سمپاش نواری)
- نبود سامانه‌های پاشش موضعی کود (کودکار دقیق)

دستاوردهای مؤسسه

- بررسی الگوی پخش مایع در تزریق محلول‌های کودی در زیر خاک و تأثیر عملیات هوادهی بر آن
- تعیین مقدار بهینهٔ کود نیتروژن مورد نیاز گیاه ذرت با استفاده از سنجش از دور چندطیفی

٤-۹- جمع‌بندی و پیشنهادها

کوچک بودن اراضی کشاورزی از یک طرف و عدم توجیه اقتصادی مالکیت ماشین از طرف دیگر و در عین حال قیمت زیاد تجهیزات، موجب شده است تا توسعه مکانیزاسیون در تولید بسیاری از محصولات کشاورزی کشور با هدف مصرف بهینه نهاده‌ها، با چالش‌های عمده‌ای روبه‌رو شود. گرچه در تعداد متعددی از قوانین و اسناد بالادستی به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم به مصرف بهینه نهاده‌های کشاورزی به‌ویژه کودها و سموم شیمیایی پرداخته شده است، اما با این حال لازم است این موضوع مهم جدی‌تر و با جزییات دقیق‌تر (به دور از کلی‌گویی) در قوانین و اسنادبالادستی آتی مطرح شود و نظارت بر حسن اجرای این قانون‌ها نیز توسط نهادهای مرتبط به‌طور دائم ارزیابی شود.

محورهای اصلی توسعه فناوری در حوزه نهاده‌های کشاورزی را می‌توان به سه بخش اصلی تأمین و توزیع ماشین‌ها و تجهیزات لازم، ترویج اصول کاربرد تجهیزات و توسعه فناوری‌های نوین تقسیم کرد. بخش مهمی از چالش‌ها به مدیریت ضعیف تأمین و توزیع ماشین‌ها و تجهیزات مرتبط با اعمال نهاده‌های کشاورزی برمی‌گردد. بهینه‌سازی و بومی‌سازی ماشین‌ها و تجهیزات

توزیع نهاده‌ها متناسب با نوع محصول و اقلیم، ساخت ماشین‌ها و تجهیزات نوین مرتبط با مصرف نهاده‌ها از اقداماتی است که می‌تواند به توسعه سریع‌تر این حوزه کمک کند.

به‌منظور مصرف بهینه کودهای شیمیایی نه تنها ترویج استفاده از کودهای حیوانی و مدیریت بقایای گیاهی در مزرعه لازم است، بلکه استفاده از روش‌ها و فناوری‌های تشخیص نیاز کودی گیاه و تأمین ماشین‌ها و تجهیزات نوین برای توزیع دقیق کود موردنیاز است. برای کاهش مصرف سموم شیمیایی، افزایش مصرف کودهای آلی زیستی، توسعه مبارزه غیرشیمیایی و شبکه مراقبت و پیش‌آگاهی برای مبارزه با آفت‌ها، بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز، جایگزینی سمپاش‌های مرسوم یا فرسوده با سمپاش‌های نوین و کم مصرف و هم‌چنین به‌کارگیری فناوری‌های نوین تشخیص زودهنگام بروز و شیوع آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز توصیه می‌شود. به‌منظور کاهش ارزبری، کاهش هزینه تولید و نظارت بهتر بر تولید و مصرف سم لازم است تولید داخلی انواع سموم شیمیایی در داخل کشور در دستور کار نهادهای مسئول قرار گیرد و استانداردهای لازم نیز تدوین شود.

درنظرگرفتن شرط سلامتی محصول برای خرید تضمینی محصولات کشاورزی، انتخاب کشاورز نمونه و هم‌چنین دریافت تسهیلات از دولت، اجباری کردن دریافت گواهی سلامت ماشین‌ها و تجهیزات توزیع بذر، کود و سم و هم‌چنین انجام واسنجی پیش از عملیات، و استفاده از فناوری‌های نوین و ماشین‌ها و تجهیزات کشاورزی جدید برای کاشت و داشت نهاده‌ها می‌تواند اقدام‌های مؤثری در مسیر مصرف بهینه نهاده‌های کشاورزی باشد.

۵-۹- منابع

بی‌نام. ۱۳۴۷. قانون وظایف وزارت کشاورزی. مجلس شورای اسلامی.

بی‌نام. ۱۳۵۰. قانون تشکیل وزارت کشاورزی و منابع‌طبیعی و انحلال وزارت منابع‌طبیعی. مجلس شورای اسلامی.

بی‌نام. ۱۳۷۹. قانون تشکیل وزارت جهاد کشاورزی. مجلس شورای اسلامی.

بی‌نام. ۱۳۸۲. قانون ثبت ارقام گیاهی و کنترل و گواهی بذر و نهال. مجلس شورای اسلامی.

بی‌نام. ۱۳۸۵. سیاست‌های کلی نظام (ابلاغی از سوی مقام معظم رهبری). مجلس شورای اسلامی.

بی‌نام. ۱۳۸۸. آمارنامه کشاورزی. جلد دوم. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، وزارت جهادکشاورزی.

بی‌نام. ۱۳۸۹الف. قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع‌طبیعی. مجلس شورای اسلامی.

بی‌نام. ۱۳۸۹ب. تعیین و ابلاغ سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف. www.khamenei.ir

بی‌نام. ۱۳۸۹ج. آمارنامه کشاورزی. جلد دوم. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. وزارت جهادکشاورزی.

بی‌نام. ۱۳۹۰. آمارنامه کشاورزی. جلد دوم. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. وزارت جهادکشاورزی.

بی‌نام. ۱۳۹۱. آمارنامه کشاورزی. جلد دوم. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. وزارت جهادکشاورزی.

بی‌نام. ۱۳۹۲الف. سند ملی گیاهان دارویی و طب سنتی. شورای عالی انقلاب فرهنگی.

بی‌نام. ۱۳۹۲ب. آمارنامه کشاورزی. جلد دوم. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، وزارت جهادکشاورزی.

بی‌نام. ۱۳۹۳. آمارنامه کشاورزی. جلد دوم. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. وزارت جهادکشاورزی.

بی‌نام. ۱۳۹۴. آمارنامه کشاورزی. جلد دوم. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. وزارت جهادکشاورزی.

بی‌نام. ۱۳۹۵. آمارنامه کشاورزی. جلد دوم. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. وزارت جهادکشاورزی.

بی‌نام. ۱۳۹۶الف. قانون برنامه پنج‌ساله ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۴۰۰-۱۳۹۶). مجلس شورای اسلامی.

بی‌نام. ۱۳۹۶ب. آمارنامه کشاورزی. جلد دوم. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. وزارت جهادکشاورزی.

بی‌نام. ۱۳۹۷. آمارنامه کشاورزی. جلد دوم. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، وزارت جهادکشاورزی.

بی‌نام. ۱۳۹۸الف. آمارنامه کشاورزی. جلد اول. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. وزارت جهادکشاورزی.

بی‌نام. ۱۳۹۸ب. آمارنامه کشاورزی. جلد دوم. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. وزارت جهادکشاورزی.

بی‌نام. ۱۳۹۸ج. آمارنامه کشاورزی. جلد سوم. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. وزارت جهادکشاورزی.

فصل دهم

بهینه‌سازی جریان انرژی کشاورزی

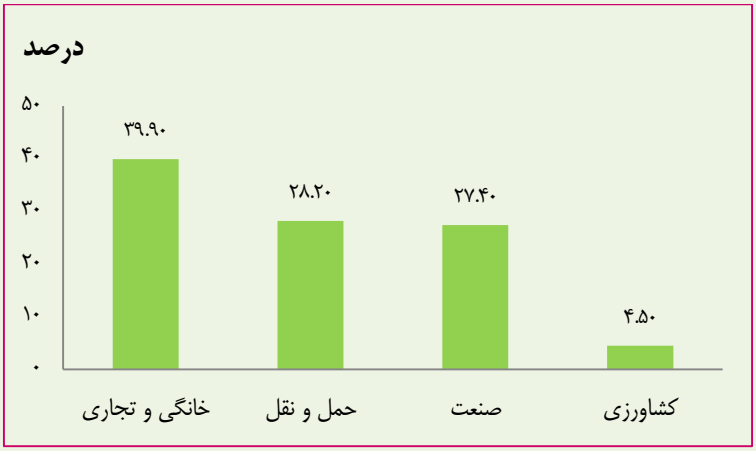
عادل واحدی

۱۰-۱- مقدمه

با افزایش روز افزون جمعیت جهان و محدودیت انرژی در آینده دسترسی به انرژی به مقدار کافی از بسیاری جهات مشکل‌تر خواهد بود. در کشورهای جهان سوم به علت جوان بودن جمعیت، پتانسیل بیش‌تری برای رشد جمعیت طی سال‌های آینده وجود دارد و ورود این نسل‌های جدید به بازار اقتصاد کشورهای در حال توسعه موجب افزایش انفجارآمیز تقاضای کالا، خدمات و انرژی می‌شود. با افزایش جمعیت جهان، ضمن نیاز به افزایش غذای کافی و با کیفیت مطلوب برای ایجاد امنیت غذایی در سطح جهانی، لازم است هم‌زمان به حفظ تنوع زیستی و محیط زیست توجه شود. افزایش بهره‌وری نهاده‌های تولید (انرژی‌های ورودی) و کاهش اثرات زیست محیطی هدف نهایی سامانه‌های کشاورزی پایدار است. 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 برای پمپاژ آب از چاه‌های برقی و جیره غذایی دام و طیور و آبزیان از مهم‌ترین بخش‌های پرمصرف انرژی در کشاورزی محسوب می‌شوند.

با در نظر گرفتن بحران انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی و سایر آلاینده‌های زیست‌محیطی حاصل از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به ویژه کودهای نیتروژنه، تمام تلاش‌ها بر آن است که مصرف این سوخت‌ها و کودهای پایان‌پذیر، پرهزینه و آلوده‌کننده محیط زیست تا حد امکان کاهش یابد. استفاده از سوخت‌های فسیلی و مصرف بی‌رویه کودها و سموم شیمیایی اثرات زیست‌محیطی مخربی مانند گرمایش جهانی، اسیدی شدن، اوتریفیکاسیون خشکی، تخلیه لایه ازن و اکسیداسیون فتوشیمیایی و تخلیه منابعی هم‌چون سوخت‌های فسیلی، فسفات، پتاس و آب این مایع حیات 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 شده ولی مصرف انرژی در بخش کشاورزی به طور روزافزون افزایش و کارایی انرژی مصرفی کاهش یافته است. مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران ۳/۳ برابر مصرف جهانی است.

در شکل ۱۰-۱ ملاحظه می‌شود که بیش‌ترین سهم مصرف انرژی کل کشور به بخش خانگی و تجاری با ۳۹/۹ درصد تعلق دارد و این در حالی است که در کشورهای توسعه‌یافته 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 درصد است.



شکل ۱۰-۱- سهم بخش‌های مختلف از انرژی مصرفی نهایی

سهم مصرف انرژی بخش کشاورزی در مقایسه با سایر بخش‌ها ناچیز بوده است. این در حالی است که بخش کشاورزی به تنهایی نقش مهمی در افزایش ارزش افزوده و کاهش نرخ بیکاری کشور ایفا می‌کند و با اختصاص میزان بیش‌تری از سهم مصرف انرژی در این بخش، که عمدتاً در به‌کارگیری تجهیزات و ماشین‌ها و تهیه روش‌ها و فرایندهای مدرن و لازمه کشاورزی صنعتی، متجلی می‌شود، می‌توان نقش این بخش را در اقتصاد کشور بسیار بارزتر و چشم‌گیر نمود. به عبارتی این امر می‌تواند گویای، اهمیت بالای بررسی پتانسیل‌های مصرف انرژی در بخش کشاورزی، هم‌گام با فعالیت‌های موازی مکانیزاسیون این بخش باشد. از این رو، 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 به‌کارگیری مناسب و بهینه انرژی هم اقدام نمود.

در حال حاضر بخش کشاورزی و منابع طبیعی به دلیل داشتن نقش حیاتی در تأمین غذای مورد نیاز کشور، تحقق امنیت غذایی و توسعه پایدار، یکی از بخش‌های مهم اقتصادی محسوب می‌شود. این بخش به لحاظ توانمندی‌های قابل توجه در منابع و عوامل تولید از جمله اراضی مستعد کشاورزی و اقلیم‌های متنوع، منابع طبیعی تجدیدشونده شامل جنگل‌ها و مراتع و ذخایر غنی ژنتیکی توانسته است 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 بخش‌های اقتصادی کشور برخوردار باشد.

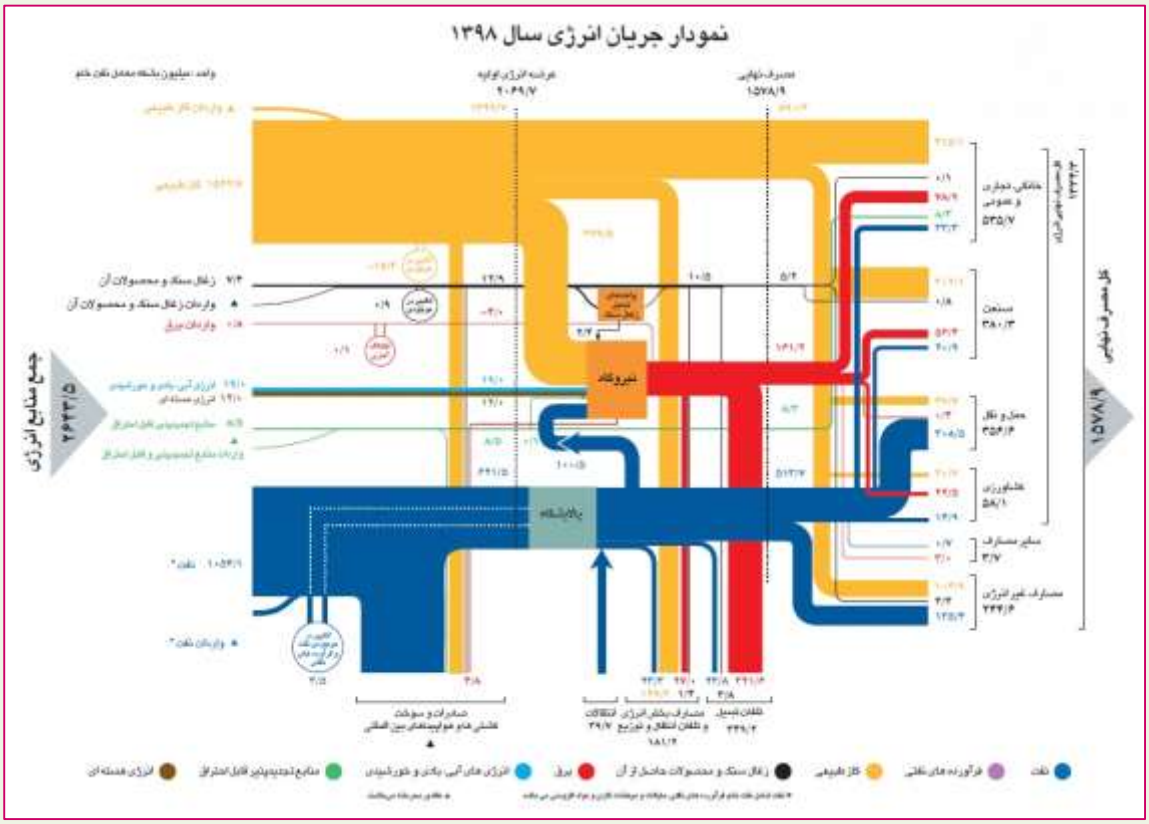
متوسط سهم مصرف نفت گاز بخش کشاورزی از سهم مصرف نفت گاز کل کشور در طی پنج برنامه توسعه‌ای به ترتیب ۲۰/۵، ۱۷/۷، ۱۴، ۱۳ و ۱۱ درصد بوده و روند کاهشی داشته است. این امر عمدتاً به دلیل جایگزینی برق به جای نفت گاز در موتور پمپ‌ها در طی ۶ برنامه و طرح‌های بهینه‌سازی مصرف نفت گاز در برنامه پنجم و ششم توسعه بوده است. در حال

حاضر بر اساس ترازنامه انرژی سال ۱۴۰۰، 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، صیفی، حبوبات و سبزیجات) و کشت‌های گلخانه‌ای» و «دامداری و پرورش آبزیان» است. سهم مرغداری‌ها از این میزان مصرف در زیربخش کشاورزی بسیار بالا است. به طوری‌که در سال ۱۳۹۱، مرغداری‌ها ۴۰ درصد کل مصرف نفت گاز بخش کشاورزی (۱/۵ میلیون لیتر) که 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 صرفه‌جویی در مصرف از اهمیت زیادی برخوردار است. از دیگر موارد مطرح در بخش کشاورزی، مصرف انرژی در خشک‌کن‌ها و هم‌چنین ماشین‌های کشاورزی است که تاکنون تدوین معیار آن‌ها صورت نگرفته است و بهینه‌سازی مصرف انرژی در آن‌ها ضروری است. در این میان ماشین‌های کشاورزی نقش به سزایی در مصرف نفت گاز دارند، هم‌چنین به دلیل فرسودگی و قدیمی بودن فناوری تولید این ماشین‌ها در کشور، مصرف نفت گاز این ماشین‌ها بالاتر از استاندارد جهانی تخمین زده شده است.

شکل ۱۰-۲ نمودار جریان انرژی سال ۱۳۹۸ را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰-۲- نمودار جریان انرژی سال ۱۳۹۸

۲-۱۰- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه

در پنج سال گذشته ۱۴ طرح و پروژه پژوهشی در حوزه بهینه‌سازی مصرف انرژی مرتبط با بخش زراعی و باغی در مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی اجرا شده است.

با توجه به نیاز ورود به انجام پژوهش‌های انرژی در سایر حوزه‌ها مرتبط با انرژی در بخش کشاورزی مثل بخش دام، طیور و شیلات و آبزیان، جنگل‌ها و مراتع و گیاهان دارویی و غیره، در سال‌های اخیر مؤسسه برنامه‌های آتی خود را به اجرای پژوهش‌هایی در این حوزه‌های پژوهشی مغفول مانده شده، سمت و سو داده است. به همین منظور پروژه‌ها و طرح‌های پژوهشی زیر به صورت سفارشی و مشترک با سایر موسسات توسط مؤسسه در دست اجرا است.

- بررسی کارایی و بهینه‌سازی مصرف انرژی و آب، ارزیابی اقتصادی و اثرات زیست محیطی در واحدهای پرورش گاو شیری صنعتی
- بررسی الگوی مصرف انرژی و بهره‌وری آب در واحدهای پرورش گاو شیری به منظور ارائه راه‌کارهای بهینه‌سازی کارایی انرژی به روش تحلیل پوششی داده‌ها
- بررسی اثرات زیست محیطی تولید شیر در واحدهای پرورش گاو شیری
- بررسی الگوی مصرف انرژی و بهینه‌سازی کارایی آن در استخرهای پرورش ماهی قزل‌آلا رنگین کمان با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها
- ارزیابی اقتصادی واحدهای صنعتی پرورش گاو شیری
- برآورد مصرف انرژی و اثرات زیست‌محیطی واحدهای روغن‌کشی زیتون به روش ارزیابی چرخه حیات در استان گیلان

۳-۱۰- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر

نتایج طرح‌ها و پروژه‌های پژوهشی اجرا شده در حوزه بهینه‌سازی مصرف انرژی در قالب گزارش نهایی، یافته‌های قابل ترویج و مقاله علمی و پژوهشی در نشریات معتبر به چاپ رسیده است.

نتایج بررسی اولیه بر مبنای داده‌های محدود موجود به منظور تحلیل انرژی در کشاورزی نشان داد که میزان بهره‌وری انرژی برای برنج، گندم، ذرت دانه‌ای، کلزا، چغندرقند، گوشت مرغ، انگور و سیب به ترتیب ۰/۰۵، ۰/۰۶، ۰/۱۵، ۰/۱، ۰/۶۳، ۰/۰۱۹، ۰/۶۵ و ۰/۴۹ کیلوگرم بر مگاژول است در حالی‌که بهره‌وری انرژی برای برنج در فیلیپین ۰/۲۱۴، گندم در نیوزلند ۰/۴۸۹، ذرت دانه‌ای در ویسکانسین آمریکا ۰/۶۴، کلزا در ترکیه ۰/۱۷، چغندرقند در ترکیه ۱/۵۳، انگور در ترکیه ۰/۷۳ و سیب در ترکیه ۰/۵۳ کیلوگرم بر مگاژول به دست آمده است. از این رو، بهره‌وری انرژی به عنوان یکی از شاخص‌های مهم تحلیل انرژی، در ایران نسبت به کشورهای منطقه پایین‌تر است. از مهم‌ترین دلایل آن پایین بودن قیمت نهاده‌ها و انرژی، ضعف مدیریتی و عدم کاربرد دانش‌های فنی و فناوری‌های نوین در حوزه کشاورزی و منابع طبیعی است که سبب می‌شود مدیریت مناسب نهاده‌های تولید و انرژی در کشاورزی وجود نداشته باشد.

مطالعات اولیه انجام شده بر روند مصرف انرژی نشان داد که با ۵ درصد بهبود مصرف انرژی در نهاده‌های تولید هشت محصول برنج، گندم، ذرت دانه‌ای، کلزا، چغندرقند، گوشت مرغ، انگور و سیب، ۲۴/۲۴۴ پتاژول انرژی ذخیره شده که معادل ۳٫۹۶۷٫۹۶۹ بشکه نفت است.

در تولید برنج سهم نهاده‌های سوخت، کودهای شیمیایی، آب آبیاری و ماشین‌ها در انرژی قابل ذخیره‌سازی به‌ترتیب ۳۰/۵۳، ۳۰، ۲۲/۱۶ و ۱۳/۰۵ درصد محاسبه شد. از این رو، بیش‌ترین رویکردهای مدیریتی مصرف نهاده‌ها در تولید برنج باید بر بهینه‌سازی مصرف این نهاده‌ها باشد. با بهینه‌سازی مصرف نهاده‌های تولید، کارایی انرژی در مزارع شالیزاری از ۱/۱۰ به ۱/۱۵ و بهره‌وری انرژی از ۰/۰۵۸ کیلوگرم بر مگاژول به ۰/۰۶ کیلوگرم بر مگاژول ارتقاء می‌یابد. هر چه مقدار کارایی انرژی در مزارع بیش‌تر شود، تولید آن مزارع در راستای پایداری در کشاورزی است و هر چه این نسبت کوچک‌تر شود، تخریب محیط زیست و ناپایداری بوم شناختی در آینده نزدیک اتفاق خواهد افتاد. شاخص گروه تاثیر پتانسیل گرمایش جهانی (ایجاد گازهای گلخانه‌ای)، ۳۲۷۲/۰۶۸ معادل کیلوگرم دی‌اکسیدکربن به‌دست آمد که بیش‌ترین سهم را در ایجاد آن، دی‌اکسیدکربن با سهم ۸۷/۹۴ درصد و سپس نیتروس‌اکساید (N_2O) با سهم ۱۳/۸ درصد و کم‌ترین سهم را گاز متان با ۰/۰۱ درصد داشت. سهم کودهای ازته، سوخت فسیلی و الکتریسیته مصرفی کشت برنج در ایجاد گاز دی‌اکسیدکربن مؤثر در گرمایش جهانی به ترتیب ۰/۳۱، ۱۱/۷۵ و ۸۷/۹۴ درصد تعیین شد.

میانگین انرژی ماشین و ادوات کشاورزی در تولیدات زراعی و باغی استان اصفهان به ترتیب ۹۸۱/۴ و ۸۳۴/۵۸ مگاژول بر هکتار، میانگین انرژی سوخت ۶۴۲۸/۲ و ۴۷۸۸/۱۱ مگاژول بر هکتار، میانگین انرژی انسانی مقدار ۵۶۱/۵ و ۱۱۱۲/۵۱ مگاژول بر هکتار، میانگین انرژی بذر یا نهال مصرفی ۱۴۸۳/۱۳ و ۸۷۷/۴۲ مگاژول بر هکتار، میانگین انرژی کود مصرفی ۱۹۶۰۸/۳ و ۳۵۶۶۰/۷ مگاژول بر هکتار، میانگین انرژی سموم مصرفی ۷۰۲/۵ و ۱۳۹۲/۸۵ مگاژول بر هکتار، میانگین انرژی آبیاری ۶۱۹۰۶/۶ و ۷۶۹۹۸/۶۹ مگاژول بر هکتار و میانگین انرژی حمل و نقل ۲۵۳۴/۸۸ و ۶۷۳/۵۱ مگاژول بر هکتار محاسبه شد. در مجموع، میانگین انرژی مصرفی در محصولات زراعی و باغی به ترتیب ۹۵۵۸۷/۳ و ۱۲۵۱۳۵/۰۲ مگاژول بر هکتار و میانگین انرژی تولیدی در محصولات زراعی و باغی ۱۰۴۴۳۴/۸ و ۳۴۰۹۹/۴۱ مگاژول بر هکتار به دست آمد. ارزیابی سهم انرژی‌های مختلف در تولیدات زراعی و باغی نشان داد که انرژی آبیاری با نسبت ۶۵ درصد (زراعی) و ۶۳ درصد (باغی) از کل انرژی مصرفی، بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص داده است. انرژی کود با نسبت ۲۱ درصد (زراعی) و ۲۹ درصد (باغی) و انرژی سوخت با نسبت ۷ درصد (زراعی) و ۴ درصد (باغی) در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. سهم انرژی حمل و نقل در محصولات زراعی ۳ درصد و در محصولات باغی ۰/۵ درصد بود. سهم انرژی‌های ماشین، انسان، بذر و سموم در هر دو گروه محصولات زراعی و باغی یک درصد به دست آمد. طبق بررسی اثرات زیست محیطی سامانه‌های مختلف تولید محصولات زراعی و باغی بر مقادیر میانگین گروه‌های تاثیر، به ازای تولید یک تن از محصولات زراعی و باغی، به ترتیب شاخص گروه تاثیر گرمایش جهانی ۵۹۴/۱۵ و ۹۴۱/۸۲ کیلوگرم دی‌اکسیدکربن معادل، شاخص گروه تاثیر اسیدی شدن ۵/۷ و ۸/۲۱ کیلوگرم دی‌اکسیدگوگرد معادل، شاخص گروه تاثیر اوتریفیکاسیون خشکی ۷/۳ و ۸/۶۸ کیلوگرم NO_x معادل، شاخص گروه تاثیر تخلیه منابع فسیلی ۲۰۰۷/۶۴ و ۲۱۰۷/۶۶ مگاژول، شاخص تخلیه منابع فسفات ۲/۴۶ و ۹/۳۴ کیلوگرم P_2O_5 معادل، شاخص تخلیه منابع پتاس ۰/۶۵ و ۴/۴۱ کیلوگرم K_2O معادل، شاخص تخلیه منابع آب ۲۸۲۵/۶۵ و ۵۰۴۰/۲۶ متر مکعب، شاخص زیست بوم ۰/۴۴ و ۰/۶ و نهایتاً شاخص تخلیه منابع ۱/۴۱ و ۳/۳۷ به دست آمد.

٤-١٠- جمع‌بندی و پیشنهادها

نظر به تحولات سریع سیاسی اقتصادی جهانی و تغییرات اقلیمی، محدودیت‌های روزافزون منابع از دو منظر موجودیت و در دسترس بودن در آینده حتمی است و به منظور آینده‌پژوهی در تداوم امنیت غذایی و توسعه کشاورزی پایدار با عنایت به فعالیت‌های پژوهشی انجام شده و فعالیت‌های در دست اجرا، پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

- نیاز ورود به انجام پژوهش‌های کاربردی در حوزه‌های مغفول مانده مرتبط با انرژی در بخش کشاورزی مانند بخش دام، طیور و شیلات و آبزیان، جنگل‌ها و مراتع و گیاهان دارویی و غیره
- تدوین و اجرای یک طرح کلان به منظور تعیین شاخص‌های بهره‌وری انرژی و کارایی انرژی برای سیستم‌های مختلف و اقلیم‌های متفاوت کشور
- ورود به مباحث نوین در انرژی و تدوین پروپوزال پیشنهادی انرژی با رویکرد جدید شامل بسط مطالعات به بررسی کارایی سیستم‌های تولیدی و مطالعه اثرات زیست محیطی و ارائه راه‌کارهای مناسب برای ارتقاء کارایی واحدها و کاهش اثرات زیست محیطی
- برگزاری کارگاه‌های آموزشی مرتبط با روش‌های ارزیابی آثار زیست‌محیطی سیستم‌های تولید کشاورزی و کارایی مدیریتی و فنی سیستم‌ها و آشنایی با کاربرد نرم‌افزارهای کاربردی موجود در این حوزه‌ها
- برگزاری همایش و کنگره‌های تخصصی ملی و بین‌المللی و حضور در عرصه‌های بین‌المللی و تعاملات بیش‌تر و مستمر با کارشناسان و پژوهشگران حوزه انرژی در کشاورزی
- استفاده از افراد با تخصص مکانیزاسیون و گرایش انرژی در کمیته‌های فنی مرتبط و کمیته علمی–فنی مؤسسه
- تشکیل کارگروهی در حوزه مدیریت انرژی در کشاورزی متشکل از همکاران ستادی و مراکز که زمینه فعالیت پژوهشی آنان در حوزه مدیریت انرژی است و برگزاری جلسات مستمر هم‌اندیشی به منظور نیازسنجی و ارائه راه‌کار، تهیه نقشه راه و تدوین اطلس انرژی در بخش کشاورزی و منابع طبیعی

فصل یازدهم

بهینه‌سازی مصرف انرژی در گلخانه‌ها

داود مؤمنی

۱-۱۱- مقدمه

با توجه به محاسن موجود در کشت‌های گلخانه‌ای مانند افزایش کارایی مصرف آب، اشتغال بیش‌تر، عملکرد بالاتر تولید محصول در واحد سطح، تولید محصول با کیفیت‌تر، تهیه محصول خارج از فصل و تنظیم برنامه کشت مطابق نیاز بازار، در سال‌های اخیر توسعهٔ این نوع کشت بسیار مورد توجه قرار گرفته است. وضعیت گسترهٔ مناسب ایران در محدودهٔ عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی و شرایط متنوع اقلیمی موجود در آن، به‌نظر می‌رسد یکی از مناطق مناسب برای توسعه کشت‌های گلخانه‌ای در غرب آسیا است که تولید خوب محصولات گلخانه‌ای در آن، علاوه بر تأمین نیازهای داخلی، نقش عمده‌ای در صادرات محصولات غیر نفتی، ارزآوری و مثبت نمودن تراز تجاری بخش کشاورزی خواهد داشت.

به‌طور کلی برای توسعهٔ گلخانه‌ها در دنیا دو رویکرد به‌شرح زیر وجود داشته است:

- انتخاب اول: کنترل غیرفعال اقلیم
- انتخاب دوم: کنترل فعال اقلیم

در رویکرد اول، عملکرد محصول در واحد سطح نسبت به روش دوم کم‌تر، کیفیت محصول در مدت محدودی از طول دورهٔ کشت عالی و نیز روند تولید نامنظم و مقطعی بوده ولی در عوض، هزینه‌های تولید واحد محصول در آن نسبت به انتخاب دوم، پائین‌تر است. هم‌چنین در رویکرد دوم، عملکرد محصول در واحد سطح بالا، کیفیت محصول در تمام طول سال خوب و روند تولید منظم ولی در عوض، هزینه‌های تولید در آن بالا است.

بررسی روند توسعه گلخانه‌ها در دنیا نشان می‌دهد که در مناطق سردسیر و عرض‌های جغرافیایی بالا (کشورهای شمال اروپا نظیر هلند)، معمولاً گزینهٔ دوم انتخاب و گلخانه‌های گران‌قیمت، دارای فناوری بالا و با چرخهٔ تولید بسته، توسعه پیدا کرده‌اند و ممکن است برای کاهش مصرف انرژی در انقلاب زمستانی، تولید صورت نگیرد. در مقابل برای مناطق معتدل، نیمه‌گرم و گرم، معمولاً گزینه اول انتخاب می‌شود. از این رو، در این مناطق (نواحی معتدل در اطراف دریای مدیترانه نظیر منطقه آلمریا در جنوب اسپانیا و یا آنتالیا در جنوب ترکیه) گلخانه‌های با فناوری میانه (گلخانه‌های ارزان‌تر، دارای پوشش پلاستیکی و با تولید به صورت فصلی) توسعه یافته‌اند.

مطالعهٔ روند توسعه گلخانه‌های با پوشش پلاستیکی در دنیا نیز در هشت منطقهٔ شمال اروپا، جنوب اروپا، شرق اروپا، خاورمیانه، آسیا، آفریقا، آمریکا و استرالیا نیز نشان می‌دهد که مهم‌ترین عوامل توسعهٔ گلخانه‌ها در دنیا، عوامل اقتصادیِ ناشی از کنترل شرایط اقلیمی داخل گلخانه‌ها، مصرف انرژی در آن‌ها و تصمیم‌گیری دولت‌مردان بوده است. در این مطالعه، چین، کره‌جنوبی و مکزیک سه کشور با توسعهٔ سریع در کشت‌های گلخانه‌ای اعلام شده‌اند. با وجود تفاوت در عللِ توسعه گلخانه‌ها در این کشورها، نقطهٔ مشترک آن‌ها، بهینه‌سازی مصرف انرژی در گلخانه‌ها بوده است. به همین دلیل ضروری است که در کنار نگاه توسعه‌ای به این نوع کشت، چالش‌های این توسعه از منظر بهینه‌سازی مصرف انرژی و حفاظت از محیط‌زیست نیز برای تحقق تولید پایدار، در نظر گرفته شوند.

۲-۱۱- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه

پژوهش‌های انجام‌شده در مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی در گلخانه‌های ایران نشان می‌دهد که توسعه گلخانه‌ها در ایران در سال‌های گذشته براساس اقلیم و پارامترهای مرتبط با آن نبوده و بلکه تنها بر اساس نزدیکی به بازار مصرف بوده است و توسعه کشت‌های گلخانه‌ای به همین رویه در سال‌های آتی، روند رو به رشد مصرف انرژی‌های فسیلی و آلاینده‌های محیط‌زیستی را به دنبال خواهد داشت (جدول۱۱-۱).

جدول ۱۱-۱- مقایسه توسعه گلخانه‌ها در استان‌های پرجمعیت کشور در سال ۱۳۹٤

استان	جمعیت	درصد جمعیت	سطح گلخانه	درصد گلخانه
اصفهان	۴۸۷۹۳۱۲	۶/۵	۱۴۰۹/۵	۱٤
البرز	۲۴۱۲۵۱۳	۳/۲	۲۱۳/۱	۲/۱
تهران	۱۲۱۸۳۳۹۱	۱۶/۲	۲۷۶۵/۹	۲۷/۵
خراسان رضوی	۵۹۹۴۴۰۲	۸	۲۱۴	۲/۱
خوزستان	۴۵۳۱۷۲۰	۶	۴۰۷/۸	٤
سیستان و بلوچستان	۲۵۳۴۳۲۷	۳/۴	۲۴۹/۸	۲/۵
گیلان	۲۴۸۰۸۷۴	۳/۳	۴۴/۶	۰/٤
مازندران	۳۰۷۳۹۴۳	۴/۱	۲۹۷/۷	۳
مرکزی	۱۴۱۳۹۵۹	۱/۹	۵۳۹/۷	۵/٤
هرمزگان	۱۵۷۸۱۸۳	۲/۱	۱۲۷/۳	۱/۳
یزد	۱۰۷۴۴۲۸	۱/۴	۱۳۳۱/۲	۱۳/۲
جنوب کرمان	۷۲۹۹۸۳	۱	۱۴۸۵	۱٤/۷
سایر استان‌ها	۳۲۲۶۲۶۳۴	۴۲/۹	۹۸۴/۶	۹/۸
کل	۷۵۱٤۹٦٦۹	۱۰۰	۱۰۰۷۰/۲	۱۰۰

افزون بر مصرف بالای انرژی در گلخانه‌های ایران، مواردی مانند کمبود دانش فنی بهره‌برداران، توسعهٔ گلخانه‌ها در اقلیم‌های نامناسب و عدم استفاده از سازه و تجهیزات گلخانه‌ای مناسب و به روز، باعث شده است تا عملکرد تولید محصول در این گلخانه‌ها در حدود ۳۵۰–۲۵۰ تن در هکتار باشد که در قیاس با میانگین جهانی (۴۵۰–۴۰۰ تن در هکتار) پائین‌تر است. این نکته نیز به اقتصادی نبودن و غیرقابل رقابتی بودن تولیدات گلخانه‌ای می‌افزاید و شاید یکی از دلایل خارج شدن از چرخه تولید برخی از گلخانه‌ها در کشور و نیز کند شدن روند توسعه کشت‌های گلخانه‌ای در سال‌های اخیر، این موضوع باشد.

هم‌چنین نتایج پژوهش‌های مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی در گلخانه‌های ایران نشان می‌دهند که مصرف انرژی در گلخانه‌های کشور در بخش‌های مختلفی مانند آبیاری، عملیات ماشینی، الکتریسیته، بذر، کود مصرفی، حمل و نقل و سیستم‌های کنترل اقلیم گلخانه صورت می‌گیرد. با توجه به تولید خارج از فصل، عمده مصرف انرژی در گلخانه‌های ایران، مربوط به سیستم‌های گرمایشی است. این موضوع باعث شده است تا سهم انرژی در قیمت تمام‌شده محصول، آن را غیرقابل رقابت با تولیدات گلخانه‌ای دنیا گرداند. میانگین مصرف انرژی در گلخانه‌های ایران به حدی بالا است که به عنوان نمونه قبل از واقعی کردن قیمت حامل‌های انرژی در ایران در سال ۱۳۸۹، مصرف انرژی در گلخانه‌های خیار منطقه ورامین فارغ از نوع گلخانه تقریباً معادل گلخانه‌های کانادا بود و به ازای تولید هر کیلوگرم خیار گلخانه‌ای در این منطقه ۱/۳ لیتر گازوئیل مصرف می‌شد. با توجه به این وابستگی زیاد به مصرف انرژی ضروری بود تا حد امکان راه‌کارهای بهینه‌سازی مصرف سوخت بررسی و ارائه شود تا در صورت تعدیل قیمت حامل‌های انرژی در سال‌های پیشرو، کم‌ترین آسیب بر این بخش وارد شود.

با درنظر گرفتن پراکنش گلخانه‌ها به صورت اقلیمی (جدول ۱۱–۱) در سال‌های اخیر، به صورت تقریبی حدود ۲۵/۱، ۶۳/۶ و ۱۱/۳ درصد گلخانه‌ها به ترتیب در اقلیم‌های گرمسیر، معتدل و سردسیر قرار گرفته‌اند. اگر سطح گلخانه‌های کشور ۲۰۰۰۰ هکتار درنظر گرفته شود به ترتیب ۵۰۲۰، ۱۲۷۲۰ و ۲۲۶۰ هکتار گلخانه در اقلیم‌های گرمسیر، معتدل و سردسیر وجود دارند. با توجه به بیش‌ترین سوخت تخصیصی به گلخانه‌ها در اقلیم‌های مختلف که به ترتیب در اقلیم‌های گرمسیر، معتدل و سردسیر ۲۰، ۳۰ و ۳۵ لیتر گازوئیل به ازای هر مترمربع است، در صورت ۱۰ درصد کاهش مصرف در هر اقلیم به ترتیب ۱۰۰/۴، ۳۸۱/۶ و ۷۹/۱ میلیون لیتر در سال صرفه‌جویی خواهد شد. به عبارت دیگر، در مجموع در حدود ۵۶۱ میلیون لیتر گازوئیل در مصرف سوخت گلخانه‌ها در هر سال صرفه‌جویی خواهد شد.

بر همین اساس پروژه‌های پژوهشی مختلفی با این موضوع در مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی اجرا شده است تا ضمن بررسی ابعاد مختلف مصرف انرژی در گلخانه‌ها، راه‌کارهای کاهش مصرف انرژی نیز مشخص شود (جدول ۱۱–۲).

۳–۱۱– تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر

با توجه به این که مصرف عمدهٔ انرژی در گلخانه‌ها برای گرمایش و با استفاده از سوخت‌های فسیلی انجام می‌گیرد و در آینده، مسائل محیط‌زیستی و قوانین بازدارنده مصرف این سوخت‌ها سخت‌گیرانه‌تر و مستلزم پرداخت جریمه‌های بین‌المللی خواهد بود، ضروری است که در کنار توسعه گلخانه‌ها به کاهش شدت مصرف انرژی‌های فسیلی و جایگزین کردن بخشی از آن با سایر منابع انرژی، بیش از پیش توجه شود. مسائل دیگری مانند محدود بودن عمر منابع و ذخایر سوخت‌های فسیلی، هم‌پوشانی با اوج مصرف خانگی، افزایش جمعیت و افزایش درخواست انرژی در سایر بخش‌ها، درخواست انرژی بیش‌تر در

این بخش به دلیل افزایش سطح زیرکشت (توسعهٔ گلخانه‌ها) و تلاش برای افزایش عملکرد محصول در واحد سطح گلخانه که افزایش مصرف انرژی در این بخش را به دنبال خواهد داشت، مؤکد این قضیه است.

بر این اساس، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی پس از اجرای پروژه‌ها و طرح‌های پژوهشی با موضوع انرژی در گلخانه‌ها، نتایج آن را در قالب انتشار مقالات بین‌المللی، علمی و پژوهشی، علمی و ترویجی، فیلم ترویجی با موضوع مدیریت مصرف انرژی در گلخانه‌ها، استاندارد ملی سازه‌های گلخانه‌ای و چاپ هندبوک‌های مرتبط با انرژی در گلخانه ارائه کرده است که در تالار ترویج کشاورزی قابل دسترس هستند.

هم‌چنین طی تفاهم‌نامه منعقد شده با معاونت امور باغبانی وزارت متبوع، بررسی میزان مصرف سوخت در اقلیم‌ها و سازه‌های گلخانه‌ای مختلف کشور در سیزده استان در دستور کار قرار گرفته است تا نتایج آن با دستورالعمل‌ها و استانداردها مقایسه و توصیه‌های کاربردی به شرکت ملی بهینه‌سازی مصرف سوخت ارائه شود.

با درنظر گرفتن شیوه پراکنش گلخانه‌ها در سال‌های اخیر، به صورت تقریبی حدود ۲۵/۱، ۶۳/۶ و ۱۱/۳ درصد گلخانه‌ها به ترتیب در اقلیم‌های گرمسیر، معتدل و سردسیر قرار گرفته‌اند. اگر سطح گلخانه‌های کشور ۲۰۰۰۰ هکتار درنظر گرفته شود، به ترتیب ۵۰۲۰، ۱۲۷۲۰ و ۲۲۶۰ هکتار گلخانه در اقلیم‌های گرمسیر، معتدل و سردسیر وجود دارند. با توجه به این‌که سوخت تخصیصی به گلخانه‌ها در اقلیم‌های گرمسیر، معتدل و سردسیر به ترتیب ۲۰، ۳۰ و ۳۵ لیتر گازوئیل به ازای هر مترمربع است، در صورت کاهش مصرف ۱۰ درصدی در هر اقلیم به ترتیب ۱۰۰/۴، ۳۸۱/۶ و ۷۹/۱ میلیون لیتر در سال صرفه‌جویی خواهد شد. به عبارت دیگر در مجموع در حدود ۵۶۱ میلیون لیتر گازوئیل در مصرف سوخت گلخانه‌ها در هر سال صرفه‌جویی خواهد شد.

جدول ۱۱-۲- دستاوردهای پنج سال اخیر مؤسسه مرتبط با برنامه بهینه‌سازی مصرف انرژی در گلخانه‌ها

ردیف	عنوان
۱	بررسی رابطه مصرف انرژی (سوخت و برق) و ویژگی‌های گلخانه در سطح استان مرکزی
۲	ارزیابی فنی و اقتصادی مصرف انرژی تولید خیار در گلخانه‌های سنتی و مدرن ورامین
۳	طراحی و بهینه‌سازی طرح گلخانه هشت‌وجهی مقاوم بر در برابر باد
۴	طراحی و ساخت دستگاه کنترل، شرایط محیطی گلخانه با قابلیت کنترل هیتر هوای گرم و دریچه تهویه
۵	ارزیابی فنی و اقتصادی بهره‌برداری از سامانه‌های توام تولید انرژی و گرما درگلخانه
۶	مدلسازی دینامیک سیالاتی و باز طراحی طرح گلخانه کمانی
۷	ارزیابی بازده مصرف سوخت سامانه‌های گرمایشی متداول در گلخانه‌ها
۸	بررسی امکان احداث گلخانه‌های زیر زمینی (پایین تر از سطح زمین) در منطقه اراک
۹	بررسی فنی سامانه‌های توزیع گرما در گلخانه‌های استان همدان
۱۰	بررسی انرژی مصرفی سامانه‌های گرمایشی مختلف در گلخانه‌های تولید خیار در منطقه ورامین
۱۱	مطالعه و طراحی سازه گلخانه‌ای مناسب برای محصولات سبزی داربستی در اقلیم شهرستان اراک

٤-١١- جمع‌بندی و پیشنهادها

اگر چه بخش کشاورزی و گلخانه در ایران، مصرف‌کننده بزرگی در بخش انرژی کشور نیستند و در نتیجه انتشار آلاینده‌ها از آن در حال حاضـر در سطح بالایی قرار ندارد ولی ضروری است که با توجه به مدیریت مصرف انرژی و بهینه‌سازی مصرف آن از انتشـار آلاینده‌های زیسـت محیطی کاسـت. با توجه به دستاوردهای پنج سال اخیر مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشـاورزی، توصـیه می‌شـود که با هدف اسـتفاده بیش‌تر از استعدادها و تناسب اقلیمی موجود در کشور، همانند کشورهای ترکیه و اسپانیا، توسعهٔ گلخانه‌ها در اقلیم‌های مناسب، مستعد و دارای مزیت نسبی، صورت گیرد تا ضمن بهینه‌سازی مصرف آن، رشـد مصرف انرژی در این بخش از شدت کم‌تری نسبت به توسعهٔ سطح زیرکشت گلخانه‌ها برخوردار باشد. استفاده از گلخانه‌هایی با شـدت مصـرف انرژی پائین‌تر، استفاده از سیستم‌های ذخیره انرژی (پوشش‌های دو لایه، پرده‌های حرارتی و سـیستم‌های غیرفعال ذخیرهٔ انرژی در گلخانه‌ها)، استفاده از تجهیزات گرمایشی با راندمان بالاتر، بهبود کیفیت سوخت‌های مصرفی، تغییر در حامل‌های انرژی مصرفی، استفاده از ارقام و محصولاتی که نیاز گرمایی کم‌تری داشته باشند و جایگزینی بخشـی از سـوخت مصرفی با منابع انرژی تجدیدپذیر از جمله موارد پیشنهادی برای کم کردن نرخ رشد مصرف انرژی‌های فسیلی و کاستن از میزان آلاینده‌های ناشی از مصرف آن‌ها در این بخش از تولید محصولات کشاورزی هستند.

فصل دوازدهم

بهینه‌سازی مصرف آب در گلخانه‌ها و استفاده پایدار از منابع آب نامتعارف

سیدمعین‌الدین رضوانی

۱-۱۲- مقدمه

هدف اصلی از توسعه گلخانه‌ها در ایران مقابله با کم‌آبی، استفاده بهینه و کمک به تعادل‌بخشی منابع آب موجود است. سرانه آب تجدیدپذیر در ایران از سال ۱۳۴۰ تا ۱۳۹۵ از ۵۵۷۰ مترمکعب با کاهشی ۲۵۰ درصدی، به ۱۵۹۳ مترمکعب رسیده است. از سوی دیگر، سرانه زمین‌های زراعی ایران نیز از سال ۱۳۳۹ تا ۱۳۹۶ با کاهش ۲۷۲ درصدی از ۰/۶۶۶ به ۰/۱۷۹ هکتار رسیده است. کاهش سرانه منابع آب و خاک کشور در کنار نیاز به تولید محصولات کشاورزی بیش‌تر برای تغذیه جمعیت رو به رشد جامعه، استفاده از کشت‌های گلخانه‌ای را الزامی کرده است. در دهه ۹۹-۱۳۹۰ به‌طور میانگین سالانه ۸۳۱/۵ هکتار به سطح گلخانه‌های کشور افزوده شده است. به‌طوری‌که در انتهای سال ۱۳۹۹ سطح گلخانه‌های ایران به ۱۳۴۹۵ هکتار رسید. در سال ۱۳۹۹ محصولات گلخانه‌ای ۰/۵ درصد سطح (۱۳۴۹۵ هکتار) و ۱۲/۶ درصد تولید محصولات باغی (۳۰۶۲۰۵۷ تن) کشور را به خود اختصاص داده بودند که نشان می‌دهد میانگین عملکرد تولیدات گلخانه‌ای در سال ۱۳۹۹ حدود ۲۲/۷ کیلوگرم بر متر مربع بوده است. تولید گلخانه‌ای در نتیجه کاهش تبخیر و تعرق به دلیل میزان تابش و باد کم‌تر و رطوبت بیش‌تر، روش‌های افزایش تولید به عنوان نمونه کنترل بهتر آفات و بیماری‌ها و متغیرهای اقلیم و استفاده از روش‌های پیشرفته آبیاری به عنوان مثال آبیاری قطره‌ای و استفاده مجدد از آب زهکشی نسبت به کشت فضای باز بهره‌وری مصرف آب بالاتری دارد. اثر ترکیبی این عوامل می‌تواند بهره‌وری مصرف آب را تا پنج برابر در مقایسه با تولید مزرعه‌ای افزایش دهد. نیاز به پژوهش‌ها از نظر اندازه‌گیری حجم آب مصرفی، عملکرد محصول و بهره‌وری مصرف آب در گلخانه‌های تجاری و هم به دلیل نبود یا محدود بودن منابع پژوهشی داخلی در رابطه با مصرف آب در سایر نیازهای آب‌بر در گلخانه نظیر سامانه‌های سرمایش تبخیری یا شیوه‌های نوین مانند سیستم‌های آبیاری بسته با بازچرخانی آب و مواد مغذی در گلخانه‌ها، گلخانه‌های دریایی، کشت‌های کارخانه‌ای و شوری‌زدایی منابع آب وجود دارد. این کمبود منابع پژوهشی داخلی با توجه به توسعه سریع سطح گلخانه‌های کشور نیاز به سرمایه‌گذاری پژوهشی در مسائل مرتبط با گلخانه‌ها را نشان می‌دهد. کیفیت تاسیسات و مهارت‌های مدیریت پرورش محصول ممکن است تا حد زیادی بر بهره‌وری مصرف آب تأثیر بگذارد، اما مشخص شده که احتمالاً نیاز به تهویه در اقلیم‌های مختلف بزرگ‌ترین علت تفاوت بین مقادیر بهره‌وری مصرف آب است. به این دلیل در ارتقاء بهره‌وری مصرف آب در گلخانه‌ها نه تنها شناخت برهم‌کنش بین تعرق و نیاز آبی با سایر متغیرهای اقلیمی ضروری است

بلکه درک اثر شیوه‌های کنترل اقلیم گلخانه بر عملکرد کمّی و کیفی محصول نیز می‌تواند بر بهره‌وری مصرف آب مؤثر باشد. بهینه‌سازی مصرف آب در گلخانه‌ها و استفاده پایدار از منابع آب نامتعارف می‌تواند به افزایش عملکرد، کاهش کود و سم مصرفی و توسعه منابع جدید و پایدار آب برای کشت گلخانه‌ای منجر شود که به افزایش اشتغال‌زایی، درآمد کشاورزان و حفظ محیط‌زیست می‌انجامد. استفاه از فناوری‌هایی که آب را با بهره‌وری بالا مصرف می‌کنند لزوماً به تعادل‌بخشی مصارف و منابع آب نمی‌انجامد. به شکل صریح می‌توان گفت آنچه بر حفظ و احیاء منابع آب مؤثر است کنترل مصرف آب در محدوده‌ای است که به مصرف کم‌تر نسبت به حجم آب ورودی به منبع آب بیانجامد و فناوری‌های پیشرفته برای مصرف کم آب تنها نقش کمک‌کننده به این سیاست را برای حفظ سطح تولید دارد. در شرایط کنونی حفظ و احیاء منابع آب فقط با استفاده از فناوری‌های نوین در بخش کشاورزی امکان‌پذیر نیست و به طور مستقیم نه تنها کمکی نمی‌کند که در صورت استفاده غلط به این بحران دامن خواهد زد. با در نظر گرفتن تعادل‌بخشی منابع آب، استفاده از فناوری‌های کشت‌های گلخانه‌ای با افزایش تولید در واحد سطح قادر به کمک به امنیت غذایی خواهند بود. با رشد و تنوع تولید محصولات موردنیاز مصرف‌کنندگان، صنعت تولیدات گلخانه‌ای می‌تواند نقش مهمی در کاهش ارزبری در بخش کشاورزی داشته باشد. رشد متوازن صنایع پشتیبان کشت گلخانه‌ای با رشد و توسعه این شیوه کشت می‌تواند تاثیر به‌سزایی بر کاهش ارزبری و در نهایت ارزآوری این بخش داشته باشد. با صادرات محصولات گلخانه‌ای این صنعت می‌تواند ارز موردنیاز برای توسعه خود را تأمین نماید.

۲-۱۲- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه

در پنج سال گذشته در رابطه با موضوع برنامه "بهینه‌سازی مصرف آب در گلخانه‌ها و استفاده پایدار از منابع آب نامتعارف" پژوهش‌های انجام‌گرفته برای بهینه‌سازی و افزایش بهره‌وری مصرف آب به طور کلی از دو راه افزایش عملکرد و کاهش مصرف آب با استفاده از شیوه‌های مهندسی در گلخانه دنبال شده است. به صورت کمّی هدف برنامه بیست‌ساله شاخص بهره‌وری مصرف آب رسیدن به مقدار ۱/۶ کیلوگرم بر مترمکعب است. به این دلیل در مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی پژوهش‌ها و مطالعات تحلیلی برای اندازه‌گیری و برآورد مقرون به واقعی از بهره‌وری مصرف آب محصولات گلخانه‌ای انجام شده است. مقدار بهره‌وری مصرف آب محصولات خیار، گوجه‌فرنگی، بادمجان، فلفل و توت‌فرنگی در گلخانه-های تجاری منطقه جیرفت به ترتیب ۱۷/۹۰، ۱۶/۸۲، ۹/۳۲، ۷/۸۵ و ۲/۷۴ کیلوگرم بر مترمکعب و به طور متوسط ۱۰/۹ کیلوگرم بر متر مکعب به‌دست آمد. در مطالعه‌ای میانگین بهره‌وری مصرف آب سه محصول گوجه‌فرنگی، خیار و فلفل در ایران به ترتیب ۳۱/۴، ۱۸/۱ و ۲۹/۳ کیلوگرم بر مترمکعب ذکر شد. مقدار بهره‌وری مصرف آب در آزمایشات انجام شده در گلخانه‌های تجاری برای گوجه‌فرنگی ۳۱/۸ کیلوگرم بر مترمکعب و خیار ۳۶/۱۳ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آمده است. همان‌گونه که قبلاً ذکر شد در سال ۱۳۹۹ محصولات گلخانه‌ای ۰/۵ درصد سطح و ۱۲/۶ درصد تولید محصولات باغی کشور را به خود اختصاص داده‌اند. این مقادیر نشان می‌دهند که تولیدات گلخانه‌ای تاثیر بسیار مثبتی بر رسیدن به بهره‌وری مصرف آب هدف‌گذاری شده بیست‌ساله دارد. شناخت تبخیر و تعرق پتانسیل، ضرایب گیاهی و کاربرد مدل‌های تبخیر و تعرق در گلخانه برای محاسبه نیاز آبی محصولات گلخانه‌ای و برآورد آب مورد نیاز کشت‌های گلخانه‌ای و نیز استفاده در مدل‌های شبیه‌سازی اقلیم گلخانه از دیگر جنبه‌های پژوهش‌های انجام شده است. در آزمایشات تبخیر و تعرق گیاهی محصول خیار در گلخانه تجاری در منطقه تهران برای کشت زمستانه در ۱۱۶ روز ۴۸۰ میلی‌متر و کشت بهاره در ۱۳۹ روز ۴۷۶ میلی‌متر، در شهرستان اصفهان در ۱۸۰ روز ۸۳۰ میلی‌متر و در شهرستان همدان در ۹۶ روز (از زمان انتقال نشاء به گلخانه) کشت زمستانه

۲۱۴/۲ میلی‌متر و کشت بهاره در ۱۰۵ روز (از زمان انتقال نشاء به گلخانه) ۲۲۲/۳ میلی‌متر به دست آمد. هم‌چنین، میانگین ضریب گیاهی برای دو دوره رشد خیار گلخانه‌ای در چهار مرحله رشد ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی را در شهرستان‌های اصفهان و جیرفت به ترتیب ۰/۵۱، ۰/۶۶، ۱/۰۰ ، ۰/۷۱ و ۰/۷۰، ۱/۳۰، ۱/۷۰، ۱/۳۰ به دست آمد. در شهرستان پاکدشت ضریب گیاهی خیار گلخانه‌ای در کشت زمستانه (رقم فادیا) برای چهار مرحلهٔ ابتدایی، توسعه، میانی و پایانی به ترتیب ۰/۶۱ ، ۰/۷۵ ، ۱/۰۵ و ۰/۷۳ و در کشت بهاره (رقم سوپرسلطان) ۰/۵۹ ، ۰/۶۷ ، ۱/۰۱ و ۰/۷۰ و در شهرستان همدان رقم نگین در کشت زمستانه و بهاره (رقم نگین) برای چهار مرحلهٔ ابتدایی، توسعه، میانی و پایانی به ترتیب ۰/۶۹، ۰/۸۱، ۱/۴۳ ، ۱/۰۵ و ۰/۴۱ ، ۰/۶۵ ، ۱/۱۵ و ۰/۸۷ گزارش شد. در بررسی توزیع مکانی و زمانی رطوبت (کمبود فشار بخار) و تعرق در گلخانه‌ای تجاری با مدیریت بهره‌بردار در فصل‌های سرد و گرم سال نتیجه شد که شناخت تفاوت‌های مقدار و توزیع تعرق می‌تواند در بهینه‌کردن برنامه آبیاری با هدف افزایش کارایی و کاهش مصرف آب کمک کند. در پژوهش دیگری در یک گلخانه تجاری با پوشش پلاستیکی و مساحت ۴۳۳۳ مترمربع واقع در تویسرکان از مدل تراز انرژی برای تخمین میزان تعرق و سایر متغیرهای خرد اقلیم داخل گلخانه با استفاده از داده‌های هواشناسی خارج گلخانه استفاده شد. شبیه‌سازی چهار شبانه‌روز تعرق نشان داد مدل تراز انرژی در تلفیق با مدل تعرق استانگلینی با استفاده از داده‌های هواشناسی، می‌تواند به پیش‌بینی و تحلیل شرایط خرد اقلیم و تعرق داخل گلخانه‌ای با تهویه طبیعی قبل از احداث آن کمک کند. اصلاح مدل تراز انرژی برای هنگامی که تهویه ضعیف است یا پدیده وارونگی حرارتی رخ می‌دهد، می‌تواند دامنه کاربرد آن را افزایش دهد. هم‌چنین هماهنگ شدن این مدل با مدل رشد محصول توانایی پیش‌بینی مقدار عملکرد را قبل از احداث گلخانه به دست می‌دهد. در پژوهش دیگری، از مدل تعرق پنمن- مانتیس اصلاح‌شده برای گلخانه در شبیه‌سازی سه‌بعدی اقلیم گلخانه با استفاده از دینامیک سیالات محاسباتی و نرم‌افزار انسیس فلوئنت در یک گلخانه تجاری استفاده شد و با در نظر گرفتن مقاومت آئرودینامیک پوشش گیاهی، مقاومت روزنه‌ای، مقدار جذب تشعشع توسط پوشش گیاهی، دما و رطوبت نسبی محیط گلخانه توزیع تعرق و اثر متقابل آن را بر اقلیم گلخانه بررسی شد. شیرین‌سازی آب‌های شور و استفاده آن‌ها در گلخانه از دیگر مباحث مورد بررسی در پژوهش‌های گلخانه‌ای بوده است. در مطالعه چهار گلخانه دارای سامانه نمک‌زدا به روش اسمز معکوس در استان‌های البرز و قزوین و چهار گلخانه در استان اصفهان نحوه دفع پساب شور حاصل از این سامانه‌ها بررسی شد. شوری آب چاه در گلخانه‌های استان‌های البرز و قزوین بین ۰/۶۷ dS/m تا ۳/۵۹ dS/m و شوری پساب خروجی سیستم نمک‌زدایی از ۱/۱۲ dS/m تا ۵/۷۲ dS/m تغییر می‌کرد. در استان اصفهان شوری پساب خروجی سامانه نمک‌زدایی دامنه‌ای بین ۵/۱ dS/m تا ۱۶/۶۳ dS/m داشت. نتایج نشان داد گزینه اصلی دفع پساب در نیمی از گلخانه‌ها، تخلیه بدون ضابطه به محیط زیست بود. در بعضی مناطق و برحسب شرایط کیفیت پساب یا نظر شخص گلخانه‌دار، از پساب به‌صورت مستقیم یا پس از اختلاط با آب چاه برای انجام کشاورزی در فضای باز استفاده می‌شد. از روش‌های دیگر تخلیه پساب در حوضچه‌های خاکی بدون پوشش یا ترانشه‌ای عمیق و حفرشده در مجاورت گلخانه بود. در یک مورد نیز از پساب سامانه نمک‌زدایی برای تولید یخ صنعتی استفاده می‌شد. در مطالعه دیگری مدیریت پساب تجهیزات آب‌شیرین‌کن بررسی شد. نتایج نشان داد برای آب‌هایی با شوری بین ۳ mS/cm تا ۱۵ mS/cm هزینه‌های واحد نمک‌زدا برای تولید هر متر مکعب آب شیرین در دامنه بازیابی ۴۵ تا ۸۵ درصد (درصد بازیابی معیاری از حجم و شوری پساب شور تولیدی در یک واحد نمک‌زدا است) تقریباً ثابت است و می‌توان درصد مناسب را بدون تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر هزینه‌های نمک‌زدایی انتخاب نمود. مطالعه مدیریت پساب شور نشان داد در مناطقی که آب کشاورزی به مقدار کافی وجود داشته باشد، بهترین راه حل اختلاط پساب شور با آب کشاورزی است

مشروط بر آن‌که آب پس از اختلاط برای کشاورزی منطقه محدودیتی نداشته باشد. در مناطقی که شوره‌زار، دریاچه‌های آب شور یا زهکش آب شور وجود داشته باشد می‌توان پساب شور را در آن‌ها تخلیه نمود و درصد بازیابی با توجه به محدودیت‌های زیست محیطی انتخاب می‌شود. مدیریت پیشنهادی برای مدیریت پساب شور در سایر مناطق شامل استفاده از پساب شور در سامانه‌های فن و پد گلخانه‌ها و خشک‌کردن پساب بسیار شور حاصل در حوضچه‌های تبخیری است.

محاسبات پژوهشگران برای استحصال آب باران در گلخانه‌ها نشان داد که در شهرستان‌های همدان، کبودرآهنگ، رزن، اسدآباد، ملایر، تویسرکان و نهاوند می‌توان به ترتیب ۴۲، ۴۴، ۵۶، ۶۵، ۴۹، ۶۶ و ۶۲ درصد نیاز آبی کشت سالانه با خیار و گوجه‌فرنگی را با جمع‌آوری آب باران تأمین کرد. بررسی نتایج نشان داد که در فصل‌های بارش از آبان تا فروردین، امکان تأمین نیاز آبی محصول در شهرستان‌های شمالی استان بین ۶۰-۵۰ تا ۱۰۰ درصد و در شهرستان‌های جنوبی استان بین ۸۰-۷۰ تا ۱۰۰ درصد نیاز آبی محصول با استحصال آب باران امکان‌پذیر است.

۳-۱۲- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر

اغلب پژوهش‌های مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی به دلیل انجام در گلخانه‌های تجاری و ارتباط پژوهشگران با بخش اجراء و گلخانه‌داران سبب شده است تا پژوهشگران با چالش‌ها و نیازهای پژوهشی گلخانه‌های تجاری از نزدیک آشنا شوند و راه‌کارهای ارائه‌شده نسبت به معضلات و محدودیت‌ها منطبق با واقع در گلخانه‌های تجاری باشند. با وجود کمبود امکانات و تعداد پژوهشگرانی که به طور پیوسته در زمینه گلخانه فعالیت می‌کنند تلاش در حفظ تنوع موضوعی و منطقه‌ای پژوهش‌های اجراشده در خصوص بهینه‌سازی مصرف آب در گلخانه‌ها و استفاده پایدار از منابع آب نامتعارف شده است. پژوهش‌های انجام‌گرفته برای بهینه‌سازی و افزایش بهره‌وری مصرف آب به طور کلی از دو راه افزایش عملکرد و کاهش مصرف آب با استفاده از شیوه‌های مهندسی در گلخانه دنبال شده است. به این دلیل نه تنها به اندازه‌گیری مستقیم تبخیر و تعرق گیاهان گلخانه‌ای، ضرایب گیاهی، نیاز آبی، آب مصرفی و استفاده از آب‌های نامتعارف پرداخته شده است بلکه به برهم‌کنش گیاه با محیط پیرامونی بر اثر تعرق و تاثیر متغیرهای اقلیمی بر عملکرد کمّی و کیفی محصولات گلخانه‌ای نیز پرداخته شده است. نتایج پژوهش‌های انجام‌شده در مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی نشان داده است که مصرف آب آبیاری خیار و گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای با مدیریت گلخانه‌داران به ترتیب حدود ۹۴۲۲ و ۱۰۶۷۶ متر مکعب بر هکتار است. از سوی دیگر، پژوهش‌های اجراشده در مؤسسه نشان می‌دهد که آبیاری با تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی خیار و گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای و حفظ عملکرد به ترتیب حدود ۷۷۴۰ و ۶۴۳۰ متر مکعب در هکتار است. اختلاف بین نیاز آبی و حجم آب آبیاری اعمال‌شده توسط بهره‌برداران در کشت خیار و گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای به ترتیب ۱۶۸۲ و ۴۲۴۶ متر مکعب در هکتار است. به طور متوسط با حدود ۷۰ درصد آبی که هم‌اکنون توسط گلخانه‌داران برای آبیاری خیار و گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای مصرف می‌شود، می‌توان نیاز آبی این دو محصول را تأمین کرد. بر اساس آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۹، خیار و گوجه‌فرنگی با ۹۹۶۳ هکتار حدود ۷۸ درصد سطح زیر کشت سبزی و صیفی گلخانه‌های کشور را تشکیل می‌دهند. به این ترتیب، با توجه به سطح زیر کشت خیار (۷۵۳۹ هکتار) و گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای (۲۴۲۴ هکتار) با استفاده از برنامه‌ریزی آبیاری می‌توان به ترتیب ۲۱/۳ و ۷/۸ میلیون متر مکعب و در مجموع ۲۹/۱ میلیون متر مکعب در مصرف آب گلخانه‌ها صرفه‌جویی کرد. از طرفی، مطالعات در استان همدان نشان داده است که با استحصال آب باران می‌توان حدود ۵۰ درصد نیاز آبی سالانه خیار و گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای را تأمین کرد. با تلفیق استفاده از برنامه‌ریزی آبیاری و استحصال آب باران می‌توان تا ۷۰ درصد از مصرف آب

آبیاری از سایر منابع آبی در گلخانه‌ها را کاهش داد. دانش به‌دست آمده از این پژوهش‌ها به صورت نشریات و برنامه‌های ترویجی و نیز در قالب برنامه یاوران تولید در اختیار بهره‌برداران و کارشناسان پهنه قرار گرفته است و می‌گیرد. ضمناً در این مدت با تعاملات سازنده با معاونت‌های مرتبط وزارت‌خانه و سازمان‌های جهادکشاورزی استانی پشتیبانی علمی لازم و مؤثر برای اثربخشی یافته‌های پژوهشی در بخش اجراء نیز صورت گرفته است.

٤-١٢- جمع‌بندی و پیشنهادها

مهم‌ترین فرصت کشت‌های گلخانه‌ای در صورت برنامه‌ریزی و توسعه صحیح کمک به تعادل‌بخشی به منابع آبی است. پس از آن می‌توان به فناوری بالاتر این شیوه کشاورزی اشاره نمود که می‌تواند به توسعه فناوری در سایر بخش کشاورزی کمک کند. هم‌چنین در این شیوه کشت، امکان استفاده از کشاورزی دیجیتال نظیر اینترنت اشیاء و کلان داده را در ارتقاء بهره‌وری آب می‌دهد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود با وجود مطالعات هدفمند پایه و کاربردی برای اندازه‌گیری آب مصرفی، عملکرد و بهره‌وری مصرف آب که در گلخانه‌های تجاری کشور انجام شده است. به دلیل پراکندگی گلخانه‌ها در سطح کشور این مطالعات نمی‌توانند دیدگاه کاملی از پراکنش منطقه‌ای و اقلیمی و تاثیر سطح فناوری (ابعاد سازه، کشت خاکی یا آب‌کشت، سامانه آب‌کشت باز و بسته، گلخانه نیمه‌بسته و بسته، نوع سامانه تهویه و سرمایشی، گلخانه دریایی، استفاده از آب‌شیرین‌کن، چگونگی استفاده از آب‌های شور و فاضلاب تصفیه‌شده، استفاده از چگالش رطوبت هوا) بر بهره‌وری مصرف آب به‌دست دهند. در واقع برای اصلاح مسائلی نظیر عدم رعایت استانداردهای لازم در ساخت گلخانه‌ها، آبیاری بیش از نیاز محصول، نداشتن اعداد قابل اعتماد از مقدار و بهره‌وری مصرف آب در گلخانه‌های تجاری در اقلیم‌های مختلف کشور، عدم بهره‌برداری صحیح از آب‌های نامتعارف، عدم توجه به مسائل زیست محیطی، نداشتن دانش لازم گلخانه‌داران برای استفاده بهینه از پتانسیل امکانات برای بهبود شرایط اقلیمی گلخانه، نبود حمایت مالی از پژوهش‌های گلخانه‌ای، کمبود پژوهشگرانی که به صورت تخصصی به پژوهش‌های گلخانه‌ای بپردازند، نداشتن دانش لازم مروجین برای انجام توصیه‌های لازم به گلخانه‌داران، نبود برنامه مدون جامعی برای توسعه گلخانه‌ها نیاز به برنامه‌ریزی جامع پژوهشی و ترویجی را ضروری می‌کند.

٥-١٢- منابع

احمدی، ک.، عبادزاده، ح.، حاتمی، ف.، محمدنیا افروزی، ش.، عباس طاقانی، ر.، یاری، ش.، و کلانتری، م. ۱۴۰۰ .آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۹، جلد سوم: محصولات باغبانی. وزارت جهادکشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۱۵۷ صفحه.

حسن‌اقلی، ع. و زارعی، ق. ۱۳۹۵. بررسی نحوه دفع پساب حاصل از سیستم‌های نمک‌زدایی در گلخانه‌های استان قزوین و البرز و میزان شوری و واکنش آن. کنگره علوم مهندسی آب و فاضلاب ایران. دانشگاه تهران. تهران. ۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵. ۹ صفحه.

حسن‌اقلی، ع.، فرزام‌نیا، م. و زارعی، ق. ۱۳۹۸. چالش‌هایی در استفاده از سیستم نمک‌زدایی آب گلخانه‌ای. نشریه مدیریت آب در کشاورزی. جلد ۶، شماره ۱. صفحه ۵۶-۴۷.

خان‌احمدی، م.، فرزام‌نیا، م.، میران‌زاده، م.، زیدی، م. و زارعی، ق. ۱۳۹۴. طراحی آب شیرین‌کن مناسب برای گلخانه مجهز به تاسیسات مدیریت پساب. گزارش نهایی پژوهشی. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۶۲ صفحه.

رضوانی، س. ۱۴۰۰. بررسی فنی سامانه‌های توزیع گرما در گلخانه‌های استان همدان. گزارش نهایی پژوهشی. مؤسسه

تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. شماره ثبت ۵۹۵۷۳. ۱۶۳ صفحه.
رضوانی، س.، دهقانی‌سانیج، ح.، بیات، ف. و زارع ابیانه، ح. ۱۳۹۵. تعیین عمق و دور آبیاری برای زراعت گلخانه‌ای گوجه‌فرنگی در منطقه همدان. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، جلد ۱۰، شماره ۶. صفحه ۷۸۵-۷۷۰.
رضوانی، س.، زارعی، ق. و سالمی، ح. ۱۳۹۹الف. اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب خیار گلخانه ای. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، جلد ۱۴، شماره ۵. صفحه ۱۵۳۷-۱۵۲۷.
رضوانی، س.، زارع ابیانه، ح. و م. گودرزی. ۱۳۹۹ب. کاربرد مدل تراز انرژی برای پیش‌بینی تعرق و شرایط خرد اقلیم داخل گلخانه با استفاده از داده‌های هواشناسی. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، جلد ۱۴، شماره ۶. صفحه ۲۰۷۴-۲۰۶۰.
زارعی، ق.، سالمی، ح.، رضوانی، س. و اسفندیاری، ص. ۱۳۹۷. تعیین نیازآبی خیار گلخانه‌ای در سطح کشور. گزارش نهایی پژوهشی. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. شماره ثبت ۵۴۲۴۷.
عباسی، ف.، عباسی، ن. و توکلی، ع. ۱۳۹۶. بهره‌وری آب در بخش کشاورزی؛ چالش‌ها و چشم اندازه‌ها. آب و توسعه پایدار. دوره۴، شماره۱-شماره پیاپی ۸، صفحه ۱۴۴-۱۴۱.
عباسی، ف.، زارعی، ق.، مومنی، د.، و پرهمت، ج. ۱۳۹۹. چالش‌ها و اولویت‌ها برای ارتقاء بهره‌وری در گلخانه‌های کشور. معاونت علمی فناوری ریاست جمهوری. کارگروه تخصصی آب، خشکسالی، فرسایش و محیط زیست. ۲۸ صفحه. تهران.
مقبلی دامنه، ا.، آئین، ا.، و مختاری ستائی، م. ۱۳۹۸. ارزیابی عملکرد و کارایی مصرف آب در گلخانه‌های جنوب استان کرمان. سبزیجات گلخانه‌ای. سال دوم، شماره ۱، صفحه ۸-۱.
Katsoulas, N. EIP-AGRI Focus Group Circular Horticulture: Starting Paper. EIP-AGRI. 2017b. p. 18. Available online: https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/publications/eip-agri-focus-group-circular-horticulture (accessed on 4 June 2022).
Stanghellini, C., Kempkes, F.L.K. and Knies, P. 2003. Enhancing environmental quality in agricultural systems. International Symposium on Managing Greenhouse Crops in Saline Environment 609 (pp. 277-283).
World Bank. 2022a. Arable land (hectares per person) - Iran, Islamic Rep. https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.ARBL.HA.PC?locations=IR.
World Bank. 2022b. Arable land (hectares per person) - Iran, Islamic Rep. https://data.worldbank.org/indicator/ER.H2O.INTR.PC?locations=IR.

فصل سیزدهم
افزایش تولید در سطح گلخانه‌ها

جلال جوادی‌مقدم

۱-۱۳- مقدمه

افزایش عملکرد در واحد سطح گلخانه‌ها را می‌توان به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم به تمام جزئیاتی که گلخانه‌های مدرن امروزی بر اساس آن طراحی و ساخته می‌شوند، مربوط دانست. از مهم‌ترین مواردی که برای احداث یک گلخانه می‌توان به آن اشاره کرد شامل برخورداری از منابع آب، جانمایی بهینه یک گلخانه برای به حداقل رساندن مصرف انرژی، استفاده از سازه و تجهیزات سرمایش و گرمایش مناسب، استفاده از سیستم‌های مانیتورینگ و کنترل در آبیاری، مدیریت کشت و سیستم‌های تاسیسات و تهویه دانست. هم‌چنین کلیه فرایندهایی که در بستر کشت و روی گیاه به ویژه نوع تغذیه آن در نظر گرفته می‌شود، تاثیر مستقیمی بر افزایش عملکرد گلخانه در واحد سطح خواهند داشت. بی‌گمان، عامل اصلی سطح کم زیر کشت گیاهان گلخانه‌ای وجود چالش‌های گوناگون در ساخت،، شیوه‌های مدیریت و پرورش آن‌ها و ترویج فرهنگ کار گروهی و مشارکتی است که برخی از علت‌های آن عبارتند از: وجود مشکل در سازه‌ها و تأسیسات گلخانه‌ای، وجود چالش‌های گوناگون اقتصادی، به‌ویژه در اقتصاد کشاورزی، نبود بازار مناسب و بدون‌واسطه محصول‌های تولیدشده، توسعه‌نیافتگی امور مرتبط به کشاورزی نوین به‌زراعی و عامل‌های تولید، ضعف در دانش مهارتی نسبت به اصلاح و تولید بذرهای بومی به‌نژادی، نبود دانش مدیریت بهینه آبیاری و زهکشی، ضعف در دانش مهارتی کنترل آفت‌ها و بیماری گیاهان گلخانه‌ای، به‌ویژه کنترل بیولوژیک آن‌ها، ضعف در دانش مهارتی تغذیه گیاهی، ضعف در دانش مهارتی چگونگی حاصل‌خیزی خاک، به‌ویژه در کشت‌های خاکی گلخانه‌ها، نبود فرهنگ مشارکت‌طلبی، ترویج و انتقال یافته‌های پژوهشی و تحقیقاتی، ایجاد ضایعات و خسارت‌های ناشی از نبود دانش مهارتی در برداشت درست محصول، ایجاد ضایعات و خسارت‌های ناشی از نبود دانش مهارتی پس از برداشت، بسته‌بندی و عرضه مناسب محصول به بازار، وجود مشکل در استانداردسازی صنعت گلخانه و تولیدهای گلخانه‌ای کشور، توسعه‌نیافتگی فرهنگ کار گروهی و مشارکتی.

محدودیت منابع آب و خاک برای افزایش تولیدات کشاورزی موردنیاز جمعیت رو به رشد کشور، در کنار حفظ تعادل بین تولید و محیط‌زیست، چالشی کلیدی برای مدیریت پایدار و تداوم نظام کشاورزی کشور است که استفاده از فناوری کشت گلخانه‌ای، پاسخی به این نیاز است. اصولاً تولید محصولات کشاورزی در گلخانه‌ها از دیدگاه افزایش بهره‌وری آب، مهم

است. در کشور ما استفاده از این فناوری و گسترش تولید محصولات گلخانه‌ای با توجه به اقلیم خشک و نیمه‌خشک آن، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به‌کارگیری گلخانه‌ها برای تولید محصولات کشاورزی به‌دلیل امکان کنترل عوامل تأثیرگذار بر محیط مانند تغییرهای دمایی، جلوگیری از پدیده‌های سرمازدگی و گرمازدگی، استفاده بهینه از منابع آب و خاک، امکان کاربرد مناسب کود و سم، امکان تولید در خارج از فصل و نیز افزایش کمّیت- کیفیت محصول و اشتغال‌زایی بالا، جایگاه ویژه‌ای به این نوع از تولید بخشیده و کشت گلخانه‌ای در حکم یک روش تولید متفاوت با بهره‌وری بالا رو به گسترش است. افزون بر برتری‌های بالا، موقعیت جغرافیایی و گوناگونی اقلیم کشورمان همراه با طول روز بلند، روشنایی کامل آفتاب، وجود اقلیم‌های مختلف، نزدیکی به بازارهای مصرف منطقه‌ای شرایط و ظرفیت بهینه‌ای را برای انتخاب نقاط مستعد از نظر کاهش هزینه‌های تولید به‌ویژه کاهش مصرف انرژی و گسترش تولید محصولات گلخانه‌ای فراهم کرده است.

۲-۱۳- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه

برای دستیابی به کشاورزی پایدار استفاده از نهاده‌هایی از قبیل کودهای آلی می‌تواند در تولید محصول سالم و با کیفیت کمک شایانی داشته باشد. در این راستا، ورمی‌کمپوست و یا عصاره حاصل از آن بر اساس پژوهش‌های بی‌شمار اجرا شده، می‌تواند سهمی در تولید محصولات کشاورزی سالم داشته باشد. از بارزترین دستاوردهای مؤسسه در پنج سال اخیر در موضوع برنامه، می‌توان به توسعه استفاده از چای کمپوست به جای قسمتی از کود شیمیائی در کشت هیدروپونیک گلخانه‌ای اشاره کرد. این پروژه برای گیاهان فلفل‌دلمه‌ای، گوجه‌فرنگی و خیار با موفقیت انجام شد به طوری که نتایج نشان داد که از لحاظ اقتصادی و واردات کالا، استفاده از چای کمپوست به جای کود در کشت هیدروپونیک، می‌تواند انتخاب مناسبی برای این سه محصول پر استفاده باشد. از این رو، با توجه به اهمیت این موضوع می‌توان گفت که استفاده از چای کمپوست به جای کود، ضمن کاهش هزینه تمام‌شده، در تأمین کودهای شیمیایی کشت هیدروپونیک تاثیر به سزایی داشته است.

از دیگر موارد تاثیرگذار در افزایش عملکرد گلخانه‌ها می‌توان به کیفیت و دقت مواد تغذیه‌ای گیاه اشاره کرد. ساخت دستگاه مخلوط‌کن مواد غذایی کشت هیدروپونیک، نشان داد با استفاده از این دستگاه کیفیت و هم‌چنین حجم محصولات برداشتی از واحد سطح گلخانه به شکل قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. این موضوع نشان‌دهنده آن است که با ارتقای دستگاه‌های مخلوط‌کن و هم‌چنین تغذیه مناسب گیاهان گلخانه‌ای، می‌توان میزان عملکرد در واحد سطح گلخانه‌ها را به صورت قابل ملاحظه‌ای ارتقاء داد.

از آنجا که دستگاه‌های مکانیکی و الکترونیکی همواره رابطه مستقیمی با توسعه فناوری در جهان و کشور دارند، از این رو امکان ارتقای این سیستم‌ها هر چند سال یک‌بار بایستی بررسی شوند تا فناوری این‌گونه دستگاه‌ها همواره به‌روزرسانی شود. استفاده از فناوری در بررسی کمّی و کیفی محصولات گلخانه‌ای بسیار حائز اهمیت است. مؤسسه با استفاده از فناوری آزمون غیرمخرب توانسته است کیفیت و سلامت گیاه گوجه‌فرنگی را به صورت سریع بررسی کند. هم‌چنین مؤسسه برای اولین بار در کشور، دستگاه پایشگر خودکار و برخط پارامترهای اقلیمی داخل گلخانه (دما، رطوبت نسبی، شدت روشنایی و غلظت دی‌اکسیدکربن) را با استفاده از اینترنت اشیاء طراحی کرد. با استفاده از این سامانه، امکان بررسی و گزارش‌گیری لحظه‌ای،

ساعتی، روزانه، هفتگی، ماهانه، فصلی و سالانه از عملکرد گلخانه از هر نقطه‌ای واقع در خارج از گلخانه (داخل و یا خارج از کشور) فراهم شده است.

از دیگر دستاوردهای مهم مؤسسه مرتبط با موضوع برنامه، می‌توان به پروژه‌های مکان‌یابی گلخانه‌ها که در اراضی تحت پوشش رودخانه‌های مرزی کشور و در استان‌های اردبیل، آذربایجان‌شرقی، آذربایجان‌غربی، کردستان، کرمانشاه و ایلام اجرا شد، اشاره کرد. در این پروژه‌ها جانمایی مجتمع‌های گلخانه‌ای از نظر تعیین تناسب اقلیمی و وجود زیرساخت‌های لازم انجام شد. این کار مورد نیاز دو معاونت آب و خاک و امور باغبانی وزارت متبوع بودند. در نتیجه این‌کار گلخانه‌های ساخته‌شده بر اساس این پهنه‌بندی از کمینه مصرف آب و انرژی برای گرمایش و یا سرمایش برخوردار شدند ضمن این‌که هزینه‌های تولید محصولات گلخانه نیز قابل کاهش شد. هم‌چنین برای اولین بار در کشور، مبانی و معیارهای طراحی سازه‌های گلخانه برای مناطق گرمسیر (اقلیم‌های گرم و خشک و گرم و مرطوب) کشور توسط مؤسسه مطالعه، استخراج و در اختیار سازمان‌های جهاد کشاورزی استان‌های خوزستان، بوشهر و فارس قرار گرفت تا نقشه راه آن‌ها برای توسعه پایدار گلخانه‌ها در کشور شود.

۳-۱۳- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر

بر اساس نتایج گزارش شده، استفاده از چای کمپوست به جای کود شیمیایی در کشت هیدروپونیک باعث افزایش سودآوری در گلخانه شده است. قیمت فعلی چای کمپوست به ازای هر کیلو در بازار ۱۳۵/۰۰۰ ریال است. در صورتی‌که قیمت هر کیلو کود شیمیائی۱۲۰/۰۰۰ ریال است. از نظر افزایش عملکرد می‌توان گفت که استفاده از چای کمپوست افزایش عملکرد بهتری در مقایسه با مخلوط کوپیت و پرلیت به همراه داشت. در راستای هدف این پروژه، درصدهای مختلف چای ورمی کمپوست و کودهای شیمیایی شامل T25 (چای ورمی کمپوست ۲۵ درصد + ۷۵ درصد محلول غذایی حاوی نمک‌های عناصر غذایی براساس فرمول‌های تجاری متداول)، T50 (چای ورمی کمپوست۵۰ درصد +۵۰ درصد محلول غذایی از نوع نمک‌های شیمیایی)، ۷۵ (چای ورمی کمپوست ۷۵ درصد +۲۵ درصد محلول غذایی از نوع نمک‌های شیمیایی) و T100 (۱۰۰ درصد چای ورمی کمپوست) و به همراه T0 (۱۰۰ درصد محلول غذایی از نوع نمک‌های شیمیایی) بر عملکرد و کیفیت خیار، فلفل دلمه‌ای و گوجه‌فرنگی ارزیابی شدند. بر اساس نتایج به دست‌آمده از نتایج سال اول و سال دوم کشت، تیمار ۵۰ درصد ورمی کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی، شرایط بهینه‌تری را از نظر شاخص‌های مورد ارزیابی داشت.

تشخیص زودهنگام بیماری گیاهان قبل از وقوع علایم، می‌تواند افت عملکرد محصول را کاهش و کیفیت آن را افزایش دهد. این امر هم‌چنین مصرف سموم شیمیایی، مشکلات زیست محیطی و هزینه تولید را کاهش می‌دهد. هدف از اجرای این پروژه، تشخیص غیرتخریبی بیماری لکه‌موجی گیاه گوجه‌فرنگی و هم‌چنین تشخیص مهم‌ترین عوامل بیماری‌زای آن از یک‌دیگر در مراحل اولیه بیماری، قبل از بروز علایم ظاهری، با استفاده از طیف‌سنجی مرئی/فروسرخ نزدیک بود. نتایج نشان داد که مدل‌سازی‌های انجام شده، توانست گیاهان آلوده و نوع پاتوژن را با دقت ۹۳–۱۰۰ درصد در نمونه‌های تست شناسایی کند. به‌طوری‌که در ۹۶ ساعت بعد از تلقیح، افزون بر به‌دست آمدن مدل ساده‌تر پیش‌بینی، دقت ۱۰۰ درصد تشخیص حاصل شد. مدل‌های تدوین‌شده، در تمامی زمان‌های بعد از تلقیح، در تشخیص گیاهان آلوده با A. solani که دارای قدرت بیماری‌زایی بالایی است، نسبت به گیاهان سالم، هیچ خطایی نداشتند. استفاده از طیف‌سنجی مرئی/ فروسرخ نزدیک (۴۰۰–۹۰۰ نانومتر) همراه با PCA-ANN توانست بیماری لکه‌موجی گوجه‌فرنگی و نوع پاتوژن آن را قبل از بروز علایم ظاهری (با دقت ۱۰۰–۹۳ درصد) بدون هیچ آماده‌سازی گیاه، به صورت غیرمخرب تشخیص دهد. نتایج این پژوهش نشان داد که این فناوری

می‌تواند برای تشخیص سریع، کم‌هزینه و زودهنگام این بیماری در گوجه‌فرنگی به جای روش‌های آزمایشگاهی زمان‌بر، گران و مخرب، به‌کار رود.

همان‌طور که عنوان شد، مکان‌یابی، از اولین اقدامات مربوط به احداث گلخانه است. از این رو، وزارت جهاد کشاورزی طی حکمی، از مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی خواست که مکان‌های مناسب در کنار رودخانه‌های کشور را برای جانمایی مناسب مجتمع‌های گلخانه، مشخص کند. براساس مطالعات میدانی انجام‌شده یک تیم ۶ نفره در مدت یک سال در مناطق مذکور در استان اردبیل ۳ دشت (دشت‌های فتحعلی، خلیل‌لو و احمدبیگلو)، در آذربایجان‌شرقی ۳ دشت (دشت‌های گلفرج، خداآفرین و یکانات) در آذربایجان‌غربی ۳ دشت (دشت‌های پیرانشهر، جلدیان و بادین‌آباد)، در کردستان ۳ دشت (دشت‌های زریوار، امیرآباد و گاران)، در استان ایلام ۳ دشت (دشت‌های دشت مهران، کنگیر و میمه) و در کرمانشاه ۳ دشت (ذهاب‌جنوبی، بشیوه و جگرلوی جنوبی) شناسایی و برای احداث شهرک‌ها و مجتمع‌های گلخانه‌ای به دو معانت آب و خاک و امور باغبانی توصیه شدند.

٤-۱۳- جمع‌بندی و پیشنهادها

از مهم‌ترین مواردی که می‌توان برای افزایش عملکرد در واحد سطح گلخانه‌ها عنوان کرد، ارتقای مدیریت علمی در توسعه گلخانه‌ها است به نحوی که مدیران گلخانه‌هایی که به‌صورت شهرک اداره می‌شوند یا مدیران گلخانه‌های بزرگ، اطلاعات جامعی در مورد عوامل تاثیرگذار در افزایش عملکرد در واحد سطح گلخانه‌ها را داشته باشند. مشاهده شده است که اکثر گلخانه‌دارها از نقش سازه و تجهیزات و هم‌چنین جانمایی گلخانه در افزایش عملکرد گلخانه غافل هستند. هم‌چنین برخی از گلخانه‌داران از فناوری‌های روز دنیا خبر دارند ولی کاربردی بودن آن فناوری در اقلیم خاص و مورد نظر داخل کشور را نمی‌توانند محاسبه نمایند. از این رو مؤسسه باید فناوری‌های به‌روز دنیا را در نمونه‌های ماکت یا پایلوت بررسی کند تا چگونگی ساز و کار آن را به صورت دقیق مشخص شود و با توجه به اقلیم و تجهیزات داخل کشور اطمینان حاصل شود که آیا فناوری مورد نظر به همین صورت فعلی قابل استفاده در اقلیم‌های مختلف کشور هست یا در غیر این صورت به‌گونه‌ای آن را تغییر و ارتقاء دهد تا بتوان از آن فناوری در اقلیم‌های مختلف کشور نیز در صورت امکان استفاده کرد (بومی‌سازی فناورها و دانش فنی روز دنیا). از این رو، باید در گام نخست، گلخانه‌سازان، گلخانه‌داران بزرگ و واردکنندگان تجهیزات گلخانه‌ای در بانک اطلاعاتی جامع تعیین وضعیت شوند و به آن‌ها رتبهٔ صلاحیت داده شود. در این صورت ضمن اعتبارسنجی گلخانه‌سازها و گلخانه‌داران، مؤسسه قادر خواهد بود تا فناوری وارداتی را از طریق این شرکت‌ها بررسی کند و در صورت نیاز آن را ارتقاء دهد. باید در نظر داشت که با استفاده از بانک اطلاعاتی می‌توان سازه‌ها و تجهیزات گلخانه‌ای متناسب با هر پهنه را به شکل‌های مختلف و مناسب تعیین و ارائه داد. تجهیز کارگاه و ایجاد آزمایشگاه‌های کنترل ارزیابی و اندازه‌گیری دقیق تجهیزات گلخانه، می‌تواند کمک شایانی در بررسی محصولات وارداتی و ارتقاء آن ایفا نماید.

باید به این موضوع توجه داشت که آموزش بازرسان و مسئولان جهاد کشاورزی در خصوص بازبینی و مدیریت توسعه گلخانه‌ها در هر استان نقش مهمی را در این خصوص ایفا خواهد کرد. داشتن یک پایلوت از گلخانه ایده‌آل در هر پهنه با توجه به سطح عملکرد آن می‌تواند الگوی مناسبی برای کشاورزان و گلخانه‌داران محلی باشد. بدین‌ترتیب که گلخانه‌داران با استفاده از آن الگو بتوانند سطح عملکرد خود را به گلخانه پایلوت برسانند و یا میزان عملکرد در واحد سطح گلخانه خود را بالاتر از آن ببرند.

در این صورت تولید آن گلخانه سودآور تلقی خواهد شد. در غیر این صورت بایستی گلخانه‌داران برنامه‌ای برای تغییر وضعیت موجود در گلخانه خود داشته باشند یا با کمک جهاد کشاورزی استان، عملکرد گلخانه خود را ارتقاء بخشند که با استفاده از الگوی موجود در گلخانه پایلوت این امکان میسر خواهد بود.

با توجه به موضوع مهم امنیت غذایی، پیشنهاد می‌شود که شهرک‌های گلخانه‌ای بزرگ به صورت هدفمند اقدام به تولید محصول کنند به‌گونه‌ای که کشت‌های مشخص برای کنترل قیمت و ایجاد تنوع تولید در بازار انجام شود. بدیهی است که وجود یک پایگاه داده قوی با قابلیت تحلیل و آمارگیری می‌تواند کمک شایانی در انجام این امر داشته باشد. از طرفی با مانیتورینگ تولید در گلخانه‌ها می‌توان میزان استفاده از منابع و عملکرد گلخانه‌ها را با یک‌دیگر مقایسه کرد که در صورت تخطی از وضعیت ایده‌آل به گلخانه‌دار ذی‌ربط راهنمایی‌های لازم ارائه شود. باید در نظر داشت که نبود دانش کافی باعث می‌شود تا بسیاری از سرمایه‌های ثابت و یا در گردش به حوزه امنیت غذایی وارد نشود. از این رو، ایجاد بستری برای سرمایه‌گذاری افرادی که تخصصی در مباحث گلخانه ندارند و از طرف دیگر شرکت یا بخش‌های دولتی که بتوانند سود سرمایه‌گذاری آن‌ها را تضمین کنند، بسیار کارآمد خواهد بود. باید در نظر داشت که کامل شدن عملیات تولید محصول با هدف افزایش عملکرد در سطح گلخانه‌ها، همواره نیازمند به‌روزرسانی آزمایشگاه‌ها، تجهیزات و دانش پژوهشگران است.

بسیاری از پروژه‌های انجام‌شده به دلیل نبود امکانات و تجهیزات یا به دلیل وجود اجبار برای انجام آن توسط پژوهشگران مربوطه، نمی‌تواند پاسخ‌گوی بخش اجرا باشد. از این رو، باید از انتقال بی‌رویه نتایج طرح‌های پژوهشی به بخش ترویج جلوگیری شود. هم‌چنین تنها نتایج پروژه‌هایی به بخش ترویج انتقال یابد که توسط یک هیات داوری بررسی و توسط مجری دفاع شود. استفاده از صاحبان سرمایه و گلخانه‌داران در مراحل دفاع از پروژه‌ها نیز می‌تواند به کاربردی کردن و اقتصادی‌تر کردن پروژه‌های ذی‌ربط، کمک قابل‌توجهی کند.

فصل چهاردهم

بهبود مکانیزاسیون محصولات زراعی

الیاس دهقان، حمیدرضا گازر، افشین ایوانی، سیدمحمدجواد افضلی، اورنگ تاکی، علی رشادصدقی

۱-۱۴- مقدمه

تأمین و حفظ امنیت غذایی در شرایط ناپایدار حاکم بر دنیا یکی از دغدغه‌های اصلی نظام‌های سیاسی است. ناپایداری‌های رو به گسترش اقلیمی، اجتماعی–سیاسی و اقتصادی در دنیا، منطقه و ایران همواره به طور مستقیم و غیر مستقیم امنیت غذایی کشور را از نظر تأمین به مقدار کافی، به موقع و ارزان، با تهدید روبه‌رو می‌کند. بخش کشاورزی کشور پرچم‌دار تولید و تأمین غذا در کشور بوده و تولید محصولات زراعی مهم‌ترین رکن امنیت غذایی کشور است. تأمین غذای کافی، به موقع و ارزان مستلزم تولید پایدار محصولات زراعی با بیش‌ترین بهره‌وری منابع و نهاده‌ها و کم‌ترین ضایعات در زنجیره ارزش آن‌هاست. محصولات زراعی اساسی شامل طیف گسترده‌ای از گیاهان مانند گندم، جو، برنج، ذرت، دانه‌های روغنی، محصولات علوفه‌ای، حبوبات و غیره است. ظرفیت‌ها و چالش‌های تولید هر کدام از محصولات زراعی در مناطق مختلف کشور متفاوت است. دستیابی به بهره‌وری قابل قبول و کم‌ترین تلفات و ضایعات در زنجیره ارزش هر کدام از این محصولات از مزرعه تا سفره نیازمند تدابیر ویژه و منحصر به فرد است.

کاربرد مکانیزاسیون در فرایند تولید افزون بر کاهش سختی کار و افزایش جذابیت بخش کشاورزی برای جوانان، با انجام به موقع و دقیق عملیات و افزایش بهره‌وری نهاده‌ها سبب افزایش کمیّت و کیفیت محصول می‌شود. مکانیزاسیون با بهبود زنجیره ارزش محصولات باعث کاهش قیمت تمام‌شده و ارزش اقتصادی محصول تولیدشده می‌شود. تولید محصولات کشاورزی در سطح زیر کشت کم‌تر یا تولید محصول بیش‌تر در سطح زیر کشت کنونی مستلزم به‌کارگیری ماشین‌ها و تجهیزات دقیق و کارا و فناوری‌های کارآمد روز است تا با بهبود بهره‌وری ضمن افزایش تولید سبب کاهش هزینه بر واحد محصول و افزایش بهره‌وری شود. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی در پنج سال گذشته بیش از ۸۰ پروژه پژوهشی با هدف بهبود مکانیزاسیون محصولات زراعی انجام داده است. بخش قابل توجهی از این پژوهش‌ها فناوربنیان بوده و دستاوردهای آن‌ها باعث ایجاد یا بهبود ماشین‌ها و تجهیزات مورد نیاز برای تولید محصولات زراعی شده است. بخشی دیگر نیز دارای دستاورد ترویجی بوده و سبب بهبود مکانیزاسیون از منظر مدیریت انتخاب و کاربرد ماشین در فرایند تولید شده است.

۲-۱٤- وضعیت فنی و مهندسی در موضوع برنامه

۱-۲-۱٤- بهبود تکنولوژی بذر

تأمین بذر سازگار با شرایط هر منطقه، به مقدار کافی و سالم یکی از ارکان دستیابی به تولید پایدار محصولات زراعی است. سالانه حدود ۶۰۰ تا ۶۵۰ هزار تن بذر گواهی‌شده در کشور مصرف می‌شود. به طور متوسط همه‌ساله بین ۴۰۰ تا ۴۵۰ هزار تن بذر گندم، ۱۵ هزار تن بذر ذرت، ۳ هزار تن بذر برنج و ۵ هزار و۴۰۰ تن بذر دانه‌های روغنی (کلزا) در کشور تولید می‌شود. بوجاری و درجه‌بندی، اساسی‌ترین مراحل فرآوری بذر محصولات کشاورزی است که در آن ناخالصی‌ها یا آلوده‌کننده‌ها از دانه‌های سالم جدا می‌شوند. بوجاری فرایندی است که با بهره‌گیری از دانش و فناوری (مکانیزاسیون) عملیات خالص‌سازی فیزیکی، ضدعفونی و درجه‌بندی بذرها از لحاظ اندازه، وزن و چگالی انجام و باعث عرضه بذر محصولات زراعی با کیفیت استاندارد می‌شود. در سال‌های گذشته زحمات زیادی در بخش‌های خصوصی و دولتی برای تولید و تأمین بذر و به‌ویژه بذر گندم در کشور کشیده شده است ولی نظارت فنی متمرکز مبتنی بر دانش روز برای جلوگیری از ضایعات بذر و تأمین بذر کاملاً استاندارد وجود نداشت. خوشبختانه در دو سال اخیر با انجام پژوهش‌های ملی و متمرکز در مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی (به سفارش وزارت جهاد کشاورزی)، گلوگاه‌های هدررفت بذر گندم در خطوط فرآوری شناسایی شد و در نهایت با تشکیل کمیته ملی نظارت بر فرآوری بذر و تشکیل کارگروه‌های استانی توسط معاونت امور زراعت، عملیات معاینه فنی این خطوط و صدور گواهی مربوطه در حال انجام است. دستاورد این پژوهش‌ها و به‌کارگیری این تجربیات می‌تواند در زمینه پایش، شناسایی نقاط بحرانی، اصلاح و بهبود فناوری مورد استفاده در این خطوط و جلوگیری از ضایعات تولید بذور مختلف کشاورزی به کشور کمک کند.

۲-۲-۱٤- بهبود مکانیزاسیون گندم و جو

در سال‌های اخیر تلاش زیادی توسط معاونت امور زراعت برای به‌کارگیری روش‌ها و فناوری‌های نوین در تولید گندم و جو انجام شده است. اقداماتی مانند توسعه کاشت حفاظتی گندم و جو، کاشت روی پشته‌های بلند، سمپاشی توسط پهپاد در مراحل پیشرفته رشد، و حمایت از برنامه‌های تولید و تأمین ماشین‌های مربوطه در کشور قابل تقدیر است ولی سرعت گسترش نفوذ دانش و فناوری‌های نوین در تولید این محصولات رضایت‌بخش نیست. به عنوان نمونه، با وجود مزایای کشاورزی حفاظتی و اثر آن در تولید پایدار هنوز در بسیاری از مزارع کشور بقایا سوزانده شده و از گاوآهن برگردان‌دار برای شخم اولیه استفاده می‌شود که باعث برگرداندن خاک و قرار دادن مواد آلی و رطوبت خاک در معرض خشک‌شدن می‌شود. با وجود تلاش‌های انجام‌شده توسط صنایع کشاورزی و حمایت‌های دولتی در قالب تسهیلات خط اعتباری مکانیزاسیون متاسفانه کمبود شدید یا نبود ماشین‌های مناسب خاک‌ورز-کاشت برای انجام عملیات کم‌خاک‌ورزی و کاشت در یک تردد باعث شده است که شیاربازکن‌های ماشین کاشت گودی‌های ایجادشده در اثر کار ماشین خاک‌ورزی را بر هم زند و از طرف دیگر خطوط کاشت منطبق بر میکروکجمنت‌ها نباشد. بر هم زدن مجدد خاک توسط ماشین کاشت هم‌چنین باعث از دست رفتن دوباره ذخیره رطوبتی خاک می‌شود و این امر اثربخشی شخم را کاهش می‌دهد. افزون بر آن، ادامه روش حرکت دادن تراکتور و ادوات خاک‌ورزی و کاشت در جهت شیب سبب روان‌شدن نزولات آسمانی و عدم نفوذ در نواحی شیب‌دار دیم می‌شود. این مشکل به علت عدم پایداری تراکتورها در شیب و ناکافی بودن قدرت آن‌ها افزایش روزافزون فرسایش در اراضی شیب‌دار را به دنبال

دارد. هم‌چنین، برداشت و خارج ساختن بقایا از زمین به دلیل افزایش ارزش آن‌ها برای تعلیف یا چرای دام از دیگر معضلات کاشت در اراضی آبی و دیم است که به نوبه خود منجر به کاهش رطوبت و افزایش فرسایش منابع ارزشمند خاک می‌شود.
یکی از چالش‌های اصلی در اراضی آبی آن است که به علت خشک‌بودن خاک در زمان شخم و عدم امکان آبیاری، کلوخ‌های نسبتاً بزرگ و زیادی در خاک ایجاد می‌شود که یا خرد نشده‌اند و کاشت مکانیزه را مختل می‌کنند و یا خردکردن آن‌ها نیاز به صرف وقت و انرژی زیادی دارد. خوشبختانه در سال‌های اخیر با گسترش ادوات فعال مانند سیکلوتیلرها تا حدود زیادی این مشکل مرتفع شده است اما هنوز قیمت زیاد این نوع ادوات و نیاز آن‌ها به تراکتورهای پرقدرت، استفاده گسترده از آن‌ها در اراضی خرد را با مشکل مواجه می‌کند. رعایت نشدن عمق کاشت مناسب بذر یکی از معضلات عملیات کاشت گندم و جو است. در مزارع خرد، استفاده از ماشین‌های خطی‌کار موجود که برای سطوح متوسط و بزرگ مناسب هستند، مقرون به‌صرفه نیست. در مزارع بزرگ‌تر، ناکامل‌بودن عملیات تهیه بستر و وجود کلوخ‌های نسبتاً درشت در سطح زمین نیز باعث می‌شود شیاربازکن‌های (اغلب دیسکی) ماشین‌های غلات‌کار نتوانند بذور را در عمق مطلوب قرار دهند و از این جهت کیفیت بذرکاری با ماشین مزیت قابل توجهی نسبت به روش بذرپاشی با دست یا سانتریفوژ ندارد و بسیاری از کشاورزان استفاده از بذرپاش‌های سانتریفوز را به خاطر ظرفیت بیش‌تر و قیمت ارزان‌تر انتخاب می‌کنند. این عوامل سبب شده است که علی‌رغم ورود ماشین‌های غلات‌کار به عرصه کشاورزی در طی چهار دهه گذشته، استقبال شایانی از آن‌ها نشود و درجه مکانیزاسیون عملیات بذرکاری به‌ویژه در اراضی خرد هنوز پایین است. با این حال در سال‌های اخیر، ماشین‌هایی که برای تلفیق عملیات کاشت با عملیات تهیه بستر (کمبینات‌ها) و یا عملیات بسترسازی (کشت روی پشته و یا جوی، کشت روی بسترهای بلند و دائمی و ایجاد کریدورهای دائمی) طراحی شده‌اند، مورد پذیرش کشاورزان قرار گرفته‌اند و در حال گسترش هستند.
در عملیات داشت نیز با وجود توسعه سمپاش‌های بوم‌دار در بیش‌تر نقاط کشور هنوز از سمپاش‌های لانس‌دار یا توربولاینر برای بیش‌تر مراحل سمپاشی غلات به‌ویژه علیه آفات و بیماری‌ها استفاده می‌شود. سمپاش‌های لانس‌دار اصولاً برای مبارزه با آفات درختان میوه طراحی شده و برای استفاده در مزارع توصیه نشده‌اند. هم‌چنین، استفاده از سمپاش‌های میکرونر با وجود اثربخشی بهتر هنوز چندان گسترش نیافته است. ناتوانی ورود تراکتور در مراحل پیشرفته رشد به دلیل کوتاه بودن شاسی تراکتور، رطوبت بالای مزرعه و له‌شدن بوته‌ها زیر چرخ تراکتور سبب تمایل کشاورزان به استفاده از سمپاش‌های لانس‌دار و توربولاینرشده می‌شود. برای چنین شرایطی استفاده از روش حرکت تراکتور در مسیرهای ثابت و راهروهای دائمی در سطح مزرعه (ترافیک کنترل‌شده) و استفاده از پهپاد سمپاش پیشنهاد شده اما چندان عملیاتی نشده است. به طور کلی، ناآشنایی کشاورزان با روش‌ها و فناوری‌های جدید سمپاشی، چگونگی انتخاب سمپاش مناسب و پیش‌نیازهای سمپاشی و راه‌کارهای تأمین این پیش‌نیازها، اجرای برنامه‌های ترویجی برای آموزش کشاورزان را امری حیاتی ساخته است.
کمباین‌ها یکی از ماشین‌های بسیار پر اهمیت در برداشت مکانیزه گندم و جو هستند. این ماشین‌ها بیش از هر ماشین دیگری نیاز به تنظیم دارند و امکان تنظیم‌نبودن برخی از اجزا در آن‌ها زیاد است. مدیریت درست در استفاده از ماشین کمباین حتماً به معنای به صفر رساندن تلفات دانه نیست بلکه اقتصادی‌ترین شیوه به کارگیری آن است. طبق نتایج آخرین پژوهش‌های ملی که در سال ۹۸-۹۷ در ۲۱ استان کشور انجام شد، میزان تلفات دانه گندم در مرحله برداشت ۳/۸ درصد (۵۱۹۸۶۴ تن در سال) است که با میزان قابل قبول ۱ تا ۲ درصد فاصله زیادی دارد.

۱۴-۲-۳- بهبود مکانیزاسیون برنج

به طور سنتی، کاشت برنج در فصل تابستان به روش نشاءکاری در زمین گل‌خرابی‌شده و با روش آبیاری غرقابی دائم، با مصرف مقدار زیادی آب (بین ۱۵ تا ۲۴ هزار متر مکعب در هکتار)، انرژی و نیروی کارگری انجام می‌شود. تا حدود بیست سال پیش در بیش‌تر مناطق شمالی کشور از تراکتورهای دوچرخ (تیلرها) با چرخ‌های قفسی برای گل‌خرابی زمین استفاده می‌شد. اما صعوبت کار با تیلرها و پیر شدن جامعه کشاورزی از یک‌سو و افزایش تعداد تراکتورهای چهارچرخ از سوی دیگر، سبب شده است که کشاورزان بیش‌تری از تراکتورهای متداول میان‌قدرت برای عملیات گل‌خرابی استفاده کنند. وزن زیاد این تراکتورها به‌ویژه در اراضی رسی، باعث فرورفتن بیش از حد تراکتور در گل و در نهایت افزایش عمق لایه گل‌آب شده و مصرف بیش‌تر آب و انرژی است. در سال‌های اخیر، با وجود کمبود آب آبیاری و محدودیت‌های ایجادشده در اغلب مناطق برنج‌خیز کشور، سطح زیر کاشت برنج به دلیل درآمد اقتصادی فراوان، افزایش یافته است. با توجه به مصرف بالای آب آبیاری در تولید برنج و محدودیت منابع آب در کشور، وزارت جهاد کشاورزی تلاش کرده است که این معضل را با کاهش اجباری سطح زیر کاشت و استفاده از راهکارهای فنی برای مصرف آب کم‌تر در مزارع برنج مدیریت کند. متاسفانه سیاست‌های کاهش سطح زیر کشت به دلیل مزیت اقتصادی این محصول تا حد زیادی ناکام مانده است. لیکن اخیراً یافتن راه‌کارهای کاهش مصرف آب در این مزارع مورد توجه قرار گرفته است. هم‌چنین در خصوص توسعه مکانیزاسیون برنج، تلاش‌های اجرایی زیادی برای تبدیل برداشت دستی به برداشت با کمباین‌های کوچک چرخ شنی شده که موفقیت‌های خوبی داشته است و فناوری این کمباین‌ها توسط صنایع کشاورزی داخلی مهندسی معکوس و بومی‌سازی شده است. ولی برداشت با این کمباین‌ها با مشکل خرابی و کپک‌زدن شلتوک‌های برداشت‌شده به دلیل رطوبت بالا در فاصله زمانی برداشت با کمباین تا خشک‌کردن آن‌ها روبه‌رو است. هم‌چنین، سمپاشی مزارع برنج در مراحل رشد پیشرفته به دلیل نبودِ امکان حرکت تراکتور در مزرعه با موانع جدی روبه‌رو است.

۱۴-۲-۴- بهبود مکانیزاسیون دانه‌های روغنی

بر اساس بررسی‌های کارشناسی در کشور، ظرفیت‌های قابل ملاحظه تولید و وجود عملکردهای بالا در مزارع بسیاری از کشاورزان و دسترسی و معرفی ارقام جدید پرمحصول و روش‌های کشت جدید حاکی از امیدواری برای افزایش قابل ملاحظه تولید دانه‌های روغنی در کشور است. توجه به این نکته حائز اهمیت است که بهره‌مندی از منافع کشت و زرع دانه‌های روغنی، مانند کلزا، سویا، پنبه و آفتابگردان تنها وقتی قابل حصول است که پژوهش‌های حوزه ماشین‌های کشاورزی درکنار پژوهش‌های صنایع روغن‌کشی و بهداشتی و استانداردهای طبی به پیش روند. در عین حال در تدوین آینده‌پژوهی مرتبط با محصولات روغنی نباید از نقش مهم و حیاتی مدیریت آب به کمک فناوری‌های مکانیزه غافل شد.

۱۴-۲-۵- بهبود مکانیزاسیون گیاهان علوفه‌ای

طبق آمار سال ۱۳۹۷ گیاهان علوفه‌ای پس از غلات با ۸/۸ درصد از سطح زیر کشت و ۲۶/۲ درصد از میزان تولید گیاهان، دومین رتبه را در بین محصولات زراعی دارند. روند تولید محصولات علوفه‌ای کشور در طول ۳۶ سال گذشته افزایشی بوده است ولی در ده سال اخیر با این‌که سالیانه مقادیر زیادی از غذای دام به صورت دانه و کنسانتره وارد کشور می‌شود (رقمی معادل ۳ میلیارد دلار در سال ذرت، کنجاله سویا و جو) به دلیل روش‌های کشت سنتی و عدم ارتقای درجه مکانیزاسیون، شیب افزایش تولید سالیانه از ۵ درصد به ۱ درصد کاهش یافته است. با توجه به وضعیت خشکسالی کشور و هم‌چنین کمبود و گرانی علوفه در فصل زمستان اولویت با بهبود مکانیزاسیون گیاهان علوفه‌ای زمستانه و تابستانه کم‌آب‌بر جدید مانند چغندر

علوفه‌ای، کینوا، سورگوم و ماشک علوفه‌ای و کشت‌های مخلوط است. هم‌چنین، توسعه ادوات مکانیزه در کشور باید با اولویت استان‌های با میزان دام بالا انجام شود. استان‌های آذربایجان غربی و شرقی، فارس، سیستان، خوزستان، مازندران و اصفهان برای شروع فعالیت مناسب‌تر هستند.

در سالیان اخیر تمرکز دولت روی افزایش تولیدات زراعی بوده و کم‌توجهی به ارتقای کمّی و کیفی محصولات علوفه‌ای سبب شده است که پژوهشگران نیز گرایش چندانی به ارائه عناوین پژوهشی در خصوص افزایش تولیدات علوفه‌ای نداشته باشند. ولی اخیراً توجه بیش‌تری به بهبود مکانیزاسیون گیاهان علوفه‌ای است. به عنوان نمونه ماشین تمیزکن-خردکن چغندر علوفه‌ای در سال ۱۳۹۸ توسط مؤسسه طراحی و توسط شرکت تراشکده تولید انبوه شد و در دسترس کشاورزان است.

٦-٢-١٤- بهبود مکانیزاسیون حبوبات و گیاهان صنعتی

حبوبات

در حال حاضر درجه مکانیزاسیون حبوبات (نخود و عدس) برای خاک‌ورزی مرسوم، حدود ۹۰ درصد و کاشت مکانیزه با خطی‌کار ۱۷ درصد است ولی درجه مکانیزاسیون در خاک‌ورزی حفاظتی و کاشت مستقیم، داشت (سمپاشی) و برداشت با کمباین و دروگر بسیار ناچیز است. در اکثر مناطق هنوز از بقایای گیاهی کشت قبل (معمولاً غلات) برای تعلیف دام استفاده و باقی کاه‌بن‌ها نیز به چرای دام گذاشته می‌شود. در مزارع حبوبات برای ریشه‌کن‌کردن علف‌های هرز در پاییز از گاوآهن برگردان‌دار یا چیزل استفاده می‌شود و کاشت حبوبات در زمین‌های خرد به صورت دست‌پاش صورت می‌گیرد. برای کاشت مکانیزه نخود و عدس دیم از عمیق‌کارهای غلات و یا کمبینات مخصوص کشت حبوبات استفاده می‌شود. کاشت لوبیا معمولاً به سه روش هیرم‌کاری دست‌نشان، خشکه‌کاری دست‌پاش و خشکه‌کاری به صورت جوی و پشته انجام می‌گیرد. کاشت مکانیزه محصول معمولاً با استفاده از ردیف‌کارها با موزع مکانیکی و یا نیوماتیکی به صورت خشکه‌کاری و کاشت روی پشته انجام می‌شود. یکی از مهم‌ترین چالش‌های مطرح در تولید حبوبات به‌ویژه نخود و عدس دیم، برداشت این محصولات است. برداشت حبوبات به دلیل عدم دسترسی کشاورزان به ماشین مناسب، غالباً به‌صورت دستی (کندن از ریشه) و با صرف زحمت، وقت و هزینه بسیار انجام می‌شود. بیش‌ترین هزینه تولید حبوبات مربوط به هزینه‌های کارگری وجین، برداشت و خرمن‌کوبی محصول معادل هزینه ۲۰ کارگر- روز در هکتار است. کمبود ادوات کشاورزی مناسب کاشت و برداشت حبوبات در اکثر مناطق دیم کشور و گرانی قیمت آن‌ها باعث شده که بسیاری از خرده‌مالکان زمین که وسعت زمین زراعی آن‌ها ۴۰۰۰ تا ۵۰۰۰ مترمربع است، قادر به پرداخت هزینه تهیه و به‌کارگیری ادوات کشاورزی نباشند. تعداد دستگاه‌های بوجاری برای جدا کردن دانه‌های برداشت‌شده از ناخالصی‌ها بسیار محدود است که سبب تولید بذر ناخالص و کاهش کیفیت محصول در بازار می‌شود. با توسعه کشت انتظاری ارقام اصلاح‌شده پابلند به دلیل استفاده بیش‌تر از بارش‌های فصلی و مواجه‌نشدن دوره رشد گیاه با خشکی، بهره‌وری آب افزایش یافته و به دلیل پابلند بودن بوته (ارتفاع حدود ۴۰ سانتی‌متر) امکان برداشت مکانیزه محصول با کمباین فراهم شده است. برای برداشت مکانیزه حبوبات، کمباین‌هایی با هد نیوماتیکی مخصوص طراحی و ساخته شده است که افزون بر کاهش هزینه کارگری برداشت، میزان ریزش محصول را به حداقل می‌رساند.

سیب‌زمینی

در حال حاضر بیش از ۹۰ درصد تولید این محصول (عملیات کاشت، داشت و برداشت) به صورت مکانیزه انجام می‌شود و در بعضی از مناطق مانند استان همدان تا حدود ۸۰ درصد اراضی زیر کشت سیب‌زمینی مجهز به سیستم‌های پیشرفته آبیاری تحت فشار هستند. یکی از مشکلات عمده در کشت مکانیزه سیب‌زمینی، صدمات مکانیکی وارده بر غده‌ها در برداشت با ماشین سیب‌زمینی‌کن است که افزون بر افزایش ضایعات محصول، بازارپسندی آن را نیز کاهش می‌دهد. از دیگر چالش‌های کشت سیب‌زمینی نیاز شدید آن به برداشت آب از منابع زیرزمینی است که لازم است با تغییر در الگوی کشت و استفاده از روش‌های آبیاری پیشرفته، میزان برداشت آب از منابع را به حداقل رساند.

پنبه

در مقایسه با سال‌های گذشته تولید این محصول، بیش از ۵۰ درصد کاهش یافته است. یکی از دلایل کاهش شدید سطح زیر کشت و تولید پنبه در کشور، مسائل اقتصادی این محصول بوده که به معنای مقرون به‌صرفه نبودن تولید پنبه در مقایسه با تولید دیگر محصولات کشاورزی است. از جمله عوامل مؤثر در کاهش سطح زیر کشت پنبه در ایران، می‌توان به جدید نبودن تکنولوژی کارخانجات پنبه پاک‌کنی و صنعت نساجی اشاره کرد. فرسوده و به‌روز نبودن تکنولوژی، کارخانه‌دارها را مجبور به استفاده از نیروی کار انسانی بیش‌تر در خط تولید می‌کند که در نهایت برای کشاورزان و کارخانه‌دارها به‌صرفه نیست و موجب بالا رفتن قیمت تمام‌شده پنبه محلوج و منسوجات در بازار می‌شود و تقاضا برای منسوجات داخلی در مقایسه با تولیدات خارجی و در نهایت پنبه کشاورز پائین می‌آید. در حال حاضر در کشور ما عملیات آماده‌سازی بستر بذر به صورت ۱۰۰ درصد مکانیزه، عملیات کاشت پنبه به صورت ۷۰ درصد دستی و ۳۰ درصد مکانیزه، عملیات داشت به صورت ۹۰ درصد دستی و عملیات برداشت عمدتاً به صورت دستی انجام می‌گیرد. استفاده از ماشین در برداشت محصول صنعتی نظیر پنبه که در سطح گسترده کشت می‌شود، علاوه بر برداشت به موقع و سریع، هزینه‌های کارگری و در نتیجه قیمت تمام‌شده محصول را کاهش می‌دهد و امکان رقابت با سایر کشورهای تولیدکننده پنبه را برای کشاورزان ایجاد می‌کند.

چغندرقند

یکی از مسائل بارز در عدم دسترسی به عملکرد بالای چغندرقند در بیش‌تر مزارع، مسئله تهیه نامناسب بستر بذر است که باعث می‌شود کاشت بذر توسط ماشین‌های ردیف‌کار به‌درستی انجام نشود و افزون بر کاهش سطح سبز مناسب، هزینه‌های کارگری واکاری را نیز به دنبال داشته باشد. چغندر از جمله محصولاتی است که تولید آن به آب زیادی نیاز دارد و این موضوع، افزایش سطح زیر کشت و عملکرد محصول را در بیش‌تر مناطق محدود می‌کند. بنابراین، استفاده مطلوب از منابع آب و افزایش کارایی مصرف آب و نیز انتخاب مناسب روش آبیاری، برنامه‌ریزی صحیح و تعیین مقدار مناسب آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. افزایش فشردگی خاک پس از کشت متوالی نیز یک عامل محدودکننده برای افزایش عملکرد این محصول است.

نیشکر

از جمله چالش‌های مربوط به تولید مکانیزه نیشکر تهیه زمین با حجم بالای عملیات خاک‌ورزی در مرحله پلنت و نیز استفاده از ادوات سنگین در مرحله راتونینگ به دلیل چندساله‌بودن محصول نیشکر ازیک‌طرف و بافت سنگین اراضی خوزستان است.

از چالش‌های دیگر تولید نیشکر می‌توان به عدم انطباق واحدهای فرآوری با ساقه‌های حاوی برگ‌های نیشکر در برداشت سبز و کاهش ۳۰ تا ۴۰ درصدی راندمان برداشت هاروسترها در برداشت سبز اشاره کرد. روش برداشت سبز سبب ورود ساقه و برگ به محصول و در نتیجه باعث افت راندمان در قسمت‌های تبدیل و افزایش استهلاک آن‌ها و کاهش کیفیت شکر تولیدی می‌شود. درنتیجه کشاورزان اقدام به سوزاندن مزارع و برداشت محصول سوخته می‌کنند. چالش دیگر در برداشت مکانیزه محصول، بارندگی و رطوبت زیاد خاک در زمان برداشت و استفاده از کمباین‌های با چرخ لاستیکی و وزن بالا در این شرایط است که نیاز به بررسی پژوهشی برای حل مشکل دارد.

۳-۱۴- تحلیل اثربخشی فنی و مهندسی در موضوع برنامه طی ۵ سال اخیر

۱-۳-۱۴- بهبود تکنولوژی بذر

بررسی‌های میدانی و پژوهش‌های انجام‌شده توسط مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی نشان داده است که بیش‌ترین مقدار تولید بذر کشور به گندم اختصاص دارد و بیش‌تر خطوط مورد استفاده برای فرآوری بذر گندم در کشور دارای قدمتی بیش از ۱۰ سال هستند. نتایج پژوهش‌های میدانی انجام‌شده توسط مؤسسه در پنج استان کشور نشان داد که متاسفانه سالیانه حدود ۲۰ درصد از بذر واردشده به کارخانه‌های فرآوری بذر به عنوان ضایعات مفید از کارخانه خارج و برای مصرف طیور مورد استفاده قرار می‌گیرد. هم‌چنین درمورد محصول ذرت، پژوهش‌ها نشان داد که عمده فرآوری بذر ذرت در منطقه مغان بوده است و در خطوط فرآوری نیاز به به‌روزرسانی دارند. در فرآوری بذر ذرت استفاده از الواتورهای پیاله‌ایی به عنوان یک گلوگاه موجب شکستگی و ترک‌خوردگی در بذرها می‌شود. در مورد بذر برنج نیز مطالعه میدانی در دو استان گیلان و مازندران نشان داد که خطوط فرآوری قدیمی بوده است و از همان الگوی عمومی برای فرآوری بذر غلات استفاده می‌کنند. از این رو، لازم است متناسب با الگوی مورد استفاده در کشورهای پیشرو در زمینه فرآوری بذر برنج اقدام به به‌روزرسانی خطوط فرآوری بذر در هر دو استان شود. در مورد فرآوری بذر دانه‌های روغنی نیز مشخص شد که تاکنون بررسی هدفمندی در کارخانه‌های فرآوری بذر دانه‌های روغنی انجام نشده و بررسی دقیق برای شناسایی نقاط بحرانی و گلوگاه‌های خطوط فرآوری در دانه‌های روغنی با تاکید بر کلزا و سویا در کشور بسیار ضروری است. پس از آن بهینه‌سازی و به‌روزآوری خطوط فرآوری بذر دانه‌های روغنی با استفاده از تکنولوژی روز یک اقدام کلیدی است. هم‌چنین، بررسی‌های انجام‌شده نشان داد که در زمینه فناوری‌های مورد استفاده در فرآوری بذر سبزی و صیفی به عنوان یک نهاده مهم وارداتی و ارزبر نیز تاکنون پژوهشی انجام نشده و نیاز به کار جدی در این زمینه است.

۲-۳-۱۴- بهبود مکانیزاسیون گندم و جو

در سنوات گذشته و به‌ویژه در سال‌های اخیر، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی پژوهش‌های گسترده‌ای برای کمک به کشاورزان در انتخاب و کاربرد ماشین‌ها و تجهیزات کشاورزی مناسب و اصلاح و بهبود آن‌ها برای افزایش سازگاری با شرایط مناطق مختلف کشور انجام داده است. با استفاده از نتایج این پژوهش‌ها در حال حاضر بهترین فناوری‌ها برای کاشت در شرایط بدون خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کامل شناسایی و در قالب کارگاه‌های آموزشی به بهره‌برداران منتقل شده است. در این راستا، شیاربازکن‌های مناسب برای برهم‌زدن حداقلی خاک در شرایط بی‌خاک ورزی و کم‌خاک‌ورزی معرفی شده‌اند. در خاک‌ورزی مرسوم کارایی کمبینات‌های مختلف موجود در کشور در خردکردن کلوخه‌ها و یکنواختی قرار

دادن بذر و کود در زمین بررسی و معرفی شده است. برای کشت گندم و جو روی بسترهای بلند موقت و دائمی و برای کشت در مناطق شور روش و ماشین مناسب کاشت در کف جویچه‌ها معرفی شده که به نوبه خود نقش مؤثری در افزایش راندمان آبیاری در مزارع غلات داشته است. از مجموع این فعالیت‌ها می‌توان ادعا کرد که در حال حاضر نزدیک به ۱۰۰ درصد عملیات تهیه بستر و ۶۰ درصد عملیات کاشت و بیش از ۹۵ درصد عملیات برداشت در مزارع گندم و جو به صورت مکانیزه انجام می‌شود. در زمینه برداشت محصولات گندم و جو، پروژه‌های ارزشمندی در راستای پایش افت دانه در کمباین‌های مختلف موجود در کشور اعم از انواع مرسوم و کاه‌کوب اجرا شده و نقش قسمت‌های مختلف این کمباین‌ها در ایجاد ضایعات دانه مشخص شده است. این اطلاعات به مدیران اجرایی منتقل شده است. هم‌چنین در بیش از یک دهۀ اخیر، پژوهش‌های بسیار گسترده‌ای در مناطق مختلف کشور در خصوص کشاورزی و خاک‌ورزی حفاظتی توسط مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی به عنوان پیشگام در این حوزه انجام شده است. نتایج یک پروژه پژوهشی منطقه‌ای و ملی منجر به معرفی نوع، ترکیب و ترتیب ماشین‌های مناسب برای کشت حفاظتی در هر منطقه شد. نتایج این پژوهش‌ها با مشارکت معاونت امور زراعت، مرکز توسعه مکانیزاسیون و همکاران مؤسسه در قالب پایلوت‌ها و برنامه‌های آموزشی و ترویجی به کشاورزان و صنایع کشاورزی کشور منتقل شده است. با این وجود گسترش این شیوه جدید کاشت با چالش‌هایی روبه‌رو بوده است و در حد انتظار نیست. در این مقطع زمانی شناسایی این چالش‌ها و بازبینی اقدامات انجام‌شده برای شناسایی روند واقعی و موانع گسترش کشاورزی حفاظتی بسیار ضروری و اجتناب‌ناپذیر است.

افزون بر این در سال‌های گذشته، بهبود دادن تکنولوژی موزع خطی‌کارهای داخلی توسط مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی باعث گسترش زیاد کاربرد این ماشین‌ها در کشور به جای بذرپاشی و بیش از ۵۰ درصد کاهش در مصرف بذر گندم و جو شده است. هم‌چنین، معرفی روش و ماشین‌های کاشت بذر روی پشته‌های بلند باعث کاهش مصرف آب به میزان ۱۰ تا ۳۰ درصد شده است. در چند سال اخیر نیز پیش‌نیازهای انجام سمپاشی با سمپاش‌های میکرونر، هواکمک و پهپاد نیز توسط مؤسسه مشخص و معرفی شده است. در زمینه برداشت گندم نیز نتایج یک پژوهش ملی در ۲۱ استان کشور توسط مؤسسه که در سال ۱۳۹۷ و به سفارش معاونت امور زراعت (دفتر طرح گندم و مرکز توسعه مکانیزاسیون کشاورزی) اجرا شد، نشان داد که میانگین کل تلفات برداشت گندم در کشور ۳/۷۵ درصد بود که ۱/۲۶ درصد آن تلفات طبیعی و ۲/۴۹ درصد آن تلفات کمباینی بود. میانگین کل تلفات دانه در مزارع آبی ۳/۳۴ درصد و در مزارع دیم کشور ۴/۴۰ درصد بود. میانگین تلفات کمباینی در مزارع آبی و دیم به ترتیب ۲/۳۰ و ۲/۸۶ درصد بود. میانگین تلفات طبیعی در گندم آبی و دیم نیز به‌ترتیب ۱/۰۴ و ۱/۵۴ درصد برآورد شد. از کل تلفات کمباینی گندم در کشور (۲/۴۹ درصد)، ۷۴ درصد آن توسط پلتفرم و ۲۶ درصد آن توسط واحدهای فرآوری (عقب) کمباین ایجاد شد. تلفات دانه توسط پلتفرم در کمباین‌های مرسوم داخلی، حدود دو برابر کمباین‌های وارداتی (نیوهلند و کلاس) است.

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی بر اساس پژوهش‌های انجام‌شده در کشور، راه‌کارهای کاربردی نیز برای کاهش تلفات گندم به محدوده استاندارد و قابل قبول ۱ تا ۲ درصد ارائه کرده است. این راه‌کارها طی یک برنامه ۲ و ۵ ساله ارائه شد و اقدامات لازم به تفکیک ستاد وزارت جهاد کشاورزی (دفتر طرح گندم و مرکز توسعه مکانیزاسیون)، سازمان‌های جهاد کشاورزی استان‌ها، تولیدکنندگان کمباین در کشور، رانندگان کمباین‌ها و کشاورزان پیشنهاد شد.

۳-۳-۱٤- بهبود مکانیزاسیون برنج

در سال‌های اخیر تعداد ۸ پروژه پژوهشی با هدف بهبود مکانیزاسیون برنج و کمک به کشاورزان شالی‌کار در انتخاب و کاربرد ماشین‌ها و تجهیزات کشاورزی مناسب برای مناطق مختلف کشور توسط مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی انجام شده است. کاشت نشاءهای برنج (تولیدشده در خزانه) در زمین اصلی تا حدود سی سال پیش به طور کامل با نیروی کارگری انجام می‌شد. اما از اوایل دهه هفتاد با معرفی و سپس انتقال تکنولوژی پرورش نشاء در سینی در حوضه آبریز هراز و معرفی ماشین‌های نشاءکار، مزارع پایلوت مکانیزه به‌تدریج گسترش یافت. این روند اگرچه در دو دهه اول با شدت کمی توسعه یافت ولی در سال‌های اخیر خوشبختانه با نرخ نسبتاً بالایی در حال فراگیرشدن است و در حدود ۶۰ درصد اراضی شمال کشور در حال حاضر به روش مکانیزه کاشت می‌شود. از آنجایی‌که تکنولوژی نشاءکاری متناسب با اراضی خرد در کشورهای شرق و جنوب شرقی آسیا به‌خوبی گسترش یافته است، مشکل فنی خاصی از نظر در دسترس‌بودن تکنولوژی وجود ندارد و شرکت‌های واردکننده سازوکار لازم اعم از ماشین‌های مورد نیاز در بانک‌های نشاء (ماشین‌های ضدعفونی بذر، بذرریز–خاک‌ریز، مه‌پاش و وسایل حمل و نقل) و ماشین‌های نشاءکار را با تنوع زیاد وارد کرده‌اند. ماشین‌های نشاءکار وارداتی معمولاً به صورت خودگردان هستند و در دو شکل دوچرخ (نوع راه‌رونده) و چهارچرخ (سوار بر ماشین) عرضه می‌شوند. ماشین‌های دوچرخ شامل انواع ۴ ردیفه و ۶ ردیفه و ماشین‌های چهار چرخ شامل انواع ۶ و ۸ ردیفه است. ماشین‌های چهارچرخ با قدرت و ظرفیت بیش‌تر و چرخ‌های بزرگ‌تر قابلیت حرکت در بسترهای عمیق‌تر گل را دارا هستند. ولی حرکت ماشین‌های دوچرخ در صورت عمیق‌بودن لایه گل‌آب‌شده با مشکلات عدیده‌ای مواجه است. از آنجایی‌که امکان خرید ماشین‌های چهارچرخ برای همه کشاورزان از نظر مالی ممکن نیست، چالش اصلی در توسعه مکانیزاسیون کاشت، ایجاد بستر کم‌عمق متناسب با ماشین‌های دوچرخ است.

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی برای پاسخ به نیاز ملی کاهش مصرف آب در مزارع برنج، در سه سال اخیر پژوهش‌های گسترده‌ای را در زمینه امکان‌سنجی و شناسایی پیش‌نیازهای فنی توسعه کشت مستقیم بذر برنج در زمین اصلی (روش خشکه‌کاری) به جای روش کاشت نشاء در خزانه و سپس انتقال نشاءها به زمین گل‌خرابی‌شده انجام داده است. این پژوهش‌ها در استان‌های گلستان، خوزستان و اصفهان و روی روش، مقدار و دور آبیاری و مکانیزاسیون (روش‌ها و ماشین‌های مناسب) خشکه‌کاری متمرکز بوده است. دستاورد این پژوهش‌ها تعیین روش و دور آبیاری، روش و ماشین‌های مناسب برای خاک‌ورزی و کاشت بذر ارقام مختلف برنج بوده است. بر اساس نتاین این پژوهش‌ها، روش خشکه‌کاری برای خوزستان کاملاً موفقیت‌آمیز بود و مصرف آب را حدود ۳۰ درصد کاهش داد. ولی برای رقم طارم در گلستان (در کشت تابستانه پس از برداشت محصول زمستانه و بهاره) و برای رقم فیروزان در اصفهان چندان موفقیت‌آمیز نبود. یکی از مشکلات کاشت مستقیم بذر برنج در زمین اصلی هزینه زیاد مصرف بذر است. در حال حاضر کشت مستقیم بذر برنج در روش خشکه‌کاری با مصرف ۱۰۰ کیلگرم در هکتار شلتوک توسط ماشین‌های غیر دقیق خطی‌کارهای غلات انجام می‌شود. نتایج پژوهش‌های انجام‌شده توسط مؤسسه نشان داد که با توجه به الگوی کاشت برنج به صورت ۲۰ در ۲۰ سانتی‌متر و توانایی زیاد برنج برای تولید پنجه‌های بارور، از نظر تئوریک کاشت ۵ کیلوگرم بذر در هکتار (در هر نقطه یک بذر) کفایت می‌کند و چنان‌چه در هر نقطه ۵ بذر نیز کاشته شود تا حداقل یکی از آن‌ها سبز شود، مصرف بذر ۲۵ کیلوگرم بر هکتار کافی خواهد بود. این پژوهش ضرورت ارائه یک ماشین کارنده کپه‌کار برای کشت کپه‌ای بذر برنج (حداقل ۷۵ درصد کاهش در مصرف بذر) را اثبات کرد. افزون بر دستارودهای پژوهشی ذکرشده، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی برای حل مشکل رطوبت بالا و

خراب‌شدن شلتوک‌های برداشت‌شده با کمباین‌های جدید، فناوری ویژه پیش‌خشک‌کن تونلی-خورشیدی فعال شلتوک با قابلیت جابه‌جایی و نصب سریع و آسان در کنار مزرعه را ارائه کرده است. این فناوری ارزان و کوچک می‌تواند رطوبت شلتوک برداشت‌شده با کمباین را در کنار مزرعه به اندازه‌ای پایین آورد که بتوان آن را در انبار موقت تا زمان انتقال به خشک‌کن‌های اصلی نگه‌داری کرد. این فناوری، با توجه به ظرفیت کاری خود بیش‌تر برای مزارع کوچک برنج مناسب است.

٤-٣-١٤- بهبود مکانیزاسیون دانه‌های روغنی

هرساله مبالغ هنگفتی ارز برای واردات روغن، دانه‌های روغنی یا فرآورده‌های جانبی مرتبط از کشور خارج می‌شود. با توجه به محدودیت‌های ناشی از تحریم‌ها و کمبود منابع ارزی، افزایش خودکفایی در تولید دانه‌های روغنی در دستور کار وزارت‌خانه قرار گرفت. با توجه به نقش و اهمیت تولید دانه‌های روغنی در تأمین امنیت غذایی و اقتصاد کشاورزی کشور، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی برای بهبود مکانیزاسیون این محصولات در عملیات خاک‌ورزی، کاشت، داشت، برداشت و پس از برداشت، پژوهش‌های گسترده‌ای با لحاظ جنبه‌های توجیه‌پذیری اقتصادی فعالیت‌ها انجام داده است. از نظر کمّی، تعداد پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه بهبود مکانیزاسیون کلزا، سویا، پنبه و آفتابگردان به ترتیب ۱۴، ۶، ۱۴ و ۶ پروژه پژوهشی بوده که دستاوردهای آن‌ها بسته به نوع برونداد فناورانه یا ترویجی به صنایع کشاورزی و کشاورزان منتقل شده است.

در راستای خودکفایی در تولید دانه‌های روغنی، مؤسسه اخیراً نسبت به رفع موانع توسعه این محصولات از منظر مکانیزاسیون اهتمام زیادی کرده است. نمونه این فعالیت‌های پژوهشی عبارتند از: حل مشکل برداشت مکانیزه آفتابگردان با طراحی هد ویژه و سپس ساخت و تولید انبوه آن با مشارکت شرکت کمباین‌سازی ایران که باعث رونق دوباره کاشت آفتابگردان در کشور خواهد شد و اثربخشی معادل ۷۰ درصد را سبب می‌شود؛ و اصلاح فناوری موزع ماشین‌های کارنده موجود برای ایجاد قابلیت کاشت کلزا با مصرف مقادیر اندک بذر که توسط صنایع کشاورزی داخلی تولید انبوه شد و به‌کارگیری آن توسط کشاورزان باعث کاهش ۵۰ درصدی در بیش‌مصرفی بذر گران‌قیمت و وارداتی کلزا شده است. افزون بر این، اصلاح روش‌های برداشت کلزا و ارائه دستورالعمل‌های بهبود مکانیزاسیون آن از دستاوردهای مهم و اثرگذار قلمداد می‌شود و دوره‌های آموزشی متعدد در این زمینه روی بهره‌وری کاشت تا برداشت محصولات روغنی کشور برگزار شد که بسیار مؤثر بوده است. در کنار این تلاش های پژوهشی، مواردی مشاهده می‌شود که ظاهراً پژوهش حداقلی در آن‌ها انجام گرفته و دستورالعمل‌های لازمه بر مبنای آن‌ها قابل نگارش است. در این زمینه می‌توان به مکانیزاسیون کلزا اشاره کرد که تقریباً روی همه موارد آن کار شده و موسسه قبلاً برای آن دستورالعمل‌های خاک‌ورزی، کاشت و برداشت را به رشتهٔ تحریر درآورده است. با این حال می‌توان در قالب یک کار مطالعاتی ملی، کلیهٔ پژوهش‌ها را جمع‌بندی و نواقص احتمالی را برای تدوین دستورالعمل‌های اجرایی و کاربردی ارائه کرد.

٥-٣-١٤- بهبود مکانیزاسیون گیاهان علوفه‌ای

توسعه علوفه باید در مرحله اول در استان‌هایی مد نظر قرار گیرد که از نظر دام وضعیت بهتری داشته باشند. بنابراین، استان‌های آذربایجان غربی و شرقی، فارس، سیستان، خوزستان، مازندران و اصفهان برای شروع فعالیت مناسب‌تر هستند. به نظر می‌رسد این استان‌ها از نظر پراکندگی در سطح کشور نیز وضعیت مناسبی دارند. به عنوان نمونه در پژوهش‌های اخیر، ماشین تمیزکن-خردکن چغندر علوفه‌ای در سال ۱۳۹۸ توسط مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی طراحی و توسط شرکت تراشکده

تولید انبوه شد و در دسترس کشاورزان است. این ماشین حلقه مفقوده و مانع فنی اصلی توسعه کاشت چغندر علوفه‌ای را حل کرده است.

٦-٣-١٤- بهبود مکانیزاسیون حبوبات و گیاهان صنعتی

حبوبات

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی با ارزیابی فنی و اقتصادی تولید نخود به روش‌های مکانیزه، نیمه‌مکانیزه و سنتی نشان داد که روش‌های کاشت، داشت و برداشت مکانیزه و نیمه‌مکانیزه به ترتیب با ۹۴۳ و ۷۸۳ درصد افزایش سود خالص هکتاری و ۱۷۳ و ۱۶۰ درصد افزایش درآمد نسبت به روش تولید سنتی نخود برتری دارند. در ارتباط با توسعه کشت مکانیزه لوبیا نیز روش کاشت مکانیزه لوبیا روی پشته به وسیله ماشین‌های ردیف‌کار با موزع مکانیکی و نیوماتیکی مورد آزمایش قرار گرفته و شرایط مناسب کشت از نظر فاصله ردیف و عمق کاشت تعیین شده است.

سیب‌زمینی

میزان صدمات وارده به غده‌های سیب‌زمینی در برداشت مکانیزه محصول در قالب پروژه‌های پژوهشی مؤسسه مورد بررسی قرار گرفته و شرایط محیطی و فنی مناسب کار با ماشین از قبیل زمان برداشت، رطوبت خاک، سرعت نسبی نقاله به سرعت پیشروی ماشین و عمق کار برای به حداقل‌رساندن صدمات مکانیکی به محصول تعیین شده است. هم‌چنین، برای کاهش نیاز محصول به برداشت آب آبیاری از منابع زیرزمینی، الگوهای مختلف کاشت و روش‌های مناسب آبیاری بررسی و پیشنهاد شده است.

پنبه

در پروژه‌های پژوهشی اخیر مؤسسه، به منظور بهینه‌سازی مصرف آب و سموم کشاورزی در تولید پنبه، روش کاشت نشائی این محصول به همراه چغندرقند و کلزا، با نشاءکارهای مختلف مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. در ارتباط با برداشت پنبه نیز کارایی انواع کمباین وش‌چین و غوزه‌چین مورد ارزیابی فنی و اقتصادی قرار گرفته و شرایط مناسب کار با این ادوات تعیین شده است. هم‌چنین به‌کارگیری انواع کارنده با آرایش مختلف کاشت از نظر تاثیر بر یکنواختی سبز شدن، عملکرد محصول و کارایی برداشت با کمباین مورد بررسی قرار گرفته است.

چغندرقند

در راستای کنترل مناسب علف‌های هرز و کاهش مصرف آب چغندرقند، پروژه‌های پژوهشی در زمینه معرفی مکانیزم تولید نشاء ریشه لخت چغندرقند و طراحی و ساخت نشاءکار مربوطه در مؤسسه انجام شده است. در این رابطه تأثیر خاک‌ورزی بین ردیفی پس از کاشت و استفاده از کولتیواتور کج‌ساق در کنترل مکانیکی علف‌هرز و افزایش کمّی و کیفی عملکرد محصول و افزایش کارایی مصرف آب مورد بررسی قرار گرفته است. بررسی تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کم‌آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب چغندرقند، از جمله فعالیت‌های پژوهشی مرتبط با تولید این محصول است.

نیشکر

مؤسسه با اجرای پروژه‌های پژوهشی برای تعیین حد بهینه خاک‌ورزی در کاشت و راتونینگ نیشکر در خوزستان، توصیه اکید بر کنار گذاشتن زیرشکن از عملیات تهیه زمین نیشکر و اکتفا به عملیات سطحی نظیر به‌کارگیری دیسک دارد که متضمن کاهش زمان، انرژی و هزینه مصرفی به ازای تهیه واحد سطح است و عملکرد مناسب را نیز تأمین می‌کند.

۱۴-۴- جمع‌بندی و پیشنهادها

۱۴-۴-۱- بهبود تکنولوژی بذر

- آموزش مستمر تکنسین‌ها و مسئولین فنی برای استفاده بهینه و انجام تنظیمات لازم در ماشین‌های خطوط فرآوری بذر با هدف کاهش ضایعات حین تولید

ماشین‌های فرآوری بذر مانند هر ماشین صنعتی دیگر نیازمند رسیدگی و کنترل‌های ادواری هستند. نظافت و سرویس‌های بعد از خاتمه فصل کار به سلامت ماشین‌ها و آمادگی آن‌ها برای شروع کار در فصل جدید کمک و از اتلاف وقت و ضررهای مالی در حین کار جلوگیری می‌کند. در بسیاری از مواقع به علت خواب دستگاه‌ها در غیر از فصل کاری و هم‌چنین وجود گرد و خاک در اطراف دستگاه‌ها، لازم است ماشین‌های خط فرآوری بذر قبل از شروع کار مورد بازبینی و رفع اشکالات احتمالی قرار گیرند و با اطمینان بیش‌تر استفاده شوند. از این رو، انجام معاینه فنی قبل از شروع فصل کاری می‌تواند موجب جلوگیری از خرابی‌های حین تولید و تلفات زمانی در کارخانه‌های فرآوری بذر شود.

- پیشنهاد می‌شود که مشابه با پژوهش انجام‌شده برای بذر گندم، پایش و بهینه‌سازی خطوط فرآوری و تولید بذر دانه‌های روغنی، سبزی و صیفی نیز در کشور انجام شود.
- ایجاد پایلوت خرید بذر گندم بر اساس اندازه در یک یا دو استان و مقایسه آن با روش مرسوم

موارد پژوهشی و کاربردی زیر برای فرآوری بذر به صورت فهرست‌وار به شرح زیر است:

- ارزیابی تاثیر سنگ‌گیر بر کاهش تلفات بذر سالم در دستگاه گراویتی خطوط فرآوری بذر
- بررسی اثربخشی فعالیت کارگروه معاینه فنی خطوط فرآوری بذر بر بهبود راندمان کار، ضایعات حین تولید و خرابی‌های ناخواسته در حین فرآوری بذر گندم
- ارزیابی عملکرد سیستم‌های مختلف سم‌زنی در فرآوری بذر گندم
- بررسی تاثیر به‌کارگیری بالابرهای جدید در کارخانه‌های فرآوری بذر ذرت
- پایش فنی و انرژی در خطوط فرآوری بذر برنج و تعیین نقاط بحرانی در فرایند فرآوری و تولید بذر برنج
- ایجاد پایلوت‌های پژوهشی-ترویجی برای ارزیابی انبارهای فنی اصلاح‌شده برای نگه‌داری بذر برنج

۱۴-۴-۲- بهبود مکانیزاسیون گندم و جو

پیشنهادهای اجرایی:

- آموزش و ترویج استفاده از فناوری‌ها و روش‌های نوین در عملیات خاک‌ورزی، کاشت، داشت و برداشت

- آموزش و ترویج روش و ماشین‌های کاشت روی پشته‌های بلند، کف‌کاری در اراضی شور، ترافیک کنترل‌شده در سطح مزارع
- معرفی و توسعه ماشین‌های خاک‌ورز–کاشت برای شخم نواری با تیغه‌های قلمی تا عمق ۱۵ سانتی‌متر و کاشت بذر دقیقاً در گودی‌های ایجادشده توسط تیغه‌های قلمی
- توجه ویژه به سرمایه‌گذاری ملی در تولید و عرضه ماشین‌های کوچک برای تولید گندم و جو در اراضی خرد
- توسعه ماشین‌های کاشت مستقیم، ماشین‌های مرکب (کمبینات) و ادوات خاک‌ورز فعال متناسب با تراکتورهای میان قدرت متداول
- صدور مجوز سمپاشی برای رانندگان محلی و شرکت‌های خدمات سمپاشی و اعطای گواهینامه آشنایی با اصول فنی، زیست‌محیطی و بهداشتی (با گذراندن دوره‌های آموزشی) برای کاربران سمپاش‌ها توسط نهاد نظارتی
- الزام سازندگان سمپاش به ارائه تجهیزات ایمنی در سمپاش‌های جدید برای حفظ سلامت و ایمنی بیش‌تر کاربران سمپاش
- تشویق شخم عمود بر شیب در اراضی شیب‌دار دیم
- استفاده از کمباین‌های ترازشونده (کمباین تپه) برای برداشت اراضی شیب‌دار دیم
- اصلاح ماشین‌های کاشت برای ایجاد مرزهای آبیاری هم‌زمان با کاشت (در یک تردد)
- تمرکز بر آموزش و ترویج روش‌ها و فناوری‌های نوین سمپاشی در مزارع
- اهتمام در اجرایی‌نمودن برنامه‌ها و اقدامات پیشنهای مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی برای کاهش ضایعات گندم در مرحله برداشت

پیشنهادهای پژوهشی:

- بررسی روند و موانع توسعه کشاورزی حفاظتی در کشور و ارائه راه‌کارهای تسریع آن (عوامل فنی–اقتصادی–اجتماعی–فرهنگی)
- بررسی و ارائه مکانیزاسیون مناسب برای کنترل علف‌های هرز در شرایط کشاورزی حفاظتی
- تعیین ضایعات بالقوه دانه در انواع کمباین‌های کاه‌کوب در شرایط یکسان
- معرفی زیرساخت‌ها و پیش‌نیازهای فنی برای اجرای کشاورزی با ترافیک کنترل‌شده (راهروهای ثابت در سطح مزرعه)
- طراحی و نمونه‌سازی فناوری کارا، ساده و ارزان پایش و هشدار قطع ریزش بذر برای نصب روی خطی‌کارهای موجود
- طراحی و نمونه‌سازی فناوری قابل نصب روی خطی‌کارها برای کاربرد محلول مواد زیستی، محرک‌های رشد و محرک‌های مقاومت نسبت به تنش‌ها، ریزمغذی‌ها و غیره هم‌زمان با کاشت بذر در خاک
- انتخاب روش‌ها، تراکتورها و ادوات مناسب برای کار در جهت عمود بر شخم
- طراحی و ساخت ماشین‌های خاک‌ورز–کارنده کوچک (متناسب با اندازه مزارع)

- بهسازی فناوری ماشین‌های خاک‌ورزی–کاشت موجود برای تطبیق بهتر آن‌ها با شرایط مختلف کشور (به‌ویژه ادوات و ماشین‌های کشاورزی حفاظتی)
- طراحی و ساخت ماشین حفاظتی خاک‌ورز–کارنده نواری و ارزیابی آن در مناطق مختلف کشور
- بررسی و تعیین شرایط و پیش‌نیازهای فنی برای توسعه کشاورزی با ترافیک کنترل‌شده
- شناسایی، معرفی و کاربرد فناوری‌های مناسب برای تشخیص سطوح آلوده در مزارع گندم و اعمال سمپاشی نرخ متغیر (در بستر کشاورزی دقیق)
- امکان‌سنجی فنی و اقتصادی استفاده از ماشین‌های سمپاش خودگردان بوم‌دار با شاسی بلند و چرخ باریک

۱۴-٤-۳- بهبود مکانیزاسیون برنج

پیشنهادهای پژوهشی:

- طراحی و ساخت ماشین کپه‌کار برای کاشت مستقیم بذر برنج به روش خشکه‌کاری در زمین اصلی
- امکان‌سنجی استفاده از پیش‌خشک‌کن‌های تونلی–خورشیدی به عنوان خزانه برای پیش‌رس‌کردن نشاءهای برنج
- طراحی و ساخت نمونه ماشین کارنده کوچک برای کاشت محصولات مختلف در بقایای برنج در گیلان و مازندران
- امکان‌سنجی و تعیین پیش‌نیازهای سمپاشی مزارع برنج با پهپاد
- بررسی اثر غلتک‌زنی بستر و جویچه‌های آبیاری بر کاهش مصرف آب در روش خشکه‌کاری بذر برنج در زمین اصلی

۱۴-٤-٤- بهبود مکانیزاسیون دانه‌های روغنی

با اختلافی اندک نسبت به سایر محصولات زراعی، الزامات تولید روغن در کشور باعث می‌شود که مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی به اجبار به صورت یک بسته فنی به مقوله مکانیزاسیون دانه‌های روغنی نگاه کند و پژوهش‌های خود را در زمینه‌های فعالیت خود به صورت نظام‌مند پیش ببرد تا بتواند در نهایت دستورالعمل‌های اجرایی صحیح‌تری را از خاک‌ورزی تا تولید محصول نهایی (روغن خام و فرآورده‌های جانبی) ارائه دهد. بنابراین در یک جمع بندی کلی و با توجه به نیاز کشور به مکانیزاسیون دانه‌های روغنی، اجرای پژوهش‌های اولویت‌دار زیر به عنوان پروژه‌های خاص و با تامین بودجه از طرف منابع دولتی و نیمه‌خصوصی پیشنهاد می‌شود:

- شناسایی، آزمون و بهینه‌سازی و معرفی ماشین‌های برداشت دانه‌های روغنی به تفکیک محصول و شرایط آب و هوایی
- پژوهش‌های کاربردی روی ماشین‌های کشاورزی حفاظتی به منظور کاهش مصرف آب در زراعت دانه‌های روغنی
- شناسایی ارزیابی و معرفی ماشین‌های فرآوری دانه‌های روغنی متناسب با شرایط آب، خاک و کشاورزان ایران
- پژوهش‌های کاربردی برای ارتقاء سطح مکانیزاسیون مرحله داشت و مبارزه با علف‌های هرز دانه‌های روغنی

۱۴-٤-۵- بهبود مکانیزاسیون گیاهان علوفه‌ای

پیشنهادها:

- افزایش توجه و حمایت معاونت زراعت برای اجرای اولویت‌های پژوهشی گیاهان علوفه‌ای

- پهنه‌بندی و شناسایی زمین‌های با حاصل‌خیزی کم (عملکرد کم گندم در آن‌ها) و اختصاص آن‌ها به کشت محصولات علوفه‌ای پاییزه
- ایجاد هاب‌های کشت محصولات علوفه‌ای توسط وزارت‌خانه و سرمایه‌گذاری در خصوص افزایش اجرای پروژه‌های پژوهشی در خصوص مکانیزه‌نمودن مراحل مختلف تولید علوفه شامل خاک‌ورزی تا برداشت

٦-٤-١٤- بهبود مکانیزاسیون حبوبات و گیاهان صنعتی

با توجه به بحران آبی کشور و محدودیت در استفاده از منابع آب زیرزمینی، روش‌های تولید محصولات زراعی باید در جهت کاهش برداشت از منابع آب و افزایش بهره‌وری آب تغییر کند. از جمله راه‌کارهای پیشنهادی در این خصوص می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تغییر روش خاک‌ورزی مرسوم به حفاظتی برای حفظ رطوبت خاک، افزایش مواد آلی و حفظ ساختمان خاک و کاهش مصرف انرژی
- تغییر الگوی کاشت محصولات آب‌بر نظیر سیب‌زمینی، چغندرقند، پیاز و محصولات صیفی دیگر از طریق توسعه کشت نشائی با ماشین نشاءکار، تغییر تاریخ کاشت از بهاره به پاییزه (کشت انتظاری) به منظور بهره‌مندی هرچه بیش‌تر از آب سبز (بارش‌های فصلی) و توسعه کشت گلخانه‌ای
- کاهش ضایعات محصولات زراعی (با توجه به این‌که قسمتی از آب مصرفی در تولید محصولات کشاورزی از طریق ضایعات و افت کمّی و کیفی محصولات در مراحل برداشت و پس از برداشت به هدر می‌رود، لازم است راه‌کارهایی در راستای به حداقل‌رساندن تلفات حبوبات در زمان برداشت ارائه شود.)
- یکی دیگر از چالش‌های بخش مکانیزاسیون کشاورزی، کوچک بودن قطعات زمین زراعی و عدم تناسب ابعاد آن‌ها با عرض کار ادوات کشاورزی و توان موتوری موجود است. در راستای حل این موضوع، به دو شیوه می‌توان عمل کرد، یکپارچه‌سازی اراضی و یا طراحی و ساخت ادواتی با ابعاد کوچک متناسب با اندازه قطعات زمین زراعی
- در ارتباط با کاهش اثرات زیست‌محیطی در بهره‌برداری نیشکر خارج از کارخانه لازم است مطالعاتی در زمینه امکان استفاده از زه‌آب‌های حاصل از زهکش‌های زیرزمینی مزارع و هم‌چنین افزایش ظرفیت برداشت سبز نیشکر و جلوگیری از آتش‌زدن مزارع، صورت گیرد.

آدرس: کرج، بلوار شهید فهمیده، صندوق پستی: ۸٤٥ -۳۱۵۸۵، مؤسسه تحقیقات فنی ومهندسی کشاورزی
تلفن: ۳۲۷۰۵۳۲۰، ۳۲۷۰۵۲٤۲ و ۳٦۱۵۰۰۰۰(۰۲٦)
دورنگار: ۳۲۷۰٦۲۷۷ (۰۲٦)، آدرس دسترسی: www.aeri.ir

123Freevectors