



پنجاهمین سال قاسمی

سازمان تحقیقات علوم باغبانی و ترویج کشاورزی
۱۳۵۷ - ۱۳۹۳



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم باغبانی

بهره‌وری آب در سیب و راهبردهای ارتقای آن



نویسندگان:

مجید علی حوزی، محسن پیرمردیان،
قاسم حسینی، حسن حاج‌نجاری، ولی‌اله رسولی،
حمید عبدالهی، شکراله حاجی‌وند

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم باغبانی

بهره‌وری آب در سیب و راهبردهای ارتقای آن

نویسندگان:

مجید علی حوری، محسن پیرمردیان، قاسم حسنی، حسن حاج‌نجاری،
ولی‌اله رسولی، حمید عبدالهی، شکراله حاجی‌وند
اعضاء هیأت علمی موسسه تحقیقات علوم باغبانی

عنوان و نام پدیدآور	: بهره‌وری آب در سیب و راهبردهای ارتقای آن/نویسندگان مجید علی‌حوری... (و دیگران).
مشخصات نشر	: کرج: موسسه تحقیقات علوم باغبانی، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری	: ک، ۷۷ص: مصور (رنگی)، جدول، نمودار(رنگی).
شابک	: 978-622-91266-1-5
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: نویسندگان مجید علی‌حوری، محسن پیرمردیان، قاسم حسنی، حسن حاج‌نجاری، ولی‌اله رسولی، حمید عبدالهی، شکراله حاجی‌وند.
یادداشت	: کتابنامه: ص. [۷۳]-۷۷.
موضوع	: سیب -- ایران -- کاشت کشاورزی -- ایران -- تامین آب -- مدیریت آب در کشاورزی -- ایران -- مدیریت بهره‌وری آب -- ایران شناسه افزوده : علی‌حوری، مجید، ۱۳۵۴- شناسه افزوده : موسسه تحقیقات علوم باغبانی رده بندی کنگره : SB۳۶۳/۳ رده بندی دیویی : ۶۳۴/۱۱۰۹۵۵ شماره کتابشناسی ملی : ۹۵۶۵۹۰۱ اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیپا

بهره‌وری آب در سیب و راهبردهای ارتقای آن



نویسندگان: مجید علی‌حوری، محسن پیرمردیان، قاسم حسنی، حسن حاج‌نجاری،

ولی‌اله رسولی، حمید عبدالهی، شکراله حاجی‌وند

ناشر: موسسه تحقیقات علوم باغبانی

ناظر فنی: کیومرث کاشی

شمارگان: ۱۰۰۰

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۹۱۲۶۶-۱-۵

چاپ نخست: ۱۴۰۳

قیمت: ۳۰۰۰۰۰ ریال

مسئولیت درستی مطالب کتاب با نویسندگان است

این کتاب تحت شماره ۳۱۴۰۳۶ مورخ ۱۴۰۳/۲/۳ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی

کشاورزی به ثبت رسیده است.

نشانی: کرج بلوار شهید فهمیده، مجموعه موسسه‌های تحقیقات کشاورزی کشور، موسسه تحقیقات علوم باغبانی

تلفن ۰۲۶-۳۴۰۹۵۰۷۱، دورنگار ۰۲۶-۳۴۰۹۵۰۷۱، کد پستی ۳۱۳۵۹۳۱۵۱ www.hsri.ac.ir



پنجاهمین سالگرد تأسیس
سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی
گرامی باد

پیشگفتار

کشاورزی بخشی کلیدی در توسعه اقتصادی و اجتماعی بوده که نقش بسزایی در دستیابی به امنیت غذایی، تنوع اقتصادی، ریشه کن کردن فقر و رفاه انسان‌ها ایفا می‌کند. جمعیت رو به رشد جهان و افزایش تقاضا برای تولیدات کشاورزی و مواد غذایی منجر به توسعه کشاورزی و صنعت شده که این موضوع فشار دوجندانی را به منابع آب، اراضی حاصلخیز و سایر نهاده‌های کشاورزی وارد نموده است. در برخی از مناطق جهان به ویژه در کشورهای خاورمیانه افزایش جمعیت، توسعه کشاورزی و صنعت متناسب با منابع آب تجدیدپذیر نبوده و از این رو توسعه ناپایدار و برداشت بی‌رویه آب از منابع آب سطحی و زیرزمینی، بیشترین خسارت را به محیط زیست وارد کرده است. افت سالانه سفره‌های آب زیرزمینی، خشک شدن برخی از رودخانه‌ها قبل از رسیدن به دریا یا تالاب، برهم خوردن تعادل بین منابع و مصارف آب، کاهش دسترسی کشاورزان پایین دست رودخانه‌ها به آب کافی، افزایش منازعات بین کشاورزان بالادست و پایین دست حوضه‌های آبریز، مهاجرت روستاییان به حاشیه شهرها به لحاظ کاهش آبدهی یا خشک شدن چشمه‌ها و چاه‌ها و نشست زمین و در نهایت خشک شدن باغ‌ها و مزارع و بیابان‌زایی و مشکلات ریزگردها، از جمله معضلاتی هستند که کم و بیش بسیاری از کشورهای منطقه خاورمیانه از جمله ایران با آن مواجه هستند. در شرایطی که در اغلب کشورهای خشک و نیمه-خشک جهان از جمله ایران، تقاضای روزافزون برای استفاده از منابع آب وجود دارد، صرفه‌جویی در مصرف آب و مهمتر از آن افزایش بهره‌وری آب کشاورزی، اصلی‌ترین رویکرد مشترک در این کشورهاست. بدیهی است که برای دستیابی به این مهم، شناسایی شاخص‌های اصلی مدیریت مصرف آب با روش‌های مناسب ضرورت دارد. بازده یا راندمان‌های آبیاری، مقدار آب

مصرفی در بخش کشاورزی و بهره‌وری آب کشاورزی از مهمترین شاخص‌های کلیدی و رویکردهای اساسی در برنامه‌ریزی‌های کلان مربوط به تأمین، تخصیص و مصرف اصولی آب در بخش کشاورزی است. بهره‌وری آب یکی از شاخص‌های ارزیابی مصرف بهینه آب کشاورزی است. عموماً دو مفهوم بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب، کاربرد بیشتری داشته و در تحلیل‌ها و تصمیم‌گیری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. آنچه که مبنای تصمیم‌گیری برای اصلاح و تدوین الگوی تولید پایدار و اقتصادی است، بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی هر یک از محصولات کشاورزی خواهد بود، به نحوی که عدد بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی اختصاصی برای هر محصول باید تعیین و تحلیل شود.

بهره‌وری آب در تولید محصولات کشاورزی از عواملی همچون اقلیم و آب و هوا، گیاه، خاک (ویژگی‌های پایا و متغیر)، مدیریت آبیاری، عوامل زراعی و باغی و مدیریت مزرعه و باغ، عوامل اقتصادی-اجتماعی، دانش کشاورزی و غیره تأثیر می‌پذیرد. بحث اصلی امروز کشاورزی در دنیا، بالابردن بهره‌وری آب (نسبت عملکرد محصول به ازای واحد آب مصرفی) می‌باشد. بهبود مدیریت آبیاری مانند انتخاب صحیح روش، دور، مدت زمان آبیاری (مطابق با شرایط گیاه) و میزان آب آبیاری می‌تواند بهره‌وری کشاورزی را افزایش دهد، اما بهبود مدیریت آبیاری تنها یکی از عوامل موثر بر بهره‌وری آب است، به شرطی که محدودیت‌های دیگر نیز مورد توجه قرار گیرند. شاخص بهره‌وری آب علاوه بر آبیاری، بستگی به سایر نهاده‌ها و خدمات نظیر نوع بذر، رقم و پایه گیاه، روش هرس و تربیت، مدیریت تغذیه و کوددهی، کنترل و مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، شیوه پیش‌بینی و مقابله با تنش‌های هواشناختی مانند یخبندان، سرما و گرما، حمل و نقل، انبارداری و بازاریابی داخلی و خارجی محصولات کشاورزی دارد. برای مثال ممکن است فقط به خاطر یک یخبندان چند ساعته، کل محصول کشاورز از بین برود یا به دلیل ضعف حمل و نقل در فاصله مزرعه تا بازار، بخش زیادی از محصول تلف گردد. حتی گاهی محدودیت‌های حاکم بر ساختار کشاورزی کشور نظیر جنبه‌های زیست محیطی، ریسک تولید و بازار، فرآوری و مسائل اجتماعی و سیاسی سبب می‌شود که تصمیمات مدیریتی متناسب با شرایط گرفته شود. بدیهی است که تعیین شاخص بهره‌وری آب، به تنهایی قادر به تشخیص عوامل و موانع نقصان آن نبوده و بایستی موارد مصارف غیرمفید شناسایی و به شیوه‌های مستقیم و

غیرمستقیم، راهکارهای بهبود، عملیاتی گردد. بهره‌وری آب یک نیاز اساسی و گام اولیه بوده و لذا نمی‌تواند پایان پایش محسوب شود که خود آغاز یک فعالیت گسترده می‌باشد.

شاخص بهره‌وری آب، اگرچه معیار بسیار مهمی در تصمیم‌گیری‌های کلان و خرد مانند تعیین الگوی کشت محسوب می‌شود، اما تحقیقات متعدد نشان داده تا هنگامی که کشاورزان علاوه بر مدیریت آبیاری، تغییرات اساسی دیگری در مراحل داشت و برداشت محصول ایجاد نکنند، افزایش بهره‌وری آب امکان‌پذیر نبوده و می‌تواند به مصرف آب بیشتری منجر گردد. بنابراین ارزش افزوده کشاورزی فاریاب با مصرف آب کمتر، تنها هنگامی به دست می‌آید که از تمامی عوامل لازم از جمله قیمت گذاری آب و تحویل حجمی آن برای بهبود بهره‌وری آب استفاده شود. چنانچه از نظر فنی و اجرایی امکان پذیر باشد، قیمت گذاری آب می‌تواند تا اندازه‌ای باعث کاهش تقاضا شود، اما برای اطمینان از محدود شدن تقاضا به سطوح پایدار، تحویل حجمی آب لازم خواهد بود. به همین دلیل است که هیچ کشوری برای تعادل عرضه و تقاضا، تنها به قیمت گذاری آب در بخش آبیاری متکی نیست.

بنابراین آنچه در زمینه ارتقای بهره‌وری آب و بهینه‌سازی مصرف آب باید مورد تاکید باشد، تنها نگاه اقتصادی به مزارع و باغ‌های تحت مدیریت کشاورزان به صورت مستقل نیست، بلکه باید منافع پایدار کشاورزی، منابع آب و محیط زیست به صورت توانمند ملاک برنامه‌ریزی باشد. در این راستا، بایستی پایداری سرزمین و کاهش میزان مصرف منابع آبی در نظر گرفته شود، تا افزایش شاخص بهره‌وری آب منجر به ناپایداری منابع آب نگردد، زیرا در صورتی که آب صرفه‌جویی شده برای توسعه سطح زیرکشت محصولات کشاورزی مصرف شود، ناپایداری منابع آب همچنان ادامه خواهد یافت.

نویسندگان

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- وضعیت تولید سیب در دنیا و ایران	۱
۱-۱- سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد سیب	۳
۱-۲- میزان صادرات سیب	۸
۲- بهره‌وری آب در تولید سیب	۸
۱-۲- نیاز آبی و نیاز آبیاری سیب	۱۲
۲-۲- بهره‌وری آب در سیب	۱۴
۳- راهکارهای ارتقای بهره‌وری آب در تولید سیب	۱۹
۱-۳- روش‌های بهینه‌سازی مصرف آب در باغ‌های سیب	۲۰
۱-۱-۳- اصلاح روش آبیاری	۲۰
۱-۱-۳-۱- توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار (موضعی)	۲۱
۱-۱-۳-۲- اصلاح روش‌های آبیاری سطحی	۲۹
۱-۱-۳-۲- اصلاح برنامه آبیاری	۳۲
۱-۳-۳- استفاده از مالچ	۳۸
۱-۳-۴- انتخاب پایه‌های متحمل به خشکی	۳۹
۲-۳- راهکارهای افزایش عملکرد کمی و کیفی سیب	۴۲
۱-۲-۳- افزایش تنوع رقم	۴۳
۲-۲-۳- اصلاح روش‌های کاشت و تربیت	۴۶
۱-۲-۲-۳- جایگزین کردن پایه‌های بذری با پایه‌های رویشی	۴۶
۲-۲-۲-۳- استفاده از نهال مناسب	۴۷
۳-۲-۲-۳- اجرای صحیح تربیت درخت	۴۹
۳-۲-۳- مدیریت تنش‌های زیستی	۵۱
۴-۲-۳- مدیریت تنش‌های غیرزیستی	۵۷
۱-۴-۲-۳- اصلاح وضعیت خاک	۵۸

۶۱	 ۲-۴-۲-۳ بهبود تغذیه درختان سیب
۶۵	 ۳-۴-۲-۳ مقابله با سرمای دیررس بهاره و آفتاب سوختگی میوه
۶۷	 ۴-۴-۲-۳ کنترل ریزش میوه سیب
۶۹	 ۵-۲-۳ افزایش مکانیزاسیون در باغ‌ها
۷۰	 ۶-۲-۳ مدیریت چالش‌های خردمالکی باغ‌ها
۷۱	 ۴- نتیجه‌گیری کلی
۷۳	 فهرست منابع



- [illegible]

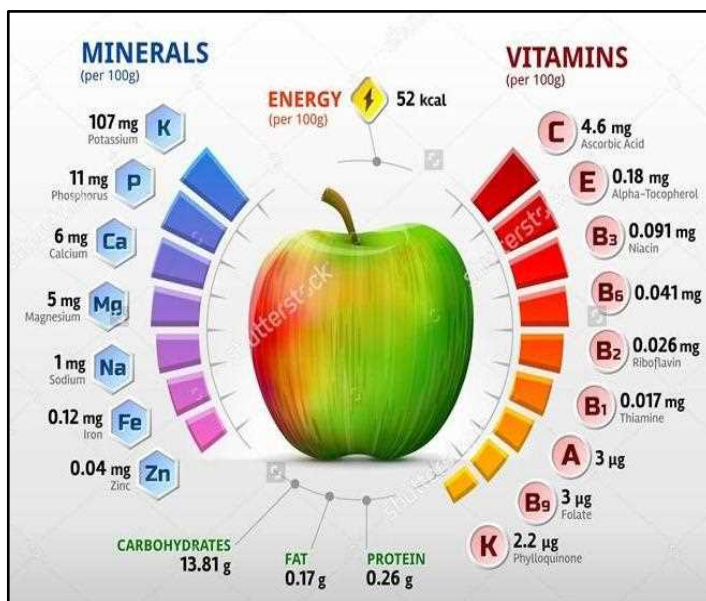
۱- وضعیت تولید سیب در دنیا و ایران

درخت سیب از خانواده گلسرخیان و دارای حدود ۳۰ گونه و تعدادی زیرگونه از انواع درختان زیتنی پاکوتاه است. نهال سیب از دو قسمت پیوندک و پایه تشکیل شده است. سیب از گروه میوه‌های دانه دار و برگریز (خزان کننده) است که بیشتر در مناطق دارای آب و هوای سرد و معتدل کشت می‌شود. منشاء اصلی سیب، آسیای مرکزی بوده و بیش از ۱۰۰۰۰ رقم سیب در جهان به ثبت رسیده است. گل آذین این درخت خوشه‌ای، با چهار تا شش گل است. پوست میوه رسیده به رنگ‌های قرمز، زرد، سبز، صورتی، یا حنائی است و گونه‌های دو یا چند رنگ هم یافت می‌شوند. اندازه و نحوه پراکنش ریشه این درخت در خاک، به عوامل مختلفی چون نوع پایه، سن درخت، ماهیت و فشردگی لایه‌های خاک و به ویژه چگونگی توزیع رطوبت در خاک بستگی دارد. سیب یکی از مهمترین محصولات باغبانی است که در مناطق معتدله در هر دو نیمکره شمالی و جنوبی کشت می‌شود، این میوه بعد از موز و انگور به عنوان سومین محصول در تجارت بین المللی مطرح می‌باشد. محبوبیت سیب جهانی است، سیب در سراسر جهان نسبت به سایر میوه‌های مناطق معتدله نظیر هلو و گلابی به میزان بیشتری مصرف می‌شود. سیب دارای ویژگی‌هایی است که توانسته از یک طرف تولید آن را در دنیا در رتبه سوم و در کشور ایران در جایگاه اول قرار دهد، از طرف دیگر سفتی بافت میوه، قابلیت حمل و نقل و نگهداری زیاد و سهولت مصرف، پتانسیل مصرف آن را افزایش داده است. اگرچه سیب قابلیت کشت در گستره وسیعی از مناطق دنیا را دارد ولی

تولید میوه با کیفیت محدود به شرایط اقلیمی خاصی است که در تعداد معدودی از کشورها از جمله ایران این شرایط فراهم می‌باشد.

افزایش تولید در واحد سطح و بهبود کیفیت این محصول، نقش مهمی در شکوفایی اقتصادی باغداران و ایجاد قدرت رقابت صادرکنندگان در انواع بازارهای مصرف منطقه‌ای و فرامنطقه‌ای و همچنین ارتقای بهره‌وری آب در این محصول ایفا خواهد کرد. خوشبختانه، پهنه وسیع و گسترده اقلیم کوهستانی و کوهپایه‌ای موجود در کشور با برخورداری از مناسب‌ترین شرایط محیطی برای پرورش سیب، نقش تعیین‌کننده‌ای در افزایش سطح زیر کشت ایجاد کرده است. اشتغال‌زایی این محصول از سطح نهالستان‌ها و باغ‌ها آغاز و دیگر بخش‌های صنایع تبدیلی، بسته‌بندی و سردخانه‌ای را در بر می‌گیرد. سیب یکی از مهم‌ترین محصولات راهبردی در بازار تازه خوری با قدرت انبارمانی بسیار بالا و قابل استفاده به صورت انواع فرآورده‌های تبدیلی است که در حال حاضر یکی از اجزای دائمی سبد غذایی جمعیت کشور در تمامی فصول می‌باشد. میوه سیب بیشتر برای تازه‌خوری است، ولی بسیاری نیز خواهان آبمیوه، کنسانتره، کمپوت، سرکه، نوشابه و میوه خشک آن می‌باشند. میوه سیب با داشتن ۵۲ کالری در هر ۱۰۰ گرم، سرشار از انواع ویتامین‌ها، آنتی اکسیدان‌ها و مواد معدنی مغذی است (شکل ۱). خوردن روزانه سیب، به دلیل داشتن فلاونوید خطر ابتلا به سرطان ریه و بیماری‌های قلبی را کاهش می‌دهد. سیب یا آب سیب حاوی ترکیبات فنولیک است که به عنوان آنتی‌اکسیدان عمل کرده و از آسیب سلول‌ها و بافت‌های بدن جلوگیری می‌کند.

بر طبق آمار سازمان جهانی خواربار و کشاورزی (FAOSTAT, 2017)، میانگین مصرف جهانی سیب برابر با ۸/۶ کیلوگرم است. کشور ایتالیایی با مصرف سرانه ۰/۲ کیلوگرم و کشور اسلونی با ۳۷/۳ کیلوگرم به ترتیب کمترین و بیشترین مصرف سرانه را داشته‌اند. خوشبختانه تا سال ۲۰۱۷ مصرف سرانه سیب در کشور ایران (۱۹ کیلوگرم) بیش از میانگین جهانی بوده، اما تحولات سال‌های اخیر در خصوص افزایش هزینه‌های زندگی و تولید، سبب کاهش قدرت خرید مردم گردیده و سرانه مصرف را کاهش داده است (جدول ۱).



شکل ۱- ارزش غذایی در ۱۰۰ گرم میوه تازه سیب

جدول ۱- میزان مصرف سیب و پتانسیل صادرات آن در کشور

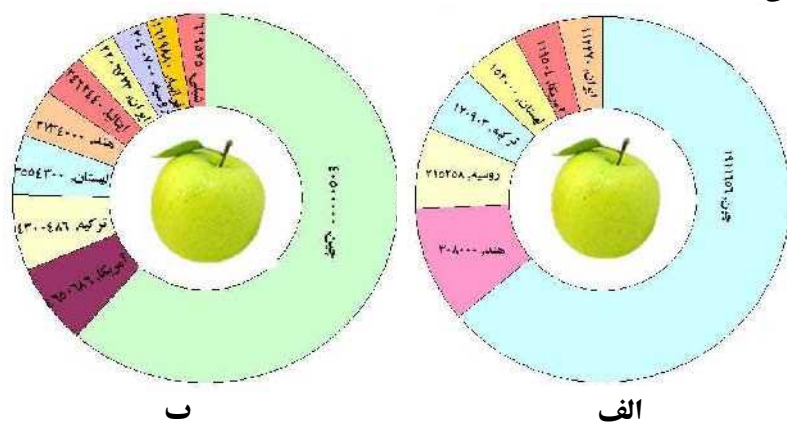
میزان تولید (میلیون تن)	میزان تولید (میلیون تن)	مصرف داخلی (میلیون تن)	مصرف سرانه (کیلوگرم)	جمعیت کشور (میلیون)
۲/۷	۴/۲	۱/۵	۱۹/۰	۸۱

۱-۱- سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد سیب

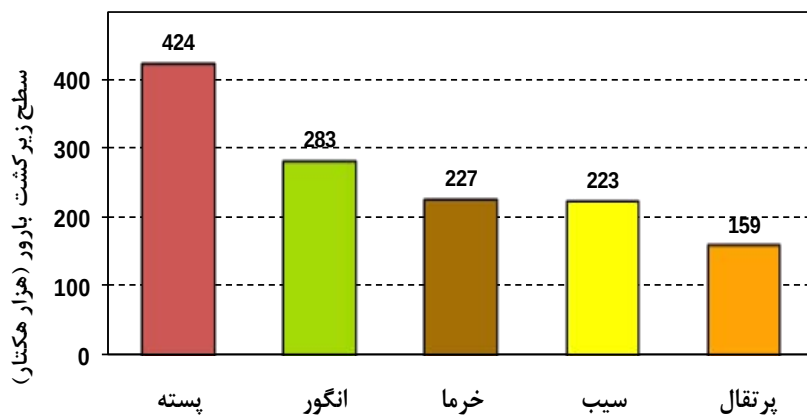
بر اساس آخرین آمار سازمان جهانی خواربار و کشاورزی (FAOSTAT, 2020)، سیب در ۹۵ کشور جهان با سطح زیر کشت حدود ۴/۶ میلیون هکتار (درختان بارور) کشت و پرورش می‌شود. میزان کل تولید سیب در جهان نیز حدود ۸۶ میلیون تن است که مهمترین کشورهای تولیدکننده سیب شامل کشورهای چین، آمریکا، ترکیه، لهستان، هند، ایتالیا و ایران با سهم تولید حدود ۷۰ درصد از کل محصول سیب به ترتیب با حدود ۴۰/۵، ۴/۶، ۴/۳، ۳/۶، ۲/۷، ۲/۵ و ۲/۲ میلیون تن رتبه اول تا هفتم را دارند. کشور چین به تنهایی نزدیک به ۴۷ درصد از کل تولید سیب جهان را به خود اختصاص داده است (شکل ۲). بررسی میزان عملکرد میوه سیب در کشورهای تولیدکننده جهان حاکی از آن

است که میانگین عملکرد میوه سیب نیز ۱۶/۶ تن در هکتار بوده است، به طوری که در بین ۱۰ کشور مهم تولید کننده سیب، ایتالیا، آمریکا، فرانسه، ترکیه، لهستان، چین و ایران به ترتیب با عملکرد ۴۴/۸، ۳۲/۳۸، ۳/۹، ۲۵/۲، ۲۳/۴، ۲۱/۱ و ۱۹/۶ تن در هکتار رتبه اول تا هفتم قرار دارند. البته لازم به ذکر است که آمار سازمان جهانی خواربار و کشاورزی (FAOSTAT, 2020) با آمارنامه سال ۱۳۹۹ وزارت جهاد کشاورزی (احمدی و همکاران، ۱۴۰۰) در خصوص سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد سیب در کشور ایران با هم اختلاف دارند، به طوری که میزان اختلاف حتی تا بیش از ۵۰ درصد نیز می‌رسد. در این گزارش، آمار وزارت جهاد کشاورزی ملاک ارزیابی قرار گرفته است.

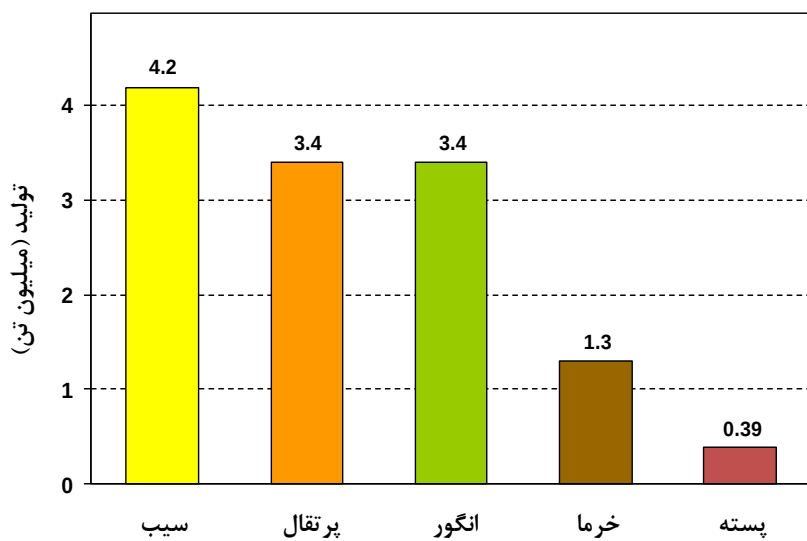
بر اساس آمار منتشر شده توسط وزارت جهاد کشاورزی، سطح زیر کشت سیب در کشور ۲۴۷/۴ هزار هکتار (به ترتیب ۲۲۳۲۸۷ و ۲۴۱۶۰ هکتار بارور و غیربارور) و میزان تولید آن ۴/۲ میلیون تن است که با سهم ۸/۷ و ۱۷/۳ درصد از کل سطح زیر کشت (بارور) و تولید محصولات باغبانی به ترتیب رتبه سوم و اول را در کشور دارد (شکل ۳ و ۴). سیب در تمام استان‌های کشور کشت می‌شود که استان‌های آذربایجان غربی با سهم ۲۶/۵ درصد، آذربایجان شرقی با سهم ۱۶/۱ درصد، فارس با سهم ۸/۶ درصد، تهران با سهم ۷/۳ درصد و اصفهان با سهم ۵/۴ درصد از کل میزان تولید سیب کشور، در رتبه‌های اول تا پنجم قرار دارند. این پنج استان در مجموع، ۶۴ درصد از کل تولید سیب کشور را تأمین می‌نمایند (احمدی و همکاران، ۱۴۰۰).



شکل ۲- سطح زیر کشت بارور (الف) و میزان تولید سیب (ب) در مهمترین کشورهای تولید کننده جهان (هکتار - تن)

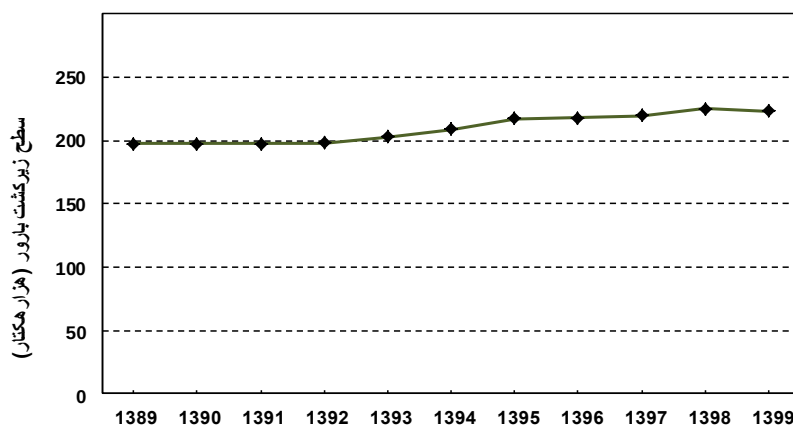


شکل ۳- میزان و سهم سطح زیر کشت (بارور) محصولات عمده باغبانی کشور



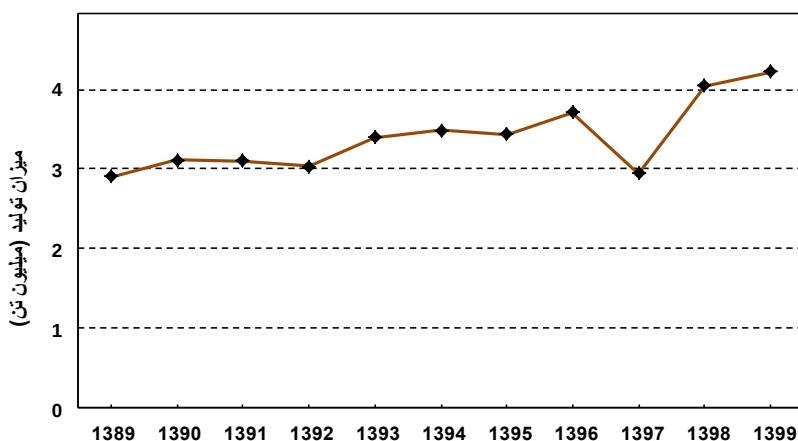
شکل ۴- میزان و سهم تولید محصولات عمده باغبانی کشور

سطح زیرکشت باغ‌های سیب، پراکنش و تولید سالانه استان‌های مختلف کشور به مرور در حال تغییر است. در شکل‌های ۵ تا ۷ روند تغییرات سطح زیرکشت (بارور)، تولید و عملکرد میوه سیب در کشور طی دهه ۹۹-۱۳۸۹ بر اساس آمارنامه‌های کشاورزی ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود سطح زیرکشت بارور سیب از ۱۹۷/۲ هزار هکتار در سال ۱۳۸۹ به ۲۲۳/۳ هزار هکتار در سال ۱۳۹۹ افزایش یافته است. میزان تولید سیب نیز از ۲/۹ میلیون تن و سهم ۲۱/۳ درصد از کل میزان تولید محصولات باغی در سال ۱۳۸۹ به ۴/۲ میلیون تن و سهم ۱۷/۳ درصد از کل میزان تولید محصولات باغی در سال ۱۳۹۹ رسیده است. اما مقدار عملکرد میوه (کشت آبی) از یک روند نوسانی برخوردار بوده، به‌طوری که از ۱۳/۴ تن در هکتار در سال ۱۳۹۷ تا ۱۹/۰ تن در هکتار در سال ۱۳۹۹ متغیر بوده است. بر اساس آمار سال ۱۳۹۹، ایران از نظر سطح زیرکشت (بارور) و میزان تولید سیب به ترتیب رتبه سوم و چهارم را در دنیا به خود اختصاص داده است. اما در دهه اخیر نوسانات تولید سیب کشور و تفاوت نسبتاً زیاد عملکرد میوه سیب نسبت به کشورهای پیشرو در تولید سیب، نگران‌هایی ایجاد کرده است که بایستی تغییر رویکرد در فرآیند تولید ایجاد شود.

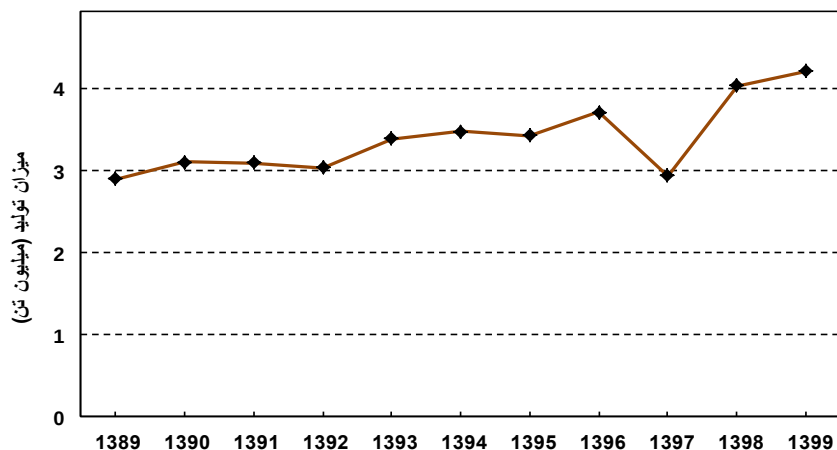


شکل ۵- روند تغییرات سطح زیرکشت (بارور) سیب در کشور از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹

بررسی روند افزایش تولید سیب در ایران نشان می‌دهد برخلاف روند جهانی که دلیل اصلی افزایش تولید را به تغییر روش‌های کشت به ویژه استفاده از کشت متراکم معطوف می‌دارند، در کشور ایران افزایش سطح زیرکشت، علت اصلی افزایش میزان تولید سیب بوده است.



شکل ۶- روند تغییرات میزان تولید سیب در کشور از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹



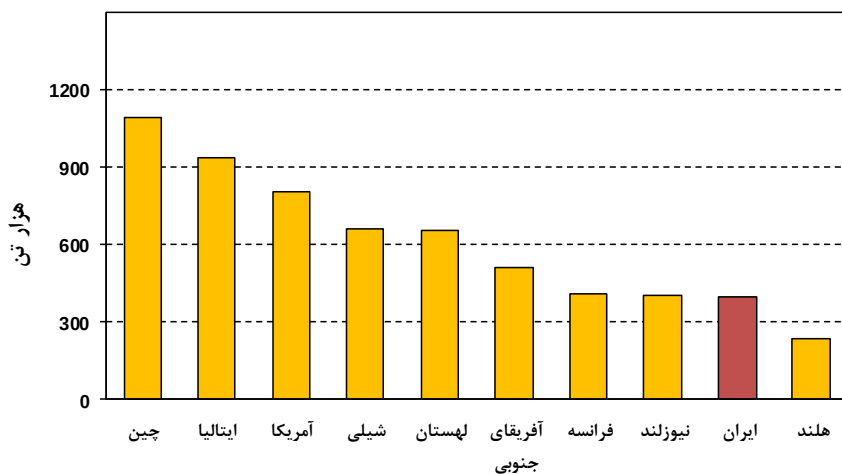
شکل ۷- روند تغییرات عملکرد (آبی) میوه سیب در کشور از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹

۱-۲- میزان صادرات سیب

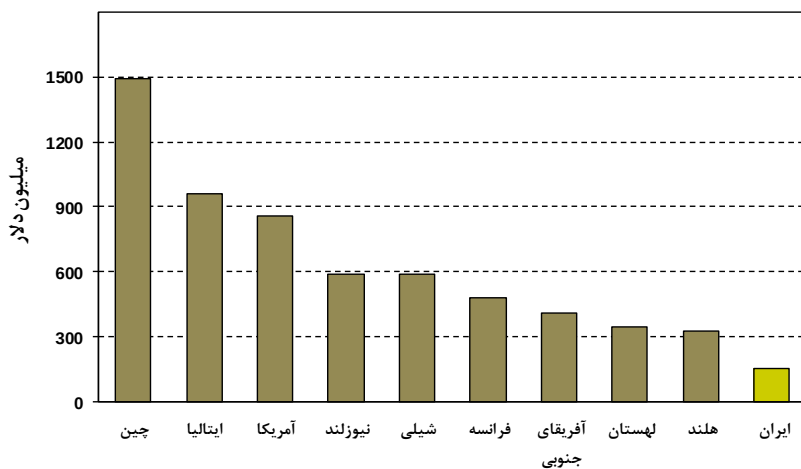
کل میزان صادرات میوه سیب در سال ۲۰۲۰ بالغ بر ۸/۲ میلیون تن به ارزش ۷/۶ میلیارد دلار بوده است. کشورهای چین، ایتالیا و آمریکا به ترتیب با صادرات ۱/۰۹۴، ۱/۰۵۸ و ۰/۹۳۵ میلیون تن و با کسب درآمدی به ترتیب معادل ۱/۴۹۴، ۱/۴۵۰ و ۰/۹۵۹ میلیارد دلار، سه کشور عمده صادرکننده سیب (از نظر وزن صادرات و ارزش صادرات) در جهان به شمار می‌روند (FAOSTAT, 2020). بر اساس آمار مذکور، کشور ایران از لحاظ وزن صادرات سیب با ۴۰۰ هزار تن، در رده نهم و از نظر ارزش صادرات با ۱۵۰ میلیون دلار، در رده دهم مهمترین کشورهای صادرکننده سیب جهان قرار دارد (شکل ۸ و ۹). در حال حاضر میوه سیب بالاترین میزان صادرات (از نظر وزنی) محصولات باغی کشور را به خود اختصاص داده است و بنابراین می‌تواند به عنوان یک ابزار کمکی در تحقق سیاست‌های اقتصادی کشور نقش ایفا کند (مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی، ۱۴۰۱). بر اساس آمار موجود (اداره کل گمرک، ۱۳۹۸)، میزان و ارزش صادرات سیب در کشور ایران به ترتیب حدود ۷۴۰ هزار تن و ۳۶۳ میلیون دلار بوده که بر اساس آمار مذکور، از نظر وزن صادرات و ارزش صادرات به ترتیب در رده چهارم و هشتم دنیا قرار می‌گیرد.

۲- بهره‌وری آب در تولید سیب

کشور ایران از جمله کشورهایی است که در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا قرار داشته و با کمبود آب مواجه است، به طوری که میانگین بارندگی سالانه (۵۰ ساله) در کشور با ۲۴۳ میلی‌متر حدود یک سوم متوسط بارندگی دنیا و میزان تبخیر سالانه کشور با حدود ۲۱۰۰ میلی‌متر تقریباً سه برابر میانگین جهانی می‌باشد. خشکسالی‌ها، برداشت اضافه از ذخایر آب‌های زیرزمینی و تخریب کیفیت منابع آب از طریق آلودگی‌های صنعتی و شهری، کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات بر نگرانی ناشی از محدودیت کمی و کیفی منابع آب افزوده است.



شکل ۸- میزان صادرات سیب در مهمترین کشورهای صادرکننده جهان (FAO 2020)



شکل ۹- ارزش صادرات سیب در مهمترین کشورهای صادرکننده جهان (FAO 2020)

رقابت میان بخش‌های کشاورزی، صنعت و شهری برای مصرف آب از یک سو و وقوع خشکسالی‌ها در کشور از سوی دیگر، ایجاب می‌کند که از هر واحد آب مصرفی محصول بیشتری به دست آید. لذا برنامه‌ریزی دقیق به منظور استفاده بهینه از منابع آب در بخش کشاورزی که بیشترین سهم منابع آب مصرفی کشور را به خود اختصاص داده، به‌ویژه برای مقابله با بحران خشکسالی‌های اخیر اهمیت ویژه‌ای دارد. بدین منظور استفاده از روش‌های علمی و فنی مناسب و مبتنی بر نتایج تحقیقات برای بهبود و ارتقای وضعیت مصرف آب کشاورزی از ضروریات است.

بهره‌وری آب^۱ یکی از مهمترین شاخص‌های میزان مصرف بهینه آب آبیاری در بخش کشاورزی است که به عنوان شاخصی علمی برای سنجش و ارزیابی اثربخشی آب در تولید محصول مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطابق با تعریف کلی، بهره‌وری آب نسبتی است که در مخرج کسر و آب آبیاری و یا آب کاربردی (آب آبیاری و بارندگی موثر) در صورت کسر موارد متناهی از مفاهیم کمی مانند عملکرد محصول، درآمد (سود) خالص، انرژی تولیدی و یا میزان ارزش افزوده قرار می‌گیرد. عموماً دو مفهوم بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب، کاربرد بیشتری داشته و در تحلیل‌ها و تصمیم‌گیری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. طبق تعریف، بهره‌وری فیزیکی مصرف آب عبارت از مقدار محصول تولید شده به ازای واحد حجم آب مصرفی است که بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب بیان می‌شود. در بهره‌وری اقتصادی، ارزش محصول تولید شده یا میزان سود مدنظر قرار می‌گیرد؛ به عبارتی، بهره‌بردار به ازای مقدار آبی که مصرف می‌کند، چقدر درآمد کسب می‌نماید. تعیین مقدار محصول تولیدی معمولاً ساده‌تر و براساس آمارهای رسمی قابل برآورد است. ولی در خصوص میزان آب مصرفی، آمارها بسیار متفاوت است. در نتیجه کمیت بهره‌وری به شدت وابسته به آمار مربوط به حجم آب مصرفی بوده و تعیین بهره‌وری همواره با تردیدهایی همراه است.

1- Water productivity

امروزه با تغییر در اقتصاد تولید و گرایش به تولید تجاری، محدودیت کمی و کیفی منابع آب، تغییر در روش‌های کشاورزی سنتی و اختصاص بخش قابل توجهی از هزینه‌های تولید به تامین نهاده‌های تولید محصول، توجه به بهره‌وری مصرف آب امری مهم و ضروری شده است. شاخص بهره‌وری آب در ابتدای برنامه چهارم توسعه اقتصادی کشور، بین ۰/۸ تا ۰/۹ کیلوگرم بر متر مکعب بوده است. بر اساس آمار مربوط به تولید محصولات زراعی و باغی کشور در سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۴، مقدار بهره‌وری آب از ۰/۸۷ تا ۱/۳۲ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر و میانگین یازده ساله (۹۴-۱۳۸۴) و سه ساله (۹۴-۱۳۹۲) آن به ترتیب ۱/۱ و ۱/۲۴ کیلوگرم بر مترمکعب بوده است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۶). روند صعودی مقدار بهره‌وری آب در سال‌های مذکور به معنای اثربخشی فعالیت‌های انجام شده در کشور (افزایش عملکرد محصول و کاهش حجم آب مصرفی) است. البته بر اساس آخرین برآوردهای انجام شده، میانگین بهره‌وری آب در محصولات زراعی، محصولات باغی و کل محصولات زراعی و باغی کشور به ترتیب معادل ۱/۳، ۰/۶۹ و ۱/۱۳ کیلوگرم بر مترمکعب است. این در حالی است که میانگین بهره‌وری آب در محصولات کشاورزی جهان معادل ۱/۷۲ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد شده است (کشاورز، ۱۴۰۱).

شاخص بهره‌وری آب، اگرچه معیار بسیار مهمی در تصمیم‌گیری و تعیین مزیت کشت محسوب می‌شود، اما گاهی محدودیت‌های حاکم بر ساختار کشاورزی، مثل کیفیت آب، جنبه‌های زیست محیطی، ریسک تولید و بازار، فرآوری و حتی مسائل اجتماعی و سیاسی، سبب می‌شود که تصمیمات مدیریتی متناسب با شرایط گرفته شود. شاخص بهره‌وری آب صرفاً متأثر از برنامه و سامانه آبیاری نبوده و عوامل مهم و فراوانی از جمله کیفیت و کمیت آب، منبع آب، نظام و روش آبیاری، نیاز آبی گیاه، برنامه آبیاری، نوسانات سطح ایستابی و زهکشی، مدیریت زراعی، اقلیم و پارامترهای اقلیمی، استحصال و جمع‌آوری آب باران، تغذیه، آفات و بیماری‌ها، علف‌های هرز، اقتصاد و بازار، فرآوری و بسته‌بندی و الگوی کشت در آن دخالت دارند.

۱-۲- نیاز آبی و نیاز آبیاری سیب

در زنجیره آب-خاک-گیاه-اتمسفر، آب به طور مستقیم از سطح خاک و یا گیاه به داخل اتمسفر وارد می‌شود. انتقال آب از سطح خاک به هوا را تبخیر و خارج شدن آن از گیاه را تعرق گویند. این دو پدیده هر دو ماهیت تبخیری داشته و معمولاً به نام تبخیر و تعرق^۱ (ET) در نظر گرفته می‌شوند. منظور از تعیین نیاز آبی یا تبخیر و تعرق گیاه، اندازه‌گیری و یا برآورد مقدار آبی است که باید به یک پوشش زراعی و یا باغی داده شود تا در طول دوره رویش صرف تبخیر و تعرق نماید و بدون آن که با تنش آبی مواجه شود، رشد خود را تکمیل نموده و حداکثر مقدار محصول را تولید کند. بر اساس تحقیقات انجام شده در دنیا، روش پنمن-مانتیث فائو پس از روش لایسیمتری، به عنوان روشی استاندارد، دقیق و مناسب برای محاسبه نیاز آبی گیاه معرفی شده است و حتی به عنوان روش مبنا، برای ارزیابی سایر معادلات تبخیر و تعرق گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد (آلن و همکاران، ۱۹۹۸). در روش پنمن-مانتیث فائو، گیاه مرجع یک پوشش چمن فرضی است که ارتفاع آن ۱۲ سانتی متر و ضریب بازتاب در آن ۲۳ درصد می‌باشد. نیاز خالص آبیاری نیز معادل تفاوت میزان نیاز آبی از بارندگی موثر است که در روش‌های آبیاری موضعی یا میکرو (مانند قطره‌ای و بابلر) که تمام سطح زمین خیس نمی‌شوند، برابرست با:

$$NIR = (ET_c - R_e) (0.1 \sqrt{P_d}) \quad (1)$$

که NIR نیاز خالص آبیاری (میلی‌متر)، R_e بارندگی موثر (میلی‌متر) و P_d سطح سایه انداز گیاه (درصد) می‌باشد.

بررسی سطح زیر کشت آبی (فاریاب) کشور و میزان سیب تولید شده از این اراضی حاکی از آن است که در حال حاضر امکان تولید اقتصادی سیب در کشور بدون انجام آبیاری یا به صورت دیم وجود ندارد. بر اساس آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۹، ۹۹/۵ درصد از باغ‌های سیب (۲۴۶/۲ هزار هکتار) در کشور فاریاب بوده و ۹۹/۸ درصد از کل سیب کشور (۴/۲ میلیون تن) از باغ‌های مذکور (بارور) تولید می‌شود (احمدی و

همکاران، ۱۴۰۰)، لذا آب اولین و مهمترین عامل محدودیت در تولید سیب در کشور محسوب می‌شود. در جدول ۲، مقادیر نیاز آبی و نیاز خالص آبیاری در مهم‌ترین استان‌های تولیدکننده سیب بر اساس روش پنمن-مانیت فائو و برای روش‌های آبیاری سطحی و موضعی (مانند بابلر، قطره‌ای) ارائه شده است (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶). همان‌طور که مشاهده می‌شود نیاز خالص آبیاری درخت سیب برای روش‌های آبیاری سطحی و موضعی به ترتیب تا ۱۳۴۶۰ و ۱۰۶۰۰ مترمکعب در هکتار نیز می‌رسد.

جدول ۲- نیاز آبی و نیاز خالص آبیاری درخت سیب در مهم‌ترین استان‌های تولیدکننده کشور

استان	نیاز آبی (مترمکعب در هکتار)	نیاز خالص آبیاری (مترمکعب در هکتار)	
		آبیاری سطحی	آبیاری موضعی
آذربایجان غربی	۶۶۶۰ - ۹۷۳۰	۴۹۴۰ - ۸۳۸۰	۳۸۹۰ - ۶۶۰۰
آذربایجان شرقی	۶۶۱۰ - ۹۰۴۰	۵۰۵۰ - ۷۹۱۰	۳۹۸۰ - ۶۲۳۰
فارس	۱۰۰۳۰ - ۱۳۷۶۰	۹۲۴۰ - ۱۳۴۶۰	۷۲۸۰ - ۱۰۶۰۰
تهران	۹۳۴۰ - ۱۱۱۵۰	۷۹۶۰ - ۱۰۴۷۰	۶۲۷۰ - ۸۲۴۰
اردبیل	۵۶۷۰ - ۹۳۹۰	۴۴۶۰ - ۷۶۲۰	۳۵۱۰ - ۶۰۰۰
اصفهان	۷۸۹۰ - ۱۲۰۱۰	۷۱۳۰ - ۱۱۵۹۰	۵۶۱۰ - ۹۱۳۰
خراسان رضوی	۹۲۳۰ - ۱۲۵۰۰	۸۶۷۰ - ۱۱۹۲۰	۶۸۳۰ - ۹۳۹۰

نتایج تحقیقات و مطالعات مختلف بیانگر آن است که در بخش کشاورزی کشور، آب به شکل‌های مختلف و به میزان زیادی تلف می‌شود. نتایج حاصل از مطالعات انجام شده طی سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۴ در سامانه‌ها و شبکه‌های مختلف آبیاری (سستی و پایین دست سدها) نشان داد که بازده یا راندمان کاربرد آبیاری در سطح کشور از ۲۲/۵ تا ۸۵/۵ درصد متغیر و میانگین آن ۵۶/۰ درصد بوده است. البته در سال‌های ۹۴-۱۳۹۱ میانگین بازده کاربرد آبیاری برابر ۵۸/۸ درصد و میانگین بازده انتقال و توزیع آب برابر ۷۴/۶ درصد

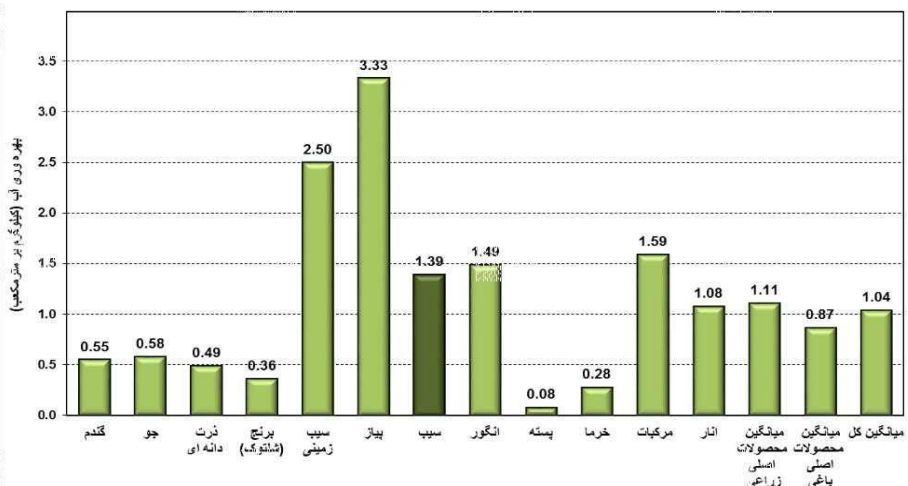
برآورد شده که بر این اساس، میانگین بازده کل آبیاری در اراضی زراعی و باغی کشور معادل ۴۳/۸ درصد می‌باشد. این مقدار نزدیک به میانگین بازده آبیاری در کشورهای در حال توسعه (۴۵ درصد)، ولی کمتر از میانگین کشورهای توسعه یافته (۶۰ درصد) است (موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۱۳۹۶). بر اساس گزارش موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی (ناصری و همکاران، ۱۳۹۹)، میزان آب آبیاری مصرفی در باغ‌های سیب کشور، معادل ۹۸۱۴ مترمکعب در هکتار می‌باشد.

۲-۲- بهره‌وری آب در سیب

تاکنون مطالعات مختلفی در مورد برآورد و اندازه‌گیری مقدار بهره‌وری آب در باغ‌های سیب کشور انجام شده است. برآورد مقدار بهره‌وری آب بر مبنای میزان تبخیر و تعرق یا نیاز آبی درخت سیب (کسر نیاز خالص آبیاری از بارندگی مؤثر) و عملکرد محصول سیب (آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰) نشان داد که مقدار بهره‌وری آب برای درخت سیب بین ۱/۲۸ و ۴/۵۴ کیلوگرم بر مترمکعب با میانگین ۲/۴۵ کیلوگرم بر مترمکعب بود (کاوه و حسینی ابری، ۱۳۸۸). البته بدیهی است که این مقدار، بیشتر جنبه نظری داشته و کمتر از مقدار واقعی بهره‌وری آب در سیب است، زیرا که انجام آبیاری با بازده کل ۱۰۰ درصد امکان پذیر نبوده و نمی‌توان با تأمین فقط نیاز تبخیر و تعرق گیاهان به یک کشاورزی پایدار دست یافت. کشاورز و همکاران (۱۳۹۵) میانگین مقدار بهره‌وری آب در درخت سیب را بر مبنای عملکرد آبی این محصول (آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۳) و برآورد نیاز ناخالص آبیاری درخت سیب در مناطق مختلف کشور، معادل ۱/۳۹ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش نمودند. این مطالعه برای ۱۷ محصول مهم زراعی و شش محصول عمده باغی که بیشترین مصرف آب را به خود اختصاص داده بودند، انجام شد (شکل ۱۰).

در پژوهش دیگری در استان آذربایجان غربی، مقادیر بهره‌وری آب (آب آبیاری و بارندگی) با اندازه‌گیری آب مصرفی و عملکرد محصول در باغ‌های سیب هفت روستا از شهرستان‌های ارومیه، نقده، شاهیندر، تکاب و میاندوآب تعیین گردید (جدول ۳). نتایج نشان داد که میانگین میزان آب مصرفی (مجموع آب آبیاری و بارندگی)، عملکرد

محصول و بهره‌وری آب در مناطق مورد بررسی به ترتیب معادل ۹۳۰۰ مترمکعب در هکتار، ۱۹۸۵۷ کیلوگرم در هکتار و ۲/۱۲ کیلوگرم بر مترمکعب بود (طایفه رضایی و حسنی، ۱۳۹۸).



شکل ۱۰- مقدار بهره‌وری آب در برخی محصولات زراعی و باغی کشور (کشاورز و همکاران، ۱۳۹۵)

اما اگر مقدار بهره‌وری آب بر اساس برآورد آب مصرفی در باغ‌های سیب کشور که توسط موسسه تحقیقات خاک و آب معادل ۹۶۹۱ مترمکعب در هکتار گزارش شده است (موسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۳۹۹) و میانگین عملکرد سیب (کشت آبی) طبق آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۹ (۱۸۹۷۵ کیلوگرم در هکتار) محاسبه شود، میزان بهره‌وری آب عدد ۱/۹۶ کیلوگرم بر مترمکعب خواهد شد.

در یک پژوهش دیگر، مقادیر بهره‌وری آب در باغ‌های سیب تحت مدیریت باغداران در مهمترین استان‌های تولید کننده سیب شامل آذربایجان غربی (شهرستان‌های نقده، مهاباد، میاندوآب، اشنویه، سلماس و ارومیه)، آذربایجان شرقی (شهرستان‌های مراغه، میانه و اهر)، فارس (شهرستان‌های سپیدان، اقلید و آباده)، تهران (شهرستان دماوند)، اردبیل (شهرستان مشکین شهر)، اصفهان (شهرستان‌های سمیرم و شهرضا)، خراسان رضوی (شهرستان‌های مشهد، چناران و نیشابور) و سمنان (شهرستان شاهرود) تعیین شد.

جدول ۳- مقدار بهره‌وری آب در باغ‌های سیب استان آذربایجان غربی

شهرستان	روستا	روش آبیاری	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
ارومیه	گل تپه	غرقابی (کرتی)	۱۱۳۰۰	۲۲۰۰۰	۱/۹۵
نقده	حسنلو	غرقابی (کرتی)	۱۰۸۰۰	۲۸۰۰۰	۲/۵۹
میاندوآب	بکناش	غرقابی (کرتی)	۸۷۰۰	۲۰۰۰۰	۲/۳۰
شاهیندژ	قراقویونلو	غرقابی (کرتی)	۸۴۰۰	۶۰۰۰	۰/۷۱
تکاب	نصرت آباد	غرقابی (کرتی)	۸۷۰۰	۲۱۰۰۰	۲/۴۱
تکاب	قراقیه	غرقابی (کرتی)	۸۷۰۰	۲۱۰۰۰	۲/۴۱
تکاب	حسن آباد	غرقابی (کرتی)	۸۵۰۰	۲۱۰۰۰	۲/۴۷

باغ‌های سیب در شهرستان‌های پایلوت به نحوی انتخاب شدند که امکان تعیین حجم آب آبیاری با دقت قابل قبول وجود داشته باشد. در مجموع ۱۴۵ باغ سیب مورد بررسی قرار گرفت که ۶۳ باغ با روش سطحی و ۸۲ باغ با روش قطره‌ای آبیاری می‌شدند. اندازه‌گیری مستقیم حجم آب آبیاری در سال ۹۷-۱۳۹۶ در باغ‌های مذکور انجام گرفت و با توجه به تغییرات سالانه عملکرد باغ‌ها، عملکرد سیب در دو یا سه سال زراعی (۹۶-۱۳۹۵، ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷) اندازه‌گیری شد. شاخص بهره‌وری آب آبیاری از نسبت عملکرد میوه سیب (کیلوگرم در هکتار) به حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار) و شاخص بهره‌وری آب کاربردی نیز از نسبت عملکرد میوه سیب به مجموع حجم آب آبیاری و بارندگی موثر به دست آمد. نتایج نشان داد که میانگین وزنی (مبتنی بر سطح زیرکشت) شاخص بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب کاربردی در باغ‌های سیب

استان‌های مذکور به ترتیب برابر ۲/۷۳ و ۲/۴۸ کیلوگرم بر مترمکعب بود. حداقل و حداکثر مقدار بهره‌وری آب به ترتیب به باغ‌های سیب استان‌های فارس و سمنان تعلق داشت (ناصری و همکاران، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰).

بنابراین با جمع‌بندی نتایج پژوهش‌ها و مطالعات انجام شده (جدول ۴)، به نظر می‌رسد که در باغ‌های سیب کشور، میانگین بهره‌وری آب کاربردی (آب آبیاری و بارندگی موثر) معادل ۲/۲۲ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد.

جدول ۴- برآوردهای مختلف مقدار بهره‌وری آب در تولید سیب کشور

منبع	مبنای محاسبات	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
کاوه و حسینی ابری (۱۳۸۸)	برآورد نیاز خالص آبیاری و عملکرد میوه سیب (آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۸۲)	۲/۴۵
کشاورز و همکاران (۱۳۹۵)	برآورد نیاز ناخالص آبیاری و عملکرد میوه سیب (آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۳)	۱/۳۹
طایفه رضایی و حسینی (۱۳۹۸)	اندازه‌گیری آب کاربردی (آبیاری + بارندگی) و عملکرد میوه سیب (سال ۱۳۹۷) در استان آذربایجان غربی	۲/۱۲
موسسه تحقیقات خاک و آب (۱۳۹۹)	برآورد آب کاربردی (موسسه تحقیقات خاک و آب) و عملکرد میوه سیب (آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۹)	۱/۹۶
احمدی و همکاران (۱۴۰۰)		
ناصری و همکاران (۱۳۹۹)	اندازه‌گیری آب کاربردی (آبیاری + بارندگی) و عملکرد میوه سیب در استان‌های آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، فارس، تهران، اردبیل، اصفهان، خراسان رضوی و سمنان (سال ۱۳۹۷)	۲/۴۸

این درحالی است که میانگین جهانی بهره‌وری آب برای درخت سیب معادل ۳/۰ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش شده (اویس، ۲۰۰۸؛ مولدن و همکاران، ۲۰۱۰) که بیانگر اختلافی در حد ۲۷ درصد با میانگین بهره‌وری آب در باغ‌های سیب کشور می‌باشد. بهره‌وری اقتصادی آب نیز در برخی از مهمترین محصولات زراعی و باغی کشور بر پایه قیمت صادرات (سیب، پسته، خرما و زیتون) یا واردات (گندم و برنج) آن محصول، در سال ۱۴۰۰ (مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی، ۱۴۰۱) در جدول ۵ ارائه شده است. همان طور که مشاهده می‌شود میوه سیب با بهره‌وری اقتصادی آب معادل ۰/۶۲ دلار بر مترمکعب از جمله محصولات با ارزش اقتصادی مناسب برای کشت و پرورش در کشور می‌باشد.

جدول ۵- بهره‌وری اقتصادی آب در برخی از مهمترین محصولات زراعی و باغی کشور

نام محصول	بهره‌وری فیزیکی آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	قیمت صادرات یا واردات (دلار/کیلوگرم)	بهره‌وری اقتصادی آب (دلار بر مترمکعب)
گندم	۰/۸۲	۰/۳۵	۰/۲۹
برنج	۰/۴۰	۰/۸۵	۰/۳۴
سیب*	۲/۲۲	۰/۲۸	۰/۶۲
پسته*	۰/۱۰	۶/۸	۰/۶۸
خرما*	۰/۲۵	۰/۸۸	۰/۲۲
زیتون*	۰/۶۶	۱/۰۳	۰/۶۸

* بهره‌وری آب کاربردی (آبیاری و بارندگی)

۳- راهکارهای ارتقای بهره‌وری آب در تولید سیب

آب و آبیاری به صورت مستقیم و غیر مستقیم نقش بسزایی در فرایند تولید میوه سیب و عملکرد کمی و کیفی این محصول دارد. یکی از مهمترین دلایل پایین بودن میزان بهره‌وری آب در باغ‌های سیب، عدم استفاده بهینه از آب و در نتیجه بالا بودن تلفات آب می‌باشد. مهمترین دلایل تلفات آب در باغ‌های سیب را می‌توان به عواملی نظیر عدم تحویل حجمی آب و عدم نظارت بر میزان آب برداشت شده توسط بهره‌برداران، نامناسب بودن نظام قیمت‌گذاری آب، پایین بودن راندمان انتقال و کاربرد آب آبیاری، نامناسب بودن روش‌های آبیاری و ضعف در برنامه‌ریزی آبیاری باغ نسبت داد (شکل ۱۱). در آبیاری به روش‌های سنتی، نتیجه‌ای جز اتلاف آب، تخریب ساختمان خاک، کاهش عمر مفید باغ، کاهش عملکرد کمی و کیفی میوه و در نهایت ضرر اقتصادی به باغدار به دست نخواهد آمد.



شکل ۱۱- تلفات آب ناشی از جریان آب در بین ردیف‌های درختان

۳-۱- روش‌های بهینه‌سازی مصرف آب در باغ‌های سیب

افزایش بهره‌وری آب در باغ‌های سیب کشور موضوعی استراتژیک و مهم است که با توجه به شرایط خاص اقلیمی کشور، استفاده از روش‌های علمی و فنی مناسب جهت ارتقای بهره‌وری آب از ضروریات تولید سیب در کشور محسوب می‌شود. نتایج تحقیقات (کاربردی) انجام شده حاکی است که با مدیریت صحیح در آبیاری باغ‌های سیب، می‌توان مقدار بهره‌وری آب را با کاهش میزان مصرف آب، نسبت به وضعیت فعلی تا حد قابل توجهی افزایش داد. اصلاح روش آبیاری، اصلاح برنامه آبیاری، استفاده از مالچ و انتخاب پایه‌های متحمل به خشکی از مهمترین روش‌های بهینه‌سازی مصرف آب آبیاری در باغ‌های سیب می‌باشند.

۳-۱-۱- اصلاح روش آبیاری

افزایش راندمان آبیاری نخستین گام در افزایش بهره‌وری آب و مهم‌ترین راهکار برای جلوگیری از بحران آب است. بر اساس یک تعریف ساده، راندمان آبیاری درصدی از مقدار آب تأمین شده برای مزرعه یا باغ است که بتواند مفید واقع گردد. در روش‌های مرسوم آبیاری باغ‌های سیب که به صورت آبیاری سطحی است، پشته‌ها (مرزها) به مرور زمان فرسایش یافته و یا ارتفاع لازم را ندارند. از طرف دیگر، عدم پوشش کانال‌های آب و عدم یکنواختی نهرهای آبیاری در طول مسیر منجر به سرریز شدن آب در برخی قسمت‌ها و یا نفوذ عمقی بیش از حد در برخی نقاط دیگر مسیر انتقال آب شده و بازده انتقال را پایین می‌آورد. وجود علف‌های هرز در نهرها و کانال‌های آب نیز سبب کاهش سرعت آب و افزایش تلفات عمقی می‌شود. انتخاب روش مناسب آبیاری، توسعه شیوه‌های نوین آبیاری و استفاده از فن آوری مناسب برای پیاده کردن این روش‌ها از جمله راه‌های بهبود راندمان آبیاری و افزایش بهره‌وری آب هستند.

۳-۱-۱-۱- توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار (موضعی)

به منظور افزایش میزان بهره‌وری آب، استفاده از انواع سامانه‌های آبیاری تحت فشار در سطح جهانی مانند کشورهای حوزه مدیترانه، حوزه اقیانوسیه مانند استرالیا، نیوزیلند و نیز کشورهای حوزه آمریکای شمالی و کانادا با منابع آب کافی رواج کامل یافته است. نتایج نشان می‌دهد که مدیریت صحیح آبیاری در سامانه‌های آبیاری تحت فشار موجب بهبود زودباردهی در درختان جوان، افزایش کیفیت میوه، جلوگیری از بروز ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی و کاهش آفتاب سوختگی، صرفه‌جویی در مصرف کود، بهبود تغذیه درختان از طریق کودآبیاری به دلیل توزیع متناسب عناصر معدنی، کاهش ریزش میوه، افزایش عملکرد میوه، استفاده بهینه از انرژی تابشی، کاهش تنش خشکی، کاهش هزینه مبارزه با علف‌های هرز، کاهش سال آوری و تنظیم تولید سالانه می‌گردد. روش‌های آبیاری موضعی یا میکرو (مانند قطره‌ای و بابلر) از جمله روش‌های آبیاری تحت فشار هستند که در آنها آب به مقدار کم در ناحیه رشد ریشه‌ها وارد می‌شود و به همین دلیل این روش‌ها را آبیاری با حجم کم نامیده‌اند. روش‌های آبیاری موضعی مزایای متعددی همچون بالا بودن راندمان آبیاری، امکان مصرف کود و سم همراه با آب آبیاری، کنترل رشد علف‌های هرز و نیاز کمتر به نیروی انسانی برای اجرای عملیات آبیاری به همراه دارند. اجرای این سیستم‌ها، نیازمند سرمایه‌گذاری اولیه است و به منظور جلوگیری از انسداد خروجی‌ها، دقت در طراحی و اجرا و انجام سرویس‌های دوره‌ای الزامی است (شکل ۱۲).

به منظور بررسی امکان اصلاح روش آبیاری در باغ‌های مسن سیب، یک تحقیق میدانی طی سه سال جهت مقایسه چهار روش آبیاری تحت فشار شامل قطره‌ای دو ردیفه، قطره‌ای اسپاگتی، میکروجت و بابلر (آبفشان) با روش آبیاری سطحی (شاهد) در شهرستان سمیرم (استان اصفهان) روی درختان ۲۵ ساله سیب رقم گلدن دلشس (دلشز) انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد میوه مربوط به روش آبیاری قطره‌ای دو ردیفه و کمترین عملکرد میوه در روش آبیاری سطحی وجود داشت. از نظر صفات رویشی، عملکرد میوه،

صفات کیفی میوه، درصد قند، عمر انباری و بازار پسندی میوه، روش‌های آبیاری قطره‌ای دو ردیفه، آبیاری میکروجت و آبیاری بابلر به ترتیب مناسب‌ترین روش آبیاری برای درختان سیب بودند (جدول ۶). بنابراین روش‌های آبیاری تحت فشار مذکور نه تنها اثرات منفی بر عملکرد میوه درختان مسن سیب که سالیان متمادی با روش غرقابی آبیاری می‌شدند، نداشتند بلکه ضمن کاهش ۲۳-۱۹ درصد در مصرف آب، موجب افزایش ۳۵-۸ درصد در عملکرد میوه و ۷۵-۳۴ درصد در بهره‌وری آب برای درختان سیب شدند (قاسمی و سالمی، ۱۳۸۸).



شکل ۱۲- آبیاری درختان سیب به روش قطره‌ای

جدول ۶- ارزیابی تغییر روش آبیاری سطحی به آبیاری قطره‌ای در درختان بارور سیب (استان اصفهان)

روش آبیاری	میانگین عملکرد میوه (تن در هکتار)	میانگین آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	درصد افزایش بهره‌وری آب
سطحی	۳۶/۶	۹۴۰۴	۳/۸۹	-
قطره‌ای (نعل اسبی)	۳۹/۷	۷۶۲۶	۵/۲۱	+۳۴٪
قطره‌ای (دو ردیفه)	۴۹/۳	۷۲۲۹	۶/۸۲	+۷۵٪
بابلر	۴۵/۷	۷۵۲۶	۶/۰۷	+۵۶٪

در تحقیق دیگری به منظور ارزیابی و مقایسه روش‌های آبیاری سطحی و تحت فشار در باغ‌های سیب استان آذربایجان غربی، پنج باغ سیب با سیستم آبیاری تحت فشار (نوع موضعی) از هر یک از شهرستان‌های ارومیه و مهاباد انتخاب شدند (احمدآلی، ۱۳۹۴). مشخصات باغ‌های منتخب در جدول ۷ ارائه گردیده است. نتایج نشان داد که:

۱- میانگین میزان مصرف آب در باغ‌های سیب دارای سامانه آبیاری موضعی نسبت به باغ‌های سیب مجاور که با روش سطحی آبیاری می‌شدند، حدود ۵۰ درصد کاهش داشت. از طرف دیگر میانگین عملکرد میوه در باغ‌های مذکور نسبت به باغ‌های سیب با روش آبیاری سطحی در حد ۲۵ درصد بیشتر بود (جدول ۸).

۲- میانگین مقدار بهره‌وری آب در سامانه‌های آبیاری موضعی معادل ۴/۱۶ کیلوگرم بر مترمکعب و در روش‌های آبیاری سطحی معادل ۲/۲۲ کیلوگرم بر مترمکعب بود که حاکی از افزایش مقدار بهره‌وری مصرف آب در حد ۸۷ درصد در باغ‌های سیب مجهز به سامانه آبیاری موضعی بود.

۳- ارزیابی اقتصادی وضعیت باغ‌های سیب نشان داد که روش‌های آبیاری موضعی دارای توجیه اقتصادی بیشتری نسبت به روش‌های آبیاری سطحی هستند، به طوری که مقادیر

سود ناخالص و سود خالص در باغ‌های مجهز به سامانه آبیاری موضعی نسبت به باغ‌های دارای روش آبیاری سطحی به ترتیب ۸۰ و ۱۰۰ درصد بیشتر بود. در تحقیق دیگری در استان آذربایجان غربی، تبدیل روش آبیاری غرقابی به آبیاری قطره‌ای در باغ‌های سیب در شهرستان ارومیه مورد ارزیابی اقتصادی خصوصی (تعیین سودآوری برای باغداران منفرد) قرار گرفت (دشتی جورنی و همکاران، ۱۳۹۲). با استفاده از روش‌های ارزیابی اقتصادی سرمایه‌گذاری و استفاده از نرم افزار Excel تعداد پنج باغ با سنین ۱۵، ۱۷، ۲۰، ۲۲ و ۲۳ ساله در حالت تبدیل روش آبیاری و بدون تبدیل روش آبیاری مورد ارزیابی قرار گرفتند.

جدول ۷- مشخصات باغ‌های سیب مجهز به روش‌های آبیاری موضعی
(استان آذربایجان غربی)

ردیف	شهرستان	نام باغدار	روش آبیاری
۱	ارومیه	ابراهیم رضاپور	بابلر
۲	ارومیه	قربان امیرپور	قطره‌ای
۳	ارومیه	جمال کبایسی	بابلر
۴	ارومیه	حسن مکرم نیا	بابلر
۵	ارومیه	شریف برزنجی	قطره‌ای
۶	مهاباد	حسن کریمی	قطره‌ای
۷	مهاباد	قادر زرین فام	میکروجت
۸	مهاباد	حسین شاطری	میکروجت
۹	مهاباد	مصطفی یوسفی	قطره‌ای
۱۰	مهاباد	جلال محمودی	بابلر

جدول ۸- مقایسه روش‌های آبیاری سطحی و موضعی در باغ‌های سیب
(استان آذربایجان غربی)

روش آبیاری	میانگین عملکرد میوه (تن در هکتار)	میانگین آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	سود ناخالص (ریال در مترمکعب)	سود خالص (ریال در مترمکعب)
سطحی	۲۰	۹۰۰۰	۲/۲۲	۲۳۱۱۱	۱۹۳۲۲
موضعی	۲۵	۶۰۰۰	۴/۱۶	۴۱۶۶۶	۳۸۸۳۳

نتایج نشان داد ارزش حال خالص و نسبت سود به هزینه در روش آبیاری قطره‌ای در تمام باغ‌های مذکور، بزرگتر از حالتی است که اگر روش آبیاری به صورت غرقابی باقی می‌ماند. همچنین ارزش حال خالص هر هکتار باغ با عمر باغ رابطه معکوس دارد یعنی استفاده از روش آبیاری قطره‌ای در صورتی سودآورتر می‌باشد که در سن پایین‌تری مورد استفاده قرار گیرد، بنابراین روش آبیاری قطره‌ای توجیه‌پذیر می‌باشد.

ارزیابی اقتصادی برای سطح یک هکتار احداث باغ سیب با توجه به دو نوع روش آبیاری صورت گرفت که نتایج نشان داد، در روش آبیاری قطره‌ای ارزش حال خالص برابر ۳۰۳۴۵ میلیون ریال، نسبت سود به هزینه معادل ۳/۴۰ و میزان بازدهی داخلی ۲۲/۴ درصد بود (جدول ۹). اما این شاخص‌ها در روش آبیاری غرقابی به ترتیب به ۲۰۶۶ میلیون ریال، ۲/۲۵ و ۲۰/۶ درصد کاهش پیدا کرد که نشان دهنده سودآورترین بودن طرح آبیاری قطره‌ای بود. در این تحقیق با توجه به نتایج به دست آمده پیشنهادهای ذیل ارائه گردید:

جدول ۹- مقایسه اقتصادی تغییر روش آبیاری سطحی به قطره‌ای در باغ‌های سیب

نوع باغ	مساحت باغ (هکتار)	روش آبیاری	نسبت سود به هزینه
بارور (۲۳-۱۵ ساله)	۶-۲	سطحی	۱/۶۴
		قطره‌ای	۱/۸۸
تازه احداث	۱	سطحی	۲/۲۵
		قطره‌ای	۳/۴۰

۱- با توجه به اینکه سودآوری باغداری سیب نسبت به قیمت سیب در مقایسه با قیمت سایر نهاده‌ها حساسیت بیشتری نشان داد، لازم است سیاست‌های تثبیت قیمت مناسب برای میوه سیب اعمال شود.

۲- با توجه به اینکه روش آبیاری قطره‌ای باعث صرفه جویی در مصرف آب شده و امکان افزایش سطح باغ را فراهم می‌نماید و همچنین در نرخ‌های تنزیل به نسبت بالا هم تغییر روش آبیاری سودآور بوده، ضرورت دارد تسهیلات کافی برای تأمین نهاده‌ها در اختیار باغداران قرار گیرد.

۳- با توجه به اینکه روش آبیاری قطره‌ای در مقایسه با روش آبیاری غرقابی سودآوری بالاتری برای باغداران داشت، بنابراین می‌بایستی برنامه‌های آموزش ترویجی لازم و تسهیلات تشویقی کافی برای باغداران فراهم شود.

در پژوهش دیگری در استان آذربایجان غربی، واکنش سیب نسبت به روش‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و قطره‌ای زیرسطحی مورد بررسی قرار گرفت (طایفه رضایی، ۱۳۹۸). این تحقیق به مدت هفت سال روی رقم سیب رد دلشس با پایه رویشی MM106 در شهرستان ارومیه انجام شد. نتایج نشان داد که با تزریق ۳۰۰ میلی‌گرم علف کش برای هر درخت، مقدار بهره‌وری آب در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی معادل ۳/۰۷ کیلوگرم بر مترمکعب ولی در آبیاری قطره‌ای سطحی معادل ۱/۹۸ کیلوگرم بر مترمکعب بود (جدول ۱۰). میزان مصرف آب نیز در روش قطره‌ای زیرسطحی به علت کاهش قابل توجه تبخیر از سطح خاک در اثر کاهش رطوبت در سطح خاک و کنترل بهتر رشد علف‌های هرز، حدود ۳۱ درصد کمتر از روش قطره‌ای سطحی بود. همچنین هزینه‌های عملیات به‌باغی در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به علت سهولت استفاده از ماشین‌آلات کشاورزی به دلیل مدفون بودن لوله‌های آبیاری در زیر سطح زمین، کاهش یافت.

جدول ۱۰- اثر روش‌های آبیاری موضعی در باغ‌های سیب (استان آذربایجان غربی)

روش آبیاری	عملکرد میوه (کیلوگرم در هکتار)	آب مصرفی (مترمکعب/هکتار)	بهره‌وری آب (کیلوگرم/مترمکعب)
قطره‌ای سطحی	۹۵۵۶	۴۸۲۶	۱/۹۸
قطره‌ای زیرسطحی	۹۷۷۸	۳۱۸۵	۳/۰۷

البته موفقیت سامانه‌های آبیاری موضعی در صورتی است که خوب طراحی شود و اجرای آن نیز خوب صورت گیرد. در یک سامانه آبیاری موضعی، هر چه دبی خروجی قطره چکان‌ها یا بابلرها یکنواخت‌تر باشد، بازده سامانه آبیاری بالاتر خواهد بود. علاوه بر این عوامل، مدیریت سامانه نیز عامل مهمی است که باید مورد ارزیابی قرار گیرد. مدیریت سامانه با تنظیم دور آبیاری، مدت آبیاری، کنترل فشارها، نظارت کلی بر عملکرد سامانه و کاربرد صحیح کود و دیگر مواد شیمیایی نقش مهمی در بازده کاربرد و عملکرد اقتصادی سامانه آبیاری دارد. به همین دلیل وضعیت کارکرد سامانه باید به طور مستمر مورد ارزیابی قرار گیرد. ارزیابی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای در هفت باغ از شهرستان مرند استان آذربایجان شرقی که اکثر آنها برای درختان سیب و زردآلو طراحی شده، نشان داد که میانگین یکنواختی پخش آب (EU)، بازده پتانسیل ربع پایین (PELQ) و بازده کاربرد ربع پایین (AELQ) برای سامانه‌های انتخابی به ترتیب برابر ۹۵، ۸۰ و ۹۲ درصد بودند. با توجه به ضرایب به دست آمده مشخص گردید که یکی از مهمترین علل مناسب بودن وضعیت کارکرد سامانه‌های آبیاری مورد بررسی، طراحی و اجرای مناسب و کیفیت وسایل و تجهیزات مورد استفاده و همچنین عملکرد صحیح واحد فیلتراسیون بوده است (یگانه و همکاران، ۱۳۹۱).

به منظور بررسی وضعیت مدیریت بهره‌برداری از سامانه‌های آبیاری موضعی در استان‌های فارس، آذربایجان غربی، خراسان رضوی، چهارمحال و بختیاری و گلستان، از هر استان بین ۱۱ تا ۱۹ باغ (شامل انواع درختان از جمله سیب) انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفت.

در این تحقیق، مقادیر میانگین پارامترهای یکنواختی پخش آب (EU)، ضریب یکنواختی آماری (Us)، ضریب کاهش راندمان (ERF) و ضریب تغییرات دبی (CV) اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که در استان فارس اکثر بهره‌برداران از سامانه‌های آبیاری قطره‌ای رضایت داشته و معتقد بودند که مشکلات موجود در سامانه‌های آبیاری تحت فشار ناشی از ضعف در طراحی و کیفیت پایین تجهیزات آبیاری می‌باشد. در استان آذربایجان غربی، کارکرد قطره چکان‌ها در اکثر سامانه‌های مورد بررسی در حد قابل قبولی بود. استقبال از روش آبیاری بابلر در میان باغداران استان نسبت به انواع دیگر خروجی‌های سامانه‌های آبیاری موضعی خصوصاً در باغ‌های مسن رواج بیشتری داشت. در اکثر سامانه‌های مورد بررسی مشاهده گردید که میزان آبی که در اختیار درختان قرار می‌گرفت، بیشتر از نیاز آبی برآورد شده بود. در استان خراسان رضوی، راندمان آبیاری در ۶۰ درصد سامانه‌های ارزیابی شده در حد عالی، ۱۸/۱ درصد در حد خوب، ۲۷/۲ درصد در حد نسبتاً خوب و ۴۸/۴ درصد در حد ضعیف بود. در استان چهارمحال و بختیاری، سابقه کار و میزان آشنایی بهره‌برداران با سامانه آبیاری و گذراندن دوره‌های آموزشی قبل از اجرای سامانه در بهبود وضعیت آنان و میزان تولید مؤثر بود. اکثر بهره‌برداران از کمبود اطلاعات و آموزش سامانه‌ها گلایه داشتند و فقط ۱۱/۱ درصد از بهره‌برداران، میزان آموزش ارائه شده را کافی دانستند. در استان گلستان، مقادیر ضرایب اندازه‌گیری شده در سامانه‌های آبیاری حاکی از وضعیت متوسط سامانه‌های آبیاری داشت. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که مهمترین مشکلات سامانه‌های آبیاری قطره‌ای را می‌توان طراحی و اجرای نادرست، عدم شستشوی فیلترها، گرفتگی و نامناسب بودن تعداد قطره‌چکان‌ها، عدم تنظیم شیرفلکه ابتدای مانیفولدها، نامناسب بودن فشار و توزیع غیر یکنواخت آن، اطلاعات ناکافی مجریان و کاربران سامانه‌ها، عدم نظارت مستمر در حین و پس از اجرا و همچنین برخی از مشکلات ناشی از وقایع طبیعی و اجتماعی را نام برد (صدرقاین و همکاران، ۱۳۹۳).



شکل ۱۳- نمونه‌ای از آبیاری تشکی در درختان سیب

۲) استفاده از روش آبیاری نواری با عرض کاهش یافته

در آبیاری نواری، اراضی زراعی و باغی شیب‌بندی می‌شود و به شکل مستطیل و ترازبندی شده در می‌آید. نوارها به وسیله مرزکشی از هم جدا شده تا همزمان با پیشروی آب در داخل نوارها، آب در زمین نفوذ کند. در این روش آبیاری، نوارها شیب‌دار هستند و طول آنها از ۷۵ تا ۳۰۰ متر و عرض نوارها معمولاً معادل فاصله بین ردیف درختان متغیر است. در این حالت، کل سطح باغ در هنگام آبیاری (مشابه روش آبیاری کرتی یا غرقابی) خیس می‌شود که منجر به افزایش حجم آب مصرفی خواهد شد. اما در صورت کاهش سطح خیس شده باغ، میزان مصرف آب تا حد قابل توجهی کاهش خواهد یافت. در روش آبیاری نواری با عرض کاهش یافته، نوارهایی با عرض ۱-۲ متر احداث می‌شوند، به طوری که درختان سیب در وسط نوار قرار گیرند. احداث این نوارها اغلب توسط مرزبند و با استفاده از تراکتور انجام می‌شود. در باغ‌های کوچک و دارای محدودیت کاربرد تراکتور، احداث نوارها توسط کارگر و با استفاده از بیل قابل انجام است. با کاهش عرض نوارها، در موقع آبیاری باغ، آب فقط وارد نوارهای آبیاری شده و از خیس شدن کل سطح زمین باغ و به عبارت دیگر افزایش تلفات آب جلوگیری خواهد شد (علی-حوری، ۱۴۰۰).

۳) آبیاری جویچه‌ای انتها بسته

روش آبیاری جویچه‌ای یکی دیگر از روش‌های مناسب آبیاری سطحی در باغ‌های سیب است. در این روش آبیاری، آب در تمام سطح خاک جریان نمی‌یابد، بلکه فقط در جویچه‌ها جریان دارد و به تدریج در کف و کناره‌های آن نفوذ و خاک را مرطوب می‌کند. اما در برخی مواقع، آب از انتهای جویچه‌ها به صورت تلفات رواناب از زمین خارج می‌شود. به منظور جلوگیری از تلفات آب به صورت رواناب، در این روش آبیاری انتهای جویچه‌ها می‌تواند کاملاً مسدود شود و قبل از پر شدن جویچه‌ها و سرریز شدن آب از آنها، عملیات آبیاری اتمام یابد. همچنین می‌توان برای جمع‌آوری رواناب جویچه‌های بالادست، در انتهای جویچه‌ها نهرهایی عمود بر آنها احداث کرد و پس از جمع‌آوری مجدد، آب را به جویچه‌های پایین دست هدایت کرد.

۴) لوله‌های دریچه‌دار یا هیدروفلوم

هیدروفلوم لوله‌هایی است از جنس پلی‌اتیلن نرم و سبک یا نایلون که برای انتقال و توزیع آب در مزارع و باغ‌ها به کار می‌رود. هیدروفلوم معمولاً در طول‌های ۱۰۰ متری ولی با قطرهای مختلف (۶، ۱۰، ۱۵، ۱۸ و ۲۰ اینچ) تولید می‌شوند. استفاده از لوله‌های دریچه‌دار در سطح باغ سیب به جای کانال‌ها و جوی‌های انتقال دهنده آب، علاوه بر کاهش هزینه‌ها باعث کم شدن تلفات زمین می‌شود. استفاده از هیدروفلوم ساده است و تنها با باز و بسته کردن دریچه‌ها، آب در سطح مزرعه و یا باغ توزیع می‌شود. دریچه‌ها قابل تنظیم بوده و مقدار آبدهی آنها از صفر (که حالت بسته است) تا ۷ لیتر در ثانیه قابل تنظیم است. در شرایطی که فشار آب پشت دریچه حدود یک متر باشد و دریچه کاملاً برداشته شود، مقدار آبدهی آن تا حدود ۷ لیتر در ثانیه افزایش می‌یابد. برای بهره‌برداری مناسب‌تر، باید هیدروفلوم را در جهت شیب عرضی زمین پهن کرد و با تغییر میزان بازشدگی دریچه‌ها، مقدار دبی خروجی از دریچه‌ها در طول لوله را یکنواخت‌تر کرد. هنگام انتقال هیدروفلوم از هر محل آبیاری به محل دیگر، نیز باید تا حد امکان اتصالات باز شود و جابه‌جایی با احتیاط انجام گیرد.

۳-۱-۲- اصلاح برنامه آبیاری

برنامه‌ریزی آبیاری معمولاً به تصمیم‌گیری در مورد مقدار آب آبیاری و زمان انجام آبیاری اطلاق می‌شود و تصمیم‌گیری در مورد زمان شروع و قطع آبیاری یا مدت آبیاری نیز در این تعریف جای می‌گیرد. پایه و اساس برنامه‌ریزی آبیاری در باغ‌های سیب، تعیین نیاز آبی یا آب مورد نیاز درخت سیب است. با تعیین صحیح و دقیق نیاز آبی درختان سیب، می‌توان برنامه آبیاری را به درستی تنظیم کرد و از مصرف بیش از نیاز واقعی گیاه به آب و پیامدهای منفی آن جلوگیری نمود. عدم اطلاع از میزان آب مورد نیاز در هر شبکه آبیاری و زهکشی می‌تواند منجر به کم آبیاری، بیش آبیاری، عدم تولید محصول بهینه و اتلاف هزینه‌های احداث شبکه آبیاری شود و به طور کلی طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی بدون اطلاع از مقدار آب مورد نیاز موفق نخواهد بود. شاخص‌ترین پیامدهای مصرف آب بیش از نیاز واقعی گیاه شامل موارد زیر است:

- اتلاف آب و انرژی برای تامین و توزیع آب
- زه‌دار شدن اراضی کشاورزی
- شستشوی مواد غذایی خاک
- آلودگی منابع آبی
- ایجاد اختلال در تهویه خاک
- رشد علف‌های هرز

آبیاری نقش تعیین‌کننده و موثری بر عملکرد درختان سیب دارد. عملکرد درخت، اندازه میوه، عطر و طعم میوه و دوام آن وابستگی زیادی به مدیریت آبیاری در باغ دارد. بر خلاف تصور، آبیاری بیش از اندازه نیز به اندازه آبیاری ناکافی، رشد و باردهی درختان را کاهش می‌دهد. یکی از عوامل تاثیرگذار بر برنامه آبیاری در باغ‌های سیب، شرایط اقلیمی و آب و هوایی منطقه است. یکی از مهم‌ترین نکات دیگر که در برنامه‌ریزی آبیاری بایستی مد نظر قرار گیرد، کم آبیاری است. کم آبیاری یکی از راهکارهای بهینه برای تولید محصولات در شرایط کمبود آب است که همراه با کاهش محصول در واحد

سطح ولی افزایش تولید کل با گسترش سطح زیر کشت می‌باشد. اگر چه راهکار بهینه از نظر برخی باغداران، کاربرد حجمی از آب آبیاری است که بیشترین محصول را در واحد سطح تولید نماید. هدف اصلی در کم آبیاری افزایش بهره‌وری آب با کاهش نیاز آبی گیاه و حذف آن قسمت از آب آبیاری است که تاثیر معنی‌داری در افزایش عملکرد ندارد.

در تحقیق انجام شده در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گل‌مکان (استان خراسان رضوی) مقادیر آب در سه سطح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد آب مورد نیاز گیاه در دو روش آبیاری قطره‌ای و تیپ روی درختان سیب رقم ردسپار مورد بررسی قرار گرفتند (جلینی، ۱۳۸۴). نتایج نشان داد که از نظر مقدار بهره‌وری آب، روش آبیاری قطره‌ای نسبت به روش آبیاری تیپ اولویت داشت. در روش آبیاری قطره‌ای با میزان آبیاری در سطح ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی، هرچند میانگین عملکرد درختان سیب نسبت به سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ترتیب ۱۴/۲ و ۴۴/۵ درصد کاهش یافت، اما مقدار بهره‌وری آب به ترتیب ۱۶/۱ و ۴/۷ درصد افزایش داشت (جدول ۱۱).

در پژوهش دیگری در استان کرمانشاه روی درختان ۱۰ ساله سیب رقم گل‌دن دلشس، پنج تیمار آبیاری شامل آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی (شاهد)، کم آبیاری اولیه به میزان ۴۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی و کم آبیاری ثانویه به میزان ۴۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی مورد ارزیابی قرار گرفتند (ارجی و همکاران، ۱۳۹۴). کم آبیاری اولیه، ۵۵ روز پس از زمان تمام گل (۲۵ خرداد ماه) شروع و به مدت ۶۰ روز (تا ۲۵ مرداد ماه) ادامه یافت، در حالی که کم آبیاری ثانویه، ۱۱۵ روز پس از زمان تمام گل (۲۵ مرداد ماه) شروع و حدود ۴۰ روز (اوایل مهر ماه) یعنی تا زمان برداشت به طول انجامید. درختان تیمار شاهد نیز در طول فصل رشد تا زمان برداشت به صورت کامل (۱۰۰ درصد نیاز آبی) آبیاری شدند. نتایج نشان داد که حجم و وزن میوه درختان تحت تیمارهای کم آبیاری به جز تیمار ۴۰ درصد ثانویه در مقایسه با درختان شاهد کاهش معنی‌داری نشان ندادند. عملکرد درختان در تیمار کم آبیاری ۶۰ درصد اولیه و ثانویه نسبت به درختان شاهد کاهش معنی‌داری نشان

ندادند. تنش کم آبیاری اثرات مثبتی بر خصوصیات کیفی میوه داشت، به طوری که میزان قند کل و مواد جامد محلول کل میوه در درختان تحت تیمار کم آبیاری در مقایسه با شاهد افزایش نشان دادند. کم آبیاری منجر به کاهش ۴۱، ۲۸، ۱۸ و ۱۲ درصدی میزان آب مصرفی به ترتیب در تیمارهای ۴۰ درصد اولیه، ۶۰ درصد اولیه، ۴۰ درصد ثانویه و ۶۰ درصد ثانویه به ترتیب در مقایسه با تیمار آبیاری کامل گردید. به طور کلی با توجه به نتایج این تحقیق، کم آبیاری اولیه به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی به دلیل افزایش ۲۶ درصد در مقدار بهره‌وری آب، برای درختان سیب رقم گلدن دلشس توصیه شد (جدول ۱۱).

تنش آبی ملایم در اوایل فصل رشد بدون آن که بر تعداد میوه درخت اثری بگذارد، اندازه و وزن میوه سیب را کاهش می دهد و تنش آبی ملایم در فاصله زمانی پایان گلدهی تا ۱۰۰ روز پس از آن از رشد تاج درخت می کاهد، ولی پس از این دوره تاثیری بر رشد درخت ندارد (استدیوتو و همکاران، ۲۰۱۲). این مطلب ناشی از آن است که رشد رویشی درخت، سه ماه پس از گلدهی پایان می پذیرد. همگام با باز شدن جوانه ها و افزایش تعداد و اندازه برگ ها و با ورود به گرم ترین ماه های سال، همواره نیاز آبی درخت افزایش می یابد، به طوری که معمولاً بیشترین نیاز آبی درخت سیب در حدود ۶۰ روز پس از گلدهی اتفاق می افتد. با حذف عملیات آبیاری در نزدیکی زمان برداشت میوه و پس از آن امکان ذخیره آب فراهم می گردد. البته این شیوه مدیریتی برای ارقام پائیزه مناسب است. برای ارقام بهاره که برداشت محصول در اواخر بهار و یا اوایل تابستان است، این مدیریت مناسب نمی باشد.

جدول ۱۱- اثر کم آبیاری بر بهره‌وری آب در سیب

استان	تیمار برتر	تغییرات آب مصرفی (درصد)	تغییرات عملکرد میوه (درصد)	تغییرات بهره‌وری آب (درصد)
خراسان رضوی	آبیاری قطره‌ای با ۷۵٪ نیاز آبی	- ۲۵/۰	- ۱۴/۲	+ ۱۶/۱
کرمانشاه	۶۰٪ نیاز آبی (۲۵ خرداد - ۲۵ مرداد)	- ۲۷/۸	- ۸/۰	+ ۲۶/۰

مدیریت خشکی موضعی ریشه^۱ یکی از روش‌های کم آبیاری است که ضمن کاهش مصرف آب، می‌تواند کاهش معنی‌داری را در صفات کمی و کیفی محصول ایجاد نکند. روش کم آبیاری خشکی موضعی ریشه (خیس و خشک شدن متناوب ریشه) از طریق مکانیسم‌های فیزیولوژی، گیاه را تحریک نموده تا در شرایط تنش خشکی از خود مقاومت بیشتری نشان دهد که این واکنش باعث کاهش مصرف آب، حفظ کیفیت میوه در شرایط تنش آبی و افزایش بهره‌وری آب می‌گردد. در این مدیریت آبیاری که عمدتاً در باغ‌های میوه مورد استفاده قرار می‌گیرد، بخشی از ریشه گیاه به تناوب خیس و خشک شده و یا در هر آبیاری، یک طرف درختان به تناوب آبیاری می‌شود (شکل ۱۴). در ریشه‌هایی که در معرض خشکی خاک قرار می‌گیرند، تولید و ترشح اسید آبسزیک در جریان شیره خام افزایش یافته و در نتیجه سبب بسته شدن نسبی روزنه برگ‌ها و کاهش تعرق می‌گردد. همچنین در قسمتی که آبیاری نشده، تبخیر از سطح خاک کاهش یافته و به این شکل بهره‌وری مصرف آب افزایش می‌یابد. از آنجا که در این روش، به نیمی از ریشه‌ها تنش آبی وارد نمی‌شود، رشد و باردهی درختان سیب آسیب جدی نمی‌بیند. شایان ذکر است که به علت خیس و خشک شدن متوالی نیمی از ریشه‌ها در مدیریت خشکی موضعی ریشه، فعالیت و رشد ریشه‌ها نیز نسبت به سایر مدیریت‌های کم آبیاری دیگر بیشتر می‌باشد. همچنین این مدیریت آبیاری تاثیر قابل توجهی بر کاهش علف‌های هرز بین ردیف‌های خشک دارد (سدراس، ۲۰۰۹).



شکل ۱۴- آبیاری به روش مدیریت خشکی موضعی ریشه در سامانه قطره‌ای

مدیریت کم آبیاری به شیوه خشکی موضعی ریشه، قابل پیاده سازی در شرایط سامانه‌های آبیاری سطحی و تحت فشار موضعی می‌باشد. با ایجاد دو جویچه در طرفین گیاه در آبیاری سطحی یا دو خط لوله آبدار در دو طرف گیاه در آبیاری قطره‌ای امکان اعمال این مدیریت فراهم می‌گردد. در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای که آرایش قطره‌چکان‌ها به صورت دو خطی در نظر گرفته شده باشد، با بسته و باز شدن جریان آب در لوله‌های آبدار در هر طرف گیاه، اعمال این مدیریت آبیاری میسر خواهد بود. با توجه به پایین بودن راندمان آبیاری در روش‌های سطحی، استفاده از این مدیریت در سامانه‌های آبیاری تحت فشار موضعی از عمومیت بیشتری برخوردار است. ضمن این که استفاده از این مدیریت در آبیاری سطحی نیز موجب کاهش مصرف آب نسبت به شرایط معمول (حداقل به میزان ۲۰ درصد) می‌گردد (امداد، ۱۳۹۶).

همچنین گزارش شده که جذب مواد غذایی در گیاهانی که تحت تاثیر مدیریت کم-آبیاری به شیوه خشکی موضعی ریشه قرار گرفته‌اند، نسبت به سایر مدیریت‌های کم آبیاری دیگر بیشتر بوده است. بر اساس نظر برخی محققان مدیریت کم آبیاری به شیوه خشکی موضعی ریشه مقدار بهره‌وری آب را تا ۸۲ درصد نسبت به مدیریت‌های معمول کم

آبیاری افزایش می‌دهد (سدراس، ۲۰۰۹) که این افزایش، موجب کاهش مصرف آب قابل توجهی نسبت به روش‌های معمول و متداول آبیاری شده است. در تحقیق انجام شده در کشور آمریکا روی درختان سیب، عملکرد میوه سیب در تیمار کم آبیاری خشکی موضعی ریشه معادل ۴۸ کیلوگرم برای هر درخت بوده که اختلاف معنی‌داری با تیمار آبیاری کامل نداشت. همچنین متوسط وزن هر میوه در تیمار آبیاری کامل و خشکی موضعی ریشه به ترتیب ۲۳۰ و ۲۲۰ گرم بود که اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. در حالی که میزان آب مصرفی در مدیریت کم آبیاری خشکی موضعی ریشه حدود ۴۵ درصد نسبت به آبیاری کامل کاهش داشت (لیب و همکاران، ۲۰۰۶). بررسی تاثیر کم آبیاری به شیوه خشکی موضعی ریشه روی دو رقم سیب گالا و فوجی در کشور نیوزلند کاسپاری و همکاران، ۲۰۰۴) حاکی از آن بود که این مدیریت کم آبیاری موجب کاهش ۳۰ تا ۵۰ درصد در مصرف آب شده، در حالی که آسیبی به اندازه، عملکرد و کیفیت میوه سیب وارد نکرده است (جدول ۱۲).

به طور کلی بر اساس تحقیقات انجام گرفته، استفاده از این مدیریت برای درختان سیب، گیلان، هلو، گلابی، پرتقال و انگور موجب کاهش مصرف آب به میزان ۳۰ تا ۵۰ درصد و همچنین بهره‌وری آب شده است (امداد، ۱۳۹۶). بنابراین در مناطق خشک و نیمه خشک از جمله کشور ایران که منابع آب عامل محدودکننده می‌باشد، این مدیریت کم آبیاری موجب کاهش و صرفه جویی در مصرف آب به ویژه در باغ‌های میوه (بدون کاهش معنی‌دار در عملکرد محصول) می‌گردد.

جدول ۱۲- اثر خشکی موضعی ریشه بر بهره‌وری آب در سیب

رقم سیب	تغییرات آب مصرفی (درصد)	تغییرات عملکرد میوه (درصد)	تغییرات بهره‌وری آب (درصد)
فوجی (Fuji)	+ ۴۶/۷	+ ۱/۰	+ ۸۷/۵
گالا (Gala) و فوجی (Fuji)	+ ۳۰/۰	+ ۰/۵	+ ۴۲/۹
برابرن (Braeburn)	+ ۵۰/۰	- ۱/۲	+ ۹۷/۶

۳-۱-۳- استفاده از مالچ

منظور از مالچ یا خاک‌پوش، موادی آلی و غیر آلی است که به منظور حفاظت خاک از عوامل محیطی نظیر تبخیر و فرسایش بادی روی سطح خاک پخش می‌شود. استفاده از مالچ می‌تواند یکی دیگر از راهکارهای مهم در کاهش مصرف آب در اراضی کشاورزی باشد، زیرا که مالچ موجب حفظ رطوبت خاک و کاهش تبخیر از سطح خاک می‌شود (شکل ۱۵). بر اساس گزارش سازمان جهانی خواربار کشاورزی (FAO) میزان تبخیر و تعرق گیاه با استفاده از مالچ کاهش می‌یابد، زیرا که مالچ موجب کاهش تبخیر از سطح خاک تا ۸۰ درصد می‌شود (آلن و همکاران، ۱۹۹۸). از طرف دیگر، اکثر خاک‌های مناطق پرورش سیب در کشور دچار کمبود مواد آلی هستند و استفاده از مالچ آلی علاوه بر کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری آب، می‌تواند موجب اصلاح فیزیکی و شیمیایی خاک، کاهش ریزش میوه، کاهش بیماری‌های حاصل از تنش‌های زنده و غیرزنده و افزایش عملکرد کمی و کیفی میوه در باغ‌های سیب گردد.

کاربرد مالچ پلاستیک برای درختان سیب موجب کاهش ۱۵/۱ درصد در آب مصرفی و افزایش ۱۳/۲ و ۳۳/۲ درصد به ترتیب در عملکرد میوه و بهره‌وری آب شد (هناره، ۱۳۹۸). در تحقیق انجام شده در استان فارس، اثر به کارگیری خاک‌پوش مصنوعی و آلی بر جذب عناصر غذایی، رشد و بهره‌وری آب بادام مورد بررسی قرار گرفت (تدین و معاف پوریان، ۱۳۹۶). نتایج نشان داد که استفاده از خاک‌پوش پلی ممبران (به ضخامت ۴ میلی‌متر)، خاک‌پوش تفاله شیرین بیان و خاک‌پوش کاه (هر یک به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر در سایه انداز درخت) به ترتیب موجب کاهش ۳۸/۹، ۲۳/۱ و ۲۰/۴ درصد آب آبیاری، افزایش ۴۵/۹، ۱۲/۳ و ۹/۰ درصد عملکرد میوه و افزایش ۱۳۶/۹، ۴۷/۶ و ۱۴/۸ درصد بهره‌وری آب گردید. همچنین در تحقیق دیگری در همین استان، کاربرد کاه به عنوان مالچ (به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر در سایه انداز) درختان انار موجب کاهش ۱۳/۲ درصد آب مصرفی، افزایش ۱۱/۹ درصد عملکرد میوه و افزایش ۲۸/۹ درصد بهره‌وری آب شد (تدین، ۱۳۹۴). نتایج برخی از تحقیقات مذکور در جدول ۱۳ ارائه شده است.



شکل ۱۵- کاربرد مالچ آلی در یک باغ سیب

جدول ۱۳- اثرات کاربرد مالچ بر میزان آب مصرفی، عملکرد میوه و بهره‌وری آب (استان فارس)

محصول	نوع مالچ	کاهش آب مصرفی (درصد)	افزایش عملکرد میوه (درصد)	افزایش بهره‌وری آب (درصد)
سیب	پلاستیک	۱۵/۱	۱۳/۲	۳۳/۲
بادام	پلی ممبران	۳۸/۹	۴۵/۹	۱۳۶/۹
انار	آلی (کاه)	۱۳/۲	۱۱/۹	۲۸/۹

۳-۱-۴- انتخاب پایه‌های متحمل به خشکی

کمبود آب از جمله عوامل محیطی است که تولید را محدود می‌کند، بنابراین ارزیابی و شناسایی پایه‌ها و ارقام متحمل به خشکی ضروری است. به منظور تعیین پایه‌های رویشی سیب و مقادیر مختلف آبیاری بر میزان رشد، باردهی و کیفیت میوه سیب در استان آذربایجان غربی، نهال‌های سیب رقم گلدن دلشز پیوند شده روی سه پایه رویشی MM111، M26 و MM106 با سه سطح آبیاری به میزان ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی (بر اساس روش تشت تبخیر) مورد ارزیابی قرار گرفتند (حسنی و همکاران، ۱۳۸۸). نتایج

نشان داد که در تیمار آبیاری به میزان ۵۰٪ نیاز آبی، بیشترین بهره‌وری آب مربوط به پایه MM111 بود، ولی در این تیمار خصوصیات کیفی میوه پایین بود. در سطح آبیاری ۷۵٪ و ۱۰۰٪ نیاز آبی، پایه M26 بیشترین بهره‌وری آب را داشت. به طور کلی در کلیه تیمارها با کاهش میزان آب آبیاری نسبت به آبیاری کامل، مقدار بهره‌وری آب افزایش پیدا کرد. بیشترین بهره‌وری آب مربوط به تیمار آبیاری ۵۰٪ نیاز آبی و کمترین آن در تیمار آبیاری کامل حاصل گردید. البته کاهش آب آبیاری موجب کاهش عملکرد نیز شد، ولی روند کاهش مصرف آب بیش از کاهش عملکرد بود. با توجه به معنی دار شدن اثر متقابل پایه در مقدار آبیاری بر عملکرد میوه و اختلاف ناچیز بین اثر تیمارهای ۷۵٪ و ۱۰۰٪ نیاز آبی بر عملکرد میوه از یک طرف و افزایش بهره‌وری مصرف آب در تیمار ۷۵٪ نیاز آبی نسبت به تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی از طرف دیگر، تیمار آبیاری ۷۵٪ نیاز آبی با پایه M26 به عنوان تیمار برتر معرفی گردید. مقدار بهره‌وری آب در تیمار مذکور به ازای مصرف یک مترمکعب آب، ۱/۲ کیلوگرم میوه بود و خصوصیات کیفی میوه شامل میزان مواد جامد محلول (TSS) و سفتی بافت میوه نیز در حد مطلوب بود (جدول ۱۴).

جدول ۱۴- اثرات نوع پایه و میزان آبیاری بر بهره‌وری آب در درختان ۵-۴ ساله سیب

نوع پایه و میزان آبیاری	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	عملکرد میوه (تن در هکتار)	بهره‌وری آب (کیلوگرم/مترمکعب)
MM111 و (۵۰-۷۵-۱۰۰)٪ نیاز آبی	۱۸۸۰ - ۳۷۵۸	۵/۱۴ - ۵/۶۹	۱/۴ - ۳/۰
M26 و (۵۰-۷۵-۱۰۰)٪ نیاز آبی	۱۸۸۰ - ۳۷۵۸	۴/۸۴ - ۶/۲۷	۱/۷ - ۲/۶
MM106 و (۵۰-۷۵-۱۰۰)٪ نیاز آبی	۱۸۸۰ - ۳۷۵۸	۴/۹۲ - ۵/۶۶	۱/۵ - ۲/۶

در تحقیق دیگری در استان آذربایجان غربی، پاسخ سه پایه سیب شامل گمی آلماسی (GA)، MM111 و MM106 به تنش خشکی در شرایط درون شیشه‌ای مورد بررسی قرار گرفت (جلالی صمغ‌آبادی و جلیلی مرنندی، ۱۳۹۴). تنش خشکی در غلظت‌های صفر،

یک، دو و چهار درصد پلی اتیلن گلیکول (PEG-6000) در محیط کشت موراشیک و اسکوگ به مدت شش هفته اعمال شد. نتایج نشان داد تنش خشکی ایجاد شده به وسیله پلی اتیلن گلیکول، باعث کاهش عوامل رشدی (طول شاخساره و ریشه، وزن تر شاخساره و ریشه)، شاخص کلروفیل و افزایش دیگر عوامل بیوشیمیایی (محتوای پرولین، قندهای محلول، پروتئین و میزان آنزیم های کاتالاز و گایاکول پراکسیداز) شد، اما تاثیری روی قطر ساقه نداشت. کمترین میزان طول شاخساره و ریشه، وزن تر شاخساره و ریشه و شاخص کلروفیل در پایه MM106 در تیمار چهار درصد پلی اتیلن گلیکول مشاهده شد و بیشترین میزان پرولین، قندهای محلول و آنزیم کاتالاز در پایه سیب گمی آلماسی در تیمار چهار درصد پلی اتیلن گلیکول به دست آمد. بر طبق نتایج پایه گمی آلماسی در ردیف پایه های مقاوم به خشکی معرفی گردید (جدول ۱۵).

همچنین به منظور تعیین میزان تحمل به خشکی برخی پایه‌های هیبرید سیب، ۱۱ ژنوتیپ حاصل از برنامه اصلاح پایه‌های سیب شامل AR1 تا AR11 به همراه پایه MM111 به عنوان شاهد متحمل در دو تیمار آبیاری در ۴۰ و ۸۰ درصد ظرفیت زراعی ارزیابی شدند (آتشکار و همکاران، ۱۳۹۷). در این پژوهش فاکتورهای فیزیولوژیکی شامل فتوسنتز، هدایت روزنه ای، تعرق، CO₂ زیرروزنه، کارایی مصرف آب، هدایت مزوفیلی، محتوای نسبی آب برگ، دمای سطح برگ و دمای بخش درونی تاج اندازه-گیری شد. به طور کلی ژنوتیپ پایه‌های مورد مطالعه به لحاظ خصوصیات فیزیولوژیکی تفاوت معنی داری از خود نشان دادند. تحت تأثیر تنش خشکی، پارامترهای فیزیولوژیکی کاهش یافت و میزان کاهش آن در ژنوتیپ پایه‌های مختلف متفاوت بود. اگرچه ژنوتیپ پایه‌های AR3، AR4، AR5 و AR7 در شرایط آبیاری بدون تنش (۸۰ درصد ظرفیت زراعی)، دارای بیشترین تبادلات روزنه ای و فتوسنتز بودند، ولی کمترین کاهش در تبادلات روزنه‌ای و فتوسنتز تحت تنش خشکی در ژنوتیپ پایه‌های AR1، AR4، AR8 و AR11 و بیشترین پاسخ منفی به تنش در ژنوتیپ پایه‌های AR3، AR6، AR7 و AR9 مشاهده شد که به عنوان دو گروه ژنوتیپ های متحمل و حساس به تنش خشکی معرفی گردیدند (جدول ۱۵).

جدول ۱۵- برخی پایه‌های سیب متحمل به خشکی

نوع پایه	پایه‌های متحمل
گمی آلماسی (GA)، MM106، MM111	گمی آلماسی
پایه MM111 و ۱۱ پایه AR1 تا AR11	AR4، AR8، AR11

۳-۲- راهکارهای افزایش عملکرد کمی و کیفی سیب

یکی دیگر از مهمترین علل پایین بودن میزان بهره‌وری آب در میوه سیب، پایین بودن میزان عملکرد میوه در اثر مشکلات ساختاری باغ‌های کشور است. توسعه ارقام و پایه‌های کم‌بازده و عدم بهره‌گیری از پتانسیل مطلوب ارقام و پایه‌های موجود در تولید محصول، تغذیه نامناسب درختان، آلودگی باغ‌های سیب به آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز، الگوی کشت نامناسب، عدم توسعه مکانیزاسیون، مناسب نبودن فرآوری و بسته‌بندی محصول و بالا بودن ضایعات محصول از جمله مهم‌ترین عوامل دخیل در کاهش عملکرد میوه سیب در کشور به شمار می‌آیند. طبق آخرین گزارش سازمان جهانی خواربار و کشاورزی (FAO)، کشور ایران هر چند که از نظر سطح زیر کشت (بارور) و میزان تولید سیب رتبه هفتم را در جهان به خود اختصاص داده، اما از نظر عملکرد میوه سیب با ۱۹/۶ تن در هکتار، ایران رتبه ۳۲ را در دنیا دارد. در حالی که عملکرد میوه سیب در کشورهایی مانند ایتالیا، آمریکا، فرانسه و ترکیه به ترتیب معادل ۴۴/۸، ۳۸/۹، ۳۲/۳ و ۲۵/۱ تن در هکتار است (FAOSTAT, 2020). از بررسی و مقایسه تغییرات سطح زیر کشت و عملکرد در کشورهای برتر دنیا با در نظر گرفتن محدودیت آب، قابلیت موجود و نهفته در مقادیر عملکرد و ضایعات میوه ملاحظه می‌شود که با سرمایه‌گذاری در زمینه افزایش عملکرد میوه و کاهش ضایعات میوه سیب می‌توان به اهداف برنامه‌های توسعه دست یافت و گسترش سطح زیر کشت، در سطح وسیع دیگر عقلائی و به صلاح کشور نیست. در صورت اصلاح روش‌های مدیریت باغی و برطرف کردن موانع تولید با همین سطح و یا

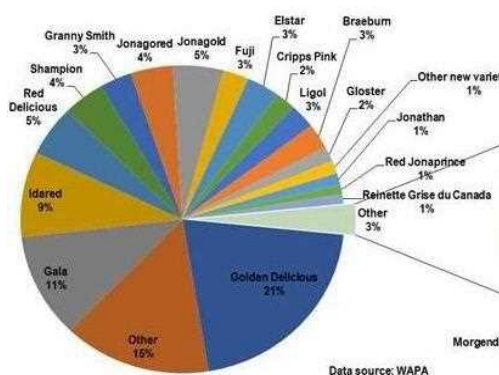
حتی کمتر می‌توان وضعیت فعلی را به سطح قابل قبولی از تولید و عملکرد محصول افزایش داد.

طی قرن اخیر سیستم‌های کاشت درختان میوه در کشورهای پیشرو دچار تحول و پیشرفت‌های چشمگیری گردیده در حالی که در کشور ایران طی این مدت تغییرات با سرعت بسیار کم و اکثر قریب به اتفاق باغ‌های کشور با روش سنتی احداث و مدیریت شده‌اند. سیستم‌های کشت متراکم و کاشت تعداد زیاد نهال در واحد سطح در باغ‌های مدرن نسبت به تراکم کم درختان در واحد سطح در باغ‌های سنتی اولین تحول رخ داده در کشورهای پیشرو و در تعداد محدود باغ‌های مدرن کشور ایران می‌باشد. این تغییر در سیستم کاشت به تنهایی نمی‌تواند منجر به افزایش عملکرد و بهره‌وری آب گردد، موفقیت این شیوه در قدم اول مستلزم استفاده از پایه‌های رویشی کنترل کننده رشد، رقم مناسب، نهال سالم و مناسب، به کار بردن روش‌های تخصصی هرس و تربیت درختان، مدیریت آبیاری و تغذیه، کنترل موثر آفات و بیماری‌ها و در مجموع مدیریت علمی باغ می‌باشد. با توجه به گران شدن نهاده‌ها، دستمزد کارگر و به طور کلی هزینه‌های تولید، دیگر احداث و نگهداری باغ‌های سنتی مقرون به صرفه نیست و تولیدکننده با عملکردهای معمول قادر به تامین هزینه‌ها از محل درآمد باغ نخواهد بود. برای اقتصادی کردن تولید محصولات باغی راهی جز عبور از باغداری سنتی و احداث باغ‌های مدرن باقی نمانده است. به طور کلی مهمترین راهکارهای افزایش عملکرد کمی و کیفی میوه سیب در باغ‌های کشور در زیر ارائه شده است.

۳-۲-۱- افزایش تنوع رقم

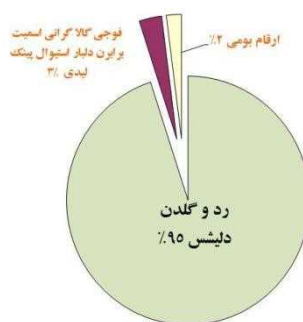
یکی از چالش‌های مهم صنعت سیب کشور، عدم تنوع ارقام است. تنوع ارقام از نظر عرضه به بازار داخلی و به ویژه بازار خارجی حائز اهمیت فراوان است. بررسی‌های انجام شده نشان داده‌اند که در کشور ۹۵٪ سطح زیر کشت منحصر به دو رقم رد و گلدن دلشس است و سایر ارقام که شامل تنوع کمی نیز هستند، فقط ۵٪ سطح را شامل می‌شوند. در حالی که طبق شکل ۱۶ در اتحادیه اروپا ارقام رد و گلدن دلشس فقط ۲۶٪ از سطح زیر کشت سیب را به خود اختصاص داده‌اند (WAPA, 2017). ضمن این که در

اتحادیه اروپا، ۷۴٪ مابقی نیز از تنوع بالایی برخوردار است. عدم تنوع ارقام، سبب بروز دو مسئله اساسی گردیده است. اول اینکه طیف مصرف کنندگان را محدود ساخته و همه سلاقی و ذائقه‌ها را شامل نمی‌شود، بنابراین سرانه مصرف کاهش می‌یابد. دومین مشکلی که با افزایش تولید بیشتر نمایان گردیده، حجم بالای برداشت سیب در محدوده زمانی کوتاه می‌باشد، که تدارکات لازم برای برداشت نزدیک به چهار میلیون تن سیب در بازه زمانی حداکثر دو ماهه را مشکل ساخته است، به طوری که افزایش دوره برداشت سبب افزایش ریزش میوه، افت کیفیت و کاهش طول عمر انباری میوه گردیده است.



(ب)

تنوع ارقام در باغات سیب کشور



(الف)

شکل ۱۶- مقایسه تنوع ارقام سیب کشور ایران (الف) و کشورهای اتحادیه اروپا (ب)

اگرچه تاکنون بیش از ۱۰۰۰۰ رقم شناخته شده سیب در دنیا معرفی شده است (جانیک و همکاران، ۱۹۹۶)، اما در اکثر کشورها از جمله ایران بیش از ۸۰ درصد سطح زیر کشت باغات تجاری به دو رقم گلدن دلیش و رد دلیش و یا نتاج آنها از قبیل گالا، جوناگلد، فوجی، موتسو، امپایر اختصاص یافته است. در ایران، سایر ارقام از قبیل گالا، دلباراستیوال، گلاب کهنز، شفیع‌آبادی و نیز برخی از ارقام محلی کم و بیش مورد استفاده باغداران قرار می‌گیرند. در چین بیش از ۶۰ درصد سیب‌های تولیدی در دهه ۱۹۸۰ را ارقام گلدن دلیش و رد دلیش تشکیل می‌دادند. این میزان در دهه ۱۹۹۰ به ۷۰ درصد افزایش یافته و ارقامی نظیر فوجی و رد دلیش نیز به تدریج وارد بازار شدند (زای-لانگ،

۱۹۹۹). حدود ۴۰ درصد از بازارهای اسپانیا، فرانسه و ایتالیا نیز در دهه‌های زیادی به رقم گلدن دلشس اختصاص داشت. در حال حاضر نیز ۱۵ درصد سیب موجود در کشورهای عضو اتحادیه اروپا را رد دلشس تشکیل می‌دهد (سانسیون و همکاران، ۲۰۰۴). این کاهش تنوع ژنتیکی، پتانسیل برنامه‌های اصلاحی را به شدت تحت تاثیر قرار داده است. در فاصله سال‌های ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۵ مناطق سیب کاری دنیا بیش از دو برابر شد، در حالی که ارقام تنوع محسوسی پیدا نکردند (هوکسون و همکاران، ۱۹۹۷)، اما به تدریج استفاده از ارقام جدید سیب رونق یافت. طبق اطلاعات موجود در سال ۱۹۹۹ در ایتالیا معرفی و استفاده از ارقام جدید سیب شروع به گسترش کرد، به طوری که در یکی از قطب‌های میوه کاری ایتالیا با ۶۰ درصد تولید کل این کشور، ۵۸ درصد تولید را ارقام رد و گلدن دلشس و ۴۲ درصد باقی‌مانده را ارقام متنوع و جدید به خود اختصاص دادند. سایر کشورهای مهم تولیدکننده سیب نیز اقدام به کشت ارقام جدید نموده‌اند. در فرانسه تولید میوه سیب گالا از یک درصد در سال ۱۹۹۵، به نزدیک ۸ درصد در سال ۱۹۹۸ رسید. در ایتالیا تولید سیب گالا روبه رشد است، به طوری که این رقم به ۵/۵ درصد کل تولید این کشور می‌رسد. تولید سیب گالا در سایر کشورهای اروپایی مانند اتریش، آلمان، اسپانیا و انگلیس نیز روبه افزایش است. در سال ۱۹۹۷ در هلند، ارقام الستار و جوناگلد نسبت به سال ۱۹۹۲ به ترتیب ۲۱/۸ درصد و ۶/۹ درصد رشد داشته است. رقم Braeburn واریته‌ای است که در نیوزیلند رو به گسترش است.

با توجه به سیاست‌های اتخاذ شده برای کاهش سطح برداشت محصولات مهم باغی از ۲۶۴۰ هزار هکتار به ۲۵۰۰ هزار هکتار در افق ۱۴۱۰ و این نکته که برآوردها نشان می‌دهند که حدود یک سوم باغ‌های سیب کشور دچار فرسودگی هستند، ۶۰ هزار هکتار از باغ‌های سیب نیاز به جایگزینی دارند (شکل ۱۷).



شکل ۱۲- یک باغ فرسوده سیب با عمر حدود ۵۰ سال

این جایگزینی بایستی به‌دقت صورت گیرد و اولاً با در نظر گرفتن کشش بازار بخشی از آن به ارقام زودرس و میان‌رس اختصاص یابد و ثانیاً تنوع دادن به ارقام با رویکرد عرضه به بازارهای خارجی و صادرات در دستور کار قرار گیرد. کاشت ارقام تابستانه به دلیل برداشت زودتر محصول سبب کاهش حدود ۵۰ درصد مصرف آب در ماه‌های مرداد و شهریور خواهد شد (ارقام تابستانه نیاز آبی کمتر دارند) و بنابراین از این طریق نیز به افزایش بهره‌وری آب کمک خواهد کرد.

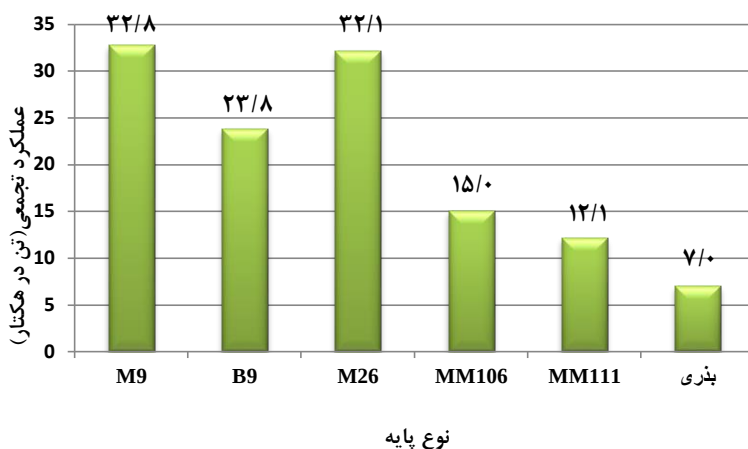
۳-۲-۲- اصلاح روش‌های کاشت و تربیت

همان‌طور که قبلاً ذکر شد استفاده از پایه‌های رویشی کنترل‌کننده رشد، رقم مناسب، نهال سالم و مناسب و به کار بردن روش‌های تخصصی هرس و تربیت درختان از جمله روش‌های باغداری مدرن است که در ذیل به آن پرداخته می‌شود.

۳-۲-۲-۱- جایگزین کردن پایه‌های بذری با پایه‌های رویشی

در یک پروژه تحقیقاتی در استان اصفهان، تاثیر پایه‌های رویشی و پایه بذری بر عملکرد درختان رد دلشس و گلدن دلشس مورد بررسی قرار گرفت (پیرمادیان، ۱۳۸۸). عملکرد و میزان محصول تجمعی (از سال سوم تا ششم رشد) محاسبه شده با توجه به

تراکم‌های متناسب با نوع پایه نشان داد که میزان عملکرد محصول در ارقام مختلف به ترتیب روی پایه‌های M9، M26، B9، MM106 و MM111 بیشتر و روی پایه بذری کمتر از همه می‌باشد. به طور مشخص پایه M9 به ترتیب در رقم رد دلشس و گلدن دلشس ۸۸/۵ و ۸۲/۳ درصد نسبت به پایه بذری افزایش عملکرد نشان داد. پس از آن پایه M26 و سپس پایه‌های B9، MM106 و MM111 بیشترین میزان محصول را نسبت به پایه بذری داشتند (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- تاثیر پایه بر عملکرد تجمعی سه ساله در سیب گلدن دلشس

۳-۲-۲-۳- استفاده از نهال مناسب

نهال‌های منشعب (شاخه‌دار) نهال‌های ایده آل برای کشت هستند. پرورش دهندگانی که درختان دو ساله شاخه‌دار را بر نهال‌های ترکه‌ای یک شاخه ترجیح می‌دهند، قادر خواهند بود رشد تاج درخت را در دو سال اول رشد به حداکثر برسانند (شکل ۱۹). نهال‌های منشعب حداقل دوسال زودتر از نهال‌های ترکه‌ای به سن باروری می‌رسند. علاوه بر داشتن اسکلت منشعب شده نهال، سلامت نهال به ویژه از لحاظ بیماری‌های ویروسی حائز اهمیت بسیار است. در حال حاضر، پایه‌های M9 و M26 بیشتر در دسترس هستند که از گزینش‌های قدیمی تر بوده، ولی ممکن است دارای ویروس باشند که می‌تواند توانایی رشد را محدود کند. در برنامه اصلاح درختان دانه دار در استرالیا، کلون‌های عاری از

ویروس M9 و M26 در نهالستان گواهی شده تولید می‌شوند، اما تامین آنها محدود است. وقتی که رقم پیوندک انتخابی باغدار تست ویروسی شده است، محل دسترسی به پایه‌های تست ویروسی شده اهمیت زیادی دارد.

همان طور که در جدول ۱۶ مشاهده می‌شود احداث باغ سیب با نهال منشعب منجر به افزایش ۳۳٪ (۱۵/۷ تن در هکتار) در میزان محصول تولیدی نسبت به باغ احداث شده با نهال ترکه‌ای در پایان سال ششم شده است (پیرمادیان، ۱۳۸۸).



(ب)



(الف)

شکل ۱۹- نهال منشعب یا شاخه‌دار (الف) و نهال ترکه‌ای (ب)

جدول ۱۶- عملکرد میوه سیب در باغ‌های احداث شده با نهال ترکه‌ای و منشعب (کیلوگرم/هکتار)

سن درخت	نهال ترکه‌ای	نهال منشعب
سال سوم	۰	۳۷۷۹
سال چهارم	۰	۱۱۸۸۰
سال پنجم	۲۱۶۰۰	۲۱۶۰۰
سال ششم	۲۵۹۲۰	۲۵۹۲۰
مجموع	۴۷۵۲۰	۶۳۱۷۹

۳-۲-۳- اجرای صحیح تربیت درخت

اجرای صحیح سیستم‌های تربیت درختان با ایجاد فرم و اسکلت پایدار در جهت دریافت و توزیع مناسب نور به عنوان مهمترین عامل موثر بر فتوسنتز و رنگ گیری میوه است همچنین داشتن تاجی قوی و سالم جهت تحمل حداکثر میوه روی درختان، در عملکرد باغ‌های سیب بسیار موثر است، ولی متأسفانه اجرای صحیح سیستم‌های تربیت و هرس مناسب در بخش بزرگی از باغ‌های کشور به ویژه باغ‌های سیب قابل قبول نمی‌باشد. در تراکم‌های بالا بایستی گسترش جانبی تاج درخت محدود شود به همین جهت طی چند سال اخیر در مورد استفاده از سیستم‌های تربیت دوکی (Selender spindle) تحقیق شده است. نتایج بررسی‌های انجام شده نشان داد که سیستم تربیت دوکی باریک در رقم گلدن دلشس باعث افزایش عملکرد گردیده و این فرم نسبت به فرم‌های دیگر تفاوت معنی‌دار نشان می‌دهند (ریچاردفون، ۱۹۷۷). در کشور هلند بیش از ۹۰ درصد درختان سیب به شکل دوکی در اندازه‌های گوناگون تربیت می‌شوند و در فرانسه سیستم‌های پهن‌افقی توسعه فراوان یافته است. فرم تربیت دوکی در درختان امپایر سیب روی پایه‌های مختلف مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج نشان داده است که این رقم روی پایه M9 با فرم تربیت دوکی، ۲۱۰ تن در هکتار عملکرد داشته است (باردن و مارینی، ۲۰۰۱).

با توجه به تاثیر انکار ناپذیر فرم تربیت و نوع پایه بر عملکرد درختان یک پروژه تحقیقاتی با رقم سیب گلدن دلشس روی پایه‌های M9، M26 و MM106 با فرم‌های تربیت مختلف در استان اصفهان اجرا شد (علیزاده و پیرمادیان، ۱۳۸۹). نتایج این تحقیق نشان داد که رقم گلدن دلشس روی پایه MM106 با فرم تربیت شلجمی و روی پایه‌های M9 و M26 با فرم تربیت دوکی باریک، حداکثر عملکرد تجمعی را داشت (جدول ۱۷). این یافته‌ها نشان می‌دهند که انتخاب فرم تربیت مناسب (دوکی باریک) برای درختان سیب روی پایه‌های M9 و M26 منجر به افزایش عملکرد (تجمعی) محصول به ترتیب ۳۴ و ۳۶ درصد (نسبت به فرم تربیت شلجمی) خواهد شد. این مسئله قابل تعمیم به باغ‌های موجود با پایه بذری نیز هست و در صورت انتخاب فرم تربیت و هرس مناسب، می‌توان عملکرد محصول و در نتیجه مقدار بهره‌وری آب را افزایش داد (شکل ۲۰).

جدول ۱۷- عملکرد درختان سیب در شکل‌های مختلف تربیت

شکل تربیت	پایه	وزن میوه (گرم)	عملکرد (کیلوگرم/هکتار)
دوکی آزاد	M9	۱۳۸	۱۷۰۰۳
	M26	۱۲۲	۱۷۲۳۱
	MM106	۱۳۳	۲۱۴۴۶
شلجمی	M9	۱۳۶	۱۷۱۵۹
	M26	۱۲۸	۱۳۷۹۴
	MM106	۱۴۴	۲۷۶۸۲
پالمت	M9	۱۲۱	۱۲۸۳۸
	M26	۱۱۸	۱۲۵۷۷
	MM106	۱۴۱	۱۹۹۰۸
دوکی باریک	M9	۱۳۷	۲۳۰۵۴
	M26	۱۲۶	۱۸۷۴۲
	MM106	۱۴۲	۲۵۰۵۳



(ب)



(الف)

شکل ۲۰- شکل تربیت شلجمی (الف) و دوکی باریک (ب) در درختان سیب

۳-۲-۳- مدیریت تنش‌های زیستی

بخش‌های مختلف درخت سیب شامل برگ، شاخه، جوانه، میوه، تنه و ریشه مورد حمله عوامل مهم خسارت‌زا شامل پرنده‌گان، جوندگان، حشرات، نرمتنان و همچنین عوامل بیماری‌زا نظیر قارچ‌ها، ویروس‌ها و باکتری‌ها قرار می‌گیرد که به شیوه‌های مختلف سبب کاهش محصول می‌شوند. اغلب وضعیت نامطلوب درختان از جنبه آبیاری و تغذیه، باعث شیوع آفات چوبخوار و بعضی از بیماری‌ها خواهد شد. از مهمترین آفات و بیماری‌های خسارت‌زا در باغ‌های سیب می‌توان به کرم سیب، کنه تار عنکبوتی (دو نقطه-ای)، کنه قرمز اروپایی، سپردار یا شپشک واوی، پوسیدگی طوقه، آتشک و لکه سیاه سیب نام برد (شکل ۲۱ و ۲۲). پیش‌بینی می‌شود که رعایت دستورالعمل‌های مبارزه با آفات و بیماری‌های درختان سیب می‌تواند از خسارت ۲۰-۱۵ درصد بر عملکرد میوه جلوگیری نماید.

علاوه بر عوامل مذکور، علف‌های هرز نیز در رقابت با درخت سیب کاهش باروری و میزان تولید سیب را سبب می‌شوند. معمولاً خاک تمامی باغ‌ها حاوی مقادیر زیادی بذور علف‌های هرز است که در واقع منابع اصلی آلودگی بالقوه آنها به شمار می‌روند. علف‌های هرز به خصوص در خزانه‌ها و روی نهال‌های جوان‌تر باعث رقابت در جذب آب، نور و مواد غذایی و ممانعت از رشد مطلوب آنها می‌گردند. علاوه بر این، علف‌های هرز گاهی نقش میزبان برای تعدادی آفات و عوامل بیماری‌زای درختان سیب را به عهده دارند. در یک باغ با آلودگی معمولی تا بیش از ۲۰ هزار بذر علف هرز در هر متر مربع قابل شمارش می‌باشد که در شرایط مساعد حدود پنج درصد آنها در هر سال جوانه می‌زنند، یعنی حدود هزار گیاهچه در متر مربع تولید می‌گردد (کلیایی و همکاران، ۱۳۹۴).

کرم سیب



زمان کنترل

روش کنترل

شخم زدن زمین؛ استفاده از تله‌های فرمونی؛ استفاده از دشمنان طبیعی آفت مانند تخم زنبور تریکوگراما؛ سم-پاشی در زمان فندقی شدن میوه‌ها تا زمان برداشت محصول

یا گوزاتیون (۲ در هزار) و زولون (۱/۵ در هزار)، دیازینون (۱/۵ در هزار) و

لیسه



زمان کنترل

روش کنترل

سم‌پاشی با مالاتیون (۲ در هزار)، دیازینون (یک در هزار)، بعد از تورم جوانه‌ها و قبل از زولون (۱/۵ در هزار) و یا گوزاتیون (۲ در هزار) گلدهی

شکل ۲۱- برخی آفات مهم سیب و روش‌های کنترل مدیریت تلفیقی

شپشک واوی



روش کنترل

زمان کنترل

استفاده از دشمنان طبیعی آفت مانند کفشدوزک و زنبور پارازیت ؛
خذف سرشاخه‌های آلوده ؛ سم‌پاشی زمستانه با دیازینون همراه با
روغن امولسیون (ولک) ۸ درصد ؛ سم‌پاشی بهاره و تابستانه با
آزینفوس متیل (۲ در هزار)، اتیون (۱/۵ در هزار)، اتریمفوس یا
اکامت (یک در هزار) و یا دورسبان (۱/۵ در هزار)

شپشک مومی



روش کنترل

زمان کنترل

هرس درختان؛ سم‌پاشی با اکاتین، اکسی دیمتون متیل (یک در
هزار) و یا پریمور (۰/۵ در هزار)
زمستان، بهار و تابستان

کنه تار عنکبوتی (دو نقطه‌ای)



زمان کنترل

سم‌پاشی در نیمه خرداد
تا نیمه تیرماه

روش کنترل

رعایت اصول به باغی مانند آبیاری، کوددهی و هرس؛
شستشوی برگ‌ها؛ سم‌پاشی با کنه کش سیترازون
(یک در هزار) و یا پروپارزیت، ثورون و ارتوس (۰/۵ در هزار)

ادامه شکل ۲۱- برخی آفات مهم سیب و روش‌های کنترل مدیریت تلفیقی
(دستجودی و حاج نجاری، ۱۳۹۵؛ کلیایی و همکاران، ۱۳۹۴؛ نیکان و همکاران، ۱۳۹۰)

لکه سیاه



روش کنترل

زمان کنترل

هرس درختان؛ سم‌پاشی با اکاتین، اکسی دیمتون متیل (یک در
هزار) و یا پرمور (۰/۵ در هزار)
سم‌پاشی در مرحله تورم
جوانه تا ریزش گلبرگ‌ها

لکه تلخی



روش کنترل

زمان کنترل

محلول پاشی کلسیم بعد از تشکیل میوه؛ کاهش مصرف
کودهای ازته؛ آبیاری با فواصل منظم؛ پرهیز از هرس شدید
محلول پاشی
در تابستان
زمستانه

شکل ۲۲- برخی بیماری‌ها و عارضه‌های مهم سیب و روش‌های کنترل مدیریت تلفیقی

آتشک



زمان کنترل	روش کنترل
اولین سم پاشی در زمستان پس از هرس درختان، دومین سم پاشی موقع ریزش شکوفه ها	انتخاب ارقام مقاوم و متحمل؛ هرس شاخه های آلوده در زمستان؛ سم پاشی با سموم مسی بردو و اکسیکلرور مس

پوسیدگی فیتوفتورائی تنه، طوقه و ریشه



زمان کنترل	روش کنترل
طول دوره رشد	استفاده از نهال های سالم و پایه های متحمل مانند M9؛ زهکشی مناسب باغ؛ ممانعت از خیس شدن تنه درخت هنگام آبیاری؛ استفاده از روش های آبیاری تحت فشار

ادامه شکل ۲۲- برخی بیماری ها و عارضه های مهم سیب و روش های کنترل مدیریت تلفیقی

شانکر تنه و شاخه



زمان کنترل	روش کنترل
اولین سم‌پاشی در اواخر زمستان پس از هرس، دومین سم‌پاشی بعد از تورم جوانه‌ها و قبل از گلدهی	استفاده از نهال‌های سالم؛ تغذیه مناسب با کودهای کلسیم و پتاسیم ؛ تراشیدن سطح شانکرهای تازه ایجاد شده و آغشته کردن محل با وایتکس ۰/۵ درصد و چسب پیوندی حاوی قارچ کش بردوفیکس ؛ سم‌پاشی با سموم مسی؛ سم‌پاشی با قارچ کش‌های استروبی، فلینت و تیوفنات متیل

۱۵۱- شکل ۲۲- برخی بیماری‌ها و عارضه‌های مهم سیب و روش‌های کنترل مدیریت تلفیقی
(حنیفه و هاشمی خبیر، ۱۳۹۸؛ کلیایی و همکاران، ۱۳۹۴؛ کربلایی خیای، ۱۳۹۳)

از عمده دلایل کاهش عملکرد باغ‌های کشور آلودگی گسترده پایه‌ها و ارقام تجاری درختان میوه موجود در ایران به بیماری‌های ویروسی است. با ردیابی ویروس‌ها و سالم سازی گیاهان باغی با روش‌های کشت بافت، میزان عملکرد میوه در باغ‌های سیب را می‌توان ۱۵-۱۰ درصد افزایش داد. بیماری‌های ویروسی به طور نهان و غیر مشهود سبب خسارت زیاد و کاهش عملکرد گردیده و به دلیل مزمن بودن و عدم وارد کردن خسارت آنی معمولاً در اولویت پیشگیری و کنترل قرار نمی‌گیرند، در حالی که از مهمترین علل افت عملکرد باغ‌های سیب می‌باشند.

۳-۲-۴- مدیریت تنش‌های غیرزیستی

تنش‌های غیرزیستی شامل محدودیت‌های خاک (از جمله شوری، بالا بودن میزان آهک و کمبود مواد آلی)، تغذیه نامناسب درخت، سرمازدگی و آفتاب سوختگی، ناهنجاری‌های فیزیولوژیک مانند ریزش میوه و برخی مسایل مدیریتی در باغ‌های سیب می‌باشند.

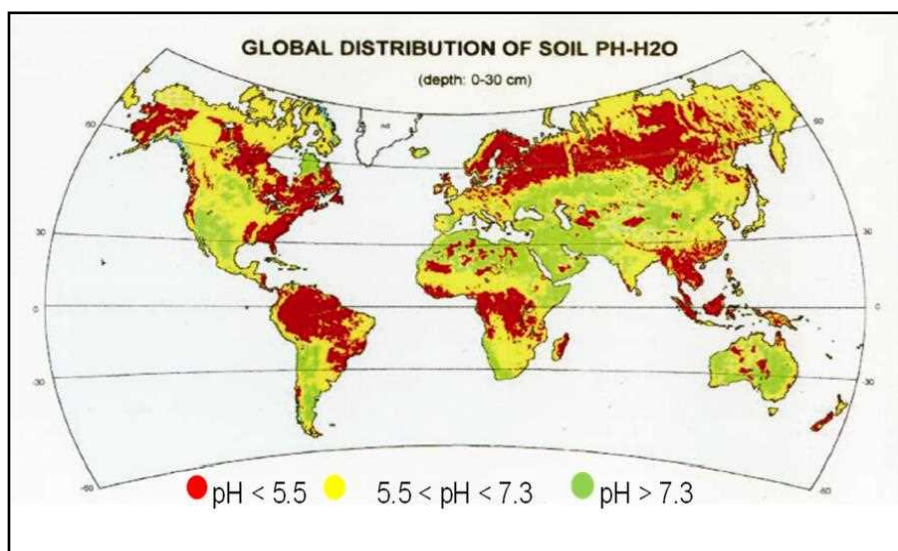
۳-۲-۴-۱- اصلاح وضعیت خاک

شوری آب و خاک یکی از مهمترین مسائلی است که کشورهای زیادی در جهان، به‌ویژه کشورهای خشک و نیمه‌خشک مانند ایران با آن مواجه می‌باشند. به طور معمول در شرایط شوری آب و خاک، میزان ریزش گل و میوه در باغ‌های سیب به شدت افزایش می‌یابد و تولید محصول با کیفیت مناسب مقدور نیست (جدول ۱۸). در برخی استان‌های کشور مانند اصفهان، برداشت بی‌رویه آب از طریق کف شکنی و افزایش عمق چاه‌های کشاورزی منجر به افزایش شوری آب شده، به طوری که شوری آب حتی به حد ۲۰ میلی‌موس بر سانتی‌متر رسیده است.

وضعیت جنس خاک در لایه سطحی (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر) در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا در شکل ۲۳ ارائه شده که در آن خاک‌های آهکی با رنگ سبز نمایش داده شده است. بیش از ۶۰ درصد از خاک‌های ایران درجات مختلفی از آهک دارند. از راهکارهای موثر برای تعدیل این شرایط، تغذیه متعادل و استفاده از کودها و ترکیب‌های اسیدزای مناسب و به کار بردن پایه‌های مقاوم به آهک می‌باشد. اکثر درختان میوه پرورش یافته در pH قلیایی و خاک‌های آهکی علائم کلروز ناشی از کمبود آهن را نشان می‌دهند (شکل ۲۴). کمبود آهن در درختان میوه باعث کاهش رشد رویشی و عملکرد محصول و افت کیفیت و بازارپسندی میوه می‌گردد. در ایران متأسفانه برآورد دقیقی از میزان خسارت کلروز آهن وجود ندارد، ولی با توجه به پراکندگی زیاد خاک‌های آهکی در کشور، این خسارت بالا است. در برخی منابع خسارت ۷۰ درصدی به محصول درختان سیب در شرایط خاک آهکی در کشور گزارش شده است. در ایالات متحده وارد شدن بیش از ۲۵ درصد خسارت به محصولات مختلف (غلات، انواع لوبیا، سویا، نخود، گوجه فرنگی و فلفل و درختان میوه شامل مرکبات، انگور، گلابی و سیب) در اثر کلروز آهن گزارش شده است.

جدول ۱۸- تاثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد میوه سیب (رودز و همکاران، ۱۹۹۲)

شوری آب آبیاری (دسی زیمنس بر متر)	شوری عصاره اشباع خاک (دسی زیمنس بر متر)	کاهش عملکرد (درصد)
۱/۰	۱/۷	۰
۱/۶	۲/۳	۱۰
۲/۲	۳/۳	۲۵
۳/۲	۴/۸	۵۰
۵/۳	۸	۱۰۰



شکل ۲۳- وضعیت آهکی بودن خاک در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا



شکل ۲۴- وضعیت کلروز آهن در یک باغ سیب

برای پیشگیری یا مقابله با این عارضه در باغ‌های سیب، کاربرد خاکی و برگ‌ی ترکیبات معدنی آهن مثل سولفات و سترات آهن، همچنین تزریق ترکیبات معدنی آهن به داخل تنه درختان، کاربرد خاکی یا محلول پاشی کلات‌های آهن، افزودن گوگرد یا اسید سولفوریک به خاک به منظور کاهش pH و افزایش قابلیت جذب آهن، همگی از روش‌هایی است که معمولاً برای برطرف کردن این مشکل تغذیه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. هر کدام از این روش‌ها دارای محاسن و معایبی می‌باشند از جمله عوارض این روش‌ها خطر سوختگی برگ و ایجاد لکه روی میوه در اثر محلول‌پاشی و کاهش استحکام تنه درختان در روش تزریق می‌باشد. از بین روش‌های فوق، مصرف خاکی برخی کلات‌های آهن بسیار موثر می‌باشند. به‌رغم اثربخشی بسیار خوب این ترکیبات، قیمت بسیار زیاد و پتانسیل آسیب رسانی به محیط زیست، از محدودیت‌هایی است که مصرف آنها را توجیه‌ناپذیر می‌سازد. در صورت پیش‌بینی بروز اختلال در تغذیه آهن، استفاده از ارقام یا پایه‌های مقاوم به کلروز آهن به عنوان یک روش کم‌هزینه و سازگار با ملاحظات زیست محیطی، می‌تواند ضمن بر خورداری از درختانی سالم، از مشکلات ناشی از مصرف زیاد

کودهای آهن جلوگیری نماید.

بررسی ارقام و پایه های مقاوم سیب نسبت به آهک بر اساس تعیین فعالیت آنزیم فریک کیلیت ردوکتاز ریشه نشان داد که پایه‌ها و ارقام سیب نسبت به تحمل کلروز ناشی از آهک درجه تحمل و حساسیت متفاوتی دارند (پیرمادیان و عبداللهی، ۱۳۹۵). بر این اساس پایه‌ها و ارقام برحسب درجه تحمل به این شرایط به صورت ذیل مرتب می‌گردند:

حساس MM111 > M25 > MM25 > MM106 > M7 > M9 **متحمل**

حساس گلدن دلشس > رد دلشس > گلاب کهنز **متحمل**

از دیگر مشکلات خاک‌های ایران فقر مواد آلی خاک می‌باشد. خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک ایران با مشکل جدی کمبود مواد آلی مواجه هستند (جدول ۱۹). مقدار مواد آلی موجود در خاک‌های کشور به جز مناطق محدودی در شمال کشور، کمتر از یک درصد است، در حالی که مقدار بهینه آن ۲-۳ درصد می‌باشد (سمر و همکاران، ۱۳۹۶؛ شهابی و حاج هاشمی، ۱۳۸۳).

جدول ۱۹- میزان مواد آلی موجود در خاک استان‌های مختلف

استان	آذربایجان غربی	آذربایجان شرقی	فارس	اصفهان	خراسان رضوی	اردبیل	تهران	البرز
کربن آلی (درصد)	۰/۷۵	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۸۹	۰/۷۰	۰/۸۸	۰/۷۸	۱/۰

۳-۲-۴- بهبود تغذیه درختان سیب

خاک‌های حاصلخیز و عمیق، با بافت متوسط (لومی) و دارای اسیدیته خنثی، مناسب ترین خاک ها برای کشت درخت سیب است. در چنین خاکی، درخت سیب تا ۴۰ سال بهره وری اقتصادی خواهد داشت. اما بسیاری از باغ‌های سیب کشور در ارتفاعات در مناطق دارای خاک کم عمق و آهکی قرار گرفته‌اند. در این حالت اگر کوددهی به خوبی انجام نشود، درخت دچار کمبود عناصر غذایی شده و به علت کاهش مقاومت در برابر انواع آفات و بیماری‌ها، عمر اقتصادی باغ کاهش می‌یابد. نتایج آزمون خاک و برگ و

همچنین برنامه کوددهی درختان بارور سیب بر اساس مرحله رشد و نتایج آزمون خاک و برگ در جدول ۲۰ تا ۲۲ ارائه شده است. پیش‌بینی می‌شود که تغذیه صحیح و به موقع درختان سیب می‌تواند موجب افزایش عملکرد میوه و یا بهره‌وری آب تا حدود ۲۵ درصد گردد (سمر و همکاران، ۱۳۹۶؛ میرعبدالباقی و طاووسی نائینی، ۱۴۰۰؛ شهابی و حاج‌هاشمی، ۱۳۸۳).

جدول ۲۰- نتایج آزمون خاک برای باغ‌های سیب

عنصر غذایی	کم	مناسب
فسفر	$10 >$	$10 - 20$
پتاسیم	$120 >$	$120 - 200$
منیزیم	$60 >$	$60 - 480$
سولفات	$6 >$	$6 - 20$
منگنز	$5/1 >$	$5/1 <$
روی	$1 >$	$1 <$
مس	$3/0 >$	$6/0 <$
بور	$5/0 >$	$5/0 - 2$

جدول ۲۱- نتایج آزمون برگ برای درختان بارور سیب

عنصر غذایی	کم (درصد)	مناسب (درصد)	زیاد (درصد)
نیتروژن	$2/2 >$	$2/2 - 4/2$	$4/2 <$
فسفر	$11/0 >$	$11/0 - 3/0$	$3/0 <$
پتاسیم	$2/1 >$	$2/1 - 2$	$2 <$
کلسیم	$5/1 >$	$5/1 - 2$	$2 <$
منیزیم	$2/0 >$	$2/0 - 5/3$	$5/3 <$
سولفور	$1/0 >$	$1/0 <$	---

غلظت حسب میلی گرم بر کیلوگرم

منگنز	$25 >$	$25 - 150$	$150 <$
مس	$5 >$	$5 - 20$	$20 <$
روی	$15 >$	$15 - 200$	$200 <$
بور	$20 >$	$20 - 50$	$50 <$

جدول ۲۲- نتایج آزمون خاک برای باغ‌های سیب

ردیف	مرحله رشد (زمان مصرف)	نوع کود	شرایط مصرف	مقدار مصرف	روش مصرف
۱	زمستان (قبل از تورم جوانه‌ها)	آلی (دامی، کمپوست)	ماده آلی خاک کمتر از ۳٪	۲۵ تن در هکتار	اختلاط با خاک
۲	زمستان (قبل از تورم جوانه‌ها)	سوپر فسفات تریپل، سولفات پتاسیم و سولفات روی	فسفر برگ کمتر از ۰/۱۱ درصد؛ پتاسیم برگ کمتر از ۱/۲ درصد؛ روی برگ کمتر از ۱۵ میلی گرم/ کیلوگرم	۳ کیلوگرم در هر درخت	اختلاط با خاک
۳	تورم جوانه‌ها (قبل از باز شدن)	اوره، سولفات روی و اسید بوریک	نیتروژن برگ کمتر از ۲/۲ درصد؛ روی برگ کمتر از ۱۵ میلی گرم/ کیلوگرم؛ بور برگ کمتر از ۲۰ میلی گرم/ کیلوگرم	غلظت ۵ در هزار (در مجموع)	محلول پاشی
۴	بلافاصله پس از ریزش گلبرگ‌ها (تشکیل میوه)	اوره	نیتروژن برگ کمتر از ۲/۲ درصد	۵۰-۱۵۰ گرم در هر درخت	کودآبیاری و یا پخش سطحی
۵	تا بیست روز پس از ریزش گلبرگ‌ها و تشکیل میوه	سولفات‌های پتاسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و اسید بوریک	پتاسیم برگ کمتر از ۱/۲ درصد؛ منیزیم برگ کمتر از ۰/۲ درصد؛ روی برگ کمتر از ۱۵ پی پی ام؛ منگنز برگ کمتر از ۲۵ پی پی ام؛ بور برگ کمتر از ۲۰ پی پی ام	غلظت ۵ در هزار (در مجموع)	محلول پاشی

ادامه جدول ۲۲- نتایج آزمون خاک برای باغ‌های سیب

ردیف	مرحله رشد (زمان مصرف)	نوع کود	شرایط مصرف	مقدار مصرف	روش مصرف
۶	حدود یک ماه پس از ریزش گلبرگ‌ها (اندازه میوه حدود فندق)	اوره	نیترژن برگ کمتر از ۲/۲ درصد	۱۵۰-۴۵۰ گرم در هر درخت	کودآبیاری و یا پخش سطحی
۷	حدود دو ماه پس از ریزش گلبرگ‌ها (اندازه میوه حدود گردو)	اوره	نیترژن برگ کمتر از ۲/۲ درصد	۱۰۰-۳۰۰ گرم در هر درخت	کودآبیاری و یا پخش سطحی
۸	از دو هفته پس از ریزش گلبرگ‌ها تا دو هفته قبل از برداشت میوه	کلرور کلسیم	غلظت کلسیم برگ کمتر از ۱/۵ درصد	غلظت ۲ در هزار	محلول پاشی هر دو هفته یک بار
۹	پس از برداشت میوه	اوره و سولفات‌های پتاسیم، آهن، روی، منگنز، مس و اسید بوریک	نیترژن برگ کمتر از ۲/۲ درصد ؛ پتاسیم برگ کمتر از ۱/۲ درصد ؛ روی برگ کمتر از ۱۵ پی پی ام ؛ منگنز برگ کمتر از ۲۵ پی پی ام ؛ بور برگ کمتر از ۲۰ پی پی ام ؛ مس برگ کمتر از ۵ پی پی ام	غلظت ۱۰ در هزار (در مجموع)	محلول پاشی

۳-۲-۳- مقابله با سرمای دیررس بهاره و آفتاب سوختگی میوه

خسارت سرمازدگی بهاره و تگرگ در مناطق مرتفع سیب خیز مانند مشکین شهر، سمیرم و دماوند خسارت زیادی به باغ‌های سیب وارد می‌سازد (شکل ۲۵ و ۲۶). تشعشع زیاد نور خورشید نیز طی ماه‌های تیر و مرداد سبب آفتاب سوختگی میوه و افزایش مصرف آب می‌گردد. به طور کلی از مهمترین راهکارهای کاهش خسارت سرمای دیررس بهاره و آفتاب سوختگی میوه می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

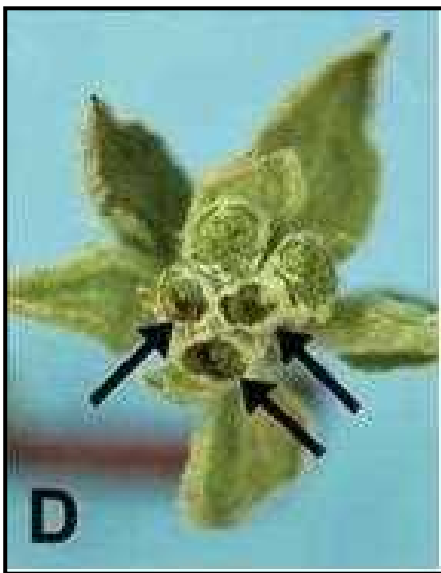
• پهنه بندی و تعیین ریسک سرما در مناطق سیب خیز کشور و ممانعت از کشت سیب در مناطق با ریسک زیاد

• جایگزین کردن ارقام پر ریسک در مناطق مستعد سرمازدگی با ارقام متحمل (مانند گالا، دلبار استیوال، گلدن دلشس) توسط سرشاخه کاری

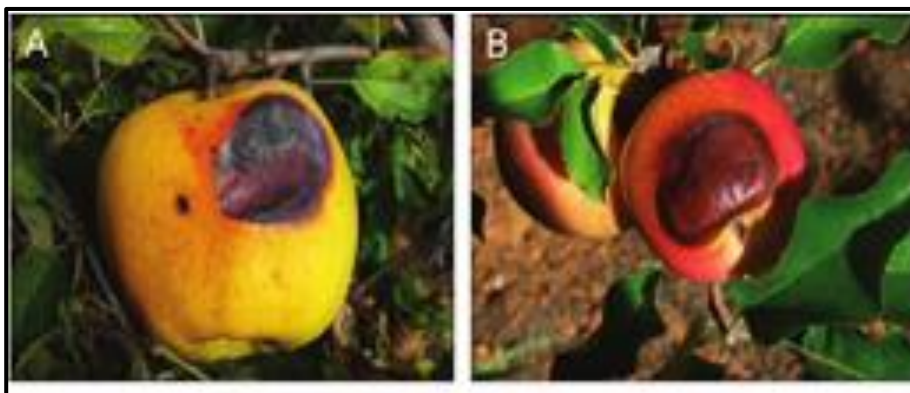
• استفاده از کائولین (کاهش ۱۵٪ آفتاب سوختگی)

• احداث سیستم‌های پوششی از قبیل سایبان

نتایج اولیه یک پروژه تحقیقاتی در حال اجرا در مورد اثر سایبان بر خصوصیات کمی و کیفی میوه سیب (ارقام گلدن دلشس، گرانی اسمیت و گالا) در جدول ۲۳ ارائه شده است. وجود سایبان ضمن حذف کامل آفتاب سوختگی، موجب افزایش ۱۲-۲۵ درصد در وزن میوه گردید (پیرمادیان و رضایی، ۱۳۹۰).



شکل ۲۵- اثر سرمازدگی بر شکوفه‌های سیب



شکل ۲۶- آفتاب سوختگی میوه سیب

جدول ۲۳- اثر سایبان بر وزن میوه در ارقام مختلف سیب

رقم سیب	نوع پوشش	وزن میوه (گرم)
گلدن دلشس	بدون سایبان	۱۱۰
	سایبان	۱۳۸
گرانی اسمیت	بدون سایبان	۱۰۷
	سایبان	۱۲۵
گالا	بدون سایبان	۱۰۳
	سایبان	۱۱۵

۳-۲-۴- کنترل ریزش میوه سیب

ریزش میوه سیب در زمان قبل از برداشت یکی از عوامل اصلی ضایعات این محصول در کشور است، به طوری که سالانه حدود ۱۵-۱۰ درصد محصول از این طریق از بین می‌رود. میوه‌های ریزش یافته پس از برخورد به زمین آسیب دیده و صدمه مکانیکی به آنها وارد خواهد شد که در این حالت قابلیت نگهداری در سردخانه و انبارمانی آنها

کاهش پیدا خواهد کرد. از مهمترین دلایل ریزش غیرطبیعی میوه سیب می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- آبیاری غرقابی
 - آبیاری نامنظم قبل از برداشت
 - آفات (به ویژه کرم سیب) و بیماری‌ها
 - باد و ضربات مکانیکی
 - افزایش درجه حرارت هوا قبل از برداشت
 - برداشت دیر هنگام (از جمله به دلیل پایین بودن قیمت فروش میوه)
- بنابراین شناسایی و به کارگیری راهکارهای کاهش ریزش میوه سیب در زمان قبل از برداشت از اهمیت به سزایی برخوردار است. مهمترین راهکارهای موجود عبارتند از:
- احداث باغ در مناطق مناسب (ارتفاع بیشتر از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا، شکل ۲۷)
 - مدیریت مناسب آبیاری (روش مناسب، برنامه‌ریزی آبیاری)
 - مدیریت مناسب تغذیه
 - مدیریت صحیح گرده‌افشانی (ارقام گرده‌دهنده، کندوگذاری)
 - کنترل آفات مهم به ویژه کرم سیب
 - برداشت به موقع میوه سیب (جدول ۲۴)



شکل ۲۷- اثر جانمایی احداث باغ سیب بر زمان رسیدن میوه

جدول ۲۴- زمان مناسب برداشت ارقام مختلف سیب در کشور

(پیرمادیان و همکاران، ۱۳۹۶)

رقم	تعداد روز بعد از تمام گل
گالا	۱۱۰-۱۲۱
فوجی	۱۵۶-۱۷۰
برابرن	۱۵۵-۱۶۴
رد دلشز	۱۴۴-۱۵۲
گلدن دلشز	۱۴۳-۱۵۷

۳-۲-۵- افزایش مکانیزاسیون در باغ‌ها

با توجه به وجود کارگاه‌های صنعتی ساخت و مونتاژ ادوات کشاورزی در کشور لازم است تسهیلات لازم برای توسعه و گسترش ساخت انواع ماشین‌ها و ادوات کشاورزی در داخل کشور فراهم شود (شکل ۲۸).



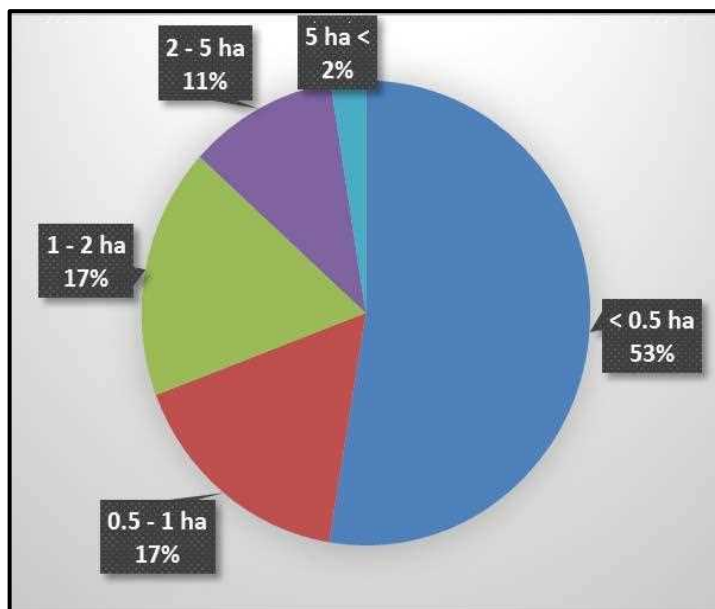
شکل ۲۸- برخی از ماشین‌ها و ادوات مورد استفاده در باغ‌های سیب

۳-۲-۶- مدیریت چالش‌های خرده‌مالکی باغ‌ها

بر اساس گزارش مرکز آمار ایران (۱۳۹۴)، ۷۰ درصد از حدود ۵۰۲ هزار واحد بهره‌برداری سیب در کشور مساحتی کمتر از یک هکتار دارند (شکل ۲۹). در استان آذربایجان غربی به عنوان بزرگترین تولید کننده سیب کشور، سطح باغ ۸۵ درصد از بهره‌برداران بین ۱-۲ هکتار، ۱۰ درصد از بهره‌برداران بین ۱-۰/۵ هکتار و فقط پنج درصد از بهره‌برداران بیشتر از ۱۰ هکتار است. حمایت‌های مالی وسیع و مستمر وزارت جهاد کشاورزی طی دهه گذشته از باغداران برای راه اندازی سامانه‌های آبیاری تحت فشار، هرچند با موفقیت نسبی همراه بوده، ولی سطح کوچک باغ‌های سیب به عامل بازدارنده در برابر این طرح ملی حیاتی تبدیل شده است. روستائیان در صورت مشاهده کارآیی تعاونی‌های کوچک ولی کارآمدی که با کمک کارشناسان کشاورزی هدایت می‌شوند به خودی خود به تشکیل و پیوستن به تعاونی‌های تولید تشویق خواهند شد. نقش تعاونی‌های تولید در تحویل گرفتن محصول سیب اعضای تعاونی در میدان میوه محلی، قیمت گذاری و فروش محصول باغداران توسط کارشناسان کشاورزی همزمان با ارائه مشاوره فنی در سطح باغ گام‌های ضروری برای افزایش قدرت تولیدی جامعه عظیم تولیدکننده است. در چنین شرایطی، خودآگاهی باغداران تغییر روش‌های آبیاری سنتی را به همراه خواهد داشت و باعث مدیریت و بهره‌وری مناسب از منابع آب آبیاری می‌گردد.

البته کوچک بودن سطح باغ‌های سیب دلیل قابل قبولی برای کاهش عملکرد میوه نمی‌باشد. زیرا تجربه برخی کشورهای مهم تولید کننده سیب نشان می‌دهد که با این که الگوی سطح بهره‌برداری باغ‌های آنها تفاوت چندانی با کشور ایران ندارد، ولی به دلیل نحوه مدیریت واحدهای باغی، تفاوت قابل ملاحظه‌ای از نظر عملکرد میوه سیب با کشور ایران دارند. به عنوان نمونه، منطقه تیرول جنوبی در مناطق شمالی و کوهستانی کشور ایتالیا از مهمترین مناطق تولید سیب در این کشور می‌باشد. در این منطقه حدود ۱۸۴۰۰ هکتار باغ سیب که مساحت ۳۴، ۳۱ و ۲۰ درصد آنها به ترتیب کمتر از یک هکتار، ۱-۳ و ۲-۳ هکتار است، دارای میانگین عملکرد میوه ۴۸ تن در هکتار هستند. یکی از مهمترین

علل موفقیت باغداران این منطقه در تولید و عرضه میوه سیب، این است که بیش از ۹۰ درصد پرورش دهندگان سیب، کلیه فعالیت‌های خود را زیر نظر دو سازمان تعاونی VOG و Vinschgau انجام می‌دهند.



شکل ۲۹- وضعیت وسعت واحدهای بهره‌برداری سیب در کشور

۴- نتیجه‌گیری کلی

کشور ایران از جمله کشورهایی است که در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا قرار دارد و با کمبود آب مواجه است، بنابراین ارتقای وضعیت بهره‌برداری از باغ‌های میوه کشور از جمله باغ‌های سیب، از طریق بهینه‌سازی و کاهش مصرف آب و یا افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. در این نوشتار، ابتدا وضعیت کشت و پرورش میوه سیب در کشور از نظر سطح زیرکشت، میزان تولید، عملکرد میوه و صادرات محصول بررسی شد و با سایر کشورهای مهم تولیدکننده این محصولات مقایسه گردید. در مرحله دوم، میانگین مقدار بهره‌وری آب در باغ‌های سیب کشور با توجه به مطالعات انجام شده برآورد شده و با میانگین جهانی مقایسه و مورد

تحلیل قرار گرفت. در مرحله سوم، چالش‌های موجود در کشور در زمینه نحوه مصرف آب کشاورزی و میزان تولید و عملکرد میوه سیب از جنبه عوامل مختلف به باغی موثر شناسایی و بررسی شد. سپس در مرحله چهارم، پس از بررسی نقش عوامل مختلف مدیریت به باغی در میزان بهره‌وری آب در باغ‌های سیب کشور و همچنین تجارب موجود و موفق بین‌المللی، راهکارهای ارتقای وضعیت باغ‌های سیب کشور از طریق بهینه‌سازی مصرف آب و افزایش عملکرد محصول تعیین و ارائه گردید. نتیجه بررسی‌ها نشان داد که میانگین بهره‌وری آب کاربردی (آب آبیاری و بارندگی موثر) در محصول سیب برای کشور، ۲/۲۲ کیلوگرم بر مترمکعب و میانگین جهانی معادل ۳/۰ کیلوگرم بر مترمکعب است. البته میوه سیب با بهره‌وری اقتصادی ۰/۶۲ دلار بر مترمکعب از جمله محصولات با ارزش اقتصادی مناسب برای کشت و پرورش در کشور می‌باشد. بررسی تحقیقات انجام شده در داخل و خارج کشور نشان داد که پتانسیل خوبی برای ارتقای این شاخص در باغ‌های سیب کشور وجود دارد. بر این اساس راهکارهای پژوهشی و کاربردی مختلفی در قالب دو محور روش‌های بهینه‌سازی مصرف آب در باغ‌های سیب و روش‌های افزایش عملکرد کمی و کیفی سیب معرفی و بررسی گردیدند. روش‌های بهینه‌سازی مصرف آب در باغ‌های سیب از طریق اصلاح روش آبیاری با استفاده از توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار (موضعی)، اصلاح روش‌های آبیاری سطحی (شامل روش آبیاری تشتکی با انتهای بسته، روش آبیاری نواری با عرض کاهش یافته، آبیاری جویچه‌ای انتها بسته و لوله‌های دریچه‌دار یا هیدروفلوم)، اصلاح برنامه آبیاری، استفاده از مالچ و انتخاب پایه‌های متحمل به خشکی امکان‌پذیر می‌باشد. روش‌های افزایش عملکرد کمی و کیفی سیب نیز از طریق افزایش تنوع رقم، اصلاح روش‌های کاشت و تربیت (شامل جایگزین کردن پایه‌های بذری با پایه‌های رویشی، استفاده از نهال مناسب و اجرای صحیح شکل تربیت)، مدیریت تنش‌های زیستی، مدیریت تنش‌های غیرزیستی (شامل اصلاح وضعیت خاک، بهبود تغذیه درختان سیب، مقابله با سرمای دیررس بهاره و آفتاب سوختگی میوه و کنترل ریزش میوه سیب)، افزایش مکانیزاسیون در باغ‌ها و مدیریت چالش‌های خرده‌مالکی باغ‌ها مسیر می‌باشد.

فهرست منابع

۱. احمدی، ک.، عبادزاده، ح.، حاتمی، ف.، محمدنیا افروزی، ش.، طاقانی، ر.ع.، یاری، ش. و کلاتری، م. ۱۴۰۰. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۹، جلد سوم: محصولات باغبانی. تهران: وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
۲. ارجی، ع.، حسنی، ب. و ه. قمرنیا. ۱۳۹۴. اثر تیمارهای کم آبیاری بر خصوصیات رویشی و کمیت و کیفیت سیب رقم گلدن دلشیز. علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۹(۴): ۶۲۰-۶۱۰.
۳. امداد، م.ر. ۱۳۹۶. کم آبیاری به شیوه خشکی موضعی ریشه، راهکاری به منظور افزایش کارایی مصرف آب در باغات. نشریه ترویجی. کرج: موسسه تحقیقات خاک و آب.
۴. آتشکار، د.، ارشادی، ا.، طاهری، م. و ح. عبدالحی. ۱۳۹۷. غربال‌گری برخی پایه‌های هیبرید انتخابی سیب برای تحمل به تنش خشکی بر اساس صفات مرتبط با فتوسنتز. علوم باغبانی ایران، ۴۹(۴): ۱۰۲۴-۱۰۱۳.
۵. پیرمردیان م. ۱۳۸۸. بررسی سازگاری و تعیین مناسبترین پایه‌های رویشی برای ارقام تجارتنی سیب در منطقه سمیرم. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. اصفهان: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان.
۶. پیرمردیان م، دستجردی ر، حسنی ق و فهادان ا، ۱۳۹۶. بررسی سازگاری و تعیین خصوصیات رویشی و فنولوژیکی ارقام جدید سیب. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. اصفهان: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان.
۷. پیرمردیان م و ح. عبدالحی. ۱۳۹۵. بررسی اثر متقابل پایه و پیوندک سیب روی کلروز آهن. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. اصفهان: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان.
۸. پیرمردیان م و م. رضایی. ۱۳۹۰. بررسی تاثیر سایبان در کنترل آفتاب سوختگی، ناهنجاری‌های میوه و عملکرد سیب. گزارش سالیانه پروژه تحقیقاتی. اصفهان: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان.

۹. تدین، م.س. ۱۳۹۴. بررسی اثر کاربرد انواع خاکپوش بر افزایش ذخیره رطوبتی خاک و عملکرد کمی و کیفی انار (*Punica granatum L.*) در استان فارس. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. کرج: موسسه تحقیقات خاک و آب.
۱۰. تدین، م.س. و غ. معاف پوریان. ۱۳۹۶. اثر خاکپوش مصنوعی و آلی بر وضعیت عناصر غذایی و کارایی مصرف آب بادام. پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران.
۱۱. دستجردی، ر. و ح. حاج نجاری. ۱۳۹۵. مدیریت و کنترل لکه سیاه سیب. کرج: پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری.
۱۲. دشتی جورنی، ک، ارسلان بد، م.ر و ل. انویه تکیه. ۱۳۹۲. تحلیل اقتصادی تبدیل روش آبیاری غرقابی به آبیاری قطره‌ای در باغات سیب: مطالعه موردی شهرستان ارومیه. اقتصاد کشاورزی، ۷(۲): ۱۰۶-۹۳.
۱۳. حسنی، ق، نوجو، ا. و م. هناره. ۱۳۸۸. اثر پایه و مقادیر مختلف آبیاری بر عملکرد و کیفیت میوه سیب رقم گلدن دلشز. به زراعی نهال و بذر، ۲۵-۲(۱): ۶۲-۵۱.
۱۴. حنیفه، س. و ز. هاشمی خیبر. ۱۳۹۸. بیماری‌های مهم درختان سیب و روش‌های کنترل آنها. مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان غربی.
۱۵. جلالی صمغ آبادی، س و ر. جلیلی مرنندی. ۱۳۹۴. بررسی پاسخ سه پایه سیب به تنش خشکی در شرایط درون شیشه ای. تولیدات گیاهی، ۳۸(۲): ۷۸-۶۵.
۱۶. جلینی، م. ۱۳۸۴. تعیین بهترین عمق و روش آبیاری قطره‌ای روی پایه‌های مالینگ سیب و انگور. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. تهران: شورای پژوهش‌های علمی کشور.
۱۷. سمر، م، کشاورز، پ، شهابی، ع.ا، گندمکار، ا، غنی شایسته، ف. و م.ر. امداد. ۱۳۹۶. دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه درخت سیب. کرج: موسسه تحقیقات خاک و آب.
۱۸. شهابی، ع.ا. و م.ع. حاج هاشمی. ۱۳۸۳. تغذیه صحیح درختان سیب. تهران: نقش جهان.
۱۹. صدراقین، ح، شاهرخ نیا، م.ع، کیانی، ع، ذولفقارن، ا، نیکانفر، ر. و ر. علیمحمدی. ۱۳۹۳. بررسی عوامل موثر بر مدیریت آبیاری سیستم‌های آبیاری میکرو اجراء شده در باغات. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. کرج: موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
۲۰. طایفه رضایی، ح. ۱۳۹۸. بررسی عملکرد سیب پاکوتاه تحت روش‌های آبیاری میکرو و مقدار مصرف آب در ارومیه. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. کرج: موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

۲۱. طایفه رضایی، ح. و ق. حسنی. ۱۳۹۸. استفاده از روش‌های مناسب برای افزایش بهره‌وری آب سیب. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. ارومیه: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی.
۲۲. عباسی، ف.، عباسی، ن. و ع. توکلی. ۱۳۹۶. بهره‌وری آب در بخش کشاورزی؛ چالش‌ها و چشم اندازها. آب و توسعه پایدار، ۴(۱): ۱۴۱-۱۴۴.
۲۳. علی‌حوری، م. ۱۴۰۰. تعیین اثربخشی راهکارهای ارتقای بهره‌وری آب در نخلستان‌های شهرستان خرمشهر. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. اهواز: پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری.
۲۴. علیزاده ا و پیرمردیان م. ۱۳۸۹. بررسی و مقایسه انواع مختلف فرمهای تربیت درختان بر عملکرد سیب رقم گلدن دلشس روی پایه‌های پاکوتاه مالینگ و مالینگ. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. اصفهان: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان.
۲۵. فرش، ع.ا.، شریعتی، م.ر.، جاراللهی، ر.، قائمی، م.ر.، شهابی‌فر، م. و م.م. تولایی. ۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. جلد دوم. کرج. نشر آموزش کشاورزی.
۲۶. قاسمی، ا. و ح.ر. سالمی. ۱۳۸۸. تغییر روش آبیاری سطحی به قطره‌ای درختان مسن میوه: الگویی مناسب برای مقابله با خشکسالی و بحران کم آبی. دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن، اصفهان.
۲۷. کاوه، ف. و ع. حسینی ابری. ۱۳۸۸. افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی آبی. دوازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۵ و ۶ اسفند ۱۳۸۸، تهران: ۱۱۱-۱۲۳.
۲۸. کربلایی خیای، ح. ۱۳۹۳. قارچ‌کش تری فلوکسی استرویین + تبوکونازول (ناتیوو ۷۵ درصد WG) برای کنترل بیماری لکه سیاه سیب در استان اردبیل. مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل.
۲۹. کشاورز، ع.، شریعتمداری، م.ح.، خسروی، ع.، شیخی مهرآبادی، ا.ع.، بیکی خشک، ا.، شعبانی، م.، بخشایش، م.، کیانپور، ر. و ب. فکاری. ۱۳۹۵. برآورد ارزش اقتصادی آب از دست رفته ناشی از ضایعات محصولات کشاورزی (زراعی و باغی آبی، از مرحله برداشت تا قبل از مصرف). آب و توسعه پایدار، ۳(۱): ۷۳-۸۲.
۳۰. کشاورز، ع. ۱۴۰۱. بحران آب کشور و راه‌های کلان برون رفت آن. مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب.

۳۱. کلیایی، ر.، خباز جلفائی، ح. و ح. میرکمالی. ۱۳۹۴. راهنمای آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز سیب. کرج: نشر آموزش کشاورزی.

۳۲. مرکز آمار ایران. ۱۳۹۴. نتایج تفصیلی سرشماری عمومی کشاورزی کل کشور-۱۳۹۳. تهران: مرکز آمار ایران.

۳۳. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی. ۱۴۰۱. گزارش تحلیلی صادرات و واردات کالاهای کشاورزی و غذا در سال ۱۴۰۰. تهران: وزارت جهاد کشاورزی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

۳۴. موسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۳۹۹. سیمای آب کشور. موسسه تحقیقات خاک و آب.

۳۵. میرعبدالباقی، م. و م. طاووسی نائینی. ۱۴۰۰. وضعیت تغذیه‌ای کلکسیون درختان میوه در ایستگاه تحقیقات باغبانی کمال‌شهر کرج. کرج: پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری.

۳۶. ناصری، ا.، عباسی، ف.، نورجو، ا.، احمدآلی، ج.، شاهرخ‌نیا، م.، مامن‌پوش، ع.، کرامتی‌طرقی، م.، سپهری‌صادقیان، س.، اخوان، ک.، موسوی‌فضل، ح.، عباسی، ن.، اکبری، م.، باغانی، ج.، عباسی، ن.، نخجوانی‌مقدم، م.، نیکان‌فر، ر. و ا. ذولفقاران. ۱۴۰۰. تعیین بهره‌وری آب با کاربرد سامانه‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای در تولید سیب در ایران. تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی، ۲۲(۸۳): ۵۸-۴۳.

۳۷. ناصری، ا.، نورجو، ا.، احمدآلی، ج.، شاهرخ‌نیا، م.، مامن‌پوش، ع.، کرامتی‌طرقی، م.، سپهری‌صادقیان، س. و ک. اخوان. ۱۳۹۹. تعیین آب مصرفی سیب در کشور. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. کرج: موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

۳۸. نیکان، ج.، مهدی‌زاده، ر.، المیر، ع. و م. محجوب. ۱۳۹۰. مدیریت تلفیقی آفات و بیماری‌های سیب درختی. مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی سازمان جهاد کشاورزی استان همدان.

۳۹. هناره، م. ۱۳۹۸. استفاده از مالچ در راستای کاهش مصرف آب در باغ‌های سیب. کرج: آموزش کشاورزی.

۴۰. یگانه، ز.، بهمنش، ج. و ح. رضایی. ۱۳۹۱. ارزیابی فنی آبیاری قطره‌ای در برخی باغ‌های شهرستان مرند. پژوهش آب در کشاورزی، ب، ۲۶(۴): ۴۶۰-۴۴۹.

41. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome, Italy, 211p.

42. Barden, J.A. and Marini, R.P., 2001. Comparison of methods to express growth, size, and productivity of apple trees. *Journal of the American Pomological Society*, 55(4): 251.
43. Caspari, H.W., Neal, S. and P. Alspach. 2004. Partial rootzone drying. A new deficit irrigation strategy for apple?. *International Symposium on Irrigation and Water Relations in Grapevine and Fruit Trees. ISHS Acta Horticulturae* 646, 93-100.
44. FAOSTAT. 2017. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>.
45. FAOSTAT. 2020. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>.
46. Hokanson, S. C., Luby, J. J., Djangaliev, A. D., and Aldwinckle, H. S. 1997. Collecting and managing wild *Malus* germplasm in its center of diversity. *Hortscience* 32: 173-178.
47. Janick, J., Cummins, J.N., Brown, S.K. and Hemmat, M., 1996. Apples. I. Tree and Tropical Fruits. *Fruit breeding*: 632.
48. Leib, B., Caspari, G., Redulla, H., Andrews, A. and J. Jabro. 2006. Partial rootzone drying and deficit irrigation of Fuji apples in a semi-arid climate 24:85-99.
49. Molden, D., Oweis, T., Steduto, P., Bindraban, P., Hanjra, M.A. and J. Kijne. 2010. Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution. *Agricultural Water Management* (97): 528–535.
50. Richards, D. and Rowe, R.N., 1977. Effects of root restriction, root pruning and 6-benzylaminopurine on the growth of peach seedlings. *Annals of botany*, 41(4): 729-740.
51. Rhoades, J.D., Kandiah, A. and A. M. Mashali. 1992. The use of saline waters for crop production. *FAO Irrigation and Drainage Paper* 48, Rome, Italy.
52. Sadras, V.O. 2009. Does partial rootzone drying improve irrigation water productivity in the field? A meta-analysis. *Irrigation Science*, 27(3): 183-190.
53. Sansavini, S., Donati, F., Costa, F. and Tartarini, S., 2004. Advances in apple breeding for enhanced fruit quality and resistance to biotic stresses: new varieties for the European market. *Journal of fruit and ornamental plant research*, 12(Spec. ed. 2):13-52.
54. Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E. and D. Raes. 2012. Crop yield response to water. *FAO Irrigation and Drainage Paper* 66. Rome, Italy, 500p.
55. Oweis T. 2008. Date palm water productivity: Index for irrigation performance. *Proceeding of Workshop on Irrigation of Date Palm and Associated Crops*, in collaboration with Faculty of Agriculture, Damascus University, Damascus, Syrian Arab Republic, 27-30 May, 2007.
56. Zai-Long, L., 1999. Deciduous fruit production in China. *Deciduous Fruit Production in Asia and the Pacific*. RAP Publication, 10.



Agricultural Research, Education &
Extension Organization (AREEO)
Horticultural Sciences Research Institute (HSRI)



2024

ISBN: 978-622-91266-1-5



9 786229 126615

