



پنجادهمین سال تأسیس

سال بنیان نهادهای آموزش و ترویج کشاورزی
۱۳۸۳ - ۱۳۸۴



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم باغبانی

بهره‌وری آب در گردو و راهبردهای ارتقای آن



نویسندگان:

اصغر سلیمانی، مجید علی‌حوری،

رعنا دستجردی، داراب حسنی،

شکراله حاجی‌وند

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

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

بهره‌وری آب در گردو و راهبردهای ارتقای آن

نویسندگان:

اصغر سلیمانی، مجید علی‌حوری، رعنا دستجردی،

داراب حسنی، شکراله حاجی‌وند

اعضاء هیأت علمی موسسه تحقیقات علوم باغبانی

عنوان و نام پدیدآور	: بهره‌وری آب در گردو و راهبردهای ارتقای آن/نویسندگان اصغر سلیمانی ... [و دیگران].
مشخصات نشر	: کرج: موسسه تحقیقات علوم باغبانی، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری	: ی، ۸۰ ص.: مصور (رنگی)، جدول، نمودار (بخشی رنگی).
شابک	: 978-622-92555-7-5
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: نویسندگان اصغر سلیمانی، مجید علی‌حوری، رعنا دستجردی، داراب حسنی، شکراله حاجی‌وند.
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۶۵ - ۶۹؛ همچنین به صورت زیرنویس.
موضوع	: گردو
	Walnut
	گردو — آبیاری
	Walnut -- Irrigation
	گردو — آبیاری — ایران
	Walnut -- Irrigation -- Iran
شناسه افزوده	: سلیمانی، اصغر، ۱۳۶۲-
شناسه افزوده	: موسسه تحقیقات علوم باغبانی
رده بندی کنگره	: SB ۴۰۱
رده بندی دیویی	: ۶۳۴/۵۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۵۵۳۵۳۷
اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیپا	

بهره‌وری آب در گردو و راهبردهای ارتقای آن



نویسندگان: اصغر سلیمانی، مجید علی‌حوری، رعنا دستجردی، داراب حسنی،

شکراله حاجی‌وند

ناشر: موسسه تحقیقات علوم باغبانی

ناظر فنی: کیومرث کاشی

شمارگان: ۱۰۰۰

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۹۲۵۵۵-۷-۵

چاپ نخست: ۱۴۰۳

قیمت: ۳۰۰۰۰۰ ریال

مسئولیت درستی مطالب کتاب با نویسندگان است

این کتاب تحت شماره ۳۱۴۰۳۱۱ مورخ ۱۴۰۳/۲/۴ 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 سال تاسیس

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

۱۴۰۳ - ۱۳۵۳

پنجاهمین سالگرد تأسیس
سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی
کرامی باد

پیشگفتار

کشاورزی بخشی کلیدی در توسعه اقتصادی و اجتماعی است که نقش بسزایی در دستیابی به امنیت غذایی، تنوع اقتصادی، ریشه کن کردن فقر و رفاه انسان‌ها ایفا می‌کند. از طرف دیگر، منابع آب، اراضی حاصلخیز و سایر نهاده‌های کشاورزی محدود بوده و جمعیت رو به رشد جهان، نیاز به تولیدات کشاورزی را افزایش می‌دهد، به طوری که امروزه چنین افزایشی در تقاضا موجب فشار بر نهاده‌های کشاورزی شده است. افزایش جمعیت، توسعه کشاورزی و صنعت در برخی از مناطق جهان به ویژه در کشورهای خاورمیانه متناسب با منابع آب تجدیدپذیر نبوده است. 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 از جمله معضلاتی هستند که کم و بیش بسیاری از کشورهای منطقه خاورمیانه از جمله ایران با آن مواجه هستند. در شرایطی که در عمده 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 و تعیین این شاخص‌ها به 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، بالا بردن بهره‌وری آب (نسبت عملکرد محصول به ازای واحد آب مصرفی) می‌باشد. بهبود مدیریت آبیاری مانند انتخاب صحیح روش آبیاری، دور آبیاری، میزان آب آبیاری مدت زمان آبیاری (مطابق با شرایط گیاه) به کشاورزی با ارزش بالاتر می‌انجامد، 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 قیودات 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 و یک گام اولیه هست 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 انجام شده نشان می‌دهد تا هنگامی که کشاورزان علاوه بر مدیریت آبیاری، تغییرات اساسی دیگری در مراحل داشت و برداشت محصول ایجاد نکنند، افزایش بهره‌وری آب 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 منافع پایدار کشاورزی، منابع آب و محیط زیست به صورت توأمان باید ملاک برنامه‌ریزی باشد. در این راستا، بایستی پایداری سرزمین و کاهش میزان استحصال منابع آب 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

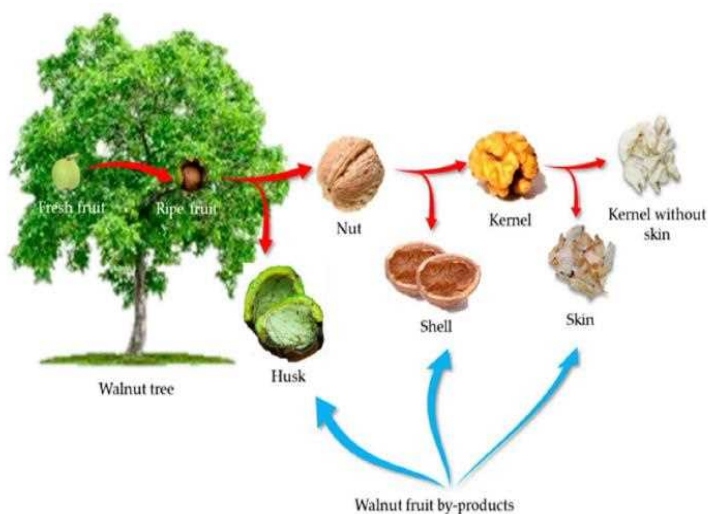
فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- وضعیت گردو در ایران و جهان	۱
۱-۱- میزان تولید، سطح زیر کشت و عملکرد گردو در دنیا و ایران	۳
۲-۱- روند تغییرات الگوی کشت و تولید گردو در دنیا	۵
۳-۱- روند تغییرات الگوی کشت و تولید گردو در ایران	۹
۴-۱- وضعیت تجارت گردو در دنیا	۱۱
۲- بهره‌وری آب در تولید گردو	۱۳
۱-۲- وضعیت کشت آبی و دیم در گردو	۱۵
۲-۲- نیاز آبی و نیاز آبیاری گردو	۱۵
۳-۲- بهره‌وری آب در گردو	۱۶
۳- راهکارهای ارتقای بهره‌وری آب در تولید گردو	۱۹
۱-۳- روش‌های بهینه‌سازی مصرف آب در باغ‌های گردو	۲۰
۱-۱-۳- اصلاح روش آبیاری	۲۰
۱-۱-۳- توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار (موضعی)	۲۱
۱-۱-۳-۲- اصلاح روش‌های آبیاری سطحی	۲۴
۱-۱-۳-۲- اصلاح برنامه آبیاری	۲۶
۱-۱-۳-۳- استفاده از مالچ	۳۰
۲-۳- راهکارهای افزایش عملکرد کمی و کیفی گردو	۳۱
۱-۲-۳- سرشاخه کاری درختان بذری با ارقام اصلاح شده	۳۲
۲-۲-۳- احداث باغ‌های جدید گردو با ارقام اصلاح شده و سازگار	۳۹
۳-۲-۳- مقابله با یخبندان‌های دیررس بهاره	۴۲
۴-۲-۳- مکان‌یابی مناسب باغ‌های گردو	۴۶
۵-۲-۳- ارتقاء سیستم‌های برداشت و پس از برداشت	۴۹
۵-۲-۳- بهبود تغذیه درختان گردو	۵۱
۶-۲-۳- مدیریت مناسب آفات و بیماری‌ها	۵۵

۵۹.....	۳-۳- برنامه‌های آموزشی و ترویجی.....
۶۰.....	۳-۳-۱- اقدامات انجام شده برای سرشاخه کاری درختان گردو.....
۶۲.....	۳-۳-۲- تولید نهال و پیوندک سالم.....
۶۳.....	۴- نتیجه گیری کلی.....
۶۵.....	فهرست منابع.....

۱- وضعیت گردو در ایران و جهان

گردو یکی از مهم‌ترین خشکبارهای دنیا بوده که در دهه‌های اخیر به شدت مورد توجه قرار گرفته است. یکی از دلایل مهم این توجه، کاربردی بودن تمام قسمت‌های این محصول می‌باشد، به طوری که اغلب قسمت‌های این درخت از برگ، تنه و قسمت‌های مختلف میوه آن استفاده تجاری دارند (شکل ۱).



شکل ۱- بخش‌های قابل استفاده گردو

میوه گردو مهم‌ترین بخش قابل استفاده آن است. در بین گونه‌های مختلف جنس گردو، تنها میوه جنس گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.) به عنوان گونه بومی ایران، به صورت تجاری در دنیا برای تولید میوه مورد کشت و کار قرار گرفته و تجارت جهانی میوه گردو نیز بر مبنای این گونه انجام می‌گیرد. علاوه بر میوه، چوب این گونه نیز دارای ارزش بسیار بالایی می‌باشد. چوب گردو در صنایع چوب به نیمه سنگین بودنش، انعطاف و کشش، مقاومت و نقش و نگار آن در موارد زیادی از جمله مبلمان، منبت کاری، خراطی، کنده کاری، ساخت مجسمه، درب و پنجره کاربرد دارد (شکل ۲). در بازارهای جهانی نیز چوب گردو در گروه گرانترین چوب‌ها قرار گرفته به طوری که بر مبنای

اطلاعات موجود قیمت هر شاخه از چوب درختان گردو بر اساس قطر، نقش و نگار، وجود یا عدم وجود صدمات مکانیکی در بازارهای چوب آمریکا ۱۲۷ تا ۲۳۰۰ دلار فروخته می‌شود.^۱



شکل ۲- میوه و چوب گردو

علاوه بر موارد ذکر شده، کاربردهای متعددی از بافت های مختلف گردو از جمله استفاده از پودر پوست چوبی در مته های حفاری چاه‌های نفت و تولید ذغال فعال، استفاده از عصاره پوست سبز در صنایع رنگرزی و استفاده از عصاره برگ و ترکیبات شیمیایی موجود در بافت‌های گردو برای صنایع شیمیایی، آرایشی و بهداشتی می‌شود.

از زمان‌های باستان، میوه گردو در تغذیه انسان مصرف شده است. بخش خوراکی گردو، مغز آن است که در حدود نصف وزن میوه را تشکیل می‌دهد. مغز میوه گردو غنی از اسیدهای چرب غیراشباع، پروتئین، کربوهیدرات، ویتامین A و E، و مواد معدنی (کلسیم، فسفر، پتاسیم، منیزیم، گوگرد، مس و آهن) می‌باشد. گردو سطح پروتئین بالایی دارد و مقدار فسفر موجود در مغز گردو با ماهی، برنج و تخم مرغ برابری می‌کند. ۱۰۰ گرم مغز گردو، ۶۵۴ کالری ارزش غذایی دارد.

1 -<https://research.mdc.mo.gov/project/forest-economics-missouri/timber-price-trends-apr-june-2021>. Reterviued, January, 2022.

مغزهای گردو اغلب در حدود ۶۰ درصد روغن دارند، اما ممکن است بین ۵۲ تا ۷۰ درصد، بسته به رقم و محل رشد و آبیاری تغییر کند. روغن گردو تقریباً ۷ درصد اسید چرب اشباع، ۲۰ درصد اسید چرب غیراشباع حاوی یک پیوند مضاعف و ۷۳ درصد اسیدهای چرب غیر اشباع حاوی چند پیوند مضاعف دارند. سطوح بالای اسید چرب غیر اشباع حاوی یک یا چند پیوند مضاعف باعث افزایش ارزش تغذیه‌ای این محصول می‌گردد. اسیدهای چرب اصلی موجود در روغن گردو شامل اولئیک، لینولئیک و لینولنیک اسید می‌باشند. نسبت این اسیدهای چرب برای ارزش تغذیه‌ای و اقتصادی آنها مهم می‌باشد. برای نمونه لینولئیک و لینولنیک پایین‌تر در روغن ممکن است سبب دوام بیشتر روغن شود در حالیکه سطوح بالاتر این‌ها از نظر تغذیه‌ای اهمیت بیشتری دارند. انرژی موجود در هر ۱۰۰ گرم مغز گردو ۶۵۴ کیلو کالری می‌باشد (شکل ۳).



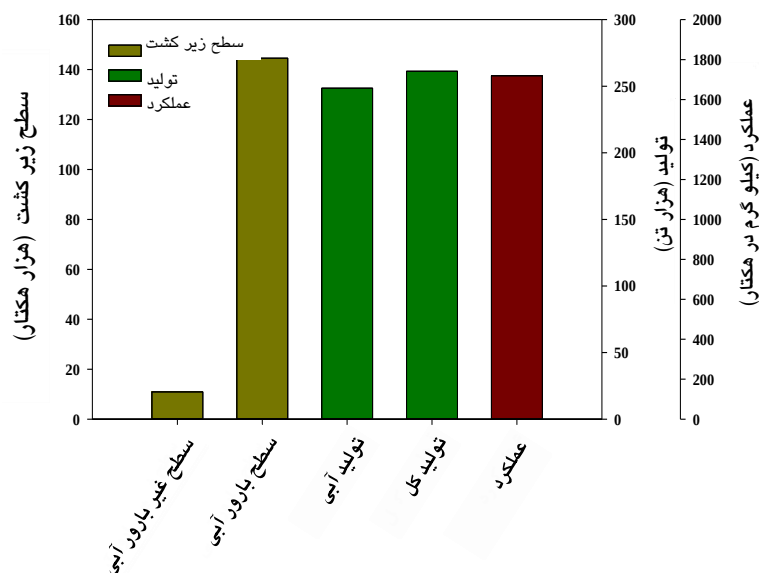
شکل ۳- ارزش غذایی گردو در مقایسه با سایر خشکبارها

۱-۱- میزان تولید، سطح زیر کشت و عملکرد گردو در دنیا و ایران

بررسی میزان تولید و سطح زیر کشت گردو در دنیا نشان می‌دهد که کشورهای چین، آمریکا، ایران و ترکیه بیشترین سطح زیر کشت و تولید (در مجموع بیش از ۷۰ درصد) را دارند، در بین کشورهای مذکور نیز چین با حدود ۲۸۴ هزار هکتار و تولید حدود ۱/۱ میلیون تن بیشترین سطح زیر کشت و تولید را در اختیار دارد (شکل ۴).



شکل ۴- میزان تولید و سطح زیر کشت در کشورهای عمده تولیدکننده گردو (FAO 2020)



شکل ۵- سطح زیر کشت، تولید و عملکرد گردوی کشور (آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۰)

بر اساس آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۰، سطح زیر کشت بارور و غیر بارور گردو در کشور به ترتیب حدود ۱۵۱ و ۱۲ هزار هکتار و میزان تولید گردو در کشور حدود ۲۶۱ هزار تن بوده است. میزان عملکرد کشت آبی گردو نیز ۱۷۱۹ کیلوگرم در هر هکتار بوده است (شکل ۵). بررسی میزان سطح زیر کشت و تولید گردو در مناطق مختلف کشور نشان می‌دهد که در اغلب استان‌های کشور گردو تولید می‌شود، ولی بیشترین سطح زیر کشت درختان بارور گردو در استان همدان با سطح زیر کشت حدود ۲۰ هزار هکتار قرار دارد. بیشترین سطح زیر کشت غیر بارور نیز در استان لرستان با ۱۸۸۴ هکتار قرار دارد که نشان می‌دهد توسعه گردو در این استان با سرعت بیشتری در حال انجام است (جدول ۱). از نظر میزان تولید نیز بیشترین میزان تولید مربوط به استان همدان می‌باشد که میزان تولید آن بیش از ۶۳ هزار تن می‌باشد (معاونت آمار مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، ۱۴۰۱).

بررسی میزان عملکرد استان‌های مهم تولیدکننده گردو در سال ۱۴۰۰ نشان می‌دهد که استان‌های همدان و تهران با بیشترین میزان عملکرد در واحد سطح (حدود سه تن در هکتار)، اختلاف قابل توجهی در مقایسه با میانگین عملکرد در واحد سطح کشور (۱۷۱۹ کیلوگرم در هکتار) دارند. کمترین میزان عملکرد نیز در استان‌های مرکزی، چهارمحال بختیاری و گلستان به ترتیب با ۷۵۳، ۸۸۶ و ۹۹۲ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است که در همه این استان‌ها عملکرد کمتر از یک تن در هکتار می‌باشد (شکل ۶).

۱-۲- روند تغییرات الگوی کشت و تولید گردو در دنیا

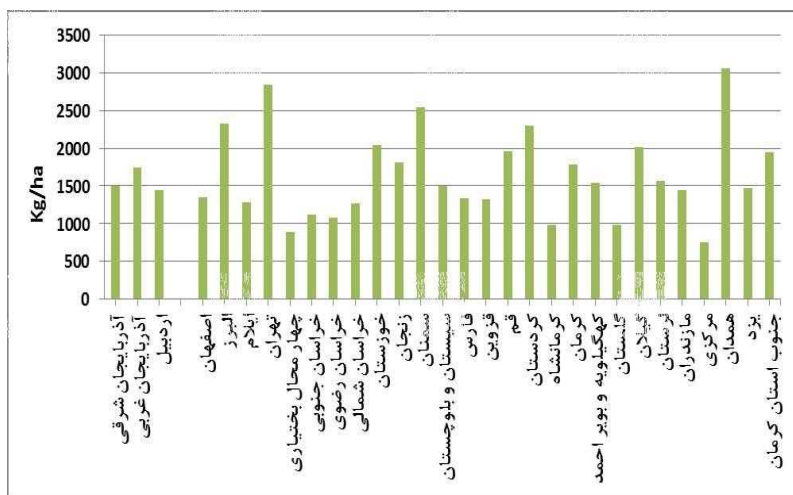
بر اساس آمار فائو سطح زیر کشت جهانی گردو در سال ۱۹۶۱ میلادی بیش از ۱۶۱ هزار هکتار بوده که با افزایش بیش از شش برابری، در سال ۲۰۲۰ میلادی به بیش از یک میلیون هکتار رسیده است. بررسی روند تغییرات میزان تولید نیز نشان می‌دهد که در همین دوره میزان تولید از حدود ۵۰۰ هزار تن به حدود ۳/۴ میلیون تن رسیده است که افزایش هفت برابری را نشان می‌دهد. به علاوه میزان تولید در سال ۲۰۲۰ میلادی افت قابل توجهی را نسبت به سال‌های قبل داشته که این افت به دلیل کاهش تولید در چین رخ داده است.

جدول ۱- سطح زیرکشت و میزان تولید گردو در استان‌های کشور در سال ۱۴۰۰

استان	بارور (هکتار)	غیربارور (هکتار)	تولید (تن)
آذربایجان شرقی	۱۵۲۰۵	۵۳۳	۲۳۰۶۹
آذربایجان غربی	۵۵۴۸	۵۴۳	۹۸۶۰
اردبیل	۱۶۰۹	۲۹۹	۲۳۴۸
اصفهان	۴۸۸۰	۲۱۲	۶۷۲۴
البرز	۱۸۴۴	۱۵۰	۴۳۰۷
ایلام	۱۲۸۷	۵۹	۱۶۵۳
تهران	۲۴۷۲	۲۷	۷۰۱۰
چهارمحال بختیاری	۷۴۱۳	۸۳۷	۶۵۷۲
خراسان جنوبی	۲۹۶	۹	۳۴۴
خراسان رضوی	۵۷۹۶	۳۳۰	۶۵۷۰
خراسان شمالی	۴۵۵۱	۱۵۲	۵۸۵۶
خوزستان	۶۹۵	۷۰	۱۴۱۶
زنجان	۲۷۴۴	۲۹۰	۵۰۰۰
سمنان	۲۵۳۴	۷۸۰	۶۳۷۷
سیستان و بلوچستان	۲۷	۰	۱۵۴
فارس	۷۱۴۲	۴۲۰	۹۳۵۳
قزوین	۴۹۷۱	۹۵	۶۶۰۷
قم	۱۲۷۹	۱۰۴	۲۵۰۶
کردستان	۱۰۳۲۴	۹۰۵	۲۳۸۴۴
کرمانشاه	۲۹۷۱	۹۶۵	۱۶۲۳۸
کرمان	۱۵۳۷۵	۲۰۰	۵۳۴۲
کهگیلویه و بویر احمد	۳۰۶۴	۱۹۳	۴۸۴۸
گلستان	۱۳۰۸	۱۲۶	۱۱۶۱
گیلان	۲۳۱۷	۷۶	۴۸۶۸

ادامه جدول ۱

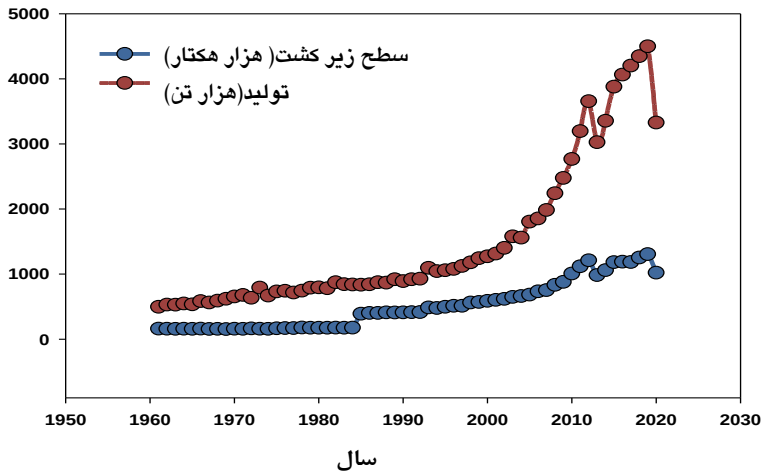
استان	بارور (هکتار)	غیربارور (هکتار)	تولید (تن)
لرستان	۱۲۲۴۴	۱۸۸۴	۱۹۱۹۸
مازندران	۵۴۶۴	۸۷۱	۷۵۴۷
مرکزی	۳۹۲۰	۲۶۴	۲۹۸۶
هرمزگان	۱	۱۵۰	۴
همدان	۲۰۶۲۵	۹۳۹	۶۳۰۲۵
یزد	۱۶۹۹	۱۰۱	۲۵۰۹
جنوب استان کرمان	۱۳۰۸	۵۶	۳۹۶۲
جمع کل	۱۵۰۹۱۳	۱۱۶۳۹	۲۶۱۲۶۲



شکل ۶- عملکرد گردو در استان های کشور در سال ۱۴۰۰

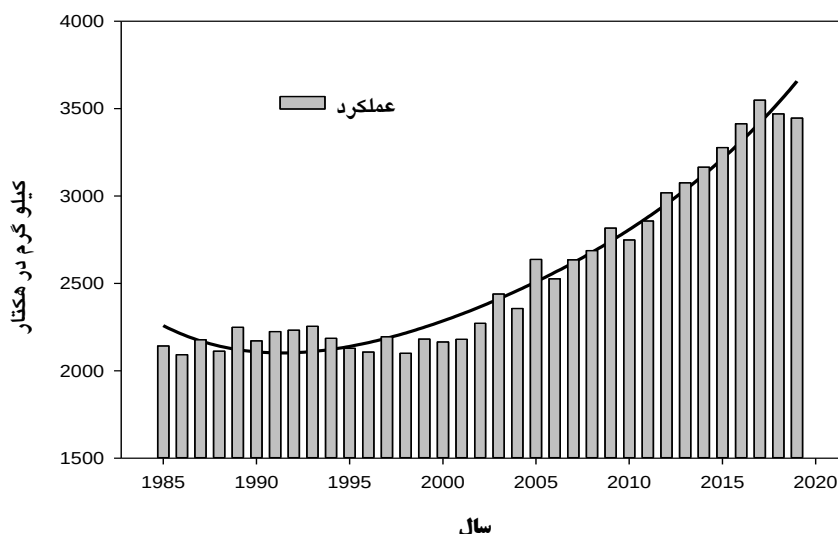
بررسی روند تغییرات تولید گردو در دنیا نشان می‌دهد که روند افزایش تولید از سال ۲۰۰۰ میلادی با شیب بسیار بیشتری انجام شده در حالی که شیب افزایش سطح زیر کشت تغییر قابل توجهی نداشته است (شکل ۷). این موضوع نشان می‌دهد که افزایش تولید در

واحد سطح به دلیل استفاده از ارقام اصلاح شده جدید، ارتقاء سیستم‌های داشت، برداشت و پس از برداشت در این محصول می‌باشد.



شکل ۷- روند تغییرات کل تولید گردو در دنیا (FAO)

بررسی روند تغییرات عملکرد گردو در دنیا نشان می‌دهد که میانگین عملکرد جهانی گردو در هر هکتار با شیب قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است. میزان عملکرد گردو که تا سال ۲۰۰۰ میلادی حدود دو تن در هر هکتار بوده، در سال‌های اخیر به حدود ۳/۵ تن در هر هکتار رسیده است (شکل ۸)، به طوری که این میزان برای کشورهای پیشرو بیشتر از ۴ تن در هر هکتار می‌باشد. دلیل اصلی این میزان افزایش تولید، استفاده از ارقام اصلاح شده پربار و جایگزینی آنها با درختان بذری بوده است. عوامل دیگری از قبیل بهبود مدیریت تولید شامل بهبود وضعیت مدیریت باغ، هرس و تربیت مناسب درختان گردو، مدیریت مطلوب تغذیه باغ‌های گردو، استفاده از تکنولوژی‌های نوین آبیاری، مبارزه علمی و موثر با آفات و بیماری‌ها، استفاده از سیستم‌های مکانیزه برداشت و پس از برداشت نیز در این زمینه نقش موثری داشته‌اند.



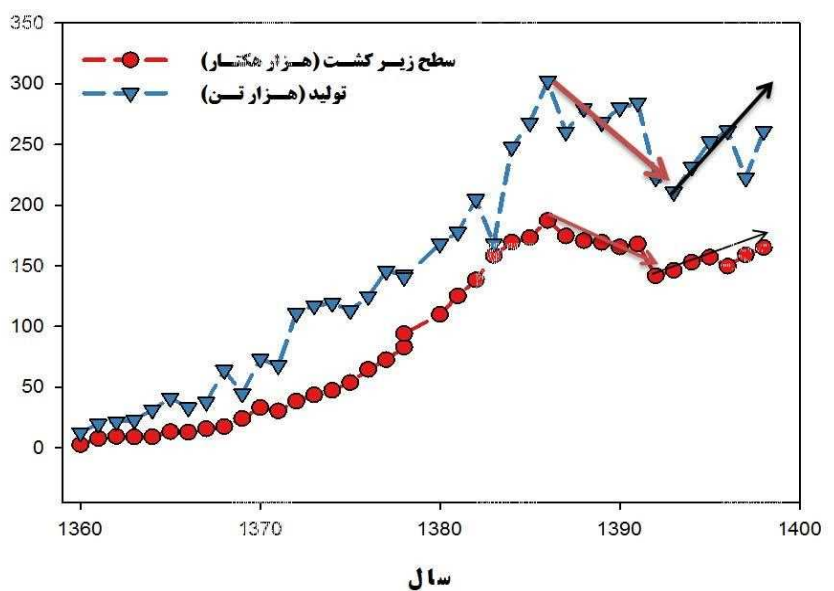
شکل ۸- روند تغییرات میانگین عملکرد گردو در دنیا (FAO)

۳-۱- روند تغییرات الگوی کشت و تولید گردو در ایران

بررسی سطح زیر کشت و تولید گردو در ایران نشان می‌دهد که سطح زیر کشت و تولید گردو در سال ۱۳۶۰ شمسی به ترتیب حدود ۲۶۰۰ هکتار و ۱۲ هزار تن و در سال ۱۴۰۰ شمسی به ترتیب به بیش از ۱۶۲ هزار هکتار و ۲۶۱ هزار تن رسیده که میزان افزایش آن‌ها به ترتیب حدود ۶۳ و ۲۱ برابر بوده که این مقدار، بسیار بیشتر از روند افزایش جهانی این محصول بوده است. بررسی دقیق‌تر میزان سطح زیر کشت، تولید و عملکرد در هکتار نشان می‌دهد که هر دو فاکتور در سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۸۴ روند کاهشی داشته که دلیل این موضوع، افزایش فراوانی سرمازدگی‌های دیررس بهاره، بذری و کم بار بودن باغ‌های گردو، نبود ارقام مناسب و سازگار با شرایط اقلیمی کشور، کاهش پتانسیل باردهی درختان گردو به خاطر افزایش سن آن‌ها، واقعی‌تر شدن آمار و هم چنین اثرات کم آبی و خشک سالی بوده است. ولی خوشبختانه از سال ۱۳۹۶ به بعد روند تولید افزایشی شده و شیب افزایش آن نیز بیشتر از افزایش سطح زیر کشت می‌باشد (شکل ۹) که نشان دهنده بهبود بهره‌وری در تولید این محصول می‌باشد. دلایل اصلی این موضوع، استفاده از ارقام

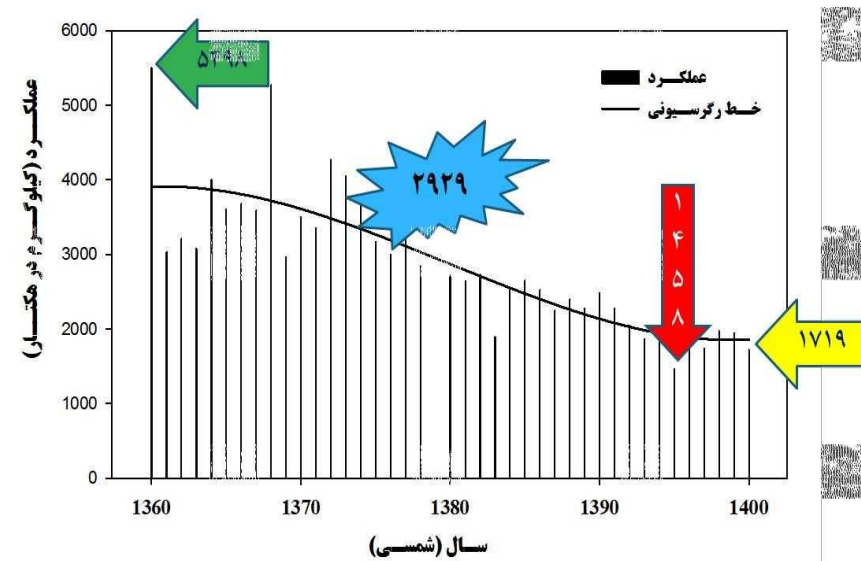
جدید دیربرگ مقاوم به یخندان‌های دیررس بهاره و ارقام پربار با عادت باردهی جانبی، اصلاح باغ‌های قدیمی با استفاده از سرشاخه کاری با ارقام اصلاح شده، احداث باغ‌های جدید و مدرن گردو و استفاده از روش‌های نوین آبیاری بوده است.

بررسی روند تغییرات عملکرد در واحد سطح گردو در کشور در سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۴۰۰ نتایج مشابه با تغییرات سطح زیر کشت و میزان تولید را نشان می‌دهد که دلایل آن ذکر شدند (شکل ۱۰). البته همان‌طور که مشاهده می‌شود شیب افزایش عملکرد گردو کمتر از روند افزایشی سطح زیر کشت و میزان تولید گردو در کشور است که علت اصلی آن جوان بودن اغلب باغ‌های جدید گردو و باغ‌های اصلاح شده می‌باشد. طبیعی است با رسیدن این باغ‌های جدید به باردهی، میزان عملکرد محصول نیز روند افزایشی خوبی را در سال‌های بعدی خواهد داشت.



شکل ۹- روند تغییرات سطح زیر کشت و تولید گردو در ایران

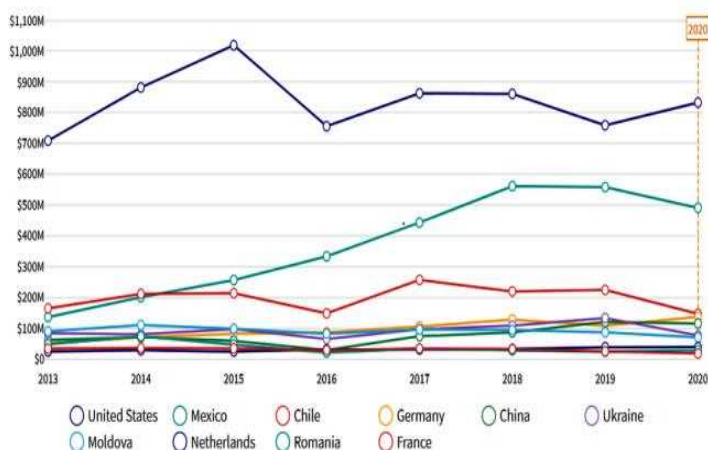
بین سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۴۰۰



شکل ۱۰- روند تغییرات عملکرد گردو در ایران بین سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۴۰۰

۱-۴- وضعیت تجارت گردو در دنیا

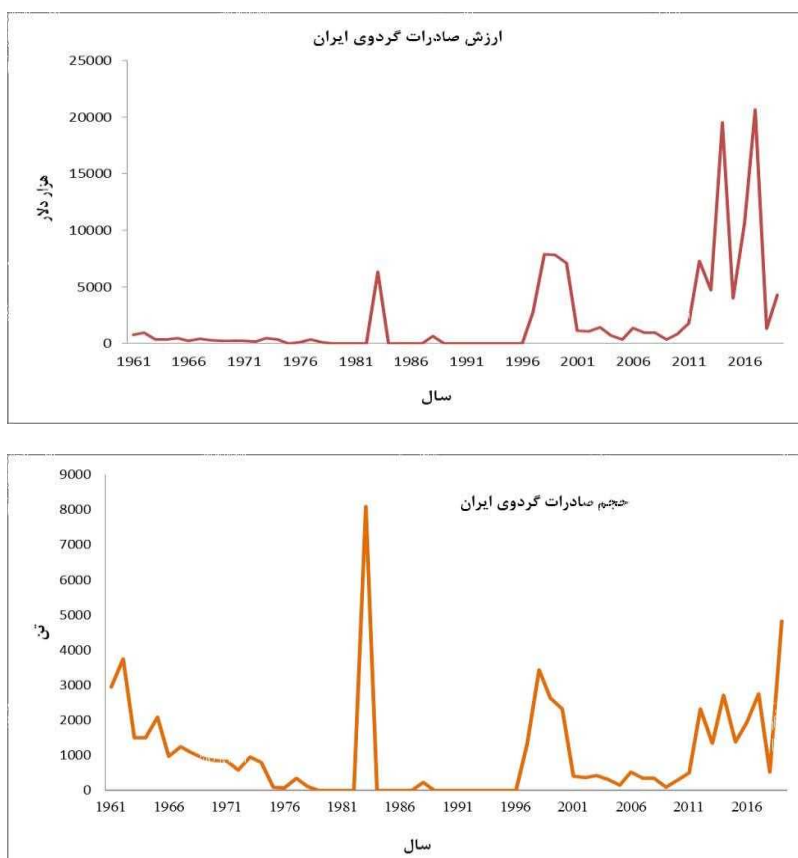
بررسی وضعیت صادرات گردو توسط کشورهای مهم صادر کننده دنیا نشان می‌دهد که آمریکا بزرگترین صادر کننده این محصول در دنیا می‌باشد که سالانه حدود ۰/۸-۱ میلیارد دلار صادرات گردو دارد که با اختلاف زیادی بالاتر از سایر کشورهای صادر کننده قرار می‌گیرد و این وضعیت در سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۰ میلادی به همین صورت بوده است. میزان صادرات در بقیه کشورهای صادر کننده کمتر از ۲۰۰ میلیون دلار در سال می‌باشد. نکته جالب توجه در بین کشورهای صادر کننده این است که به جز آمریکا و چین، بقیه کشورهای صادر کننده اغلب جایگاه قابل توجهی در بین کشورهای تولید کننده ندارند، بلکه به کمک تکنولوژی و تولید محصول در باغ‌های مدرن محصولات صادراتی قابل توجهی تولید و در بازارهای جهانی عرضه می‌کنند که این موضوع اهمیت اقتصادی و توانایی ارزآوری این محصول را در دنیا نشان می‌دهد (شکل ۱۱). آلمان، ژاپن، کره جنوبی، کانادا، اسپانیا، انگلیس، هلند و امارات متحده عربی از کشورهای عمده وارد کننده گردو هستند که بیشترین محصول را از آمریکا وارد می‌کنند.



شکل ۱۱- میزان صادرات سالانه گردو در کشورهای عمده صادر کننده^۱

بررسی وضعیت صادرات گردو در ایران نیز نشان می‌دهد که متاسفانه به رغم این که ایران یکی از کشورهای عمده تولید کننده گردو در دنیا بوده و در جایگاه سوم جهانی تولید قرار دارد، اما متاسفانه در بین کشورهای صادرکننده گردو جایگاهی مناسبی ندارد. حجم صادرات گردوی کشور نیز در اغلب سال‌ها کمتر از پنج میلیون دلار بوده است. البته در برخی سال‌ها میزان صادرات در نهایت به ۲۰ میلیون دلار در سال هم رسیده است (شکل ۱۲) که این میزان هم در مقایسه با سطح زیر کشت و تولید گردو در کشور بسیار پایین می‌باشد. دلایل عمده پایین بودن میزان صادرات گردوی کشور عدم یکنواختی اندازه، شکل، رنگ و سایر خصوصیات مربوط به میوه و مغز محصول تولیدی گردو در کشور است که ناشی از بذری بودن باغ‌های گردوی کشور می‌باشد. بدیهی است چنین محصولی توانایی رقابت با محصولات کشورهای رقیب که با شرایط و استانداردهای مشخص تولید می‌شوند، را نخواهد داشت.

1- <https://www.tridge.com/intelligences/walnut/export?flow=e&commodity>
CodeCode=080232



شکل ۱۲- میزان و ارزش صادرات سالانه گردو از ایران (FAO)

۲- بهره‌وری آب در تولید گردو

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 میلی متر حدود یک سوم متوسط بارندگی دنیا و میزان تبخیر سالانه کشور با حدود ۲۱۰۰ میلی متر تقریباً سه برابر میانگین جهانی می‌باشد. 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 ضروری 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 نسبی است که در مخرج کسر، آب آبیاری و یا آب کاربردی (آب آبیاری و بارندگی موثر) و 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.

بهره‌وری فیزیکی آب معمولاً بر حسب کیلوگرم محصول تولید شده بر مترمکعب بیان می‌شود. 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 متوسط یازده ساله و سه ساله اخیر 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

1-Water productivity

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 به ترتیب معادل ۱/۳، ۰/۶۹ و ۱/۱۳ کیلوگرم بر مترمکعب است (کشاورز، ۱۴۰۱).

۲-۱- وضعیت کشت آبی و دیم در گردو

بر اساس آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۴۰۰ (معاونت آمار مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، ۱۴۰۱)، بررسی سطح زیرکشت آبی (فاریاب) کشور و میزان گردو تولید شده از این اراضی حاکی از آن است که در حال حاضر امکان تولید اقتصادی گردو در کشور بدون انجام آبیاری یا به صورت دیم وجود ندارد. بر اساس آمارنامه مذکور، ۹۵/۸ درصد از باغ‌های بارور گردو (حدود ۱۴۵ هزار هکتار) در کشور فاریاب بوده و ۹۵/۲ درصد از کل گردو کشور (حدود ۲۴۹ هزار تن) از این اراضی تولید می‌شود (جدول ۲)، لذا آب اولین و مهمترین عامل محدودیت در تولید گردو در کشور محسوب می‌شود.

جدول ۲- سطح زیرکشت (بارور)، تولید و عملکرد گردو در کشت آبی و دیم

شاخص	کشت آبی	کشت دیم
سطح زیرکشت بارور (هکتار)	۱۴۴۵۹۱	۶۳۲۲
میزان تولید (تن)	۲۴۸۵۹۵	۸۰۵۹
عملکرد میوه (کیلوگرم در هکتار)	۱۷۱۹	۱۲۷۵

۲-۲- نیاز آبی و نیاز آبیاری گردو

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 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-مانتیت فائو پس از روش لایسمتری، به عنوان روشی استاندارد، دقیق و مناسب برای محاسبه نیاز آبی گیاه معرفی شده است و حتی به عنوان روش مبنای برای ارزیابی سایر معادلات تبخیر-تعرق گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد (آلن و همکاران، ۱۹۹۸). میزان نیاز آبی و نیاز خالص آبیاری در مهم‌ترین استان‌های تولیدکننده گردو بر اساس روش پنمن-مانتیت فائو بین ۱۱۷۰۰-۵۰۰۰ مترمکعب در هکتار برآورد شده است (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶).

۲-۳- بهره‌وری آب در گردو

مطالعات مختلفی تاکنون در مورد برآورد و اندازه‌گیری مقدار بهره‌وری آب برای گردوی کشور انجام شده است. برآورد نیاز ناخالص آبیاری و عملکرد میوه گردو (در سال ۱۳۹۳) در حوزه آبریز کرخه (استان‌های لرستان، کرمانشاه، خوزستان، همدان، ایلام، کردستان و مرکزی) حاکی از برآورد مقدار ۰/۱۱ کیلوگرم بر مترمکعب برای بهره‌وری آب در محصول گردو بود (حیدری، ۱۳۹۴).

در پژوهش دیگری، مقدار بهره‌وری آب برای محصول گردو بر مبنای برآورد نیاز ناخالص آبیاری و عملکرد میوه گردو (در سال‌های ۹۵-۱۳۹۲) در حوزه دریاچه ارومیه (استان‌های آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی و کردستان) معادل ۰/۱۷ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش شده است (وفابخش و همکاران، ۱۳۹۸).

اما اگر مقدار بهره‌وری آب بر اساس برآورد آب مصرفی در باغ‌های گردو کشور که توسط موسسه تحقیقات خاک و آب معادل ۱۲۸۰۲ مترمکعب در هکتار گزارش شده است (موسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۳۹۹) و میانگین عملکرد گردو (کشت آبی) طبق آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۰ (۱۷۱۹ کیلوگرم در هکتار) محاسبه شود، عدد ۰/۱۳ کیلوگرم بر مترمکعب خواهد شد.

در یک پژوهش دیگر، مقادیر بهره‌وری آب در باغ‌های گردو تحت مدیریت باغداران در مهم‌ترین استان‌های تولیدکننده گردو شامل استان‌های همدان، لرستان، آذربایجان

شرقی، کرمانشاه، کهگیلویه و بویر احمد، فارس، کرمان، چهار محال و بختیاری، مرکزی، قزوین و زنجان تعیین شد. اندازه‌گیری مستقیم حجم آب آبیاری در یک سال در باغ‌های مذکور انجام گرفت و با توجه به تغییرات سالانه عملکرد باغ‌ها، عملکرد گردو در دو سال زراعی (۱۳۹۷ و ۱۳۹۸) اندازه‌گیری شد. شاخص بهره‌وری آب آبیاری از نسبت عملکرد میوه گردو (کیلوگرم در هکتار) به حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار) و شاخص بهره‌وری آب کاربردی نیز از نسبت عملکرد میوه گردو به مجموع حجم آب آبیاری و بارندگی موثر به دست آمد. نتایج نشان داد که میانگین وزنی (مبتنی بر سطح زیر کشت) شاخص بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب کاربردی در باغ‌های گردوی استان‌های مذکور به ترتیب برابر ۰/۱۸ و ۰/۱۶ کیلوگرم بر مترمکعب بود (عباسی و همکاران، ۱۳۹۹).

چنانچه مقدار بهره‌وری آب بر اساس اندازه‌گیری حجم آب کاربردی (مجموع آب آبیاری و بارندگی) در باغ‌های گردو که معادل ۷۰۰۰ مترمکعب در هکتار گزارش شده است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۹) و میانگین عملکرد گردو (کشت آبی) طبق آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۰ (۱۷۱۹ کیلوگرم در هکتار) تعیین شود، عدد ۰/۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب خواهد شد.

بنابراین با جمع‌بندی نتایج پژوهش‌ها و مطالعات انجام شده (جدول ۳)، به نظر می‌رسد که در باغ‌های گردوی کشور، میانگین میزان آب کاربردی (مجموع آب آبیاری و بارندگی) حدود ۹۹۰۰ مترمکعب در هکتار و میانگین بهره‌وری آب (کاربردی) معادل ۰/۱۵ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. این درحالی است که میانگین بهره‌وری آب برای محصول گردو در کشور آمریکا معادل ۰/۴۰ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش شده (لمپنین و همکاران، ۲۰۰۴؛ بوچنر و همکاران، ۲۰۰۸) که بیانگر اختلاف حدود ۲/۵ برابر با میانگین بهره‌وری آب در در باغ‌های گردوی کشور می‌باشد. از مهمترین دلایل این تفاوت، می‌توان به بالاتر بودن عملکرد محصول گردو و استفاده بهینه‌تر از منابع آب در کشور آمریکا اشاره نمود.

بهره‌وری اقتصادی آب نیز در برخی از مهمترین محصولات زراعی و باغی کشور بر پایه قیمت صادرات (سیب، پسته و گردو) یا واردات (گندم و برنج) آن محصول در پایان

اسفند سال ۱۴۰۰ (مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی، ۱۴۰۱) در جدول ۴ ارائه شده است. همان طور که مشاهده می‌شود گردو با بهره‌وری اقتصادی آب معادل ۰/۹۵ دلار بر مترمکعب از جمله محصولات با ارزش اقتصادی مناسب برای کشت و پرورش در کشور می‌باشد.

جدول ۳- مقادیر بهره‌وری مصرف آب در گردو

منبع	مبنای محاسبات	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
حیدری (۱۳۹۴)	برآورد نیاز ناخالص آبیاری و عملکرد میوه گردو (آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۳) در حوزه آبریز کرخه (استان‌های لرستان، کرمانشاه، خوزستان، همدان، ایلام، کردستان و مرکزی)	۰/۱۱
وفابخش و همکاران (۱۳۹۸)	برآورد نیاز ناخالص آبیاری و عملکرد میوه گردو (آمارنامه کشاورزی سال‌های ۹۵-۱۳۹۲) در حوزه دریاچه ارومیه (استان‌های آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی و کردستان)	۰/۱۷
موسسه تحقیقات خاک و آب (۱۳۹۹) آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۰	برآورد آب مصرفی (موسسه تحقیقات خاک و آب) و عملکرد میوه گردو (آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۰)	۰/۱۳
عباسی و همکاران (۱۳۹۹)	اندازه‌گیری آب کاربردی و عملکرد میوه گردو در سال ۱۳۹۷ (استان‌های همدان، لرستان، آذربایجان شرقی، کرمانشاه، کهگیلویه و بویر احمد، فارس، کرمان، چهار محال و بختیاری، مرکزی، قزوین و زنجان)	۰/۱۶
عباسی و همکاران (۱۳۹۹) آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۰	اندازه‌گیری آب کاربردی (سال ۱۳۹۷) و عملکرد میوه گردو (آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۰)	۰/۲۵

جدول ۴- بهره‌وری اقتصادی آب در برخی از مهمترین محصولات زراعی و باغی کشور

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	۰/۴	۰/۸۵	۰/۳۴
گردو*	۰/۱۵	۶/۳	۰/۹۵
بادام*	۰/۱۶	۸/۳	۱/۳۳
سیب*	۲/۲۲	۰/۲۸	۰/۶۲
پسته*	۰/۱۰	۶/۸	۰/۶۸

* بهره‌وری آب کاربردی (آبیاری و بارندگی)

۳- راهکارهای ارتقای بهره‌وری آب در تولید گردو

آب و آبیاری به صورت مستقیم و غیر مستقیم نقش بسزایی در فرایند تولید میوه گردو و عملکرد کمی و کیفی این محصول دارد. یکی از مهمترین دلایل پایین بودن میزان بهره‌وری آب در باغ‌های گردو، عدم استفاده بهینه از آب و در نتیجه بالا بودن تلفات آب می‌باشد. مهمترین دلایل تلفات آب در باغ‌های گردو 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 ۱۳). 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.

۳-۱- روش‌های بهینه‌سازی مصرف آب در باغ‌های گردو

افزایش بهره‌وری آب در باغ‌های گردو 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 گردو در کشور محسوب می‌شود. نتایج تحقیقات (کاربردی) انجام شده حاکی است که با مدیریت صحیح در آبیاری باغ‌های گردو، 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 و استفاده از مالچ از مهمترین روش‌های بهینه‌سازی مصرف آب آبیاری در باغ‌های گردو می‌باشند.



شکل ۱۳- تلفات آب ناشی از آبیاری غرقابی درختان گردو

۳-۱-۱- اصلاح روش آبیاری

انتخاب روش مناسب آبیاری، توسعه شیوه‌های نوین آبیاری و استفاده از فن آوری مناسب برای پیاده کردن این روش‌ها و جلوگیری از برداشت بی رویه از منابع آب در دسترس با در نظر گرفتن ارزش و قیمت واقعی آب، از جمله راه‌های بهبود راندمان آبیاری و افزایش بهره‌وری آب هستند. 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 گردو 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.

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

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 برای اولین بار در اواخر دهه ۱۹۴۰ در گلخانه‌های انگلستان مورد استفاده قرار گرفت که با توسعه صنایع پلاستیک در ایام جنگ جهانی دوم و سال‌های بعد از آن، کاربرد لوله‌های پلاستیکی در این روش‌های آبیاری مقرون به صرفه گردید. هنگامی که مدیریت و طراحی سیستم‌های آبیاری موضعی به خوبی انجام شود، این روش آبیاری کاراترین شیوه آبیاری از نظر مصرف و توزیع آب می‌باشد و به نظر می‌رسد یک روش ایده‌آل برای تأمین آب و مواد غذایی مورد نیاز گیاهان باغی باشد. 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.

مقایسه روش‌های آبیاری موضعی شامل قطره‌ای، میکروجت و بابلر روی درختان پنج ساله گردو در استان آذربایجان غربی (ایستگاه کهریز ارومیه) نشان داد که روش‌های آبیاری بابلر و میکروجت با بهره‌وری آب به ترتیب معادل ۰/۲۶ و ۰/۲۵ سانتی‌متر بر

میلی‌متر نسبت به روش آبیاری قطره‌ای در اولویت بودند (جدول ۵). در این مطالعه با توجه به مرحله رشد درختان گردو (رویشی)، مقدار بهره‌وری آب بر اساس نسبت رشد سرشاخه‌ها به میزان آب کاربردی محاسبه شد (رضوی و همکاران، ۱۳۹۶).

جدول ۵- مقایسه روش‌های آبیاری موضعی در درختان گردوی ۵ ساله

روش آبیاری	آب کاربردی (مترمکعب/هکتار)	رشد سرشاخه‌ها (سانتی‌متر)	بهره‌وری آب (سانتی‌متر/میلی‌متر)
قطره‌ای	۶۴۰۰	۸۳/۵	۰/۱۵
میکروجت	۶۴۰۰	۱۴۰/۵	۰/۲۵
بابلر	۶۴۰۰	۱۴۳/۸	۰/۲۶

در تحقیق دیگری مقایسه اقتصادی روش‌های آبیاری غرقابی، بارانی و قطره‌ای و کشت دیم در باغ‌های گردوی کشور چین نشان داد که روش‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای میزان درآمد باغدار را نسبت به روش آبیاری غرقابی حدود ۶۶ درصد افزایش دادند (جدول ۶). میزان بارندگی کل دوره رشد درختان گردو در منطقه مورد مطالعه برابر ۴۵۰-۳۵۰ میلی‌متر بود (لیو، ۲۰۱۴).

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.

جدول ۶- مقایسه اقتصادی روش‌های مختلف آبیاری در باغ‌های گردو (چین)

روش آبیاری	هزینه (دلار/قطعه آزمایشی)	درآمد ناخالص (دلار/قطعه آزمایشی)	درآمد خالص (دلار/قطعه آزمایشی)	افزایش درآمد (درصد)
غرقابی	۵۵۰	۵۰۰۰	۴۴۵۰	-
بارانی	۵۱۲۵	۱۲۵۰۰	۷۳۷۵	+۶۶٪
قطره‌ای	۵۱۲۵	۱۲۵۰۰	۷۳۷۵	+۶۶٪
دیم	۰	۳۷۵۰	۳۷۵۰	-۱۶٪

به منظور بررسی وضعیت مدیریت بهره‌برداری از سامانه‌های آبیاری موضعی در استان-های فارس، آذربایجان غربی، خراسان رضوی، چهارمحال و بختیاری و گلستان، از هر استان بین ۱۹ تا ۱۱ باغ (شامل انواع درختان از جمله گردو) 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 به خصوص 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).

۳-۱-۲- اصلاح روش‌های آبیاری سطحی

اگر چه در بیشتر موارد سامانه‌های آبیاری تحت فشار در اولویت بوده و به عنوان یکی از روش‌های مؤثر در بهره‌وری مطلوب از منابع آب و اراضی کشاورزی مطرح هستند، اما چنانچه در منطقه‌ای به دلایل فنی و اجتماعی امکان استفاده از این روش‌های آبیاری وجود نداشته باشد، با اصلاح روش‌های آبیاری سنتی می‌توان وضعیت موجود آبیاری را بهبود بخشید و یا با استفاده از روش‌های نوین آبیاری سطحی، از تلفات آبیاری جلوگیری نمود. راهکارهای مهم قابل استفاده باغداران برای بهبود روش‌های آبیاری سطحی شامل موارد زیر است:

۱) استفاده از روش آبیاری تشتکی با انتهای بسته

روش آبیاری تشتکی یکی از مناسب‌ترین روش‌های آبیاری سطحی در باغ‌های میوه است که در انواع خاک‌های لومی تا رسی قابلیت استفاده دارد. در این روش، اطراف درخت تشتکی درست می‌کنند که ابعاد این تشتک بسته بافت خاک و سن درخت متفاوت است. قطر تشتک در سال اول حدود یک متر است که به تدریج با افزایش سن درخت و گسترش برگ‌ها افزایش می‌یابد (شکل ۱۴). جوی آبیاری که بین دو ردیف

درختان و در بعضی مواقع نزدیک به تشتک احداث شده، آب مورد نیاز تشتک‌ها را تامین می‌کند. گاهی اوقات جوی‌های آبیاری دقیقا روی هر ردیف کاشت احداث می‌شوند، یعنی تشتک‌ها روی جوی آبیاری قرار دارند. بازده یا راندمان آبیاری در این روش آبیاری نسبت به سایر روش‌های آبیاری سطحی بیش‌تر است، چون در هنگام آبیاری تمام سطح خاک خیس نمی‌شود و لذا تلفات آب به صورت نفوذ عمقی و تبخیر کاهش می‌یابد. همچنین می‌توان تشتک‌ها را به گونه‌ای احداث کرد که آب تماس مستقیم با تنه درخت نداشته باشد (علی‌حوری، ۱۴۰۰).



شکل ۱۴- آبیاری تشتکی در درختان میوه

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 معمولا 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، به‌طوری که درختان گردو 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 گردو 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.

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 گردو، تعیین نیاز آبی یا آب مورد نیاز درخت گردو است. با تعیین صحیح و دقیق نیاز آبی درختان

گردو، 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.

یکی از مهم‌ترین نکاتی 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 زیرکشت 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.

بررسی اثرات کم آبیاری در مرحله رشد رویشی گردو در استان آذربایجان غربی نشان داد که کاهش ۲۵ درصد از میزان آب آبیاری، تاثیر قابل توجهی بر روی خصوصیات فتوسنتزی و صفات رویشی گردو ندارد. در پژوهش اول، به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر خصوصیات فتوسنتزی دانه‌های دو ساله گردو، چهار تیمار آبیاری به میزان ۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی به مدت یک ماه اعمال شدند. نتایج نشان داد که مقدار فتوسنتز، هدایت روزنه ای و هدایت مزوفیلی دانه‌های گردو بین آبیاری به میزان ۱۰۰ و ۷۵ درصد ظرفیت زراعی تفاوت چندانی نداشت (سیدی و همکاران، ۱۳۹۵). در پژوهش دیگر، ارزیابی اثرات سه میزان آبیاری ۱۱۰، ۷۵ و ۵۵ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A روی رشد رویشی درختان پنج ساله گردو نشان داد که بیشترین بهره‌وری آب به آبیاری ۷۵ درصد تبخیر تجمعی از تشت تعلق داشت (رضوی و همکاران، ۱۳۹۶).

بررسی اثرات قطع یک نوبت آبیاری در درختان گردو در زمان‌های مختلف شامل اواسط تیر، مرداد و شهریور ماه در استان خراسان رضوی حاکی از آن بود که حساسترین مرحله به تنش خشکی در درختان گردو، اواسط تیرماه است. با توجه به نتایج، توصیه شد که در فصل تابستان از قطع آبیاری درختان گردو پرهیز شود (فهادان، ۱۳۹۶).

مقایسه سطوح مختلف آبیاری شامل آبیاری به میزان ۱۰۰، ۷۰ و ۱۳۰ درصد نیاز آبی در کل دوره رشد و ۲۰ درصد نیاز آبی از ۱۵ ژوئن تا ۱۵ سپتامبر روی درختان گردوی رقم Serr در کشور اسپانیا نشان داد که در تمام سطوح کم آبیاری مقدار بهره‌وری آب از ۹ تا ۲۵ درصد کاهش پیدا کرد (جدول ۷). لذا بر اساس نتایج به دست آمده، انجام کم آبیاری برای درختان گردو مناسب نبود، به جز در شرایط خشکسالی و کمبود آب که امکان آبیاری درختان گردو بر اساس ۲۰ درصد نیاز آبی در فصل تابستان (۱۵ ژوئن - ۱۵ سپتامبر) توصیه گردید (کوهن و همکاران، ۱۹۹۷).

اما در کشور آمریکا، بررسی اثرات کم آبیاری بر درختان گردو حاکی از امکان انجام کم آبیاری داشت. تحقیق اجرا شده به مدت سه سال روی درختان گردوی رقم چندلر در دو منطقه از کشور آمریکا نشان داد که آبیاری به میزان ۸۲-۶۵ درصد نیاز آبی باعث کاهش عملکرد میوه به میزان ۳۳-۱۳ درصد شده (لمپین و همکاران، ۲۰۰۴)، ولی ضمن کاهش میزان آب مصرفی تا ۳۵ درصد، مقدار بهره‌وری آب را ۶-۵ درصد افزایش داده است (جدول ۸). در پژوهش دیگری (بوچنر و همکاران، ۲۰۰۸)، اثرات کم آبیاری روی دو پایه درختان گردو در کالیفرنای آمریکا نشان داد که آبیاری به میزان ۶۷ درصد نیاز آبی مقدار بهره‌وری آب را تا ۲۷ درصد افزایش خواهد داد (جدول ۹).

به طور کلی تحقیقات انجام شده در مورد کم آبیاری درختان گردو در مناطق مختلف دنیا حاکی از آن است که اثرات کم آبیاری در درختان گردو بسته به عوامل مختلف (مانند شرایط اقلیمی، رقم، سن درخت، نوع خاک) متفاوت می‌باشد.

جدول ۷- اثر کم آبیاری بر بهره‌وری آب در گردو (اسپانیا)

مقدار آبیاری	تغییرات آب آبیاری	تغییرات عملکرد میوه	تغییرات بهره‌وری آب آبیاری
۱۰۰٪ نیاز آبی	-	-	-
۲۰٪ نیاز آبی (تیر- شهر یور)	- ۴۰٪	- ۴۴٪	- ۹٪
۷۰٪ نیاز آبی (کل دوره رشد)	- ۲۴٪	- ۴۳٪	- ۲۵٪
۱۳۰٪ نیاز آبی (کل دوره رشد)	+ ۲۱٪	+ ۲٪	- ۱۸٪

جدول ۸- اثر کم آبیاری بر بهره‌وری آب در گردو در دو منطقه کالیفرنیا، آمریکا

منطقه	مقدار آب آبیاری	تغییرات آب آبیاری	تغییرات عملکرد میوه	تغییرات بهره‌وری آب آبیاری
San Joaquin	۹۳٪ نیاز آبی	- ۷٪	- ۱۳٪	- ۶٪
	۸۲٪ نیاز آبی	- ۱۸٪	- ۱۴٪	+ ۵٪
Tehama	۷۵٪ نیاز آبی	- ۲۵٪	- ۲۱٪	+ ۵٪
	۶۵٪ نیاز آبی	- ۳۵٪	- ۳۳٪	+ ۳٪

جدول ۹- اثر کم آبیاری بر بهره‌وری آب در گردو در کالیفرنیا

نوع پایه	مقدار آب آبیاری	تغییرات آب آبیاری	تغییرات عملکرد میوه	تغییرات بهره‌وری آب آبیاری
Paradox	۶۷٪ نیاز آبی	- ۳۳٪	- ۱۶٪	+ ۲۷٪
	۵۷٪ نیاز آبی	- ۴۳٪	- ۲۷٪	+ ۲۹٪
NCB	۶۷٪ نیاز آبی	- ۳۳٪	- ۲۱٪	+ ۱۹٪
	۵۷٪ نیاز آبی	- ۴۳٪	- ۳۰٪	+ ۲۴٪

۳-۱-۳- استفاده از مالچ

منظور از مالچ یا خاک‌پوش، موادی آلی و غیرآلی 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. 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 گردو در کشور دچار کمبود مواد آلی هستند و استفاده از مالچ آلی علاوه بر کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری آب، می‌تواند موجب اصلاح فیزیکوشیمیایی خاک، کاهش ریزش میوه، کاهش بیماری‌های حاصل از تنش‌های زنده و غیرزنده و بهبود کیفیت میوه در باغ‌های درختان گردو گردد.

بررسی اثرات استفاده از مالچ به ویژه نوع آلی در درختان میوه از جمله گردو حاکی از کاهش آب مصرفی و افزایش عملکرد میوه بوده است (جدول ۱۰). کاربرد مالچ آلی (شاخه و برگ درختان) در پای نهال‌های پنج ژنوتیپ گردو به مدت هفت سال در استان کردستان نشان داد که اختلاف معنی‌داری در درصد زنده‌مانی نهال و صفات رویشی

نسبت به شرایط بدون مالچ وجود داشت. آبیاری تمام نهال‌ها در ماه‌های بحرانی در ۲-۳ نوبت انجام شد، ولی هنگام استفاده از مالچ، میزان زنده‌مانی نهال‌ها (۹۷٪) در حد ۱۹ درصد افزایش یافت (مردانی و همکاران، ۱۳۸۸). در استان چهارمحال بختیاری، استفاده از ماده خام چوب گردو و بیوجار آن حاصل از هرس درختان گردو نشان داد که در صورت استفاده از ماده خام چوب گردو (به صورت خاک اره) با نسبت دو درصد، میزان تبخیر از سطح خاک می‌تواند تا ۲۴/۴ درصد کاهش یابد (جعفری کیا و همکاران، ۱۳۹۹). 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. 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 آب‌آبیاری، افزایش ۴۵/۹، ۱۲/۳ و ۹/۰ درصد عملکرد میوه و افزایش ۱۳۶/۹، ۴۷/۶ و ۱۴/۸ درصد بهره‌وری آب گردید (تدین و معاف پوریان، ۱۳۹۶).

جدول ۱۰- اثرات استفاده از مالچ‌های آلی بر درختان میوه

نوع مالچ	نوع گیاه	کاهش آب مصرفی (درصد)	افزایش زنده‌مانی نهال (درصد)	افزایش عملکرد میوه (درصد)
شاخ و برگ درختان	گردو	-	۱۹/۰	-
شاخ و برگ درخت گردو	گردو	۲۴/۴	-	-
تفاله شیرین بیان	بادام	۲۳/۱	-	۱۲/۳

۲-۳- راهکارهای افزایش عملکرد کمی و کیفی گردو

در حال حاضر عملکرد باغ‌های گردوی کشور ۱/۹ تن در هر هکتار است، در حالی که میانگین عملکرد جهانی حدود ۳/۵ تن در هر هکتار و میانگین عملکرد در کشورهای پیشرو مثل آمریکا بیش از چهار تن در هر هکتار می‌باشد. از آنجایی که عملکرد یکی از

عامل‌های مهم و تاثیر گذار در افزایش بهره‌وری مصرف آب است، لذا از طریق افزایش میزان تولید در واحد سطح میزان بهره‌وری باغ‌های گردوی کشور نیز به مقدار قابل توجهی افزایش خواهد یافت. دلایل عمده پایین بودن عملکرد کمی و کیفی باغ‌های گردو مربوط به موارد زیر می‌باشد.

- ✓ بذری و قدیمی بودن باغ‌های گردوی کشور
 - ✓ خسارت یخبندان‌های دیررس بهاره
 - ✓ عدم وجود ارقام مناسب و سازگار با شرایط اقلیمی کشور در گذشته
 - ✓ مشکلات تکثیر رویشی از قبیل تولید نهال‌های پیوندی و کشت بافتی و کمبود نهال‌های پیوندی و کشت بافتی
 - ✓ کمبود باغ‌های مادری و پیوندک سالم و اصیل ارقام اصلاح شده
 - ✓ مشکلات سرشاخه کاری درختان بذری گردو
 - ✓ تنش‌های آبی
 - ✓ مدیریت نامناسب باغ‌های گردو (آبیاری، تغذیه، هرس، تربیت، آفات و بیماری‌ها)
 - ✓ پایین بودن دانش فنی باغداران
 - ✓ تنوع بالای محصول
 - ✓ عدم وجود سیستم‌های مناسب برداشت و پس از برداشت
- در حال حاضر علی‌رغم مشکلات متعددی که باغ‌های گردوی کشور دارند که منجر به کاهش عملکرد و در نهایت کاهش بهره‌وری مصرف آب شده است، راهکارهای متعددی برای افزایش میزان تولید در واحد سطح و در نتیجه افزایش بهره‌وری مصرف آب وجود دارد که عملی بوده در نهایت کشور را به بالاتر از میانگین جهانی ارتقاء می‌دهد.

۳-۲-۱- سرشاخه کاری درختان بذری با ارقام اصلاح شده

با توجه به این که اغلب باغ‌های گردوی کشور با استفاده از نهال‌های بذری احداث شده‌اند، این درختان به دلیل عادت باردهی انتهایی پتانسیل ژنتیکی باردهی کمی دارند. لذا با استفاده از روش‌های به زراعی و مدیریتی باغ امکان افزایش محصول تا حد مطلوب

در بسیاری از این باغ‌ها وجود ندارد. محصول این باغ‌ها هم به دلیل تنوع بالایی که از نظر خصوصیات میوه و مغز داشته دارای ارزش اقتصادی پائینی بوده و قابل عرضه در بازارهای جهانی نیستند. به علاوه این باغ‌ها که اغلب دارای سن بالایی بوده و به دلیل کم توجهی باغداران اغلب به باغ‌های درجه سه و چهار تبدیل شده‌اند (شکل ۱۴) که فاقد عملکرد قابل قبول برای تولید اقتصادی محصول هستند. لذا در حال حاضر امکان تولید تجاری محصول در بسیاری از این باغ‌ها وجود ندارد.



شکل ۱۴- باغ‌های گردوی رها شده

بهترین و عملی‌ترین راه احیای باغ‌های غیر اقتصادی و بذری گردو، سرشاخه کاری این درختان با استفاده از ارقام اصلاح شده می‌باشد (شکل ۱۵). در حال حاضر با توجه به در دسترس بودن ارقام اصلاح شده پربار گردو و دانش تعویض تاج درختان قدیمی با استفاده از روش سرشاخه کاری، استفاده از این روش چند سال است که در کشور شروع شده و در حال استفاده در مناطق مختلف گردوکاری کشور می‌باشد. این موضوع از طرف باغداران نیز مورد استقبال زیادی قرار گرفته است و باغداران گردو سالانه درصد قابل توجهی از باغ‌های خود را از طریق سرشاخه کاری اصلاح می‌کنند. در این زمینه همکاری و حمایت‌های وزارت جهاد کشاورزی (معاونت باغبانی)، سازمان‌های جهاد کشاورزی

استان‌ها، موسسه تحقیقات علوم باغبانی و سایر موسسات تحقیقاتی وابسته به وزارت جهاد کشاورزی در تربیت نیروهای پیوند زن، ترویج برنامه‌های اصلاحی، برنامه ریزی و مدیریت اصلاح باغ‌های، تامین اندام‌های تکثیری و کمک‌های اعتباری تاثیر بسیار زیادی در تسريع اين فرايند داشته است و اصلاح باغ‌های که از چند سال قبل شروع شده است هر ساله با استقبال بیشتری از سوی باغداران مواجه می‌گردد. با این حال با توجه به مساحت بالای باغ‌های گردوی کشور (بیش از ۱۶۰ هزار هکتار) و نیاز آنها به اصلاح و تعویض تاج از طریق سرشاخه‌کاری، حمایت‌های بیشتری نیاز است تا هرچه سریعتر باغ‌های موجود اصلاح شوند. با این کار میزان تولید در واحد سطح و افزایش قابل توجهی می‌یابد، کیفیت محصول تولید افزایش یافته و قابل عرضه در بازارهای جهانی را خواهد داشت و مجموع ای عوامل در نهایت باعث افزایش بهره‌وری مصرف آب از طریق افزایش تولید و رسیدن آن به حد مطلوب می‌گردد.



شکل ۱۵- احیای درخت غیر بارده گردو با استفاده از سرشاخه کاری با ارقام جدید و اصلاح شده سرشاخه کاری درختان قدیمی و بذری گردو دارای مزیت های متعددی است که برخی از مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از :

بازگشت سریع درختان سرشاخه کاری شده به چرخه تولید اقتصادی محصول: درختان سرشاخه کاری شده به دلیل این که دارای پایه قوی و مستقر در خاک هستند خیلی زود

در کمتر از چهار سال به حجم تاج قابل قبول برای تولید محصول اقتصادی می‌رسند (شکل ۱۶).

افزایش عملکرد میوه تا دو برابر وضع موجود: با توجه به این که در سرشاخه کاری پیوندک ارقام اصلاح شده بر روی درختان موجود مستقر می‌شود که این ارقام پتانسیل ژنتیکی بالایی برای تولید محصول دارند و میزان تولید محصول در این ارقام حداقل دو برابر درختان بذری موجود است. بنابراین با سرشاخه کاری میزان تولید در واحد سطح می‌تواند ۱۰۰ درصد افزایش یابد. با توجه به این که افزایش تولید در واحد سطح به طور مستقیم در بهره‌وری مصرف آب نقش دارد با انجام سرشاخه کاری درختان بذری گردو، میزان بهره‌وری مصرف آب نیز دو برابر افزایش خواهد یافت.

استفاده از ویژگی‌های پایه درختان بذری: درختان بذری موجود با توجه به این که سال‌های طولانی در مناطق مختلف کشور کاشته شده‌اند بنابراین به صورت طبیعی با شرایط اقلیمی کشور سازگار شده‌اند و می‌توانند تنش‌ها را بهتر تحمل کنند. به علاوه این که بذری درختان در خیلی از موارد به صورت مستقیم در زمین کاشته شده‌اند لذا دارای ریشه‌های عمیقی هستند که می‌توانند درخت را در برابر تنش‌ها به خصوص تنش‌های آبی متحمل تر نگه دارند، لذا این درختان اگرچه برای تولید محصول مناسب نیستند ولی به عنوان پایه مناسب بوده و از طریق اصلاح این درختان از یک طرف تولید محصول اقتصادی را شاهد خواهیم بود و از طرف دیگر در برابر تنش‌ها به خصوص تنش‌های آبی پایداری بهتری وجود خواهد داشت.



شکل ۱۶- باغ گردو سال چهارم بعد از سرشاخه کاری و تعویض تاج با ارقام اصلاح شده (شرکت کشت و صنعت و دامپروری دشت خرمدره)

کاهش اندازه تاج درختان: اندازه تاج بسیار بزرگ و ارتفاع زیاد درختان بذری یکی از مهم‌ترین مشکلاتی است که باغداران با آن مواجه هستند، به طوری که مسائل و مشکلات متعددی را برای مدیریت داشت شامل سم پاشی، محلول پاشی، هرس و برداشت محصول ایجاد می‌کند. در اغلب موارد، محلول پاشی و سم پاشی این قبیل درختان غیرممکن بوده و یا هزینه‌های بسیار زیادی به همراه دارد و به همین خاطر باغداران از انجام بسیاری از عملیات داشت مربوط به این درختان صرف نظر می‌کنند که منجر به افت شدید کمیت و کیفیت محصول تولیدی می‌شود. همچنین عدم امکان سم پاشی در این درختان منجر به طغیان برخی از آفات و بیماری‌ها از قبیل کرم خراط یا بیماری آنتراکنوز و بلایت باکتریایی در برخی سال‌ها (بارش زیاد در اول فصل) و مناطق (مرطوب) می‌شود که خسارت‌های زیادی را به همراه دارد. در زمینه برداشت محصول نیز اندازه زیاد تاج درختان بذری گردو، هزینه‌های برداشت را به شدت افزایش داده و امکان برداشت مکانیزه به خصوص استفاده از شیکرهای معمولی برای برداشت این قبیل درختان را غیرممکن می‌کند. به طور معمول یک سوم محصول تولیدی درختان بذری گردو صرف

هزینه‌های برداشت دستی شده که این میزان در مورد درختان با تاج بزرگتر تا نصف محصول تولیدی را نیز شامل می‌شود. به علاوه، به رغم هزینه‌های زیاد برداشت محصول این درختان، باز هم بسیاری از باغداران به دلیل خطرات جانی برای افراد برداشت کننده و مسئولیت‌هایی که متوجه باغداران می‌شود از برداشت محصول این درختان صرف نظر می‌کنند. با این حال در هر سال شاهد صدمات زیادی به افراد برداشت کننده گردو به خاطر سقوط از درخت هستیم که گاهی اوقات منجر به فوت این افراد نیز می‌شود. برخلاف درختان بذری گردو، اغلب ارقام اصلاح شده گردو دارای تاج کوچکتر و ارتفاع درخت کمتری نسبت به درختان بذری هستند، لذا امکان انجام همه عملیات داشت و برداشت شامل محلول پاشی، سمپاشی، تربیت، هرس و برداشت مکانیزه برای این قبیل درختان فراهم می‌باشد. به علت امکان مدیریت مطلوب باغ، کمیت و کیفیت محصول تولیدی افزایش داشته و طغیان آفات و بیماری‌ها قابل کنترل می‌گردد. علاوه بر این به دلیل ارتفاع کم این درختان، در اغلب موارد در برداشت دستی نیاز به بالا رفتن از درخت نبوده و با چوب‌های بلند امکان برداشت محصول این درختان وجود خواهد داشت. در این صورت هزینه‌های برداشت محصول به شدت کاهش پیدا کرده و هم چنین خطر صدمات جانی به افراد برداشت کننده محصول به شدت کاهش پیدا می‌کند. لذا اصلاح باغ‌های قدیمی گردو با استفاده از ارقام اصلاح شده از طریق سرشاخه‌کاری یا احداث باغ‌های جدید با ارقام مذکور مزایای زیادی را در زمینه کاهش تاج درختان ایجاد خواهد کرد.

بهبود تراکم کاشت: با توجه به اندازه تاج بزرگ در درختان بذری گردو، فاصله کشت این درختان زیاد بوده و منجر به کاهش تراکم کشت در باغ می‌گردد. فاصله کشت توصیه شده برای درختان بذری حداقل ۱۰ متر می‌باشد که منجر به ایجاد تراکم ۱۰۰ درخت در هر هکتار می‌شود. هر چند که بسیاری از درختان بذری در صورتی که فضای کافی برای رشد داشته باشند، زمین بیشتری را اشغال خواهند کرد، به طوری که شعاع گسترش تاج برخی از درختان گردوی قدیمی کشور به حدود ۲۰ متر نیز می‌رسد. از

طرف دیگر، اغلب بخش‌های داخلی درخت هنگام زیاد بودن حجم تاج درخت به خاطر عدم دریافت نور کافی غیر بارده بوده، لذا تعداد میوه تولید شده در واحد سطح مقطع تاج درخت کاهش یافته که منجر به افت عملکرد محصول باغ می‌گردد. این در حالی است که اغلب ارقام اصلاح شده دارای حجم تاج کمی بوده و شعاع گسترش آنها در نهایت ۳-۴ متر می‌رسد. این میزان قدرت رشد در اغلب ارقام اصلاح شده گردو از قبیل چنדרل^۱، پدرو^۲، فرنور^۳، فرانکت^۴، لارا^۵، روند د مونتینیاک^۶، جمال، دماوند، چالدران، پرشیا و کاسپین باعث شده که فاصله کشت توصیه شده برای آنها ۶×۸ متر باشد. در این فاصله، تراکم کشت به بیش از ۲۰۰ درخت در هر هکتار افزایش می‌یابد که حداقل دو برابر تراکم کشت در باغ‌های بذری است. در برخی از ارقام با رشد کمتر مثل الوند تراکم کشت می‌تواند به بیش از ۴۰۰ درخت در هر هکتار افزایش یابد (فاصله کاشت ۵×۵ متر). این میزان تراکم منجر به افزایش تولید در سطح مقطع تاج شده و در نهایت منجر به افزایش عملکرد در واحد سطح خواهد شد. بنابراین پس از اصلاح باغ‌های گردوی بذری با فاصله استاندارد (حداقل ۱۰ متر) از طریق سرشاخه کاری، تراکم باغ نیز باید از طریق کاشت نهال گردوی ارقام اصلاح شده در بین ردیف‌ها افزایش یابد تا از تمام فضای باغ استفاده بهینه گردد (شکل ۱۷). علاوه بر این در بسیاری از موارد در باغ‌های گردوی کشور فاصله کشت مناسب برای درختان بذری رعایت نشده و درختان با فاصله نزدیک به هم کاشته شده‌اند. رقابت برای دریافت نور در این درختان منجر به رشد رویشی زیاد و افزایش ارتفاع آنها می‌شود. این قبیل درختان به دلیل عدم دریافت نور کافی عملاً محصول قابل توجهی نیز تولید نمی‌کنند. در این شرایط نیز با توجه با اندازه تاج کوچک

1-Chandler

2-Pedro

3-Fernor

4-Franquette

5-Lara

6-Ronde de Motignac

در ارقام اصلاح شده، در صورت اصلاح این باغ‌های گردو از طریق سرشاخه کاری در بسیاری از موارد مشکل تراکم زیاد درختان مرتفع می‌گردد.



شکل ۱۷- افزایش تراکم باغ گردوی بذری پس از سرشاخه کاری با ارقام اصلاح شده

۳-۲-۲- احداث باغ‌های جدید گردو با ارقام اصلاح شده و سازگار با شرایط

مختلف اقلیمی

با توجه به اهمیت اقتصادی بالای محصول گردو، هزینه‌های داشت، برداشت و پس از برداشت کم، سهولت انبارداری و ... باغداران، همواره علاقه‌مند به احداث باغ‌های گردو هستند. با ورود ارقام اصلاح شده پربار و مقاوم به یخبندان‌های دیررس بهار از یک طرف و افزایش تقاضای جهانی گردو از طرف دیگر باعث شده که علاوه بر باغداران، شرکت‌ها و هلدینگ‌های بزرگ کشاورزی و حتی صنعتی در کشور نیز در روی احداث باغ‌های گردو سرمایه‌گذاری کنند و در نتیجه این کار تقاضا برای احداث باغ‌های گردو افزایش یافته است. به صورتی که به طور متوسط سالانه حدود یک میلیون نهال گردو در باغ‌ها کاشته می‌شوند. با توجه به فاصله مورد نیاز برای ارقام اصلاح شده گردو (۸-۶ متر) و تراکم حدود ۲۰۰ اصله نهال برای هر هکتار، سالانه حدود پنج هزار هکتار به باغ‌های

گردوی کشور افزوده می‌شود. بررسی تغییرات سطح زیر کشت باغ‌های گردوی کشور نیز نشان‌دهنده این میزان افزایش سطح زیر کشت می‌باشد (شکل ۱۸). با توجه به این که نهال، نهاده اولیه و اصلی در احداث باغ‌های گردو است، باید در انتخاب نهال مناسب برای هر منطقه دقت کافی انجام گیرد. در انتخاب نهال باید دقت شود که از درختان بذری برای احداث باغ‌های گردو استفاده نشود. البته با توجه به قیمت پایین نهال‌های بذری گردو در مقایسه با نهال‌های پیوندی یا کشت بافتی و تبلیغات افراد سودجو، هنوز هم متأسفانه تعدادی از باغداران از نهال‌های بذری استفاده می‌کنند که در نهایت مشکلات متعددی را ایجاد خواهد کرد. بدین ترتیب لازم هست که از احداث باغ‌های بذری جهت تولید میوه ممانعت شود. به علاوه استفاده از ارقام مختلف اصلاح شده متناسب با شرایط اقلیمی هر منطقه در افزایش میزان تولید و بهره‌وری مصرف آب نقش بسیار زیادی را خواهد داشت. ارقام اصلاح شده دارای صفات مطلوبی نظیر دیر برگ‌دهی، عادت باردهی جانبی و به طبع آن عملکرد بالا، کیفیت بالای میوه و مغز است که این خصوصیات موجب افزایش تولید و بهره‌وری مصرف آب در این ارقام می‌باشد. لازم به ذکر است که در درختان گردو سه نوع عادت باردهی وجود دارد که شامل باردهی انتهایی (تولید میوه در جوانه انتهایی هر شاخه)، باردهی بینابینی (تولید میوه در جوانه انتهایی و زیر انتهایی) و عادت باردهی جانبی (تولید میوه در تمام جوانه‌های شاخه یکساله) می‌باشد. در ارقام با عادت باردهی جانبی نیز درصد باردهی بودن جوانه‌های جانبی متفاوت است.



شکل ۱۸- عادت باردهی جانبی در گردوی رقم چالدران (سمت راست: برای مشاهده بهتر عادت باردهی، برگ‌های درخت حذف شدند) و رقم کاسپین (سمت چپ)

بر اساس آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۰، عملکرد باغ‌های گردوی کشور (اغلب باغ‌های بذری) به طور میانگین ۱۷۱۹ کیلوگرم در هکتار است، درحالی که ارقام اصلاح شده دارای عملکردی معادل ۲-۳ برابر درختان بذری هستند. به عنوان مثال رقم الوند در هر مترمربع از سطح مقطع تاج بیش از ۶۰۰ گرم محصول گردو تولید می‌کند که این میزان سه برابر بیشتر از درختان بذری می‌باشد. اطلاعات سایر ارقام نیز در جدول ۱۱ نشان داده شده است. در باغ‌های تجاری دنیا نیز میزان تولید در هر هکتار ۸-۶ تن در هکتار گزارش می‌شود که بسیار بالاتر از عملکرد باغ‌های کشور می‌باشد (Lampinen et al., 2004). با توجه به عملکرد بالای ارقام اصلاح شده، پیش‌بینی می‌شود در صورت استفاده از این ارقام برای احداث باغ‌های جدید، میزان تولید در واحد سطح حداقل ۱۰۰ درصد افزایش خواهد یافت که می‌تواند بهره‌وری مصرف آب را به همین میزان افزایش دهد.

جدول ۱۱- مقایسه کارایی عملکرد ارقام اصلاح شده گردو با درختان بذری موجود در کشور
(Hassani et al., 2020)

رقم/ ژنوتیپ	میانگین وزن میوه در سطح مقطع تاج (گرم در مترمربع)
الوند	۶۳۸
کاسپین	۵۳۹/۳
پر شیا	۵۱۱
چالدران	۵۶۰/۷
چندلر	۳۲۳/۶
باغ‌های بذری موجود	۲۰۰

علاوه بر افزایش کمیت تولید در واحد سطح با استفاده از ارقام اصلاح شده، کیفیت محصولات تولیدی ارقام اصلاح شده نیز بیشتر از درختان بذری است. گردوهای حاصل از ارقام اصلاح شده به علت اندازه یکنواخت، درشتی، کیفیت مناسب و رنگ مغز روشن‌تر مورد استقبال مصرف‌کنندگان قرار گرفته است (شکل ۱۹). به طوری که محصول حاصل از ارقام اصلاح شده، حدود ۳۰ درصد گرانتر از محصول درختان بذری در بازار خرید و فروش می‌شود. لذا با استفاده از این درختان برای احداث باغ‌های جدید، محصول تولیدی علاوه بر توانایی رقابت در بازارهای جهانی، از نظر قیمت نیز ارزش بالاتری را خواهد داشت که در نهایت منجر به افزایش بهره‌وری آب (اقتصادی) در گردو می‌گردد.



شکل ۱۹- کیفیت ظاهری مطلوب رقم جمال (راست)
در مقایسه با محصول متنوع باغ‌های بذری (چپ)

۳-۲-۳- مقابله با یخبندان‌های دیررس بهاره

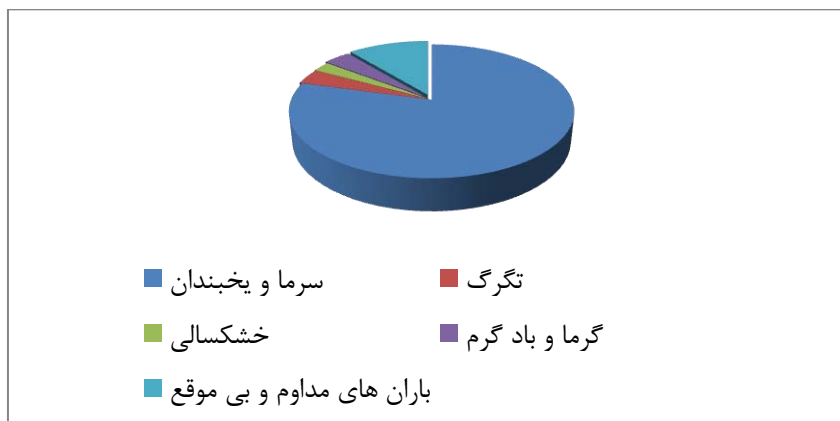
سرماهای دیررس بهاره یکی از مهم‌ترین مشکلات باغ‌های گردو در دهه گذشته بوده است. با توجه به این که باغ‌های گردوی کشور با استفاده از نهال‌های بذری احداث شده و عادت برگ‌دهی زود هنگام دارند لذا بلافاصله بعد از گرم شدن هوا در اوایل بهار شروع به برگ‌دهی و گل‌دهی کرده و در نهایت با وقوع سرمای دیررس بهاره به شدت آسیب می‌بیند (شکل ۲۰). متأسفانه با تغییرات اقلیمی که با آن مواجه هستیم فراوانی سرماهای

دیررس بهاره افزایش یافته و حتی زمان آن نیز به اواسط بهار کشیده شده است که این امر خسارت به باغ‌های بذری را دو چندان می‌کند (باعقیده و همکاران، ۱۳۹۲).



شکل ۲۰- خسارت یخبندان‌های دیررس بهاره در درختان گردوی کشور

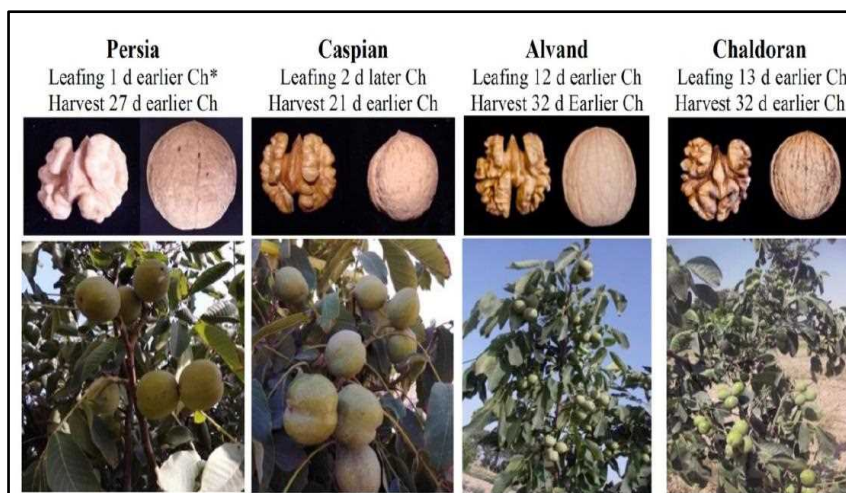
بر اساس گزارش‌های موجود نیز سرمای دیر هنگام و یخبندان مهم‌ترین عامل ایجاد خسارت در بخش باغبانی می‌باشد که بیش از ۸۵ درصد مجموعه خسارت‌ها را شامل می‌شود (شکل ۲۱) که عمده این خسارت در زمان باز شدن برگ و گل‌ها رخ می‌دهد. براساس گزارش‌های به دست آمده از منابع مختلف میزان خسارت یخبندان‌های دیررس بهاره در باغ‌های گردوی کشور در سال‌های مختلف ۴۰-۱۵ درصد برآورد شده است. با توجه به حجم باغ‌های گردو و محصول تولیدی (حدود ۲۶۱ هزار تن بر اساس آخرین آمار کشاورزی)، میزان افت عملکرد در اثر خسارت یخبندان حدود ۱۰۴-۳۹ هزار تن برآورد می‌گردد که این میزان علاوه بر تحمیل خسارت‌های عظیم مالی به باغداران، باعث کاهش بهره‌وری مصرف آب نیز می‌گردد زیرا درختان خسارت دیده از سرما علی‌رغم این که در آن سال محصولی تولید نمی‌کنند ولی مصرف آب آن‌ها تغییر چندانی نمی‌کند. بنابراین در صورت مقابله با یخبندان، میزان تولید و در نهایت بهره‌وری آب نیز به همین میزان افزایش خواهد یافت.



شکل ۲۱- مهم‌ترین عوامل ایجاد کننده خسارت در محصولات باغبانی
(گزارش صندوق بیمه محصولات کشاورزی، ۱۳۹۴)

برای مقابله با یخبندان‌های دیررس بهاره روش‌های مختلفی وجود دارد که هر کدام از آن‌ها کارایی، مزایا و معایب خود را دارند. در بین این روش‌ها، استفاده از ارقام متحمل به سرما موثرترین، کارآمدترین و کم هزینه‌ترین راه می‌باشد. ارقام دیر برگ‌ده باعادت باردهی جانبی به دلیل تاخیر در باز شدن برگ می‌توانند از سرماهای دیررس بهاره عبور کنند. در نتیجه با استفاده از این ارقام بدون استفاده از ترکیبات شیمیایی و بدون هزینه سالانه به راحتی می‌توان با یخبندان‌های دیررس بهاره مقابله کرد (شکل‌های ۲۲ و ۲۳). به طوری که برخی از ارقام دیر برگ بیش از ۲۰ روز دیرتر از درختان بذری شروع به برگ‌دهی می‌کنند که این میزان اختلاف می‌تواند زمان برگ‌دهی را در مناطق مختلف گردوکاری کشور به بعد از زمان بروز یخبندان‌های دیررس بهاره منتقل کند که در نتیجه آن، خسارت به شدت کاهش یافته یا کاملاً از بین می‌رود. در حال حاضر ارقام خارجی دیربرگ مانند چندلر، پدرو، فرنور، لارا و هارتلی، ارزیابی سازگاری آن‌ها انجام شده و در حال تکثیر تجاری هستند. به علاوه ارقام داخلی کاسپین و پرشیا که در سال ۱۳۹۷ توسط موسسه تحقیقات علوم باغبانی اصلاح و معرفی شده‌اند نیز دیربرگ بوده و در برابر یخبندان‌های دیررس بهاره مقاوم هستند. با استفاده از این ارقام در احداث باغ‌های جدید یا سرشاخه کاری باغ‌های بذری میزان خسارت یخبندان‌های دیررس بهاره به شدت کاهش یافته و در نهایت به افزایش تولید و بهره‌وری مصرف آب منجر می‌شود. در کنار

استفاده از ارقام دیربرگ‌ده، برخی از ارقام گردو دارای عادت باردهی کاملاً جانبی هستند به طوری که تمامی جوانه‌های آن‌ها بارده هستند لذا این ارقام گرچه زود یا میانبرگ بوده و در برخی موارد دچار سرمازدگی بهاره می‌شوند ولی به دلیل عادت باردهی کاملاً جانبی، بعد از سرمازدگی نیز به اندازه کافی گل ماده تولید نموده و در صورت وجود مقدار کافی دانه گرده محصول قابل توجهی تولید خواهند کرد. ارقام چالدران و الوند از این گروه هستند. این ارقام دارای پتانسیل عملکرد بسیار بالایی بوده و از نظر زمان برگ‌دهی متوسط هستند که می‌توانند سرمازدگی‌های متوسط را پشت سر بگذارند ولی اگر سرمازدگی با تاخیر بیشتری همراه شود با سرمازدگی مواجه می‌شوند که در این صورت میزان عملکرد در آنها متوسط می‌باشد ولی در صورت عدم وقوع سرمازدگی میزان عملکرد و تولید محصول در آنها در مقایسه با سایر ارقام تجاری بسیار بالا می‌باشد که میزان بهره‌وری را به شدت افزایش می‌دهند.



شکل ۲۲- مقایسه زمان برگ‌دهی ارقام پرشیا، کاسپین و الوند با رقم تجاری چندلر (Hassani et al., 2020a)



شکل ۲۳- مقایسه یک رقم دیربرگ با درختان بذری از نظر زمان برگ‌دهی

۳-۲-۴- مکان‌یابی مناسب باغ‌های گردو

مکان‌یابی مناسب باغ‌های گردو یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تاثیر گذار در کاهش مخاطرات و افزایش تولید و بهره‌وری مصرف آب می‌باشد. لذا در برنامه مختلف توسعه باید باغ‌های گردو در مناطقی احداث شوند که از نظر اقلیمی، شرایط آب آبیاری، خاک و سایر موارد برای کشت و توسعه محصول مناسب باشند. جدول ۱۲ شرایط مناسب اقلیمی برای کشت و توسعه گردو را نشان می‌دهند.

جدول ۱۲- مشخصات و محدوده نیازهای محیطی و اقلیمی محصول گردو

عامل تاثیرگذار		محدوده مناسب	
شرایط اقلیمی		زمستان سرد، تابستان خنک و خشک	
دمای پایه		۱۰ °C	
جمع دماهای بیش از صفر پایه درخت (Degree days)		۴۰۰۰	
میانگین دمای مناسب ماهانه در طول دوره رشد (فروردین تا شهریور)		۱۸-۲۵ °C	
میانگین دمای مناسب ماهانه زمان رسیدن میوه (تیر، مرداد و شهریور)		۲۰-۳۰ °C	
میانگین دمای قابل تحمل در طول تابستان		۳۰-۳۸ °C	
حداکثر دمای مطلق قابل کشت		۴۲ °C	
حداقل دمای مطلق زمستان		-۲۵ °C	
شدت تابش		۳۵۰۰۰-۴۰۰۰۰ Lux	
بارندگی سالیانه برای کشت دیم		۷۰۰-۸۰۰ mm	
متوسط درصد رطوبت نسبی دوره رشد		۵۰ %	
میزان تحمل به باد		به شدت حساس	

ارتفاع از سطح دریا		تا ۲۵۰۰ متر از سطح دریا	
درصد شیب مناسب		مطلوب	
موقعیت محل		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	
		مطلوب	

ادامه جدول ۱۲

محدوده مناسب			عامل تأثیرگذار	
لوم، لومی شنی، شنی رسی			بافت خاک	
محدودیت شدید	دارای محدودیت	بدون محدودیت	هدایت الکتریکی خاک (dS/m)	
>۴/۸	۱/۵-۴/۸	۱/۵ >		
۶/۵-۸			اسیدیته (pH)	
معادل یا بیشتر از ۴۰			عمق خاک (سانتی‌متر)	
سمیت شدید	افزایش سمیت	بدون سمیت	سدیم (SAR)	خاک
>۱۵	۵-۱۵	۵ >		
سمیت شدید	افزایش سمیت	بدون سمیت	کلرید (meq/L)	
>۱۰	۵-۱۰	۵ >		
سمیت شدید	افزایش سمیت	بدون سمیت	بر (mg/L)	
>۳	۰/۵-۳	۰/۵ >		
۲/۵ متر			سطح ایستابی	
عدم تحمل به سطح ایستابی بالا			میزان تحمل به غرقابی	
خاک‌های با زهکشی بالا بسیار مناسب تر هستند.			زهکشی	
۶/۵-۸			اسیدیته آب آبیاری	
محدودیت شدید	دارای محدودیت	بدون محدودیت	هدایت الکتریکی آب آبیاری (dS/m)	
>۳/۲	۱/۱-۳/۲	۱/۱ >		
سمیت شدید	افزایش سمیت	بدون سمیت	سدیم (SAR)	آب
>۹	۳-۹	۳ >		
سمیت شدید	افزایش سمیت	بدون سمیت	کلرید (meq/L)	
>۱۰	۴-۱۰	۴ >		
سمیت شدید	افزایش سمیت	بدون سمیت	بر (mg/L)	
>۳	۰/۵-۳	۰/۵ >		

ادامه جدول ۱۲

محدوده مناسب	عامل تاثیرگذار	
۱۹۰-۱۳۰ روز	طول دوره رشد از گل تا برداشت (بسته به رقم)	
۸۰۰-۱۵۰۰ ساعت	نیاز سرمایی سالانه	
۴-۵ سال	زمان کاشت تا باردهی	
حدود ۵۰ سال	عمر اقتصادی (باغ استاندارد)	فیزیولوژی رشد و نمو
به دلیل دیکوگامی نیاز به گرده افشان دارد.	وضعیت تلقیح	
باد	عامل گرده افشانی	
حساس به خاک های مرطوب	حساسیت ها	

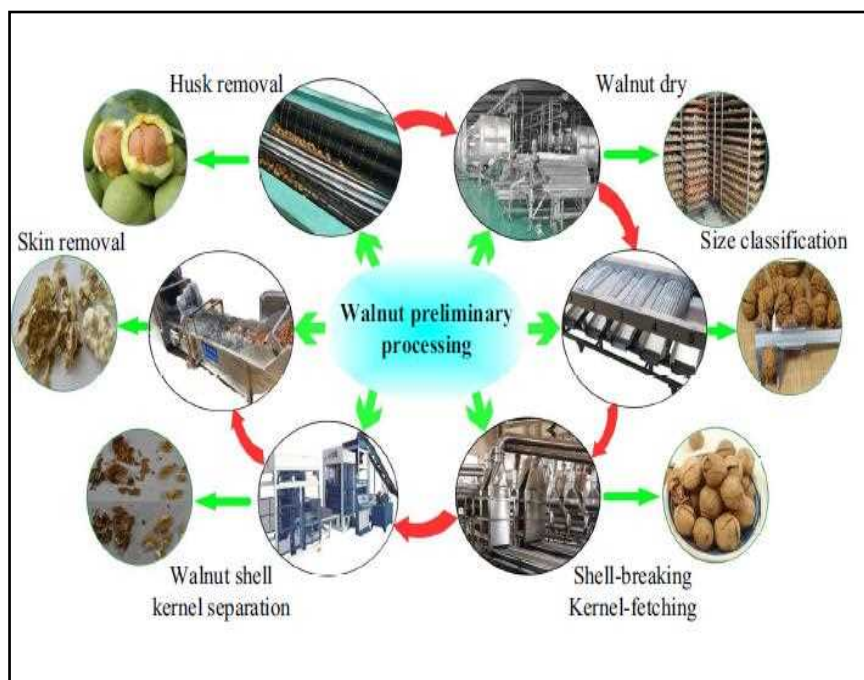
۳-۲-۵- ارتقاء سیستم‌های برداشت و پس از برداشت

برداشت گردو در کشور معمولاً با چوب انجام می‌شود که این نوع برداشت باعث شکستن شاخه‌های کوچک بارده شده و صدمات جدی به محصول سال بعد وارد می‌کند. به علاوه سقوط افراد و صدمات جانی در بالا رفتن از درختان گردو برای چیدن محصول معمولاً هر ساله به تعداد قابل توجهی رخ می‌دهد. لذا استفاده از سیستم‌های برداشت مکانیزه به جای برداشت با چوب یکی از ضروریات گردوکاری می‌باشد. به علاوه استفاده از شیکرهای برداشت کننده باعث کاهش هزینه‌های برداشت نیز می‌شود. به طور متداول افراد گردوچین ۵۰٪ گردوی درختان بومی در آمریکا را به عنوان دستمزد می‌گیرند (Yalçın et al., 2014). در ایران ۳۰-۵۰ درصد محصول، سهم هزینه برداشت است. کارایی برداشت مکانیزه بسیار زیاد است. به طور معمول هر برداشت کننده دستی، ۲۵۰ کیلوگرم در روز و یک ماشین معمولی، حدود ۱۵ تن در روز برداشت می‌کند (Harper et al., 1998). به علاوه در باغ‌های با وسعت زیاد به دلیل محدودیت زمانی در برداشت و تامین نیروی کار امکان برداشت دستی اصلاً وجود ندارد.

با توجه به این که گردو بلافاصله بعد از برداشت، امکان عرضه مستقیم به بازار را ندارد، باید یک سری فرایندهای اولیه روی آن انجام شده و بعد به بازار عرضه شود. این فرایندها شامل جمع‌آوری، پوست کنی، شستشو، خشک کردن، درجه بندی، مغز کردن و

در نهایت بسته بندی می‌باشند (شکل ۲۴). این موارد در کشور ما کاملاً دستی انجام می‌شود و برخی از این موارد نیز اصلاً انجام نمی‌شود. متأسفانه سنتی بودن یا عدم انجام این موارد باعث افت کیفیت محصول و در نهایت کاهش بهره‌وری تولید گردو در کشور می‌شود. به عنوان مثال، برای سهولت پوست کنی با دست، گردو را برداشت کرده و چند روز با پوست سبز نگهداری می‌کنند که این موضوع روی کیفیت رنگ، خصوصیات شیمیایی و میکروبیولوژیکی مغز گردو تاثیر منفی می‌گذارد (Wei et al., 2019). خشک کردن گردو نیز معمولاً با آفتاب انجام می‌شود. خشک کردن سنتی (آفتاب) اگر چه بدون مصرف انرژی است، ولی هزینه آن زیاد بوده و زمان‌بر است و در صورت خشک نشدن به موقع، رنگ و طعم مغز ممکن است تغییر کند و حتی دچار عفونت قارچی شود. در حالی که تکنیک‌های مدرن خشک کردن باعث کوتاه شدن زمان خشک کردن (۴۸-۲۴ ساعت)، بهبود کیفیت محصول، کاهش هزینه و توسعه صنعت گردو می‌گردد (Ebrahimzadeh et al., 2019; Liu et al., 2021).

نکته مهمی که در مورد ماشین آلات پس از برداشت باید توجه شود این است که این ماشین‌آلات به خصوص در قسمت پوست کنی و درجه‌بندی بر اساس اندازه یا شکل میوه تنظیم می‌شوند. با توجه به بذری بودن باغ‌های گردوی کشور و تنوع بالای محصول تولیدی از نظر شکل و اندازه امکان استفاده از این ماشین‌آلات محدود می‌باشد. ه امید است با اصلاح باغ‌ها و تولید محصولات یک دست و یک شکل توسعه مکانیزاسیون برداشت و پس از برداشت نیز با سرعت انجام گردد.



شکل ۲۴- مراحل مختلف فراوری اولیه گردو بعد از برداشت برای آماده سازی و ارائه به بازار مصرف

۳-۲-۵- بهبود تغذیه درختان گردو

تغذیه یکی از فاکتورهای خیلی مهم در افزایش تولید درختان گردو است. شرایط خاکی مناسب درختان گردو در جدول ۳-۳ نشان داده شده است. برای تولید محصول مناسب علاوه بر این که خاک از نظر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی باید شرایط مناسبی داشته باشد، باید عناصر مورد نیاز نیز برای درختان گردو به اندازه کافی تامین گردد. این عناصر می‌توانند از طریق محلول‌پاشی یا تغذیه خاکی در اختیار درختان گردو قرار بگیرند. با توجه به این که گردو یک محصول خشکباری است بنابراین برداشت عناصر قابل توجهی از خاک دارد. این بحث در مورد باغ‌های حاصل از ارقام اصلاح شده که دارای عملکرد بالایی هستند دارای اهمیت زیادی می‌باشد و در صورت تغذیه درست عملکردهای بالاتر در دسترس خواهد بود. در مورد تغذیه درختان گردو باید توجه شود

که میزان تغذیه بر مبنای آنالیز خاک و برگ انجام گیرد. جدول ۱۳ و ۱۴ غلظت مطلوب عناصر در خاک و برگ درختان گردو را نشان می‌دهند. لذا تغذیه باید بر مبنای تعیین دقیق نیازهای درختان گردو در زمان مناسب و به روش مناسب مورد استفاده قرار گیرد تا اثر بخشی مناسبی داشته باشد.

جدول ۱۳- حدود مطلوب کمبود و زیادی غلظت عناصر در برگ درختان گردو

(Ramos, 1998; Akca 2016)

نام عنصر	کمبود	کمتر از نرمال	نرمال	بیشتر از نرمال	زیاد
ازت (%)	< ۲	۲-۲/۳	۲/۳۱-۲/۸	۲/۸-۳	> ۳
فسفر (%)	< ۰/۱	۰/۱-۰/۱۳	۰/۱۴-۰/۵	۰/۵۱-۰/۶۵	> ۰/۶۵
پتاسیم (%)	< ۰/۹	۰/۹-۱/۲	۱/۲۱-۲/۵	۲/۵۱-۳	> ۳
کلسیم (%)	< ۰/۸	۰/۸-۱/۱	۱/۱۱-۲/۵	۲/۵۱-۳	> ۳
منیزیم (%)	< ۰/۱۸	۰/۱۸-۰/۲۴	۰/۲۵-۰/۶	۰/۶۱-۱	> ۱
گوگرد (%)	< ۰/۰۷	۰/۰۷-۰/۱	۰/۱۱-۰/۲	۰/۲۱-۰/۵	> ۰/۵
سدیم (%)	-	-	-	۰/۱	-
کلر (%)	-	-	-	۰/۳	-
بور (ppm)	< ۶۰	۶۰-۸۵	۸۶-۱۵۰	۱۵۱-۲۰۰	> ۲۰۰
مس (ppm)	< ۱	۱/۵	۶-۲۵	۲۶-۱۰۰	> ۱۰۰
منگنز (ppm)	< ۲۰	۲۰-۲۵	۲۶-۲۵۰	۲۵۱-۴۵۰	> ۴۵۰
روی (ppm)	< ۱۰	۱۰-۱۵	۱۶-۶۰	۶۱-۱۰۰	-
آهن (ppm)	-	-	۱۰۰-۱۵۰	-	-
مولیبدن (ppm)	-	-	۱-۲	-	-

جدول ۱۴- حد مطلوب عناصر غذایی در خاک باغ‌های گردو (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۳)

کربن آلی (درصد)	فسفر (روش Olsen)	فسفر (روش Bray)	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس	بور
(میلی گرم در کیلوگرم)								
۲	۱۰-۲۰	۲۰-۴۰	۳۰۰	۱۰	۱	۸	۱	۱

بررسی میزان برداشت عناصر در باغ‌های گردو نشان می‌دهد که به ازای هر تن برداشت محصول گردوی خشک حدود ۲۶ کیلوگرم ازت خالص، ۳/۵ کیلوگرم فسفر خالص، ۴/۴ کیلوگرم پتاسیم خالص، ۱/۳ کیلوگرم گوگرد، ۱/۱ کیلوگرم کلسیم، ۱/۶ کیلوگرم منیزیم و مقدار قابل توجهی از عناصر میکرو از خاک برداشت و از باغ خارج می‌شود. این میزان عناصر باید بعد از برداشت به خاک اضافه شوند تا میزان تولید در حد مطلوب باقی بماند. با توجه به این که میزان عملکرد تخمینی به طور میانگین در باغ‌های گردوی حاصل از ارقام اصلاح شده حدود ۴ تن است، بنابراین میزان مورد نیاز این عناصر حداقل ۴ برابر بیشتر از این مقدار خواهد بود. اگر کود خارج شده از دسترس گیاه و عناصر ذخیره شده در اندام‌های رویشی درخت را ۳۰ درصد در نظر بگیریم، این میزان نیز باید به کود مصرفی اضافه شود. اطلاعات بیشتر در جدول ۱۵ نشان داده شده است.

ازت پرمصرف‌ترین کود در گردو می‌باشد، بررسی‌های انجام شده در مورد مصرف کود ازت نشان می‌دهد که با مصرف این کود میزان تولید محصول افزایش قابل ملاحظه‌ای پیدا می‌کند. به خصوص این که این کود قابلیت ذخیره در خاک را نداشته و باید سالانه به مقدار کافی مصرف شود. در یک آزمایش روی درختان گردوی با قدرت رشد ضعیف، متوسط و قوی، میزان کود ازته از ۶۰ تا ۱۴۰ کیلوگرم در هر هکتار مصرف شد و در نهایت با افزایش میزان مصرف کود ازت میزان عملکرد تا ۴۰ درصد افزایش پیدا کرد که نتایج آن در جدول ۱۶ ارائه شده است (طاهری و همکاران، ۱۳۸۳). با این حال مصرف تنها یک کود در صورتی که کمبود چند عنصر وجود داشته باشد به تنهایی توانایی افزایش عملکرد را نخواهد داشت. عناصر ماکرو و میکرو باید به صورت متناسب با هم و به مقدار نیاز درخت بر حسب عملکرد، رشد رویشی و شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک

جدول ۱۵- عناصر غذایی برداشت شده توسط میوه در یک باغ گردو (عملکرد حدود ۴ تن در هکتار)^۱
<http://www.potash-info.com/research/nutrientconc/nutrientcont.htm>

شاخص	N	P	K	S	Ca	Mg	Mn	Zn	Cu	Mo	B	Fe
مقدار عنصر برداشت شده (کیلو گرم از هر تن محصول)	۲۶	۳/۵	۴/۴	۱/۳	۱/۱	۱/۶	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۰۰۵	۰/۱	۰/۱
مقدار عنصر برداشت شده (کیلو گرم از هر هکتار)	۱۰۴	۱۴	۱۷/۶	۵/۲	۵/۲	۶/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۰۲	۰/۴	۰/۴
کود مورد نیاز (کیلو گرم در هکتار)	۱۴۸/۶	۲۰	۲۵/۱۴	۷/۳۳	۷/۴	۹/۱	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۰۳	۰/۶	۰/۶

مصرف شوند. در باغ‌های گردوی حاصل از ارقام اصلاح شده که میانگین عملکردی در حدود ۴ تن در هکتار دارند این میزان عملکرد با مصرف کودها در حد معمولی به دست می‌آید و در صورت کمبود عنصر یا عناصری میزان عملکرد از این مقدار کمتر خواهد بود. در صورتی که تغذیه درختان گردو به طوری جدی‌تر و با انجام مکرر آزمایشات آب، خاک و برگ انجام گیرد میزان عملکرد بسیار بیشتر از حد ذکر شده خواهد بود.

جدول ۱۶- رابطه مصرف کود ازته (کیلوگرم) و افزایش عملکرد درختان گردو

قدرت درخت	عملکرد محصول (تن در هکتار)			
	۲/۵ <	۲-۲/۵	۱/۵-۲	۱/۵ >
ضعیف	۱۴۰	۱۲۰	۱۰۰	۸۰
متوسط	۱۲۰	۱۱۰	۹۰	۷۰
قوی	۱۰۰	۹۰	۸۰	۶۰

۳-۲-۶- مدیریت مناسب آفات و بیماری‌ها

گرچه درختان گردو نسبت به سایر گونه‌های باغی و زراعی دارای آفات و بیماری‌های کمتری هستند اما مدیریت مناسب آنها باعث افزایش کمیت و کیفیت محصول تولیدی و در نهایت باعث افزایش بهره‌وری مصرف آب خواهد شد. برای مدیریت بهتر آفات و بیماری‌ها در درختان گردو عوامل متعددی را باید در نظر گرفت که این موضوع از انتخاب محل باغ شروع می‌شود؛ احداث باغ‌های جدید در مکان‌های مناسب که خطر یخبندان‌های شدید زمستانه در آنها کمتر است، باعث کاهش شیوع بیماری‌ها می‌شود. در انتخاب ارقام مناسب برای مناطق مختلف باید دقت شود به طوری که استفاده از ارقام دیربرگ، سبب می‌شود تا در زمان ظهور عوامل باکتریایی (مانند بلایت) و قارچی (مانند آنتراکنوز) به دلیل در دسترس نبودن میزبان، مدیریت بیماری تسهیل شود. استفاده از ارقام اصلاح شده پاکوتاه، با تسهیل کاربرد سموم شیمیایی مدیریت آفات و بیماری‌ها را در

باغ‌های گردو بهبود می‌بخشد با توجه به این که اغلب باغ‌های گردو بذری دارای قدرت رشد رویشی و ارتفاع زیادی هستند عملاً امکان سمپاشی در این درختان وجود نداشته یا بسیار مشکل است. لذا با انتخاب ارقام دارای رشد محدود مشکل سمپاشی در درختان گردو رفع شده و در نتیجه مبارزه با آفات و بیماری‌ها بسیار راحت‌تر انجام می‌گیرد. نوع سیستم آبیاری نیز یکی از عوامل موثر در کنترل بیماری‌ها به خصوص بیماری‌های خاکزاد می‌باشد. با توجه به حساسیت درختان گردو به بیماری‌های قارچی خاکزاد، مدیریت سیستم آبیاری و استفاده از روش‌های نوین آبیاری، در کنترل بیماری‌های قارچی خاکزاد موثر بوده و باعث افزایش کمی و کیفی محصول می‌شود. تغذیه، آبیاری صحیح، هرس به موقع و مناسب، مدیریت کرم خراط افزایش کمی و کیفی محصول را در باغ‌های گردو به همراه خواهد داشت. در نهایت با توجه به بررسی‌های انجام شده در مورد خسارت بیماری‌های درختان گردو مشخص شده که خسارت بیماری لکه سیاه گردو در برخی از باغ‌های شمال غرب ایران تا ۷۰ درصد نیز می‌رسد (صارمی و همکاران، ۱۳۸۶). خسارت ناشی از قارچ عامل پوسیدگی طوقه در برخی باغ‌های گردوی به شدت آلوده، بیش از ۱۰ درصد گزارش شده است (دستجردی، ۱۳۸۸). در نهایت خسارت بیماری بلایت در بهار پرباران در کالیفرنیا و نیوزیلند به ترتیب ۶۰ و ۴۰ درصد گزارش شده است (Mc Neil et al., 2001). البته با توجه به اقلیم خشک کشور ایران میزان خسارت این بیماری در کشور خیلی کمتر از این میزان می‌باشد. در شکل ۲۵ روش کنترل برخی از مهم‌ترین آفات و بیماری‌های گردو در یک سیستم مدیریت تلفیقی ارائه شده است (دستجردی و همکاران، ۲۰۲۳؛ کلیایی و همکاران، ۱۳۹۵؛ کشاورزی و حسنی، ۱۳۸۷).

سوختگی باکتریایی یا بلایت



روش کنترل

هرس درختان در زمان مناسب، حذف شاخه‌های آلوده، استفاده از نهال، پایه و پیوندک سالم و گواهی‌شده، استفاده از ارقام مقاوم در باغات جدید الاحداث، کنترل شیمیایی با کاربرد سمومی نظیر مانکوزب و یا ترکیبات مسی

زمان کنترل شیمیایی

دو مرحله سم‌پاشی یکی در زمان تورم جوانه‌ها (قبل از باز شدن کامل جوانه‌های گل و برگ) و دیگری بعد از خاتمه گل. در صورت بارندگی زیاد، مرحله سوم سم‌پاشی در ابتدای تشکیل میوه

آنتراکنوز یا لکه سیاه



روش کنترل

رعایت بهداشت زراعی نظیر هرس شاخه‌های آلوده و جمع‌آوری برگ‌ها و میوه‌های آلوده در باغ، تقویت رشد رویشی درختان، استفاده از ارقام با تحمل بالاتر و نیز ارقام دیربرگده نظیر رقم جدید پرشیا در باغات جدید الاحداث، استفاده از ترکیبات مسی، کاپتان یا زینب در صورت نیاز به سم‌پاشی

زمان کنترل شیمیایی

در بهار هنگام تورم جوانه‌ها، و در پائیز پس از ریزش برگ‌ها

پوسیدگی طوقه فیتوفترایی



روش کنترل

استفاده از نهال سالم و گواهی شده، عدم کاشت عمیق درختان و آزاد کردن طوقه آنها، ممانعت از غرقاب کردن باغات، حذف تک درختان آلوده، کنترل شیمیایی با کاربرد سموم سیستمیک (مثل فوزتیل آلومینیوم) و یا ترکیبات مسی

زمان کنترل شیمیایی

پائیز و اوائل بهار

کرم سیب



روش کنترل

رعایت بهداشت زراعی نظیر جمع‌آوری میوه‌های آلوده، از بین بردن پناهگاه‌های زمستانه آفت، استفاده از تله‌های فرمونی، استفاده از ارقام دیررس در باغات جدید، کنترل شیمیایی آفت

زمان کنترل شیمیایی

همزمان با خروج لارو از تخم و قبل از ورود به میوه

کرم خراط



روش کنترل

هرس سرشاخه‌های آلوده، تقویت درختان، آبیاری منظم، از بین بردن لارو آفت در داخل دالان‌ها با کمک مفتول، استفاده از خمیرهای سمی برای نابودی لاروها در داخل دالان، استفاده از ارقام متحمل، استفاده از تله نوری برای جلب حشرات کامل آفت، استفاده از تله‌های فرمونی،

زمان کنترل شیمیایی

همزمان با خروج لارو از تخم و قبل از ورود به شاخه‌ها (یک ماه و نیم پس از شکار اولین پروانه نر توسط تله‌های ردیابی جمعیت آفت)

شکل ۱۷- برخی از مهم‌ترین آفات و بیماری‌های گردو و روش کنترل آنها

۳-۳- برنامه‌های آموزشی و ترویجی

برنامه‌های آموزشی و ترویجی یکی از مواردی است که در سال‌های اخیر مورد توجه سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی قرار گرفته است. موسسه تحقیقات علوم باغبانی نیز با توجه به تقاضای باغداران یکی از موسسات فعال در این زمینه بوده است. در حوزه گردو نیز با توجه به تقاضای باغداران برای احداث باغ‌های جدید گردو، معرفی ارقام جدید پربار و دیربرگ گردو و هم‌چنین استقبال از برنامه‌های اصلاح باغ‌های گردو از طریق سرشاخه‌کاری نیاز به اجرای برنامه‌های ترویجی بیش از سایر محصولات بود. لذا در این زمینه فعالیت‌های گسترده‌ای برای آموزش و ترویج در حوزه‌های روش‌های نوین پیوند و تولید نهال پیوندی گردو، اصول و روش‌های اصلاح باغ‌های بذری گردو، اصول احداث باغ‌های جدید و مدرن گردو، معرفی ارقام مختلف گردو و شرایط اقلیمی مورد نیاز آن‌ها برگزار گردیده که این برنامه‌ها اغلب به صورت اجرایی و با همکاری معاونت

باغبانی و سازمان‌های جهاد کشاورزی استان‌ها، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، موسسه ترویج و آموزش کشاورزی و سایر موسسات تحقیقات وابسته به سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی در اقصی نقاط کشور برگزار گردیده است. انتشارات ترویجی مختلفی از جمله دستورالعمل فنی، نشریه فنی و نشریه ترویجی در تالار ترویج سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی موجود است.

۳-۳-۱- اقدامات انجام شده برای سرشاخه کاری درختان گردو

سرشاخه کاری درختان گردو یکی از مواردی است که در سال‌های اخیر شروع شده و به دلیل کارایی مناسب با استقبال باغداران مواجه شده است. در این زمینه نیز موسسه تحقیقات علوم باغبانی به طور جدی وارد شده و در زمینه‌های مختلف آموزش، ترویج و اجرای عملیات سرشاخه کاری درختان گردو کارهای موثری را انجام داده است. در زمینه آموزش و ترویج، دستورالعمل مربوط به سرشاخه کاری درختان گردو و روش‌های اصلاح تاج درختان تهیه و در اختیار کشاورزان قرار گرفت. برنامه تربیت نیروی پیوندزن ماهر برای اصلاح باغ‌های گردو از سال ۱۳۹۶ شروع شد که در طی همکاری بین موسسه تحقیقات علوم باغبانی و سازمان جهاد کشاورزی استان همدان و هم چنین همکاری با معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی این برنامه آغاز شده و دوره‌های متعددی در استان همدان به عنوان پایلوت و سایر مناطق مختلف کشور برگزار شد و به طور مدام ادامه داشت. لیست برنامه‌های برگزار شده در این مدت در جدول ۱۷ نشان داده شده است. خروجی این برنامه‌ها تربیت نیروهای ماهری بود که بالغ بر ۳۰۰ نفر بودند و تعداد قابل توجهی از این افراد در برنامه‌های سرشاخه کاری‌های انجام شده مورد استفاده قرار می‌گیرند. در حال حاضر نیز نیروهای پیوندزن با مهارت و تجربه بالا در کشور تربیت شده‌اند و در اغلب استان‌ها این افراد وجود دارند. این افراد کار اجرایی مربوط به اصلاح باغ‌های گردو را که بالغ بر یک میلیون پیوند در سال برآورد می‌شود، انجام می‌دهند. با اینحال با توجه به سطح بالای باغ‌های گردو در کشور که اغلب نیاز به اصلاح از طریق سرشاخه کاری دارند ادامه این برنامه‌ها ضروری می‌باشد. علاوه بر این برای بهبود شرایط مدیریتی در باغ‌های سرشاخه کاری شده، ضروری است دوره‌های متعددی برای تربیت و

هرس درختان سرشاخه‌کاری شده، تغذیه، آبیاری، مدیریت آفات و بیماری‌ها، مسائل برداشت و پس از برداشت برگزار شوند.

جدول ۱۷- برنامه‌های آموزشی تربیت نیروی پیوند زن در استان همدان و

سایر استان‌های کشور

سال	تعداد دوره در استان همدان	تعداد دوره در سایر استان‌ها
۱۳۹۶	۷	۴
۱۳۹۷	۸	۳
۱۳۹۸	۴	۴
۱۳۹۹	-	۱۳
۱۴۰۰	۲	۱۰

علاوه بر برگزاری دوره‌های آموزشی، به منظور ترویج بهتر ضرورت تعویض تاج درختان گردو و بهبود مهارت افراد آموزش دیده، موسسه تحقیقات علوم باغبانی طی انعقاد قرارداد با سازمان جهاد کشاورزی استان همدان، اجرای عملیات سرشاخه‌کاری در استان مذکور را به مدت دو سال بر عهده گرفت (جدول ۱۸). طی این دو سال در مجموع ۱۴۲ هزار پیوندک از ارقام اصلاح شده گردو بر روی درختان بذری استان همدان پیوند شده و در نهایت ۲۶۶۰۰ درخت تعویض تاج گردیدند. به علاوه همه نیروهای مورد استفاده در برنامه سرشاخه‌کاری، کسانی بودند که در دوره‌های آموزشی برگزار شده توسط موسسه تحقیقات علوم باغبانی شرکت کرده بودند و از طریق انجام کار عملی و اجرایی در کنار محققان این موسسه به نیروهای باتجربه‌ای تبدیل شدند که در سال‌های بعد نیز برای استان مفید واقع گردیدند. این نیروها ضمن ارتباط مستمر با محققان این موسسه در حال حاضر علاوه بر کار اجرایی استان همدان، در سایر استان‌ها نیز مشغول به ایفای نقش در سرشاخه‌کاری درختان بذری گردو می‌باشند. با توجه به استقبال مناسب در خصوص سرشاخه‌کاری درختان گردو در کل کشور، این موسسه در خصوص فرایند

اجرای عملیات سرشاخه‌کاری مشاوره‌های فنی لازم را به سایر استان‌ها از طریق برگزاری دوره‌های آموزشی، نظارت بر عملیات اجرای سرشاخه‌کاری، تامین پیوندک اصیل مورد نیاز و معرفی ارقام گردوی مناسب و سازگار برای هر استان ارایه نموده است.

جدول ۱۸- برنامه اجرا شده سرشاخه‌کاری گردو در استان همدان

شاخص	سال ۱۳۹۷	سال ۱۳۹۸
تعداد پیوندک	۲۱۰۰۰	۱۲۱۰۰۰
تعداد درخت پیوند شده	۶۶۰۰	۲۰۰۰۰
گیرایی پیوند	٪۸۲	٪۷۰

۳-۳-۲- تولید نهال و پیوندک سالم

با توجه به اهمیت وجود اندام‌های تکثیری سالم و اصیل برای استفاده در برنامه‌های سرشاخه‌کاری کشور و هم‌چنین تولید نهال سالم و اصیل موسسه تحقیقات علوم باغبانی از طریق همکاری علمی با اتحادیه تعاونی‌های تولید روستایی استان همدان اولین زنجیره تولید نهال و پیوندک گواهی شده ارقام وارداتی و سازگار گردو را احداث نمود. سپس ارقام اصلاح شده داخلی شامل ارقام پرشیا، کاسپین، چالدران و الوند را نیز سالم‌سازی نموده و به باغ مادری این زنجیره منتقل نمود. در حال حاضر هم پیوندک و هم نهال پیوندی گواهی شده در این مجموعه تولید و در اختیار باغداران قرار می‌گیرد (شکل ۲۶). ظرفیت باغ مادری برای تولید پیوندک در این مجموعه حدود سه میلیون چشمه در سال است که می‌تواند اغلب نیاز باغداران گردو و تولیدکنندگان نهال پیوندی گردو را تامین نماید. به علاوه برای تامین بخشی از نیاز کشور به نهال پیوندی سالم و اصیل، اولین گلخانه جمع‌شونده و تخصصی تولید نهال پیوندی گردو در این زنجیره احداث شد که با ظرفیت تولید سالانه حدود ۱۰۰ هزار نهال، به تنهایی حدود ۱۰ درصد نیاز کشور به نهال پیوندی گردو را تامین می‌کند. به علاوه این که این مجموعه تنها مجموعه تولید نهال گواهی شده

گردو در کشور است. امید است با حمایت‌های بیشتر تمام نهال‌های پیوندی کشور به صورت گواهی شده و با لیبل آبی ارایه شوند.



شکل ۲۶- تولید نهال و پیوندک آبی (گواهی شده گردو) در کشور با همکاری بخش خصوصی (اتحادیه تعاونی‌های تولید روستایی استان همدان)

۴- نتیجه‌گیری کلی

گردو یکی از مهمترین محصولات خشکباری کشور است که از جمله محصولات ارزش اقتصادی مناسب برای کشت و پرورش در کشور می‌باشد. با توجه به سنتی بودن تولید این محصول، برنامه‌ریزی برای بهبود وضعیت تولید و افزایش بهره‌وری مصرف آب اهمیت زیادی دارد. در این نوشتار، ابتدا وضعیت کشت و پرورش میوه گردو در کشور از نظر سطح زیرکشت، میزان تولید، عملکرد میوه و صادرات محصول بررسی شده و با سایر کشورهای مهم تولید کننده این محصولات مقایسه گردید. در مرحله دوم، میانگین مقدار بهره‌وری آب در باغ‌های گردو 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 گردو 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 گردو کشور و همچنین تجارب موجود و موفق بین‌المللی، راهکارهای ارتقای وضعیت باغ‌های گردو کشور از طریق بهینه‌سازی مصرف آب و افزایش عملکرد محصول تعیین و ارائه گردید. نتیجه ارزیابی‌ها نشان داد که میانگین بهره‌وری آب در محصول گردو کشور، ۰/۱۵ کیلوگرم بر مترمکعب و در کشور آمریکا معادل ۰/۴۰ کیلوگرم بر مترمکعب است. البته میوه گردو با بهره‌وری اقتصادی ۰/۹۵ دلار بر مترمکعب از جمله محصولات با ارزش اقتصادی مناسب برای کشت و پرورش در کشور می‌باشد. بررسی نتایج تحقیقات انجام شده در داخل و خارج کشور نشان داد که پتانسیل خوبی برای ارتقای این شاخص در باغ‌های گردو کشور وجود دارد. بر این اساس راهکارهای پژوهشی و کاربردی مختلفی در قالب دو محور روش‌های بهینه‌سازی مصرف آب در باغ‌های گردو و روش‌های افزایش عملکرد کمی و کیفی گردو معرفی و بررسی کردند که شامل روش‌های بهینه‌سازی مصرف آب در باغ‌های گردو 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 و استفاده از مالچ امکان‌پذیر می‌باشد. روش‌های افزایش عملکرد کمی و کیفی گردو نیز از طریق سرشاخه‌کاری درختان بذری با ارقام اصلاح شده، احداث باغ‌های جدید گردو با ارقام اصلاح شده و سازگار با شرایط مختلف اقلیمی، مقابله با یخبندان‌های دیررس بهاره، مکان‌یابی مناسب باغ‌های گردو، ارتقاء سیستم‌های برداشت و پس از برداشت، بهبود تغذیه درختان گردو و مدیریت مناسب آفات و بیماری‌های میسر می‌باشد.

فهرست منابع

۱. 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.
۲. حیدری، ن. ۱۳۹۴. تعیین و ارزیابی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل و مزیت نسبی کشت محصولات زراعی و باغی عمده فاریاب در حوضه آبریز کرخه. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. کرج: موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
۳. طاهره جعفری کیا، ط.، قاسمی، ا.، قبادی نیا، م.، و متقیان، ح. ۱۳۹۹. تأثیر مقدار و عمق توزیع ماده خام و بیوجار چوب گردو بر تبخیر و رطوبت خاک. پژوهش های حفاظت آب و خاک، ۲۷(۳): ۲۱-۱.
۴. دستجردی، ر.، حسینی، د. ۱۳۸۸. واکنش ژنوتیپ های گردو به بیماری آنتراکنوز *Gnomonia leptostya* در گلخانه. به نژادی نهال و بذر (نهال و بذر)، ۲۵(۳): ۴۴۹-۴۳۳.
۵. رضوی، ر.، طایفه رضایی، ح.، رضوی، ن.، وطن خواه، ح. و جدیدی، ت. ۱۳۹۶. اثر رژیم های آبیاری بر روی رشد سرشاخه ها و کارایی مصرف آب درختان جوان گردو در سه روش آبیاری. سومین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه، کرج: ۱۲۱-۱۱۵.
۶. سیدی، ن.، علیجانپور، ا.، بانج شفیعی، ع. و بیگی حیدرلو، ه. ۱۳۹۵. تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات فتوسنتزی دانهال های گردو (*Juglans regia* L.). جنگل و فرآورده های چوب، ۶۹(۳): ۵۲۱-۵۱۱.
۷. طاهری، م.، بای بوردی، ا.، ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۳. ضرورت مصرف بهینه کودهای شیمیایی در افزایش عملکرد درختان گردو. نشریه فنی ۱۷۸. نشر آموزش کشاورزی.
۸. صدراقین، ح.، شاهرخ نیا، م. ع.، کیانی، ع.، ذولفقاران، ا.، نیکانفر، ر. و ر. علیمحمدی. ۱۳۹۳. بررسی عوامل موثر بر مدیریت آبیاری سیستم های آبیاری میکرو اجرا شده در باغات. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. کرج: موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

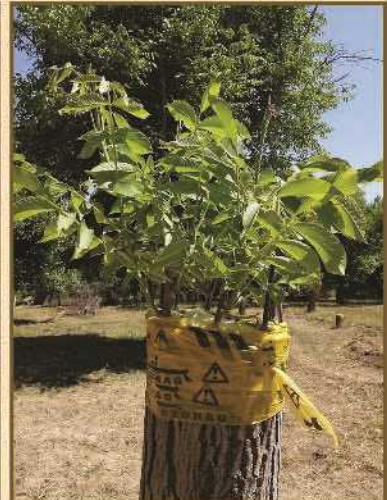
۹. صلاحی، س.، جوان نیک خواه، م. و جمشیدی، س. (۱۳۸۶). مطالعه ساختار جمعیتی قارچ *Gnomonia leptostyla* عامل بیماری آنتراکنوز گردو در استان آذربایجان شرقی به روش بوم شناسی گیاهان زراعی (دانش نوین کشاورزی)، ۳(۶): ۵۳-۶۰.
۱۰. عباسی، ف.، عباسی، ن. و ع. توکلی. ۱۳۹۶. بهره‌وری آب در بخش کشاورزی؛ چالش‌ها و چشم اندازها. آب و توسعه پایدار، ۴(۱): ۱۴۱-۱۴۴.
۱۱. عباسی، ن.، بهراملو، ر.، قدمی فیروزآبادی، ع.، گمرکچی، ا. و ر. نیکان فر. ۱۳۹۹. تعیین آب کاربردی گردو در کشور. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. کرج: موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
۱۲. علی‌حوری، م. ۱۴۰۰. تعیین اثربخشی راهکارهای ارتقای بهره‌وری آب در نخلستان‌های شهرستان خرمشهر. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. اهواز: پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری.
۱۳. فرشی، 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.
۱۴. فهادان، ا. ۱۳۹۶. تاثیر تنش خشکی بر مراحل فنولوژیکی ژنوتیپ‌های گردو. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. کرج: موسسه تحقیقات علوم باغبانی.
۱۵. کشاورز، ع. ۱۴۰۱. بحران آب کشور و راه‌های کلان برون رفت آن. مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب.
۱۶. کشاورزی، م.، حسنی، د. ۱۳۸۷. بلایت باکتریایی گردو. نشریه فنی. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش تحقیقات باغبانی.
۱۷. کلیایی، ر.، آوند فقیه، آ.، ارده، م. ج.، حسینی قرالری، ع.، شیخی گرجان، ع.، کیهانیان، ع.ا.، حسنی مقدم، م. و محمدی‌پور، ع. ۱۳۹۵. نشریه فنی. شماره فروست ۵۰۵۳۷. موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور.
۱۸. مردانی، ف.، سردابی، ح.، یوسفی، ب.، معروفی، ح. ۱۳۸۸. استفاده از مالچ در موفقیت جنگل کاری با ژنوتیپ‌های برتر گردو (*Juglans regia* L.) در اراضی جنگلی استان کردستان. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۷(۱): ۳۲-۲۵.
۱۹. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی. ۱۴۰۱. صادرات و واردات کالاهای کشاورزی و غذا منتهی به پایان اسفند سال ۱۴۰۰. تهران: وزارت جهاد کشاورزی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
۲۰. معاونت آمار مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، ۱۴۰۱. آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۰، محصولات باغبانی و گلخانه‌ای. تهران: وزارت جهاد کشاورزی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

۲۱. ملکوتی، م. ج.، مشیری، ف.، غیبی، م. ن.، مولوی، ص. ۱۳۸۳. حدود مطلوب غلظت عناصر غذایی در خاک و برخی از محصولات زراعی و باغی (بخش دوم: محصولات باغی). نشریه فنی ۴۰۶. انتشارات فنی سنا.
۲۲. موسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۳۹۹. سیمای آب کشور. موسسه تحقیقات خاک و آب.
۲۳. وفایی، ج.، محمدزاده، ا.، بازرگان، ک. و نویدی، م. ۱۳۹۸. مطالعه تطبیقی الگوی کشت و تناسب اراضی محصولات زراعی و باغی عمده در حوضه آبریز دریاچه ارومیه. بوم شناسی کشاورزی، ۱۱(۳): ۷۷۵-۸۰۵.
24. 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.
25. Anonymous, 2021. <https://research.mdc.mo.gov/project/forest-economics-missouri/timber-price-trends-apr-june-2021>. Reterviued, January, 2022.
26. AKÇA, Y., and Yılmaz, S. 2017. Walnut production in Turkey from past to present. In "VIII International Scientific Agriculture Symposium," Agrosym 2017", Jahorina, Bosnia and Herzegovina, October 2017. Book of Proceedings", pp. 904-910.
27. Baagideh, M., Abolgasem, A., and Eisa, A. 2014. Studying of freezing and its association whit efficiency of walnut and almond in Kermanshah province. Arid Regions Geographic Studies 4, 51-69.
28. Buchner, R.P., Fulton, A.E., Gilles, C.K., Prichard, T.L., Lampinen, B.D., Shackel, K.A., Metcalf, S.G., Little, C.C. and Schwankl, L.J., 2008. Effects of Regulated Deficit Irrigation on Walnut Grafted on Northern California Black'or'Paradox'Rootstock. Acta Horticulturae, 795: 141-146.
29. Cohen, M., Valancogne, C., Dayau, S., Ameglio, T., Cruiziat, P. and Archer, P., 1996, September. Yield and physiological responses of walnut trees in semi-arid conditions: application to irrigation scheduling. In II International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops 449: 273-280.
30. Dastjerdi, R., Hassani, D., Nadi, S., and Soleimani, A. 2023. Response of Some Walnut Genotypes (*Juglans regia* L.) to Anthracnose Attack (*Ophiognomonia leptostyla*). Journal of Agricultural Science and Technology Vol 25, No. 5, September 2023 (In press).
31. Ebrahimzadeh, A., Pirzad, F., Tahanian, H., and Aghdam, M. S. 2019. Influence of gum arabic enriched with GABA coating on oxidative damage of walnut kernels. Food Technology and Biotechnology 57, 554.
32. Harper, J. K. T., F. Peterson, D. L. 1998. Economic evaluation of improved mechanical harvesting systems for eastern thornless blackberries. Applied Engineering in Agriculture 15, 7.

33. Hassani, D., Haghooyan, R., Soleimani, A., Atefi, J., and Loni, A. 2013. Evaluation of some walnut cultivars and selections in Iran. *Acta Horticulturae* 981, 59-64.
34. Hassani, D., Haghooyan, R., Damyar, S., Soleimani, A., and Atefi, J. 2007. Evaluation of selected Iranian walnut genotypes and foreign cultivars. In "Proceedings of the International Scientific Conference, Samokhvalovichy, Belaruss", pp. 286-290.
35. Hassani, D., Mozaffari, M. R., Soleimani, A., Dastjerdi, R., Rezaee, R., Keshavarzi, M., Vahdati, K., Fahadan, A., and Atefi, J. 2020a. Four New Persian Walnut Cultivars of Iran: Persia, Caspian, Chaldoran, and Alvand. *HortScience* 55, 1162-1163.
36. Hassani, D., Sarikhani, S., Dastjerdi, R., Mahmoudi, R., Soleimani, A., and Vahdati, K. 2020b. Situation and recent trends on cultivation and breeding of Persian walnut in Iran. *Scientia Horticulturae* 270, 109369.
37. Lampinen, B., Buchner, R., Fulton, A., Grant, J., Mills, N., Prichard, T., Schwankl, L., Shackel, K., Gilles, C., and Little, C. 2004. Irrigation management in walnut using evapotranspiration, soil and plant based data. Report to the California Walnut Board, 113-136.
38. Liu, B., Liang, J., Tang, G., Wang, X., Liu, F., and Zhao, D. 2019. Drought stress affects on growth, water use efficiency, gas exchange and chlorophyll fluorescence of *Juglans* rootstocks. *Scientia horticulturae* 250, 230-235.
39. Liu, C., 2014. The evaluation of straw pit irrigation method in walnut orchard in loess plateau area. In *Proc. VIIth International Walnut Symposium*, Ed.: Jianbao Tian, *Acta Hort* (Vol. 1050).
40. McNeil, D., Romero, S., Kandula, J., Stark, C., Stewart, A., and Larsen, S. 2001. Bacteriophages a potential biocontrol agent against walnut blight (*Xanthomonas campestris* pv *juglandis*). *New Zealand Plant Protection* 54, 220-224.
41. Ramos, D. E. 1997. "Walnut production manual," UCANR publications.
42. Rezaee, R., Hassani, D., and Vahdati, K. 2014. LONG TERM TRIALS ON TOPWORKING OF WALNUT TREES IN IRAN. pp. 197-201. *International Society for Horticultural Science (ISHS)*, Leuven, Belgium.
43. Soleimani, A., Rabiei, V., Hassani, D., and Mozaffari, M. R. 2019. Phenological characteristics of walnut (*Juglans regia* L.) genotypes under environmental conditions of Karaj in Iran. *Crop Breeding Journal* 9, 11-22.
44. Yalçın, M., Acican, T., Alibaş, K., Ertürk, U., Akça, Y., and Polat, R. 2013. Effects of ethephone application on different harvesting methods and hulling of walnut husk. In "VII International Walnut Symposium 1050", pp. 323-329.



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



2024

ISBN: 978-622-92555-7-5



9 786229 255575

