



پنجادیمین سال تأسیس

سالان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی
۱۳۹۶ - ۱۳۹۷



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم باغبانی

بهره‌وری آب در پسته و راهبردهای ارتقای آن



نویسندگان:

ناصر صداقتی، علی اسماعیل‌پور، مهدی بصیرت، سیدجواد حسینی‌فرد،
امیرحسین محمدی، محمد عبدالهی عزت‌آبادی، احمد شاکر اردکانی،
محمد مرادی قه‌دریجانی، مجید علی‌حوری

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

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

بهره‌وری آب در پسته و راهبردهای ارتقای آن

نویسندگان:

ناصر صداقتی، علی اسماعیل پور، مهدی بصیرت، سیدجواد حسینی فرد،
امیرحسین محمدی، محمد عبدالهی عزت آبادی، احمد شاکر اردکانی،
محمد مرادی قهدریجانی، مجید علی حوری

اعضای هیئت علمی پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی

عنوان و نام پدیدآور	بهره‌وری آب در پسته و راهبردهای ارتقای آن/ نویسندگان ناصر صداقتی... [و دیگران]: ناظر فنی کیومرث کاشی.
مشخصات نشر	کرج: موسسه تحقیقات علوم باغبانی، انتشارات، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری	ی، ۱۰۶ ص.: مصور(رنگی)، جدول، نمودار.
شابک	978-622-91266-2-2
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
یادداشت	نویسندگان ناصر صداقتی، علی اسماعیل پور، مهدی بصیرت، سیدجواد حسینی فرد، امیرحسین محمدی، محمد عبدالهی عزت آبادی، احمد شاکر اردکانی، محمد مرادی قهدریجانی، مجید علی حوری.
یادداشت	کتابنامه: ص. [۹۶] - ۱۰۶.
موضوع	Pistachio -- Planting پسته - کاشت
	Pistachio -- Planting -- Iran پسته -- ایران - کاشت
	Pistachio -- Irrigation پسته - آبیاری
	Pistachio -- Iran -- Irrigation پسته -- ایران - آبیاری
	Water in agriculture آب در کشاورزی
	Water in agriculture -- Iran آب در کشاورزی - ایران
شناسه افزوده	صداقتی، ناصر، ۱۳۵۱ - شناسه افزوده: کاشی، کیومرث
شناسه افزوده	موسسه تحقیقات علوم باغبانی، انتشارات
رده بندی کنگره	پ ۴۰۱/۵ SB رده بندی دیویی: ۵۷۴۵/ ۶۳۴ شماره کتابشناسی ملی: ۹۵۷۱۴۹۵
اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیبا	

بهره‌وری آب در پسته و راهبردهای ارتقای آن



نویسندگان: ناصر صداقتی، علی اسماعیل پور، مهدی بصیرت، سیدجواد حسینی فرد، امیرحسین محمدی، محمد عبدالهی عزت آبادی، احمد شاکر اردکانی، محمد مرادی قهدریجانی، مجید علی حوری

ناشر: موسسه تحقیقات علوم باغبانی

ناظر فنی: کیومرث کاشی

شمارگان: ۱۰۰۰

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۹۱۲۶۶-۲-۲

چاپ نخست: ۱۴۰۳

قیمت: ۳۵۰۰۰۰ ریال

مسئولیت درستی مطالب کتاب با نویسندگان است

این کتاب تحت شماره ۳۱۴۰۳۳ مورخ ۱۴۰۳/۲/۳ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی به ثبت رسیده است.

نشانی: کرج بلوار شهید فهمیده، مجموعه موسسه‌های تحقیقات کشاورزی کشور، موسسه تحقیقات علوم باغبانی
تلفن ۰۲۶-۳۴۰۹۵۰۷۱، دورنگار ۰۲۶-۳۴۰۹۵۰۷۱، کد پستی ۳۱۳۵۹۳۱۵۱ www.hsri.ac.ir



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

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

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

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

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

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

نویسندگان

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	۱- وضعیت پسته کاری در ایران و جهان.....
۲	۱-۱- بررسی وضعیت کمی و کیفی آب های زیرزمینی دشت رفسنجان.....
۶	۲-۱- وضعیت تولید پسته در دنیا.....
۸	۳-۱- خلاصه وضعیت جایگاه پسته ایران در دنیا در سال ۲۰۲۰.....
۱۰	۴-۱- وضعیت تولید محصولات باغی کشور و جایگاه پسته در بین آن ها.....
۱۳	۵-۱- پراکنش سطح زیر کشت، تولید و عملکرد باغ های پسته در استان های مختلف.....
۱۸	۶-۱- دلایل گسترش سریع سطح زیر کشت پسته در کشور.....
۲۰	۲- عوامل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی اثرگذار بر بهره وری آب در باغ های پسته.....
۲۰	۲-۱- دنبال کردن اهدافی غیر از بهبود بهره وری آب در به کارگیری.....
۲۱	۲-۲- ضعف دانش فنی باغداران در استفاده از سیستم های آبیاری نوین.....
۲۱	۳-۲- وجود قوانین ضد کارآیی مصرف آب در بخش حفاظت از منابع.....
۲۲	۴-۲- هزینه های بالای تغییر زمان مصرف آب.....
۲۳	۵-۲- نقش عدم امکان کنترل میزان برداشت آب بر افزایش بهره وری.....
۲۳	۶-۲- تنوع مدیریت آبیاری ناشی از خرده مالکی شدید.....
۲۴	۷-۲- اهمیت اقتصادی پسته در بحث اشتغالزایی.....
۲۵	۳- مدیریت آبیاری درختان پسته.....
۲۵	۳-۱- بهره وری مصرف آب در تولید محصولات کشاورزی.....
۲۶	۳-۲- بهره وری مصرف آب در تولید پسته.....
۲۷	۳-۳- نیاز خالص آبیاری در استان های غالب و تحلیل آن.....
۳۴	۴-۳- سیستم ها و روش های آبیاری مورد استفاده در باغ های پسته.....
۳۶	۵-۳- انتخاب علمی و اصولی سیستم آبیاری.....
۳۷	۶-۳- راهکارهای افزایش بهره وری مصرف آب در باغ های پسته.....
۳۸	۷-۳- معرفی روش آبیاری سطحی با کاهش عرض نوارهای آبیاری.....
۳۹	۸-۳- معرفی روش آبیاری یک در میان متغیر نوارهای آبیاری.....

- ۳-۹- تغییر سیستم آبیاری از روش سطحی (غرقابی) به قطره‌ای سطحی و ۴۰
- ۳-۱۰- تغییر سیستم آبیاری از روش سطحی به زیرسطحی با لوله‌های اسفنجی تراوا ۴۱
- ۳-۱۱- استفاده از خاک‌پوش پلاستیکی روی لوله‌های آبیاری قطره‌ای سطحی ۴۲
- ۳-۱۲- تغییر سیستم آبیاری از روش غرقابی به زیرسطحی با لوله‌های پی‌وی‌سی ۴۳
- ۳-۱۳- تغییر سیستم آبیاری از روش سطحی به زیرسطحی با لوله سیمانی ۴۴
- ۳-۱۴- کاربرد پرلیت در کانال کود جهت کاهش اثرات تنش خشکی ۴۴
- ۳-۱۵- کاهش دفعات آبیاری درختان پسته در فصل خواب گیاه ۴۵
- ۳-۱۶- جمع‌بندی راهکارهای افزایش بهره‌وری مصرف آب ۴۶
- ۴- مدیریت به‌زراعی و به‌زادای درختان پسته ۴۷
- ۴-۱- دوره رشد، گلدهی و باردهی ارقام پسته ۴۷
- ۴-۲- امکان سنجی کاشت و توسعه پسته ۴۷
- ۴-۳- انتخاب ارقام و پایه‌های مناسب ۴۹
- ۴-۴- تولید نهال در خزانه و انتقال به زمین اصلی ۵۰
- ۴-۵- ایجاد نوارهای آبیاری مناسب ۵۰
- ۴-۶- رعایت فاصله کاشت مناسب ۵۰
- ۴-۷- ایجاد نوارهای بادشکن ۵۱
- ۴-۸- اثر زمان برداشت بر عملکرد و بهبود کیفیت محصول ۵۱
- ۴-۹- اثر روغن ولک، هرس و تراکم کاشت بر عملکرد و بهبود کیفیت محصول ۵۱
- ۴-۱۰- عوامل محیطی خسارت‌زا در درختان پسته ۵۲
- ۴-۱۱- کنترل سرمای بهاره باغ‌های پسته ۵۳
- ۴-۱۲- کاهش خسارت آفتاب سوختگی در باغ‌های پسته ۵۳
- ۴-۱۳- عملکرد محصول ارقام تجاری پسته ۵۴
- ۵- مدیریت خاک و تغذیه درختان پسته ۵۵
- ۵-۱- کاربرد مواد آلی و انواع کودهای شیمیایی ماکرو و میکرو در باغ‌های پسته ۵۷
- ۵-۲- کود آبیاری در طول فصل رشد ۵۸
- ۵-۳- محلولپاشی ۶۰

۶۳	۴-۵- شناسایی و اصلاح خاک در باغ های پسته.
۶۷	۶- مدیریت آفات و بیماری های درختان پسته.
۶۷	۶-۱- مدیریت آفات درختان پسته.
۷۷	۶-۲- مدیریت بیماری های درختان پسته.
۸۹	۷- فرآوری محصول و صنایع غذایی و تبدیلی پسته.
۹۴	 نتیجه گیری کلی
۹۶	 فهرست منابع

۱- وضعیت پسته کاری در ایران و جهان

پسته (*Pistacia vera* L.) یکی از مهم ترین محصولات باغی کشور و عمده ترین محصول تجاری بخش کشاورزی است که به تنهایی یک سوم از کل صادرات این بخش را به خود اختصاص داده است و همواره پسته یکی از ده قلم عمده صادرات غیرنفتی کشور به حساب می آید. نقش مهم پسته در اقتصاد کشور و سازگاری آن با شرایط نامساعد محیطی سبب گردیده تا جایگاه ویژه ای در مناطقی که برای کشت سایر محصولات مناسب نیست، پیدا نماید. لذا جهت حفظ موقعیت جهانی باید میزان عملکرد محصول در واحد سطح در این مناطق افزایش یابد و این امر بدون توجه به روش های نوین کشاورزی جهت افزایش بهره وری آب و استفاده از پایه ها و ارقام مناسب برای اقلیم های مختلف میسر نخواهد شد. امروزه کاهش کمی و کیفی آب آبیاری، شوری خاک، افزایش سن درختان و تغییرات آب و هوایی غیرمعمول در اکثر مناطق پسته کاری کشور، باعث کاهش چشمگیر عملکرد کمی و کیفی محصول پسته در این مناطق شده است. ضمن اینکه تغییرات آب و هوایی ناشی از گرمایش زمین مسبب ایجاد مشکلات عدیده ای از جمله عدم تامین نیاز سرمایی، نزولات ناکافی، نامنظم و ناپایدار آسمانی در طول پاییز و زمستان و نوسانات شدید دمایی حاصل از آن، نوسانات دوره ای دما در زمان تورم جوانه های گل، افزایش و کاهش ناگهانی دما در زمان گرده افشانی و تلقیح گل ها در بسیاری از مناطق پسته خیز کشور شده که نسبت به سایر عوامل آبی، خاکی و مدیریتی ذکر شده تقریباً قابل کنترل و مدیریت نبوده و عمدتاً خسارت های منطقه ای یا ملی را ایجاد می نمایند.

طبق آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۹، کل سطح زیر کشت پسته در ایران ۵۳۴۱۹۱ هکتار می باشد. کشت این محصول در ۲۸ استان کشور پراکنده است. با وجود کم آبی و

کاهش سطح زیر کشت، استان کرمان با مجموع سطح زیر کشت ۲۱۲۶۳۶ هکتار و تخصیص حدود ۴۰ درصد از سطح زیر کشت، در رتبه نخست تولید پسته در ایران قرار دارد (احمدی و همکاران، ۱۴۰۰). این در حالی است که این استان در سال‌های گذشته و در اوج تولید پسته، با اختصاص ۲۷۰۰۰۰ هکتار باغ پسته، ۷۰ درصد سطح زیر کشت پسته ایران را به خود اختصاص داده بود. به عبارت دیگر، محدودیت منابع آب در استان کرمان باعث شده تا حدود ۵۷۰۰۰ هکتار از باغ‌های پسته این استان خشک شده و از گردونه تولید خارج گردد. این مساله زنگ خطری برای سایر استان‌های کشور نیز می‌باشد که در صورت گسترش سطح زیر کشت بدون توجه به محدودیت منابع آب به سرنوشت استان کرمان گرفتار شوند. از آنجایی که کشت پسته فعالیتی سرمایه‌بر و دیر بازده بوده و نیاز آبی درخت پسته، پس از رسیدن به مرحله باردهی اقتصادی (حدود سن ۱۰ سالگی درخت پسته) به شدت افزایش می‌یابد، لذا دقت در برنامه‌ریزی تعیین سطح زیر کشت با توجه به نیاز آبی درخت پسته در سن باروری و نگاه به ظرفیت منابع آب در زمان شروع سرمایه گذاری بسیار مهم می‌باشد و در صورت عدم توجه به این موضوع، رسیدن به بحران خشکی و کم آبی درختان پسته مانند آنچه در استان کرمان در حال جریان است، امری اجتناب ناپذیر خواهد بود. جهت لمس بهتر مشکلات ناشی از گسترش بی‌رویه سطح زیر کشت پسته در استان کرمان و جلوگیری از تکرار اشتباهات گذشته در ذیل به بررسی وضعیت آب‌های زیرزمینی دشت رفسنجان در ۳۴ سال گذشته می‌پردازیم.

۱-۱- بررسی وضعیت کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی دشت رفسنجان

تهیه هیدروگراف واحد بر اساس آخرین آمار وزارت نیرو و به استناد داده‌های چاه‌های مشاهده‌ای در محدوده مطالعاتی رفسنجان، در ۳۴ سال گذشته (۹۶-۶۲) نشان داد که سطح آب زیرزمینی آبخوان در این دوره دائم در حال افت بوده و همواره سیر نزولی دارد. بطوریکه در این ۳۴ سال، مقدار مجموع افت برابر ۲۱/۴ متر و متوسط افت ۳۴ ساله حدود ۶۳ سانتی‌متر می‌باشد. شکل ۱ روند تغییرات سطح سفره را در دشت رفسنجان در ۳۴ سال گذشته نشان می‌دهد (اطلاعات منتشر نشده مدیریت امور آب رفسنجان، ۱۳۹۷).

در این شکل ارتفاع مطلق سطح آب همان تراز سفره نسبت به یک سطح مرجع اختیاری می‌باشد که در ایران، سطح متوسط آب خلیج فارس در بندر شهید رجایی به عنوان سطح مبنا یا مرجع انتخاب می‌شود. این اطلاعات تا سال ۱۳۹۶ بوده و با توجه به شدت خشکسالی‌ها و با فرض اینکه در ۵ سال اخیر افت سطح آبخوان در حد همان متوسط سالانه این دوره و همان ۶۳ سانتی‌متر باشد، تا سال جاری حدود ۳ متر دیگر سطح آب‌های زیرزمینی منطقه افت داشته است.



شکل ۱- هیدروگراف افت سطح آب زیرزمینی در دشت رفسنجان
در ۳۴ سال گذشته (۹۶-۶۲)

سایر اطلاعات بدست آمده از بررسی بیلان دشت به شرح جدول ۱ می‌باشد. در مجموع اضافه برداشت فعلی معادل ۳۰/۴ درصد برداشت از کل چاه‌های منطقه و ۳۲/۶ درصد برداشت چاه‌های کشاورزی منطقه می‌باشد.

جدول ۱- وضعیت کلی بیلان دشت رفسنجان در ۳۴ سال گذشته (۹۶-۶۲)

شاخص	سال آبی	میزان متوسط افت (متر)	اضافه برداشت (میلیون متر مکعب)
حداکثر افت سطح آب زیرزمینی	۷۹-۸۰	۱/۲۲	۲۵۰/۱۷
حداقل افت سطح آب زیرزمینی	۶۳-۶۴	۰/۳	۶۱/۶۲
متوسط افت سطح آب زیرزمینی	۶۲-۹۶	۰/۶۳	۱۲۹/۴۶
کل افت سطح آب زیرزمینی	۶۲-۹۶	۲۱/۴	۴۴۰۱/۷۲

به عبارت دیگر، با کاهش ۳۰ درصدی از برداشت چاه‌های منطقه، سفره‌های دشت رفسنجان به تعادل می‌رسند. افت سطح آب‌های زیرزمینی دشت در اثر اضافه برداشت و بیلان منفی سفره، در سال‌های اخیر باعث نشست زمین و ایجاد خسارت به چاه‌ها، اراضی کشاورزی، جاده‌ها و ساختمان‌های مسکونی گردیده است.

افت سطح آب‌های زیرزمینی علاوه بر نشست زمین، باعث کاهش دبی چاه‌های منطقه و حتی خشک شدن بسیاری از آن‌ها و نیز کاهش کیفیت و شور شدن آب چاه‌های موجود نیز گردیده است. در برخی از مناطق نظیر انار و گلشن، شوری آب چاه‌ها به بیش از ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر رسیده است. به همین علت در این مناطق اغلب باغ‌های پسته در حال خشک شدن هستند به طوریکه باغداران درختان خود را بریده و چوب آن‌ها را تحویل کارگاه‌های ذغال‌سازی می‌دهند. شکل‌های ۲ تا ۴ وضعیت آبدهی چاه‌ها، خشک‌شدگی باغ‌های منطقه و تبدیل آن‌ها به ذغال را نشان می‌دهد.



شکل ۲- وضعیت باغ‌های منطقه رفسنجان در اثر تنش‌های شوری و خشکی وارده به آن‌ها



شکل ۳- وضعیت آبدهی چاه‌های دشت رفسنجان در اثر برداشت بی‌رویه از سفره‌های زیرزمینی



شکل ۴- بریدن درخت‌های خشک‌شده در شهرستان انار و تبدیل آن‌ها به ذغال

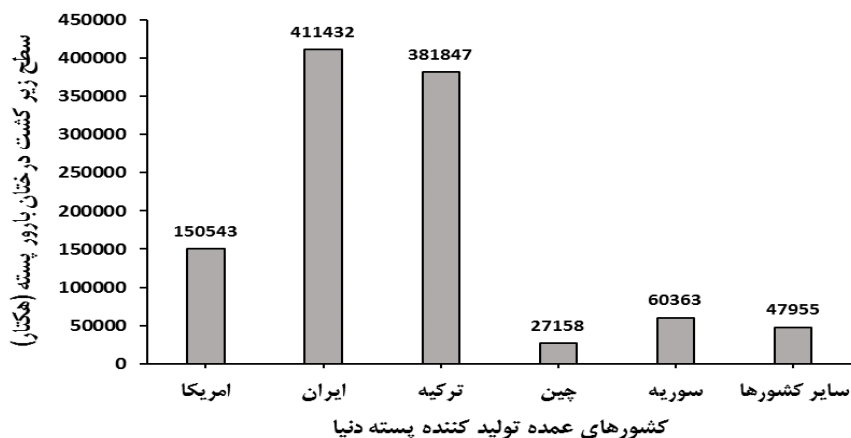
با توجه به بحران کم‌آبی موجود در کشور و به ویژه در مناطق پسته‌کاری، استفاده بهینه از منابع آب و بالا بردن بهره‌وری مصرف آب در این مناطق از اساسی‌ترین راه‌های مقابله با این معضل می‌باشد. از آنجایی که گسترش سیستم‌های آبیاری تحت فشار به ویژه، سیستم‌های خردآبیاری، در مدت زمان کوتاه، در کشور امکان پذیر نمی‌باشد و از طرفی این گونه سیستم‌ها، با توجه به محدودیت‌هایی که در خصوص بحث کیفیت آب و خاک دارند، در تمام شرایط قابل استفاده نیست، لذا اصلاح سیستم‌های آبیاری سطحی موجود می‌تواند اثر قابل ملاحظه‌ای در صرفه‌جویی و استفاده بهینه از منابع آب داشته باشد. با توجه به این مشکلات در سال‌های اخیر در بسیاری از باغ‌های پسته به دلیل کمبود شدید آب، دوره‌های آبیاری طولانی شده و حتی به ۱۲۰ روز هم رسیده است. آبیاری سطحی رایج در باغ‌های پسته به دو دلیل ماهیت ذاتی این روش و نیز طراحی و بکارگیری نامناسب آن توسط باغداران، از راندمان کمی برخوردار است. به‌طوریکه با توجه به گرمای منطقه و وجود بیش از ۳ متر تبخیر در سال، عملاً استفاده از این روش باعث هدر رفت زیادی در آب آبیاری مصرفی در این باغ‌ها می‌گردد. لذا با توجه به مباحث یادشده لزوم استفاده اصولی از منابع آب باقیمانده کشور و افزایش بهره‌وری مصرف آب از بدیهیات است. این وضعیت بصورت کم و بیش در سایر دشت‌های کشور بخصوص مناطقی که در آن‌ها کشت پسته انجام می‌شود و یا اخیراً به کشت پسته روی آورده‌اند، مشاهده می‌شود. در مجموع اغلب مناطقی که با مشکلات کمی و کیفی آب مواجه هستند، به کشت پسته روی آورده‌اند.

۱-۲- وضعیت تولید پسته در دنیا

بر اساس آخرین اطلاعات بدست آمده از سازمان خواروبار جهانی (فائو ۲۰۲۰)، بخش عمده‌ای از ۱۰۹۰۲۷۲ هکتار باغ پسته بارور در جهان، در ۱۰ کشور قرار دارد (شکل ۵). مهم‌ترین کشورهای تولید کننده پسته در دنیا بر اساس سطح زیر کشت شامل ایران (۳۸/۹٪)، ترکیه (۳۴/۹٪)، آمریکا (۱۳/۸٪)، سوریه (۵/۵٪) و چین (۲/۵٪) می‌باشند و سایر کشورها نظیر تونس، ایتالیا، اسپانیا، یونان و افغانستان نیز ۴/۴٪ از سطح زیر کشت پسته بارور جهان را در اختیار دارند (شکل ۶). عمده سطح زیر کشت پسته در ایران و آمریکا، بصورت کشت آبی می‌باشد، در حالی که نیمی از سطح زیر کشت پسته در ترکیه و عمده سطح زیر کشت پسته سوریه و تونس به صورت دیم بوده و آب مورد نیاز آن‌ها توسط بارندگی تامین می‌شود.

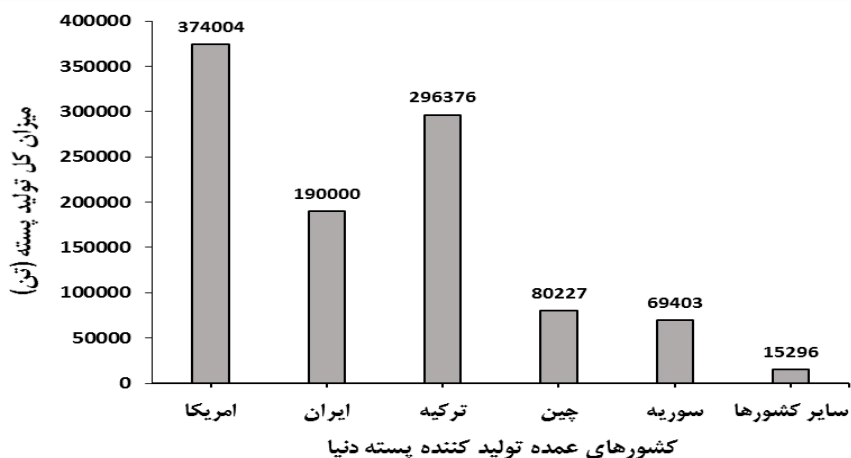


شکل ۵- پراکندگی مهم‌ترین کشورهای تولید کننده پسته در دنیا (فائو، ۲۰۲۰)



شکل ۶- مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده پسته در دنیا از نظر سطح زیر کشت (فائو، ۲۰۲۰)

اما از نظر میزان تولید پسته (شکل ۷)، بر اساس آمار فائو ۲۰۲۰، از مجموع کل پسته خشک تولید شده در جهان (۱۱۲۵۳۰۵ تن)، کشورهای آمریکا، ترکیه و ایران به ترتیب با سهم ۳۳/۲، ۲۶/۳ و ۱۶/۶ درصد، در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند. چین با ۷/۱ درصد و سوریه با ۶/۲ درصد از تولید پسته جهان، به ترتیب در رتبه‌های چهارم و پنجم قرار گرفتند. سهم سایر کشورهای تولیدکننده پسته نیز تنها ۱/۴ درصد از تولید پسته دنیا می‌باشد.



شکل ۷- مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده پسته در دنیا از نظر میزان تولید (فائو، ۲۰۲۰)

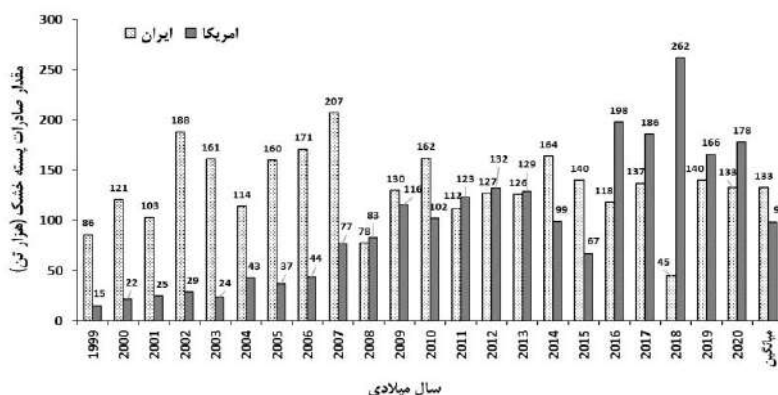
۳-۱- خلاصه وضعیت جایگاه پسته ایران در دنیا در سال ۲۰۲۰

پسته با نام ایران در آمیخته و با سابقه تاریخی تولید آن در کشور، در بین صادرات غیر نفتی، پس از فرش مقام دوم صادرات را دارد. پسته از حدود ۷۰ سال پیش با شروع صادرات، ارزش اقتصادی و تجاری ویژه‌ای پیدا کرد و روزبه‌روز بر سطح کشت آن افزوده شد. جدول ۲ خلاصه‌ای از وضعیت جایگاه پسته ایران در دنیا را نشان می‌دهد.

جدول ۲- خلاصه وضعیت جایگاه پسته ایران در دنیا

شاخص	رتبه ایران
تعداد ارقام و ذخائر ژنتیکی پسته (۱۶۱ رقم و ژنوتیپ)	اول
سطح زیر کشت پسته	اول
میزان تولید پسته	سوم
مقدار و ارزش صادراتی پسته	دوم
عملکرد پسته در هکتار	سوم
(در بین مهمترین کشورهای تولیدکننده)	

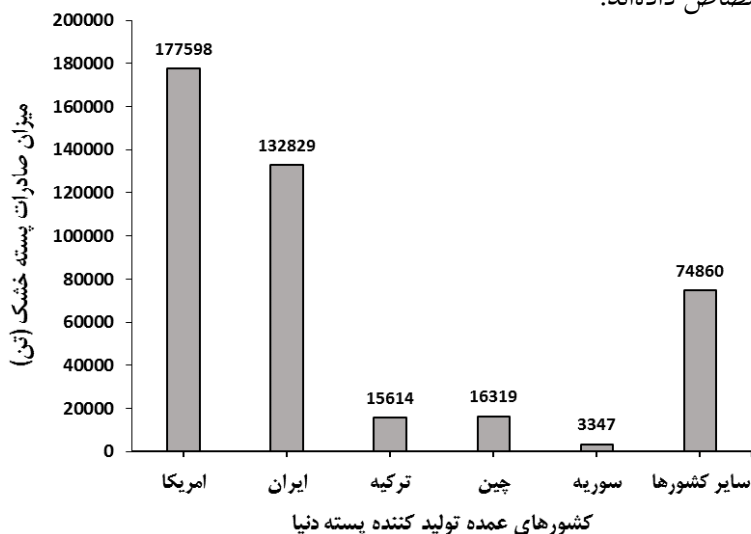
بر اساس آمار گمرک ایران و US ACP، مجموع صادرات ۲۲ ساله ایران و آمریکا به ترتیب ۲۹۲۳ و ۲۱۵۷ هزار تن بوده است.



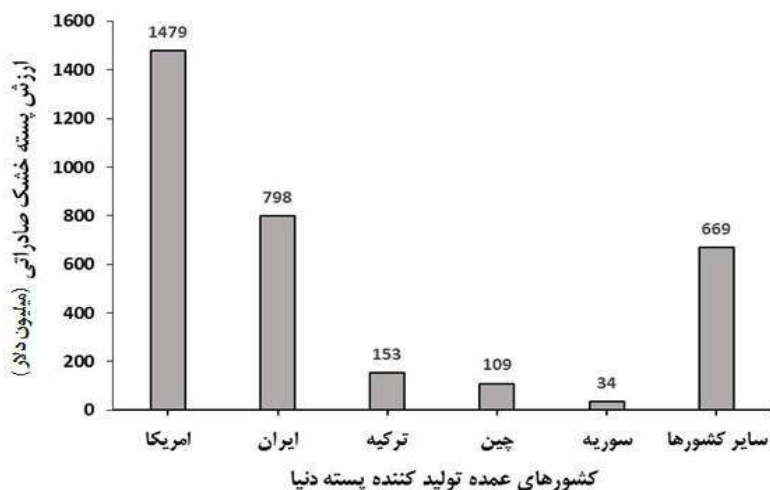
شکل ۸- مقایسه آمار میزان صادرات پسته کشورهای ایران و آمریکا در ۲۲ سال اخیر (۱۹۹۹-۲۰۲۰)

در شکل ۸ جزئیات صادرات پسته ایران و آمریکا، دو کشور اصلی تولیدکننده پسته در دنیا، در ۲۲ سال اخیر نشان داده شده است. بر اساس این آمار از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۷ میزان صادرات پسته ایران بطور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از آمریکا بوده است. از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۵ میزان صادرات پسته در آمریکا نزدیک به میزان صادرات ایران بوده، ولی از سال ۲۰۱۶ به بعد میزان صادرات آمریکا بطور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از ایران شده است. البته میانگین سالانه صادرات پسته ایران در طی ۲۲ سال اخیر، حدود ۱۳۳ هزار تن و برای آمریکا حدود ۹۸ هزار تن می‌باشد.

بر مبنای آخرین اطلاعات ارائه شده توسط فائو در سال ۲۰۲۰، میزان صادرات و ارزش دلاری پسته در پنج کشور عمده تولیدکننده پسته جهان در شکل‌های ۹ و ۱۰ آمده است. بر این اساس، از حدود ۴۲۰/۶ هزار تن محصول صادراتی پسته در جهان، کشورهای آمریکا و ایران به ترتیب با سهم ۴۲/۲ و ۳۱/۶ درصد در رتبه‌های اول و دوم قرار دارند. از نظر ارزشی نیز از کل حدود ۳/۲ میلیارد دلار پسته صادراتی در جهان، کشورهای آمریکا و ایران به ترتیب با سهم ۴۶ و ۲۵ درصد، رتبه‌های اول و دوم ارزآوری این محصول را به خود اختصاص داده‌اند.



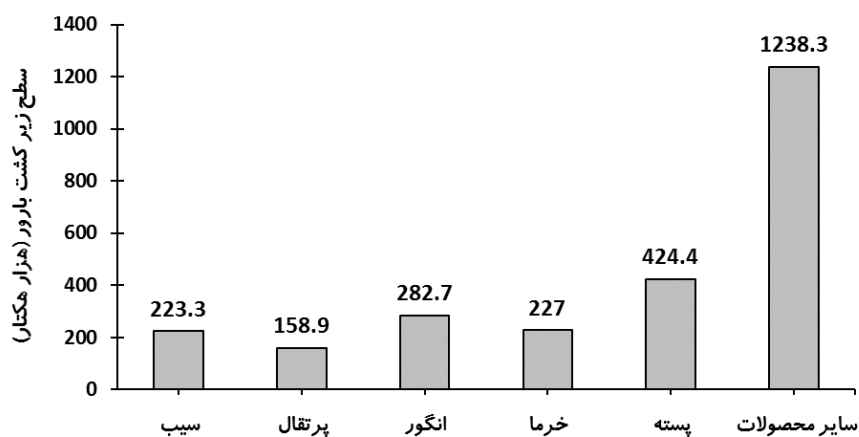
شکل ۹- میزان صادرات پسته کشورهای عمده تولید کننده این محصول در جهان (FAO, 2020)



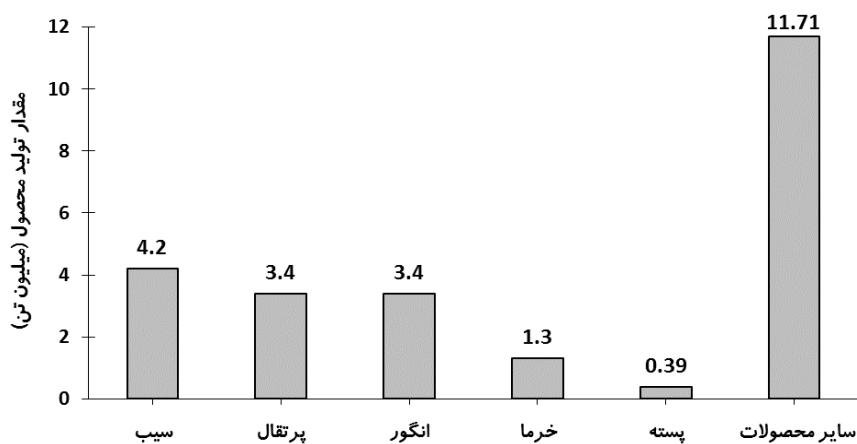
شکل ۱۰- میزان ارزش صادراتی پسته کشورهای عمده تولید کننده این محصول در جهان (FAO, 2020)

۴-۱- وضعیت تولید محصولات باغی کشور و جایگاه پسته در بین آن‌ها

ایران با توجه به دارا بودن تنوع اقلیمی در مناطق مختلف کشور، یکی از تولیدکنندگان مهم محصولات باغبانی از جمله پسته، انگور، سیب، پرتقال، خرما، بادام و گردو در دنیا می‌باشد. از کل سطح زیر کشت محصول باغبانی کشور، بیش از نیمی از آن (۲۵۵۴/۶ هزار هکتار) به ترتیب به پنج محصول پسته، انگور، خرما، سیب و پرتقال اختصاص دارد (احمدی و همکاران، ۱۴۰۰) که در این بین پسته با سهم ۱۶/۶ درصدی، رتبه نخست را دارد (شکل ۱۱). اما از کل میزان تولید این پنج محصول عمده باغبانی (۲۴/۴ میلیون تن)، پسته در بین این پنج محصول با سهم ۱/۶ درصدی در رتبه آخر قرار دارد (شکل ۱۲).



شکل ۱۱- درصد سطح زیر کشت محصولات عمده باغبانی کشور در سال ۱۳۹۹



شکل ۱۲- درصد تولید محصولات عمده باغبانی کشور در سال ۱۳۹۹

اما آمار ارائه شده از سوی مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۴۰۰ نشان می‌دهد که ۶ میلیون و ۲۶۳ هزار تن محصولات کشاورزی و غذا به ارزش سه میلیارد و ۸۷۸ میلیون دلار از ابتدای سال ۱۴۰۰ تا پایان آذرماه از کشور صادر شده است. در این میان ۷۹۵ هزار تن هندوانه، ۶۱۷ هزار تن گوجه فرنگی تازه یا سرد کرده، ۵۹۸ هزار تن سیب تازه، ۵۲۸ هزار تن سیب زمینی تازه یا سرد کرده و ۲۸۴ هزار تن پیاز، موسیر و سیر جزو پنج قلم عمده صادراتی کشاورزی به لحاظ وزنی بوده است. اما پنج قلم عمده صادراتی از نظر ارزشی شامل ۷۳۸ میلیون و ۶۱۰ هزار دلار پسته، ۲۸۸ میلیون و ۷۳۰ هزار دلار گوجه فرنگی تازه یا سرد کرده، ۱۸۵ میلیون و ۷۸۰ هزار دلار هندوانه، ۱۸۵ میلیون و ۶۶۰ هزار دلار خرما و ۱۶۹ میلیون و ۱۴۰ هزار دلار سیب تازه می‌شود. در مجموع پسته با وجود این که از نظر وزنی جزء پنج محصول عمده صادراتی کشور نیست، ولی از نظر ارزشی رتبه اول ارزی را در بین محصولات صادراتی بخش کشاورزی و غذا داشته است.

بر اساس اطلاعات بدست آمده از آمارنامه‌های کشاورزی، میزان سطح زیر کشت، کل میزان تولید محصول سالانه و نیز میانگین عملکرد در هکتار پسته در ۱۲ سال دوره زمانی ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۹ به شرح جدول ۳ می‌باشد. در این آمار میزان سطح زیر کشت درختان پسته کشور به تفکیک میزان درختان نهال و بارور و جمع کل سطح زیر کشت نشان داده شده است. آمار ۱۲ ساله، نشان‌دهنده افزایش سطح زیر کشت در هر دو گروه نهال و بارور می‌باشد و سطح زیر کشت در پایان دوره تا دو برابر ابتدای دوره آماری نیز می‌رسد.

میزان کل تولید محصول خشک کشور در سال‌های مختلف نشان می‌دهد حداقل میزان تولید با مقدار ۱۵۷۰۰۰ تن در سال ۱۳۹۰ و حداکثر مقدار تولید با ۳۸۶۹۲۵ تن در سال ۱۳۹۹ وجود داشته است. متوسط میزان تولید پسته کشور در این دوره ۱۲ ساله (۹۹-۱۳۸۸) حدود ۲۴۸۷۷۶ تن بوده است. میزان عملکرد در واحد سطح (کیلوگرم در هکتار) در سال‌های مورد بررسی روند افزایشی داشته است، به طوری که میزان عملکرد کل کشور از ۵۴۱ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۳۹۰ به ۹۱۲ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۳۹۹

افزایش یافته است. در سال ۱۳۹۷ به دلیل خسارت عوامل جوی، میزان تولید پسته در استان کرمان شدیداً کاهش یافت که بر متوسط عملکرد محصول در کشور نیز تاثیر منفی داشته است.

۱-۵- پراکنش سطح زیر کشت، تولید و عملکرد باغ‌های پسته در استان‌های مختلف

پراکنش سطح زیر کشت، میانگین کل تولید محصول و عملکرد در هکتار استان‌های مختلف، بر اساس آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۹ در جدول ۳ تا ۵ آمده است. بر اساس این آمار، استان کرمان با مجموع سطح زیر کشت ۲۱۲۶۳۶ هکتار و تخصیص حدود ۴۰ درصد از سطح زیر کشت هنوز هم در رتبه نخست تولید پسته در ایران قرار دارد. گسترش سطح زیر کشت پسته در استان خراسان رضوی در چند سال اخیر باعث شده است که این استان با حدود ۱۱۲۱۹۱ هکتار و حدود ۲۱ درصد از سطح زیر کشت پسته، به دومین استان کشور از نظر سطح زیر کشت پسته تبدیل شده است، این در حالی است که ۳۲ درصد از این سطح غیر بارور می‌باشد که میزان مصرف آب در آن در سال‌های آینده به شدت بالا خواهد رفت. استان‌های یزد با حدود ۵۴ هزار هکتار (۱۰ درصد)، فارس با ۳۲ هزار هکتار (حدود ۶ درصد) و خراسان جنوبی و سمنان با حدود ۲۵ هزار هکتار (حدود ۵ درصد)، رتبه‌های سوم تا ششم از نظر سطح زیر کشت پسته را به خود اختصاص داده‌اند. چنان‌چه مشخص است تمام این شش استان جزو استان‌های خشک و کم‌آب کشور بوده که با کم‌آبی شدید مواجه هستند. سهم سایر استان‌ها از سطح زیر کشت پسته کشور نیز حدود ۱۴ درصد می‌باشد. استان‌های مرکزی، قم، سیستان و بلوچستان، تهران، اصفهان، قزوین و خراسان شمالی به ترتیب در رتبه‌های هفتم تا سیزدهم از نظر سطح زیر کشت پسته قرار دارند. چهارده استان دیگر دارای سطح زیر کشت پسته کمتر از ۱۰۰۰ هکتار می‌باشند.

از نظر میزان تولید پسته کشور نیز استان‌های کرمان و خراسان رضوی به ترتیب با سهم حدود ۲۹ و ۲۳ درصدی محصول تولیدی، بیش از نیمی از پسته کشور را تولید می‌کنند.

استان‌های یزد، سمنان، فارس و خراسان جنوبی نیز به ترتیب با سهم حدود ۱۶، ۷/۵، ۵/۵ و ۴ درصد محصول تولیدی در رتبه‌های چهارم تا ششم قرار دارند. عمده سطح زیر کشت پسته (حدود ۸۶٪) و تولید محصول (حدود ۸۴٪)، در شش استانی است که به دلیل مشکلات کمی و کیفی آب، کشت پسته به عنوان فرشته نجات اقتصاد و معیشت کشاورزان این مناطق است. به عبارت دیگر این اطلاعات اهمیت پسته در اقتصاد مردم مناطق خشک کشور را بیش از پیش نشان می‌دهد. در مجموع می‌توان گفت که بحران کم آبی از ویژگی اصلی استان‌های اصلی پسته کاری است. بنابراین حفاظت از منابع آب با افزایش بهره‌وری استفاده از آن امری ضروری می‌باشد.

جدول ۳- سهم استان‌های اصلی تولیدکننده پسته کشور از نظر سطح زیر کشت و میزان تولید محصول (احمدی و همکاران، ۱۴۰۰)

استان	سهم سطح زیر کشت (درصد)	سهم تولید پسته (درصد)
کرمان	۳۹/۸	۲۸/۷
خراسان رضوی	۲۱	۲۲/۶
یزد	۱۰/۱	۱۵/۹
فارس	۶	۵/۵
خراسان جنوبی	۴/۷	۴
سمنان	۴/۶	۷/۵

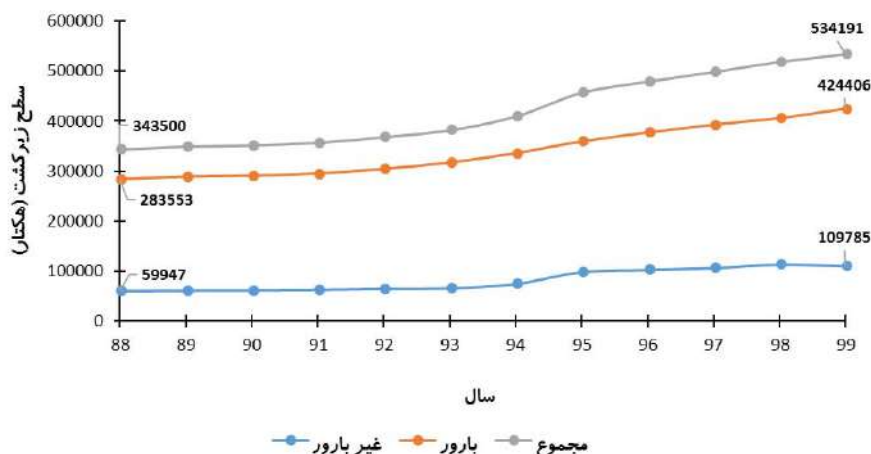
جدول ۴- میزان سطح زیر کشت، تولید کل محصول سالانه و نیز میانگین عملکرد در هکتار پسته در ۱۲ سال گذشته (۹۹-۱۳۸۸) در کل کشور

سال	سطح غیر بارور (هکتار)			سطح بارور (هکتار)			کل سطح (هکتار)			میزان تولید (تن)			عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	
	آبی	دیم	جمع	آبی	دیم	جمع	آبی	دیم	جمع	آبی	دیم	جمع	آبی	دیم
۱۳۸۸	۵۹۹۴۷	۰	۵۹۹۴۷	۷۸۳۵۳	۰	۷۸۳۵۳	۷۸۳۵۳	۰	۷۸۳۵۳	۱۸۴۳۰	۰	۱۸۴۳۰	۹۵۱	۱۸۴۳۰
۱۳۸۹	۶۰۹۳۷	۰	۶۰۹۳۷	۷۸۸۲۳	۰	۷۸۸۲۳	۷۸۸۲۳	۰	۷۸۸۲۳	۲۱۶۰۰۰	۰	۲۱۶۰۰۰	۷۴۹	۲۱۶۰۰۰
۱۳۹۰	۶۱۳۷۱	۰	۶۱۳۷۱	۷۹۰۲۹۵	۰	۷۹۰۲۹۵	۷۹۰۲۹۵	۰	۷۹۰۲۹۵	۱۵۷۰۰۰	۰	۱۵۷۰۰۰	۵۴۱	۱۵۷۰۰۰
۱۳۹۱	۶۲۳۰۹	۰	۶۲۳۰۹	۷۹۴۷۲۹	۰	۷۹۴۷۲۹	۷۹۴۷۲۹	۰	۷۹۴۷۲۹	۱۸۳۰۰۱	۰	۱۸۳۰۰۱	۹۲۱	۱۸۳۰۰۱
۱۳۹۲	۶۴۲۸۱	۰	۶۴۲۸۱	۸۰۴۰۵۴	۰	۸۰۴۰۵۴	۸۰۴۰۵۴	۰	۸۰۴۰۵۴	۲۲۵۰۰۱	۰	۲۲۵۰۰۱	۷۴۰	۲۲۵۰۰۱
۱۳۹۳	۶۵۳۱۶	۱۱۳	۶۵۳۱۶	۸۱۶۶۲۷	۴۴	۸۱۶۶۲۷	۸۱۶۶۲۷	۴۴	۸۱۶۶۲۷	۲۳۹۶۲۴	۲۳	۲۳۹۶۲۴	۷۵۷	۲۳۹۶۲۴
۱۳۹۴	۷۴۲۹۶	۱۱۲	۷۴۲۹۶	۸۲۵۲۵۰	۴۴	۸۲۵۲۵۰	۸۲۵۲۵۰	۴۴	۸۲۵۲۵۰	۲۶۱۰۷۸	۲۴	۲۶۱۰۷۸	۷۷۹	۲۶۱۰۷۸
۱۳۹۵	۹۸۱۵۸	۱۰۱	۹۸۱۵۸	۹۸۲۵۸	۹۳	۹۸۲۵۸	۹۸۲۵۸	۹۳	۹۸۲۵۸	۳۰۴۴۲۰	۴۱	۳۰۴۴۲۰	۸۴۸	۳۰۴۴۲۰
۱۳۹۶	۱۰۲۵۰۶	۱۳۶	۱۰۲۶۴۲	۱۰۲۶۴۲	۱۱۵	۱۰۲۶۴۲	۱۰۲۶۴۲	۱۱۵	۱۰۲۶۴۲	۳۱۷۳۳۳	۱۱۲	۳۱۷۳۳۳	۸۴۲	۳۱۷۳۳۳
۱۳۹۷	۱۰۵۰۱۳	۱۲۵۵	۱۰۶۲۶۸	۱۰۶۲۶۸	۱۰۹	۱۰۶۲۶۸	۱۰۶۲۶۸	۱۰۹	۱۰۶۲۶۸	۱۷۲۵۸۶	۲۷	۱۷۲۵۸۶	۴۴۰	۱۷۲۵۸۶
۱۳۹۸	۱۱۱۹۳۳	۱۲۵۳	۱۱۳۲۲۶	۱۱۳۲۲۶	۱۰۸	۱۱۳۲۲۶	۱۱۳۲۲۶	۱۰۸	۱۱۳۲۲۶	۳۳۷۳۵۵	۲۶	۳۳۷۳۵۵	۸۳۲	۳۳۷۳۵۵
۱۳۹۹	۱۰۹۷۸۵	۳۹۱	۱۰۹۷۸۵	۱۰۹۷۸۵	۴۸	۱۰۹۷۸۵	۱۰۹۷۸۵	۴۸	۱۰۹۷۸۵	۳۸۹۹۲۵	۲۰	۳۸۹۹۲۵	۹۱۲	۳۸۹۹۲۵

جدول ۵- سطح زیر کشت، مقدار تولید و عملکرد در هکتار بسته در سال ۱۳۹۹ در مهمترین استان های کشور

استان	عملکرد (کیلو گرم در هکتار)		میزان تولید (تن)		کل سطح (هکتار)		سطح بارور (هکتار)		سطح غیر بارور (هکتار)	
	آبی	جمع	آبی	جمع	آبی	جمع	آبی	جمع	آبی	جمع
اصفهان	۱۵۳۲	۱۰۷۲۸	۰	۱۰۷۲۸	۹۵۸۲	۷۰۰۴	۰	۷۰۰۴	۲۵۷۸	۰
تهران	۱۹۰۵	۹۱۱۳	۰	۹۱۱۳	۱۰۱۰۷	۴۷۸۳	۰	۴۷۸۳	۵۳۲۴	۰
خراسان جنوبی	۱۰۱۷	۱۵۵۵۹	۰	۱۵۵۵۹	۲۵۰۷۸	۱۵۲۹۸	۰	۱۵۲۹۸	۹۷۸۰	۱۳
خراسان رضوی	۱۱۴۷	۸۷۴۶۸	۱۱	۸۷۴۶۷	۱۱۲۱۹۱	۷۶۲۸۱	۲۹	۷۶۲۵۲	۳۵۹۱۰	۳۴۴
خراسان شمالی	۱۱۶۹	۳۱۱۱	۰	۳۱۱۱	۵۵۷۹	۲۶۶۱	۰	۲۶۶۱	۲۹۱۸	۰
سمنان	۱۶۶۱	۲۹۰۸۹	۰	۲۹۰۸۹	۲۴۷۱۸	۱۷۵۰۹	۰	۱۷۵۰۹	۷۲۰۹	۰
سیستان و بلوچستان	۱۳۳۳	۱۰۰۸۱۹	۰	۱۰۰۸۱۹	۱۱۲۱۲۷	۸۱۷۵	۰	۸۱۷۵	۳۹۵۲	۰
فارس	۴۷۵	۲۱۴۰۳	۹	۲۱۳۹۴	۳۲۲۶۳	۲۳۵۱۷	۱۹	۲۳۴۹۸	۸۷۴۶	۲۷
قزوین	۱۰۸۱	۴۱۳۰	۰	۴۱۳۰	۴۷۳۰	۳۸۲۰	۰	۳۸۲۰	۹۱۰	۰
قم	۱۰۱۲	۶۱۶۲	۰	۶۱۶۲	۱۷۸۰۷	۶۰۸۸	۰	۶۰۸۸	۶۷۲۰	۰
کerman	۵۴۵	۱۱۰۷۰۰	۰	۱۱۰۷۰۰	۲۱۲۰۵۰	۲۰۳۰۵۰	۰	۲۰۳۰۵۰	۹۰۰۰	۰
مرکزی	۱۲۹۶	۱۵۱۸۴	۰	۱۵۱۸۴	۱۴۱۶۲	۱۱۷۱۳	۰	۱۱۷۱۳	۲۴۴۹	۰
یزد	۱۲۴۲	۶۱۴۵۳	۰	۶۱۴۵۳	۵۴۱۳۳	۴۲۶۲۷	۰	۴۲۶۲۷	۱۱۵۰۶	۰
کل کشور	۹۱۲	۳۸۶۹۱۵	۲۰	۳۸۶۹۰۵	۵۳۴۹۱۱	۴۲۴۴۰۶	۴۸	۴۲۳۹۵۸	۱۰۹۷۸۵	۳۹۱
									۱۰۹۷۹۴	

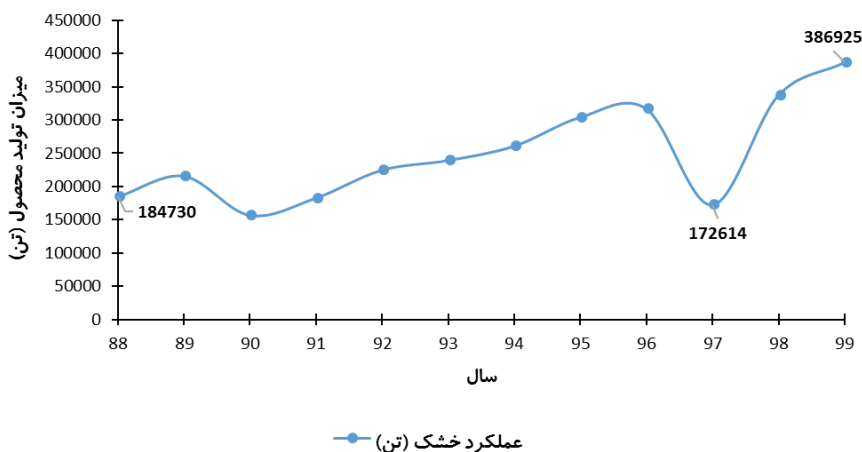
شکل ۱۳ روند افزایش سطح زیر کشت پسته کشور را به تفکیک سطح بارور و غیر بارور، در ۱۲ سال گذشته و بر اساس آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۹ وزارت جهاد کشاورزی نشان می‌دهد. بر اساس این اطلاعات، سطح زیر کشت درختان غیر بارور پسته از ۵۹۹۴۷ هکتار در سال ۱۳۸۸ به ۱۰۹۷۸۵ هکتار در سال ۱۳۹۹ رسیده است که رشد حدود ۸۳ درصدی را نشان می‌دهد. همچنین سطح زیر کشت درختان بارور نیز در این محدوده زمانی از ۲۸۳۵۵۳ هکتار به ۴۲۴۴۰۶ هکتار رسیده است که رشد حدود ۵۰ درصدی را نشان می‌دهد. در مجموع در این ۱۲ سال، سطح کل زیر کشت درختان پسته با رشد حدود ۵۶ درصدی از ۳۴۳۵۰۰ هکتار به ۵۳۴۱۹۱ هکتار رسیده است.



شکل ۱۳- آمار سطح زیر کشت پسته کشور به تفکیک سطح بارور و غیر بارور در ۱۲ سال گذشته

در شکل ۱۴ نیز میزان تولید پسته کشور در ۱۲ سال گذشته آمده است. این اطلاعات تقریباً روند افزایشی میزان تولید را در اغلب سال‌ها نشان می‌دهد. البته در سال ۱۳۹۷ به دلیل گرمای شدید بهار و تابستان در استان کرمان به عنوان قطب اصلی تولید پسته کشور (با تولید حدود ۳۰ درصد پسته کشور)، میزان تولید محصول پسته در کشور به شدت پایین آمده است. با توجه به آمار تولید پسته سالیانه کشور در ابتدا و انتهای این دوره، افزایش حدود ۱۱۰ درصدی محصول خشک تولیدی اتفاق افتاده است. در طی این ۱۲ سال، میزان

تولید پسته کشور به طور متوسط حدود ۲۵۰ هزار تن در سال بوده و با توجه به سطح زیر کشت درختان بارور پسته (۴۲۴۴۰۶ هکتار) و میزان کل محصول تولیدی در سال ۱۳۹۹ (۳۸۶۹۲۵ تن)، میانگین عملکرد ۹۱۲ کیلوگرم پسته خشک در هکتار بوده است.



شکل ۱۴- آمار میزان تولید پسته کشور در ۱۲ سال گذشته

۱-۶- دلایل گسترش سریع سطح زیر کشت پسته در کشور

گسترش سطح زیر کشت پسته در کشور دلایل بسیار زیادی دارد که از مهم‌ترین این دلایل می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

صادرات محصول: همانطور که در شکل ۸ آمده است، در طی ۲۲ سال گذشته بطور متوسط سالانه ۱۳۳ هزار تن پسته خشک به کشورهای دیگر صادر شده است. میزان صادرات در برخی از سال‌ها به بیش از ۲۰۰ هزار تن نیز رسیده که این موضوع اهمیت اقتصادی پسته را به عنوان یک محصول صادراتی نشان می‌دهد و باغداران نسبت به بسیاری از محصولات کشاورزی دیگر، کمتر با مشکلات فروش محصول خود مواجه هستند (آمار گمرک ایران و US. ACP).

ارزش اقتصادی بالا: محصول پسته به عنوان یک محصول ارزشمند صادراتی در اغلب سال‌ها یکی از رتبه‌های اول تا سوم محصولات صادراتی را از نظر ارزش‌آوری به خود

اختصاص داده است. ارزش صادراتی این محصول اغلب بیش از یک میلیارد دلار (۶ تا ۸ دلار در هر کیلوگرم) برآورد شده است (آمار گمرک ایران و US. ACP).

تحمل دامنه وسیع درجه حرارت: درخت پسته به عنوان گیاهی که بیشتر در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا کشت می‌شود، تحمل نوسانات دمایی از ۲۵- درجه سلسیوس در زمستان تا ۴۵ درجه سلسیوس را دارد که این موضوع امکان کشت آن را در محدوده وسیعی از شرایط آب و هوایی مقدور می‌سازد (اسماعیل‌پور و همکاران، ۱۳۹۹).

تحمل خوب نسبت به تنش‌های خشکی و شوری: همانطور که ذکر شد به دلیل وضعیت بحرانی دشت‌های کشور، بخصوص در مناطق پسته کاری، با مشکلات شدید کمی و کیفی منابع آب کشاورزی مواجه هستیم. در بحث توسعه سطح زیر کشت نیز اغلب مناطقی به کشت پسته روی آورده‌اند که به دلیل کمبود منابع آب و افت شدید کیفیت آب در دسترس، امکان کشت سایر محصولات بصورت اقتصادی وجود ندارد. گیاه پسته با تحمل دوره‌های آبیاری طولانی (۶۰-۷۰ روز) و شوری‌های آب آبیاری تا ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر همراه با عملکرد اقتصادی (تا بیش از ۱ تن در هکتار)، از بهترین گزینه‌ها برای کشت جایگزین می‌باشد (اسماعیل‌پور و همکاران، ۱۳۹۹).

عمر اقتصادی بالا: پسته به وضعیت مدیریت باغ و کیفیت آب و خاک محل احداث باغ، گیاه پسته از حدود ۱۰ سالگی به عملکرد اقتصادی رسیده و تا حدود ۸۵ سالگی می‌تواند این شرایط را حفظ نماید. بنابراین با توجه به عمر اقتصادی بالای این محصول، سرمایه‌گذاری برای کشت این محصول ارزشمند با توجیه اقتصادی بالایی همراه است (اسماعیل‌پور و همکاران، ۱۳۹۹).

انبارمانی بالا: با توجه به اینکه این محصول بیشتر بصورت خشک مصرف می‌شود و در این شرایط رطوبت میوه به کمتر از ۵ درصد می‌رسد، بنابراین امکان نگهداری از آن برای مدت طولانی وجود داشته و انبارمانی بالایی دارد. ضمن اینکه این موضوع بر خلاف بسیاری از محصولات کشاورزی که بصورت تازه مصرف می‌شوند، خطرات نوسانات قیمتی این محصول را برای باغداران کاهش می‌دهد (اسماعیل‌پور و همکاران، ۱۳۹۹).

۲- عوامل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی اثرگذار بر بهره‌وری آب در باغ‌های پسته

۲-۱- دنبال کردن اهدافی غیر از بهبود بهره‌وری آب در به کارگیری تکنولوژی‌های آب‌اندوز در باغ‌های پسته

مطالعه عبدالهی عزت آبادی و همکاران (۱۴۰۰) نشان می‌دهد که ۷۰ درصد از پسته-کاران استان کرمان، با انگیزه مقابله با کم آبی و حفظ باغ‌های پسته خود، به سمت استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار رفته‌اند. از آنجایی که با کم شدن دبی آب چاه‌های کشاورزی، در سیستم غرقابی، پیشروی آب در باغ‌های پسته با مشکل مواجه شده است، کشاورزان نمی‌توانند تمام باغ‌های خود را آبیاری نمایند. به عبارت دیگر، استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار به منظور استفاده بهتر از آب نبوده بلکه به منظور نگهداری باغ‌های پسته جهت حفظ مالکیت آن است. کم آبیاری شدید انجام گرفته در این سیستم‌ها باعث شده است که نه تنها بهره‌وری آب بالا نرود بلکه با کاهش مواجه شده و در مجموع میانگین بهره‌وری آب استفاده کنندگان از سیستم آبیاری تحت فشار تفاوت معنی‌داری با کشاورزان استفاده کننده از روش‌های آبیاری سنتی نداشته باشد. برای حل این مشکل، پیشنهاد می‌شود تا به جای تخصیص اعتبار به سیستم‌های آبیاری تحت فشار بر مبنای هکتار باغ پسته، بر مبنای متر مکعب آب مورد نیاز یک هکتار باغ تخصیص داده شود. به عبارت دیگر، نخست کل آب مجاز (طبق پروانه بهره‌برداری چاه) تحت مالکیت کشاورز محاسبه شود. سپس میزان آب مورد نیاز یک هکتار باغ پسته در سیستم آبیاری تحت فشار مشخص گردد. با تقسیم کل آب مجاز در دسترس بر نیاز آبی یک هکتار باغ پسته با سیستم آبیاری تحت فشار، کل سطح باغ پسته‌ای که قابل آبیاری با این سیستم می‌باشد، برآورد گردد. بنابراین میزان باغ مازاد بر آب کشاورزان برآورد شده و تنها اعتبارات دولتی به میزان سطحی از باغ که قابلیت اجرای سیستم با آب مجاز تحت مالکیت کشاورز در آن وجود دارد، پرداخت گردد. به عبارت دیگر، از پرداخت اعتبار به اجرای سیستم آبیاری تحت فشار در باغ‌های مازاد بر آب خودداری شود.

۲-۲- ضعف دانش فنی باغداران در استفاده از سیستم های آبیاری نوین

مطالعه عبدالهی عزت آبادی و همکاران (۱۴۰۰) نشان داد که استفاده از روش‌های نوین تنها در صورتی به رضایت کشاورزان منجر خواهد شد که استفاده کننده از طرح، چارچوب‌های علمی را قبول داشته و به آن عمل نمایند. به عبارت دیگر، اجرای یک سیستم نوین در چارچوب‌های سنتی به موفقیت منجر نخواهد شد. بنابراین، برای اجرای مناسب و افزایش کارآیی استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار در مناطق پسته کاری، پیشنهاد می‌شود مانند شیوه صدور گواهینامه رانندگی عمل شود. به عبارت دیگر، قبل از صدور مجوز اجرای سیستم آبیاری تحت فشار و دادن تسهیلات، متقاضی چند آزمون نظری و عملی انجام داده و در صورت پذیرفته شدن در آزمون‌ها، به وی گواهی‌های مربوطه داده شود.

۲-۳- وجود قوانین ضد ارتقای بهره‌وری مصرف آب در بخش حفاظت از منابع

در تعیین ضریب هیدرومُدول و تعیین دبی قانونی چاه‌های آب کشاورزی، دو فاکتور ساعات کارکرد موتور و سطح زیر کشت در نظر گرفته می‌شود، در حالی که به کیفیت آب توجهی نشده است. از آنجایی که ویژگی اصلی مناطق پسته کاری کیفیت پایین آب است، با گذشت زمان و کاهش کیفیت آب، میزان آب مورد نیاز درختان پسته (جهت آیشویی) افزایش می‌یابد. از آنجایی که امکان افزایش برداشت آب از نظر قانونی وجود ندارد، تنها راه تنظیم نسبت آب به زمین کاهش سطح زیر کشت است. این در حالی است که با کاهش سطح زیر کشت و فرمول هیدرومُدول، دبی قانونی پروانه آبکشی کاهش می‌یابد. این مساله باعث شده است تا کشاورزان از ترس کم شدن دبی چاه، از حذف باغ‌های پسته مازاد صرفه نظر کرده و به کم آبیاری شدید روی بیاورند که باعث کاهش بهره‌وری آب در کل باغ‌های پسته شده است. برای حل این مشکل پیشنهاد می‌شود تا دبی قانونی چاه، مستقل از سطح باغ پسته زیر پوشش چاه تعیین گردد. این در حالی است که در شرایط فعلی، دبی بر مبنای نوع محصول و سطح زیر کشت آن تعیین می‌گردد.

صدور مجوز جابجایی، کف شکنی و گالری زنی چاه، بر مبنای کم شدن حجم آبدهی چاه به زیر ۵۰ درصد حد قانونی می باشد. این در حالی است کاهش کیفیت آب حتی تا شوری‌های بسیار بالا نیز در این زمینه موثر نیستند. همچنین در صورتی که یک چاه برای مدت شش ماه به میزان کمتر از پروانه قانونی برداشت آب صورت دهد، این مساله کاهش ظرفیت آبدهی چاه تلقی شده و پروانه قانونی کاهش می‌یابد. این در حالی است که کاهش کیفیت آب در این زمینه موثر نیست. این موضوع باعث شده است تا کشاورزان به هر نحو ممکن از کاهش میزان آبدهی چاه، حتی با برداشت آب‌های بسیار بی کیفیت، جلوگیری نمایند و در نتیجه باعث کاهش کیفیت آب بسیاری از چاه‌های آب و همچنین بهره‌وری آب شده است. برای رفع این مشکل دو راهکار پیشنهاد می‌گردد. راهکار نخست اینکه کاهش مقدار برداشت آب از چاه، به کاهش مقدار پروانه قانونی منجر نگردد و راهکار دوم، افزایش شوری آب از یک حد مجاز به بالاتر، کاهش ظرفیت آبدهی چاه تلقی شده و کاهش پروانه قانونی چاه را به دنبال داشته باشد. همچنین ممنوعیت انتقال آب یک چاه به اراضی دیگر باعث شده است تا آب در اراضی و باغ‌های نامرغوب مصرف شده و بنابراین، میانگین بهره‌وری آب در باغ‌های پسته کاهش یابد. در صورت امکان این قانون حذف شده و تخصیص آب بین باغ‌های مختلف بر مبنای بیش‌ترین بهره‌وری آب صورت گیرد.

۲-۴- هزینه‌های بالای تغییر زمان مصرف آب

مطالعه عبدالهی عزت‌آبادی (۱۳۹۳) نشان داد که افزایش دانش پسته‌کاران در خصوص زمان استفاده از نهاده‌ها، به شرح زیر بوده است. هر یک نمره (از بیست نمره) افزایش دانش تغذیه‌ای، ۲۲ کیلوگرم در هکتار بر عملکرد پسته افزوده است. هر یک نمره افزایش دانش مبارزه با آفات، نیم لیتر در هکتار مصرف سم را، بدون کاهش عملکرد محصول، کاهش داده است. این در حالی است که افزایش دانش مدیریت آبیاری در این خصوص موثر نبوده است. بررسی علت این مساله نشان داد که عدم وجود ساختار مناسب و عدم تغییر زمان آبیاری در طول سال علت این موضوع بوده است. برای حل این مشکل،

پیشنهاد می‌گردد، در پروانه چاه‌های کشاورزی ساعات کارکرد کمتر و دبی برداشت آب بیشتر شود (بدون تغییر در حجم کلی آب قانونی قابل برداشت). در عوض، از آنجایی که امکان ذخیره آب، در استخرهای روی زمینی، در زمان عدم نیاز و مصرف آن در زمان نیاز درخت، از نظر اقتصادی وجود ندارد، این آب در سفره‌های آب زیر زمینی نگهداری شده و در زمان مورد نیاز برداشت گردد. برای مثال برای حذف یک نوبت آبیاری در فصل پاییز که نیاز آبی درخت پسته پایین بوده و انتقال آب حذف شده به فصول بعد نیاز به ساخت استخری با گنجایش ۱۰۰۰ متر مکعب آب برای هر هکتار است. برای جلوگیری از تبخیر آب، این استخرها بایستی سرپوشیده باشند. این در حالی است که هزینه ساخت چنین استخرهایی بسیار بالا می‌باشد.

۲-۵- نقش عدم امکان کنترل میزان برداشت آب بر افزایش بهره‌وری استفاده از آب در باغ‌های پسته

مطالعه عبدالهی عزت‌آبادی و همکاران (۱۳۹۷) نشان می‌دهد که احساس محدودیت بیشتر آب، باعث افزایش بهره‌وری آب می‌گردد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که کشاورزانی که اعلام نموده‌اند که با کم‌آبی مواجه‌اند نسبت به دیگران، به میزان ۳۱ گرم بر متر مکعب از بهره‌وری آب بالاتری برخوردار هستند زیرا احساس کم‌آبی باعث حرکت به سمت استفاده بهتر از آب شده است. در این زمینه پیشنهاد می‌شود تا به جای پخش پول بین کشاورزان جهت تشویق آن‌ها به استفاده از سیستم‌های آبیاری آب اندوز و همچنین دادن وعده انتقال آب بین حوضه‌ای به آنها، با رعایت قانون و جلوگیری از برداشت‌های غیر مجاز آب، محدودیت دسترسی به آب ایجاد کرد تا بهره‌وری استفاده از آب افزایش یابد. برای این منظور بهتر است تا بر روی تمام چاه‌های آب کشاورزی کنتور هوشمند نصب شده و میزان برداشت مجاز آب از آنها به طور دقیق کنترل شود.

۲-۶- تنوع مدیریت آبیاری ناشی از خرده مالکی شدید

مطالعه فرگوسن و همکاران (۲۰۱۶) نشان می‌دهد که تعداد کل باغ‌های پسته آمریکا ۱۴۹۶ بوده و سطح زیر کشت پسته در مجموع به ۹۴۲۲۴ هکتار می‌رسد. به عبارت دیگر،

سطح متوسط هر باغ در ایالات متحده آمریکا ۶۳ هکتار می‌باشد. مطالعه عبدالهی عزت-آبادی و همکاران (۱۳۹۸) نشان می‌دهد که متوسط سطح زیر کشت هر باغ پسته در دو شهرستان انار و رفسنجان در استان کرمان، ۴ هکتار می‌باشد. به عبارت دیگر، تنها در این دو شهرستان نزدیک به ۲۸۰۰۰ باغ پسته قرار دارد که در مقایسه با ۱۴۹۶ باغ پسته در آمریکا، عدد بسیار بالایی بوده و بیانگر ناهمگونی بسیار بالای باغ‌های پسته در ایران می‌باشد. این خرد بودن و ناهمگنی بالای باغ‌های پسته منطقه، تنوع بسیار گسترده مدیریتی را به دنبال خواهد داشت.

۲-۲- اهمیت اقتصادی پسته در اشتغال‌زایی

بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده از باغ‌های پسته شهرستان‌های انار و رفسنجان، تعداد نیروی کار مورد استفاده در بخش‌های مختلف مدیریت باغی به شرح جدول ۶ می‌باشد. نتایج این جدول نشان می‌دهد که در حال حاضر ۱۰۹ نفر روز در هر هکتار در سال جهت انجام عملیات مختلف باغی، نیروی کارگری در باغ‌های پسته منطقه در حال کار می‌باشند. تخمین تابع تولید نیروی کار در باغ‌های پسته نشان می‌دهد که میزان اقتصادی نیروی کار تا دو برابر یعنی ۲۰۰ نفر روز در هکتار در سال است. به عبارت دیگر، بهره‌وری نهایی نیروی کار به میزانی است که افزایش این نیرو به میزان دو برابر میزان فعلی هنوز اقتصادی می‌باشد. یعنی اگر استفاده از نهاده‌های کشاورزی و از جمله آب با بهره‌وری بالا صورت گیرد، اشتغال در باغ‌های پسته تا دو برابر قابل افزایش است (عبدالهی و همکاران، ۱۳۹۷). این موضوع اهمیت کشت پسته را در اشتغال‌زایی نشان می‌دهد.

جدول ۶- تعداد نیروی کار مورد استفاده در باغ‌های پسته
شهرستان‌های انار و رفسنجان

نوع عملیات کشاورزی	تعداد نیروی کار مورد استفاده (نفر روز در هکتار در سال)
آبیاری	۱۳
هرس	۲۲
جمع‌آوری شاخه‌های هرس شده	۵
کود حیوانی	۱۱
کود شیمیایی	۲
پاکنی	۱۶
علف‌هرز	۹
سمپاشی	۱۳
برداشت	۱۸
مجموع عملیات باغی	۱۰۹

۳- مدیریت آبیاری درختان پسته

۳-۱- بهره‌وری مصرف آب در تولید محصولات کشاورزی

بهره‌وری مصرف آب بر اساس دیدگاه‌های مختلفی تعریف و بررسی می‌شود. معمول‌ترین این دیدگاه‌ها، بهره‌وری فیزیکی آب می‌باشد. بر اساس این دیدگاه، بهره‌وری بیشتر آب کشاورزی به معنای تولید محصول بیشتر به ازای واحد حجم آب مصرفی است. بهره‌وری مصرف آب کشاورزی در ایران (جدول ۷)، در ابتدای برنامه چهارم توسعه (۱۳۸۴) در حدود ۰/۸ تا ۰/۹ کیلوگرم بر هر متر مکعب آب مصرفی بوده است. در بازه زمانی سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۴، تغییرات بهره‌وری مصرف آب بین ۰/۸۷ تا ۱/۳۲ و با میانگین ۱/۱ بوده است که افزایش ۱۵۲ درصدی را در این بازه زمانی نشان می‌دهد. البته میانگین سه ساله آخر این بازه زمانی (۱۳۹۲-۹۴) بهره‌وری مصرف آب ۱/۲۴ بوده که نشان‌دهنده رشد این پارامتر نسبت به زمان می‌باشد (عباسی و همکاران، ۱۳۹۶).

جدول ۲- وضعیت بهره‌وری مصرف آب کشاورزی و چشم‌انداز آینده آن در ایران
(عباسی و همکاران، ۱۳۹۶)

شاخص	بهره‌وری مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
ابتدای برنامه چهارم توسعه (۱۳۸۴)	۰/۸ تا ۰/۹
تغییرات در بازه زمانی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۹۴	۰/۸۷ تا ۱/۳۲
میانگین ۱۱ ساله ۱۳۸۴-۱۳۹۴	۱/۱
میانگین ۳ ساله ۱۳۹۲-۱۳۹۴	۱/۲۴
برنامه چشم‌انداز ۲۰ ساله (۱۳۸۴-۱۴۰۴)	۱/۶

۳-۲- بهره‌وری مصرف آب در تولید پسته

با توجه به کشت سنتی پسته در کشور و بخصوص استان کرمان که قدمت تولید پسته در آن بسیار زیاد است، بهره‌وری مصرف آب در باغ‌های پسته کشور بسیار متغیر بوده و بر اساس بررسی‌های میدانی و تحقیقاتی انجام‌شده در مراکز تحقیقاتی کشور و بخصوص پژوهشکده پسته و ایستگاه‌های آن در مناطق مختلف پسته‌کاری کشور، از حدود ۲۰ گرم تا ۱۵۰۰ گرم محصول خشک به ازای هر مترمکعب آب مصرفی، تغییر می‌کند که جزئیات آن در بخش راهکارهای افزایش بهره‌وری آب در باغ‌های پسته آورده شده است. جدول ۸ نتایج برخی از اطلاعات و تحقیقات انجام‌شده در کشور را ارائه می‌دهد. بر این اساس میانگین بهره‌وری مصرف آب پسته کشور حدود ۰/۱۰۱ کیلوگرم پسته خشک به ازای هر مترمکعب آب مصرفی برآورد می‌شود. در مناطق پسته‌کاری رفسنجان و انار که عمده باغ‌های پسته استان کرمان را شامل می‌گردند، این مقدار به ۰/۱۲۹ کیلوگرم بر مترمکعب می‌رسد (عبدالهی و همکاران، ۱۳۹۷). در حالی که بر اساس آخرین آمار ارائه‌شده توسط FAO در سال ۲۰۲۰، در باغ‌های پسته کالیفرنیا آمریکا، با توجه به عملکرد پسته در هکتار (۳۱۴۹ کیلوگرم پسته خشک) و میزان آب مصرفی درختان پسته که حدود ۱۲۳۰۰ متر مکعب در هکتار بوده (Ferguson and Haviland, 2016)، متوسط بهره‌وری آب در باغ‌های پسته این منطقه برابر ۰/۲۵۶ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد می‌شود که

حدود ۲/۵ برابر متوسط بهره‌وری آب برای تولید پسته در ایران می‌باشد. البته باید به این نکته اشاره نمود که وضعیت پسته کاری در آمریکا از جنبه کمیت و کیفیت آب مصرفی (آب آبیاری با هدایت الکتریکی کمتر از ۲ دسی‌زیمنس بر متر و با حجم مناسب، روش آبیاری تحت فشار)، شرایط اقلیمی، پایه و رقم کشت شده، نوع مدیریت باغ‌ها (عدم خرده مالکی)، کیفیت کودها و سموم مصرفی و ... با شرایط پسته کاری‌های ایران (آب آبیاری شور با هدایت الکتریکی بیش از ۸ دسی‌زیمنس بر متر و با حجم ناکافی، روش آبیاری غرقابی، خرده مالکی در باغ‌ها) بسیار تفاوت دارد. لذا نیاز است تا ضمن شناخت الگوهای مختلف مدیریت آبیاری در باغ‌های پسته، تاثیر این الگوها بر بهره‌وری آب، عملکرد و سود خالص اقتصادی بررسی شود. همچنین شناخت ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی موثر در شکل‌گیری الگوهای موفق مدیریت آبیاری، می‌تواند در جهت تقویت آن‌ها موفق باشد.

جدول ۸- مقایسه بهره‌وری مصرف آب پسته در باغ‌های ایران و آمریکا

منطقه	آب مصرفی سالانه (مترمکعب در هکتار)	عملکرد پسته خشک (کیلوگرم در هکتار)	آب مصرفی برای تولید هر واحد محصول (مترمکعب بر کیلوگرم)	بهره‌وری مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
رفسنجان و انار	۹۱۰۰	۱۱۷۰	۷/۸	۰/۱۲۹
ایران*	۹۰۰۰**	۷۴۶	۱۱/۸	۰/۰۸۴
آمریکا	۱۲۳۰۰+	۳۱۴۹++	۳/۹	۰/۲۵۶

* کشاورز و همکاران (۱۳۹۵) ؛ ** نیاز ناخالص آبیاری (برآورد شده)

+ منبع: FAO 2020 ؛ ++ منبع: Ferguson and Haviland, 2016

۳-۳- نیاز خالص آبیاری در استان‌های غالب و تحلیل آن

نیاز خالص آبیاری درختان بارور پسته (بدون در نظر گرفتن نیاز آبخویی و راندمان سیستم آبیاری) در هشت ماه فصل رشد (از ابتدای فروردین تا پایان آبان)، در مناطق عمده

پسته کاری کشور، بر اساس کتاب برآورد نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی کشور (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶)، بین حدود ۶۰۰ تا ۹۷۰ میلی‌متر و بر اساس کتاب نیاز آبی گیاهان در ایران (علیزاده و کمالی، ۱۳۸۷) که به عنوان سند ملی آب شهرت دارد، بین حدود ۹۹۰ تا ۱۱۳۰ میلی‌متر متغیر می‌باشد این مقادیر عمق آب آبیاری در منابع مذکور، در روش آبیاری سطحی (غرقابی) رایج در منطقه که در آن کل سطح باغ خیس شود، به ترتیب معادل حجم آب ۶۰۰۰ تا ۹۷۰۰ مترمکعب و ۹۹۰۰ تا ۱۱۳۰۰ متر مکعب در هکتار خواهد بود. در حالتی که آبیاری سطحی به صورت کاهش عرض نوار اجرا شده باشد، بر حسب درصد سطح خیس شده باغ، این حجم آب، کمتر خواهد. به طور مثال، در روش کاهش عرض نوارهای آبیاری، در صورتی که ۶۵ درصد سطح باغ آبیاری شده باشد و بقیه سطح باغ در هنگام آبیاری خشک مانده باشد، نیاز خالص آبیاری نیز بر اساس معادله ۱ زیر جدول ۳-۳ در حدود ۷۰ درصد نیاز آبی در حالت آبیاری غرقابی با سطح خیس شده کامل خواهد شد.

نیاز آبی درختان پسته در روش‌های آبیاری موضعی مختلف که در آن‌ها فقط بخشی از خاک خیس می‌شود، بسته به شرایط آب و هوایی و شوری آب مناطق مختلف پسته کاری کشور و با استفاده از روابط تصحیح نیاز آبی در روش‌های آبیاری موضعی بر اساس درصد پوشش گیاهی یا درصد مساحت خیس شده (معادله ۱)، به شرح جدول ۹ می‌باشد (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶، اسماعیل پور و همکاران، ۱۳۹۹).

جدول ۹- نیاز آبی درختان پسته شهرستان رفسنجان در روش‌های آبیاری موضعی و سطح متناسب کشت

روش آبیاری	درصد مساحت خیس شده یا ضریب پوشش گیاهی (Ps*)	ضریب تصحیح نیاز آبی	راندمان آبیاری (درصد)	نیاز خالص آبیاری* (m ³ /ha)	نیاز ناخالص آبیاری (m ³ /ha)	سطح کشت (هکتار) به ازای دی یک لیتر بر ثانیه
آبیاری غرقابی با سطح خیس شده کامل	۱۰۰	۱	۷۰	۶۹۱۱	۹۸۷۳	۲/۱
آبیاری کاهش عرض نوار و بابلر	۶۵	۰/۷۰	۷۵	۴۸۵۵	۶۴۷۳	۳/۱
آبیاری زیرسطحی کم فشار (پی‌وی‌سی و سیمانی)	۶۰	۰/۶۶	۸۰	۴۵۶۱	۵۷۰۱	۳/۶
آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی	۵۰	۰/۵۸	۸۵	۳۹۷۴	۴۶۷۵	۴/۴

$$ET_e = ET_c [Ps + 0.15 (1 - Ps)] \quad (۱) \quad \text{معادله} *$$

در این معادله، ET_e : نیاز خالص آبیاری پس از تعدیل، ET_c : نیاز خالص آبیاری قبل از تعدیل و Ps : ضریب پوشش گیاهی است.

با توجه به مقادیر نیاز آبی ذکر شده برای روش‌های مختلف آبیاری و همچنین راندمان آبیاری در هر روش، می‌توان سطح زیر کشت متناسب به ازای هر لیتر بر ثانیه آب در دسترس برای روش‌های مختلف را در استان کرمان و مناطق مشابه بدست آورد. نحوه محاسبه به این صورت است که به طور مثال برای شهرستان رفسنجان با میانگین نیاز خالص آبیاری ۶۹۱۱ متر مکعب در هکتار در روش آبیاری غرقابی، با در نظر گرفتن راندمان آبیاری ۷۰ درصد، نیاز ناخالص آبیاری ۹۸۷۳ متر مکعب در هکتار خواهد بود. از طرفی

یک لیتر در ثانیه آب معادل ۳۶۰۰ لیتر در ساعت، ۸۲۸۰۰ لیتر (۸/۲۸ متر مکعب) در شبانه روز (۲۳ ساعت با احتساب یک ساعت خاموشی احتمالی چاه به علت خرابی و تعمیرات) و ۲۰۳۶۹ متر مکعب در هشت ماه (۲۴۶ روز) فصل رشد خواهد بود. با تقسیم این حجم آب در دسترس (۲۰۳۶۹ متر مکعب) بر نیاز ناخالص آبیاری درختان پسته در استان کرمان (۹۸۷۳)، سطح زیر کشت بهینه به ازای هر لیتر بر ثانیه آب در دسترس برای روش آبیاری سطحی، حدود ۲/۱ هکتار بدست می‌آید. بر همین اساس سطح بهینه کشت در روش‌های مختلف آبیاری موضعی در جدول ۹ محاسبه شده است. لازم به ذکر است که اعداد ذکر شده در خصوص نیاز آبی درختان پسته، بدون در نظر گرفتن نیاز آبتجویی آن‌ها بوده و بسته به شوری آب آبیاری در مناطق مختلف، باید به این اعداد بین ۱۰ تا ۳۰ درصد به عنوان نیاز آبتجویی اضافه گردد (اسماعیل‌پور و همکاران، ۱۳۹۹). بنابراین با در نظر گرفتن وضعیت بحرانی منابع آبی کشور و روند تغییرات کمی و کیفی آن در طی ده سال گذشته و همچنین تغییرات آب و هوایی (افزایش درجه حرارت و کاهش بارندگی مؤثر) از سال ۱۳۷۶ تاکنون، توصیه می‌شود سطح زیر کشت بهینه به ازای هر لیتر بر ثانیه آب در دسترس از این مقادیر نیز کمتر در نظر گرفته شود.

مقادیر ذکر شده برای نیاز آبی خالص درختان بارور پسته در برخی از استان‌های پسته‌خیز و شهرستان‌های آن‌ها در سال ۱۳۷۶ توسط مؤسسه تحقیقات خاک و آب و بر اساس اطلاعات هواشناسی دراز مدت (معمولاً دوره ۳۰ ساله قبل از زمان محاسبه در صورت موجود بودن اطلاعات کافی) و فرمول محاسباتی پنمن مانیتث محاسبه گردیده که نتایج آن در جدول ۱۰ آمده است (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶). با توجه به گرمایش زمین، کاهش بارندگی‌ها و بروز خشکسالی‌های اخیر، جهت در نظر گرفتن جنبه‌های احتیاطی، به نظر می‌رسد که لازم است مقادیر ارائه شده در این جدول، بروز رسانی گردند. میزان نیاز آبی نهال پسته تا رسیدن به مرحله باروری، بر حسب سن گیاه، با استفاده از جدول ۱۱ اصلاح می‌گردد (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶). برای نمونه، نیاز آبی نهال پسته از زمان کاشت نهال تا ۳ سالگی، ۰/۴ (۴۰ درصد) نیاز آبی یک درخت بارور پسته می‌باشد.

جدول ۱۰- نیاز خالص آبیاری (بدون احتساب راندمان آبیاری) در مناطق عمده کشت پسته
(مترمکعب بر هکتار)

استان	شهرستان	دوره محاسبه (روز)	آب خالص مورد نیاز	بارندگی مؤثر	نیاز خالص آب آبیاری ۱	نیاز خالص آب آبیاری ۲
اصفهان	اصفهان	۲۴۰	۶۴۳۰	۴۶۰	۵۹۷۰	۴۷۰۰
	کاشان	۲۴۰	۷۲۸۰	۴۸۰	۶۸۰۰	۵۳۵۰
	نطنز	۲۴۰	۶۳۹۰	۴۲۰	۵۹۷۰	۴۷۰۰
	میمه	۲۴۰	۵۶۵۰	۶۵۰	۵۰۰۰	۳۹۴۰
	نایین	۲۴۰	۶۵۳۰	۳۷۰	۶۱۶۰	۴۸۵۰
تهران	ورامین	۲۴۰	۶۲۶۰	۶۵۰	۵۶۱۰	۴۴۲۰
خراسان جنوبی	بیرجند	۲۴۰	۶۸۲۰	۶۳۰	۶۱۹۰	۴۸۷۰
	فردوس	۲۴۰	۶۷۲۰	۴۲۰	۶۳۰۰	۴۹۶۰
	قائن	۲۴۰	۶۸۸۰	۴۷۰	۶۴۱۰	۵۰۵۰
	نهبندان	۲۴۰	۱۰۰۲۰	۳۳۰	۹۶۹۰	۷۶۳۰
خراسان رضوی	مشهد	۲۴۰	۶۴۸۰	۹۸۰	۵۵۰۰	۴۳۳۰
	نیشابور	۲۴۰	۶۳۶۰	۸۹۰	۵۴۷۰	۴۳۱۰
	تربت حیدریه	۲۴۰	۶۸۴۰	۸۱۰	۶۰۳۰	۴۷۵۰
	سبزوار	۲۴۰	۷۵۷۰	۶۷۰	۶۹۰۰	۵۴۳۰
	کاشمر	۲۴۰	۶۷۵۰	۶۳۰	۶۱۲۰	۴۸۲۰
	سرخس	۲۴۰	۶۶۷۰	۶۹۰	۵۹۸۰	۴۷۱۰
	گناباد	۲۴۰	۷۳۰۰	۴۸۰	۶۸۲۰	۵۳۷۰
	تربت جام	۲۴۰	۶۴۹۰	۸۰۰	۵۶۹۰	۴۴۸۰
	دره گز	۲۴۰	۶۲۴۰	۱۲۶۰	۴۹۸۰	۳۹۲۰
	بجنورد	۲۴۰	۵۹۲۰	۱۲۱۰	۴۷۱۰	۳۷۱۰
شمالی	اسفراین	۲۴۰	۵۷۸۰	۸۹۰	۴۸۹۰	۳۸۵۰
سمنان	سمنان	۲۴۰	۷۲۷۰	۵۵۰	۶۷۲۰	۵۲۹۰
	گر مسار	۲۴۰	۷۰۴۰	۵۹۰	۶۴۵۰	۵۰۸۰
	دامغان	۲۴۰	۶۲۴۰	۶۴۰	۵۶۰۰	۴۴۱۰
سیستان و بلوچستان	زاهدان	۲۴۰	۸۸۷۰	۳۰۰	۸۵۷۰	۶۷۵۰
	خاش	۲۴۰	۸۰۲۰	۲۰۰	۷۸۲۰	۶۱۶۰
	سراوان	۲۴۰	۸۷۲۰	۴۴۰	۸۲۸۰	۶۵۲۰
	زابل	۲۴۰	۹۳۶۰	۱۴۰	۹۲۲۰	۷۲۶۰

ادامه جدول ۱۰

استان	شهرستان	دوره محاسبه (روز)	آب خالص مورد نیاز	بارندگی مؤثر	نیاز خالص آب آبیاری ۱	نیاز خالص آب آبیاری ۲
فارس	شیراز	۲۴۰	۶۸۰۰	۷۵۰	۶۰۵۰	۴۷۶۰
	فسا	۲۴۰	۷۴۸۰	۴۸۰	۷۰۰۰	۵۵۱۰
	آباده	۲۴۰	۷۴۸۰	۲۸۰	۷۲۰۰	۵۶۷۰
	مرودشت	۲۴۰	۷۳۵۰	۷۲۰	۶۶۳۰	۵۲۲۰
	جهرم	۲۴۰	۷۸۶۰	۴۹۰	۷۳۷۰	۵۸۰۰
	ممسنی	۲۴۰	۷۳۶۰	۱۰۳۰	۶۳۳۰	۴۹۸۰
	نیریز	۲۴۰	۷۲۳۰	۳۹۰	۶۸۴۰	۵۳۹۰
	فیروزآباد	۲۴۰	۷۵۸۰	۹۲۰	۶۶۶۰	۵۲۴۰
کرمان	کرمان	۲۴۰	۷۹۰۰	۵۷۰	۷۳۳۰	۵۷۷۰
	سیرجان	۲۴۰	۷۲۲۰	۲۳۰	۶۹۹۰	۵۵۰۰
	بم	۲۴۰	۷۳۳۰	۲۷۰	۷۰۶۰	۵۵۶۰
	رفسنجان	۲۴۰	۷۳۳۰	۴۲۰	۶۹۱۰	۵۴۴۰
	جیرفت	۲۴۰	۷۸۹۰	۳۵۰	۷۵۴۰	۵۹۴۰
	بافت	۲۴۰	۶۶۹۰	۵۲۰	۶۱۷۰	۴۸۶۰
	بردسیر	۲۴۰	۶۴۲۰	۷۰۰	۵۷۲۰	۴۵۰۰
	زرنند	۲۴۰	۷۱۹۰	۳۷۰	۶۸۲۰	۵۳۷۰
یزد	یزد	۲۴۰	۸۳۶۰	۲۴۰	۸۱۲۰	۶۳۹۰
	ابركوه	۲۴۰	۷۶۹۰	۲۶۰	۷۴۳۰	۶۸۵۰
	اردكان	۲۴۰	۷۷۱۰	۱۵۰	۷۵۶۰	۵۹۵۰
	طبس	۲۴۰	۷۶۳۰	۲۷۰	۷۳۶۰	۵۷۲۰

۱) نیاز خالص آب آبیاری در روش‌های آبیاری سطحی (غرقابی) که در آن‌ها کل سطح باغ خیس می‌شود.

۲) نیاز خالص آب آبیاری در روش‌های آبیاری موضعی (خردآبیاری) یا آبیاری سطحی با کاهش عرض نوارهای یا کرت‌های آبیاری که در آن‌ها قسمتی از سطح باغ خیس می‌شود. اعداد این ستون با منظور نمودن ضریب کاهشی بر اساس معادله (۱) جدول ۹ و درصد پوشش گیاهی ۷۵ درصد محاسبه شده است.

جدول ۱۱- ضرایب اصلاحی نیاز آبی پسته بر حسب سن گیاه

سن گیاه	ضریب کاهشی
از کاشت تا ۳ سالگی	۰/۴
از ۳ سالگی تا ۶ سالگی	۰/۷
از ۶ سالگی تا ۹ سالگی	۰/۹
بیش از ۹ سالگی	۱

بررسی‌ها نشان می‌دهد که الگوی مدیریت آبیاری در باغ‌های پسته از جنبه‌های مختلف بسیار متفاوت می‌باشد. برای مثال، در استان کرمان، میزان مصرف آب، در دامنه گسترده ۹۷۳ تا ۲۷۳۹۹ متر مکعب در هکتار در سال متغیر است. این مساله در خصوص کیفیت آب نیز صدق کرده و هدایت الکتریکی آب مورد استفاده در دامنه ۱۱۰۰ تا ۱۹۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر می‌باشد. همچنین، زمان استفاده از آب بر اساس نیاز آبی گیاه تنظیم نشده و بر اساس سهم مالکیت آب باغ‌دار بوده و تقریباً به طور مساوی در طول سال پراکنده است. تنها در طول ۵ سال گذشته یک ماه خاموشی اجباری چاه‌های منطقه باعث گردید تا مصرف آب در یک ماه از سه ماه پاییز قطع شود. در بقیه سال نیز دور آبیاری بسیار متفاوتی در باغ‌های پسته قابل مشاهده است. به طوری که از دور آبیاری حداقل ۷ تا حداکثر ۱۲۲ روز وجود دارد. دوره‌های آبیاری حداقل (۷ روز) مربوط به سیستم‌های آبیاری تحت فشار می‌باشد. در صورتی که دوره‌های آبیاری حداکثر (۱۲۲ روز) مختص سیستم آبیاری غرقابی است. کمتر از ۱۰ درصد از باغ‌های پسته استان کرمان زیر پوشش سیستم آبیاری تحت فشار قرار دارد و در حدود ۹۰ درصد باقیمانده، از سیستم آبیاری غرقابی استفاده می‌گردد. در سیستم غرقابی نیز دو روش نواری و کرتی مورد استفاده است. در خصوص عرض نوارها و مساحت کرت‌ها نیز پراکندگی گسترده‌ای در بین باغ‌های پسته وجود دارد. به طوری که عرض نوارها بین ۰/۵ تا ۷ متر و مساحت کرت‌ها نیز در دامنه ۵ تا ۲۵۰ قصب (هر قصب ۲۵ متر مربع) قرار دارند.

چنانچه مشخص است، متغیرهای مختلف مدیریت آبیاری در بین باغ‌های پسته بسیار متفاوت بوده و این مساله برنامه ریزی در این خصوص را با مشکل مواجه می‌نماید. این در

حالی است که مطالعه فرگوسن و همکاران (۲۰۱۶) نشان می‌دهد که الگوی مدیریت آبیاری در آمریکا تقریباً یکپارچه است. در این کشور، مصرف آب تنها در فصل رشد، در سیستم آبیاری تحت فشار و به میزان ۱۲۰۰۰ متر مکعب در هکتار در سال صورت می‌گیرد. یکی از دلایل بالا بودن عملکرد محصول پسته آمریکا در مقایسه با ایران، همین سیستم آبیاری یکنواخت و با میزان مصرف بالای آب و کارایی بالا می‌باشد. ضمن اینکه کیفیت آب آبیاری نیز بسیار خوب می‌باشد.

وجود سیستم مدیریت آبیاری پراکنده و محدودیت‌های مختلف باعث شده است تا پسته‌کاران در ایران، به طور فردی، به سمت مقابله با این مشکلات حرکت نموده و لذا نوآوری‌هایی در این زمینه داشته باشند. یکی از این نوآوری‌ها مخلوط نمودن آب چاه‌های مختلف جهت تنظیم کمیت و کیفیت آب می‌باشد. این در حالی است که کشاورزان در راه استفاده از این تکنیک با محدودیت‌های مختلفی همچون ممنوعیت انتقال آب یک چاه به اراضی چاه دیگر، مشکلات فنی انتقال آب و مشکل توپوگرافی مواجه می‌باشد. لذا، این نوآوری نتوانسته است تا نقش تخصیص بهینه منابع را به خوبی بازی کند.

۳-۴- سیستم‌ها و روش‌های آبیاری مورد استفاده در باغ‌های پسته

سیستم‌های مختلفی در آبیاری درختان پسته مورد استفاده قرار می‌گیرند که مهم‌ترین آن‌ها شامل آبیاری سطحی (غرقابی)، آبیاری بابلر (حبابی)، آبیاری قطره‌ای (سطحی و زیرسطحی) و سیستم‌های جدید زیر سطحی کم فشار با لوله‌های سیمانی و پی‌وی‌سی می‌باشند. البته سیستم‌های آبیاری دیگری نظیر آبیاری زیرسطحی با لوله‌های اسفنجی تراوا و آبیاری کوزه‌ای نیز به صورت تحقیقاتی، روی درختان پسته مورد استفاده قرار گرفته که به دلیل مشکلات خاصی نظیر طول عمر کم لوله‌ها در زیر خاک و پارگی آن‌ها (برای آبیاری تراوا)، یکنواختی کم توزیع آب، مشکلات اجرایی و عدم تأمین نیاز آبی درختان در سنین باروری (برای آبیاری کوزه‌ای)، چندان مورد استقبال قرار نگرفته است. اما همان‌طور که پیش از این نیز اشاره شد، بیش از ۹۰ درصد باغ‌های پسته استان، تحت پوشش سیستم آبیاری سطحی (غرقابی) قرار دارند (اسماعیل‌پور و همکاران، ۱۳۹۶). سیستم‌های آبیاری قطره‌ای سطحی، قطره‌ای زیرسطحی (غالباً در شهرستان سیرجان) و

بابلر، به ترتیب در رده‌های بعدی قرار دارند. شکل‌های ۱۵ تا ۲۴ نشانگر انواع مختلف سیستم‌های آبیاری اجرا شده در باغ‌های پسته استان کرمان می‌باشند.



شکل ۱۶- آبیاری سطحی با کاهش عرض نوار
در شرایط شور



شکل ۱۵- آبیاری غرقایی رایج در باغ‌های
پسته



شکل ۱۸- آبیاری سطحی یک درمیان متغیر



شکل ۱۷- آبیاری سطحی با کاهش عرض نوار
در شرایط غیر شور



شکل ۲۰- آبیاری قطره‌ای زیر سطحی



شکل ۱۹- آبیاری قطره‌ای سطحی دو ردیفه



شکل ۲۲- آبیاری بابلر رایج در باغ‌های پسته

شکل ۲۱- آبیاری بابلر در حالت استاندارد



شکل ۲۳- آبیاری زیرسطحی کم‌فشار با لوله‌های پی‌وی‌سی



شکل ۲۴- آبیاری زیرسطحی کم‌فشار با لوله‌های سیمانی

۳-۵- انتخاب علمی و اصولی سیستم آبیاری

انتخاب نوع سیستم آبیاری، بستگی کامل به شرایط آب و خاک باغ مورد نظر دارد و نمی‌توان یک نسخه واحد برای تمام باغ‌ها تجویز نمود. با این حال، توجه به نکات زیر در رابطه با انتخاب سیستم آبیاری بهینه برای باغ‌های پسته در جهت افزایش بهره‌وری مصرف آب، ضروری است (اسماعیل‌پور و همکاران، ۱۳۹۶):

(۱) در خاک‌های ریزبافت بهتر است از سیستم‌های آبیاری تحت فشار (به‌ویژه قطره‌ای) استفاده نشود؛ زیرا مشکلات تجمع املاح و شوری، به مرور سبب خشک شدن درختان می‌شود.

(۲) در آب‌هایی با شوری بیش از ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، به دلیل امکان تجمع املاح و افزایش تدریجی شوری خاک، به خصوص در خاک‌های با بافت متوسط تا ریزبافت، استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار جایز نیست.

(۳) در شرایطی که بی‌کربنات آب آبیاری بیش از ۲/۵ میلی‌اکی‌والان بر لیتر باشد، به دلیل افزایش احتمال گرفتگی نازل‌ها و به تبع آن، کاهش چشم‌گیر یکنواختی توزیع آب در سیستم، در صورت استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار، حتماً باید با استفاده از عملیات اسیدشویی، ضمن کاهش احتمال گرفتگی نازل‌ها در اثر رسوب بیکربنات، با تنظیم اسیدیته آب در حد ۶ تا ۶/۵، از اثرات سمیت بیکربنات بالای آب کاسته شود.

(۴) در صورتی که بتوان با دور آبیاری ۲۵ تا ۳۵ روز (پسته به بافت خاک و فصل رشد)، درختان پسته را آبیاری نمود؛ سیستم آبیاری سطحی، عملکرد مناسبی خواهد داشت. اما باید توجه داشت که در سیستم آبیاری سطحی، هدررفت آب زیاد می‌باشد. در چنین شرایطی، استفاده از روش کاهش عرض نوار، بهره‌وری مصرف آب را به مقدار قابل توجهی، افزایش خواهد داد.

(۵) در دوره‌های آبیاری طولانی (غالباً بیش از ۴۵ روز)، استفاده از شیوه آبیاری یک در میان نوارهای آبیاری، علاوه بر کاهش دور آبیاری به نصف این مدت، باعث بهبود رشد و عملکرد درختان و نیز افزایش بهره‌وری مصرف آب می‌گردد.

۳-۶- راهکارهای افزایش بهره‌وری مصرف آب در باغ‌های پسته

در خصوص افزایش بهره‌وری مصرف آب در باغ‌های پسته تحقیقات کاربردی خوبی انجام شده است. در این بخش به ذکر نتایج آن‌ها می‌پردازیم. اما این نکته را باید در نظر گرفت که میزان تاثیر هرگونه تغییر در مدیریت باغ، بستگی کامل به شرایط باغ قبل از اجرای تحقیق دارد. از جمله این شرایط می‌توان به وضعیت رشدی و عملکردی درختان،

تراکم کشت، پایه، رقم و سن درختان باغ، کیفیت آب آبیاری، میزان آب مصرفی، دور آبیاری، روش آبیاری، مدیریت تغذیه از نظر نوع، نحوه و میزان کودهای مصرفی و مدیریت آفات، بیماری‌ها و علف هرز دارد. بنابراین اعداد و ارقام ارائه شده در خصوص افزایش عملکرد و بهره‌وری مصرف آب در تحقیقات انجام شده، مقادیر مطلقی نبوده و بسته به شرایط اولیه باغ، می‌تواند متغیر باشد. در هر صورت آنچه که مهم است، تاثیر مثبت این تحقیقات بر افزایش عملکرد و بهره‌وری مصرف آب می‌باشد.

۳-۲- معرفی روش آبیاری سطحی با کاهش عرض نوارهای آبیاری در باغ‌های پسته

در این روش آبیاری بسته به وضعیت رشد درختان و قطر تاج آن‌ها، نوارهایی به عرض ۱/۵ تا ۲ متر در هر طرف ردیف درختان آبیاری می‌شوند و بقیه فاصله بین ردیف‌ها، آبیاری نمی‌گردد. نتایج پروژه تحقیقاتی انجام شده روی این شیوه آبیاری نسبت به آبیاری غرقابی رایج در باغ‌های پسته، ضمن کاهش دور آبیاری از ۶۰ روز به ۳۰ روز، افزایش ۱۲ درصدی عملکرد (افزایش ۱۴۵ کیلوگرمی محصول خشک در هکتار)، کاهش ۳۰ درصدی مصرف آب و افزایش ۶۰ درصدی بهره‌وری مصرف آب را نشان داد (صداقتی و همکاران، ۱۳۸۷).

همچنین در یک پروژه تحقیقی ترویجی، با اجرای روش کاهش عرض نوار، علاوه بر کاهش ۲۰ روزه دور آبیاری، افزایش ۶۳ درصدی عملکرد (افزایش ۱۵۲ کیلوگرمی محصول خشک در هکتار)، کاهش ۴۸ درصدی مصرف آب و افزایش ۲۱۳ درصدی بهره‌وری مصرف آب را شاهد بودیم (صداقتی و همکاران، ۱۳۹۱ ج). در ضمن در بحث فاکتورهای کیفی محصول نیز استفاده از روش آبیاری نواری ۲ متری باعث کاهش ۴/۲ درصدی پوکی، افزایش ۳/۷ درصدی خندانی و کاهش ۱ واحدی در انس پسته (بزرگ‌تر شدن میوه پسته) گردید (جدول ۱۲). همانطور که ذکر شد، بسته به شرایط اولیه باغ تحت آزمایش، میزان تاثیر تغییر روش آبیاری بر کمیت و کیفیت محصول تولیدی و بهره‌وری مصرف آب متفاوت می‌باشد.

جدول ۱۲- اثرات تغییر روش آبیاری غرقابی به آبیاری نواری بر عملکرد محصول و بهره‌وری مصرف آب

روش آبیاری	حجم آب مصرفی (m ³ /ha)	دور آبیاری (روز)	محصول خشک (kg/ha)	بهره‌وری مصرف آب (kg/m ³)	کاهش مصرف آب (درصد)	افزایش محصول خشک (درصد)	افزایش بهره‌وری مصرف آب (درصد)
پروژه تحقیقی							
غرقابی	۱۰۰۰	۶۰	۱۱۹۴	۰/۱۱۹	-	-	-
نوار ۲ متری	۷۰۰	۳۰	۱۳۳۹	۰/۱۹۱	۳۰	۱۲/۱	۶۰/۵
پروژه ترویجی							
غرقابی	۱۰۵۰۰	۷۵	۲۴۱	۰/۰۳۸	-	-	-
نوار ۲ متری	۵۴۵۰	۵۵	۳۹۳	۰/۱۱۹	۴۸	۶۳	۲۱۳

۳-۸- معرفی روش آبیاری یک درمیان متغیر نوارهای آبیاری

همانطور که قبلاً اشاره شد، کمبود منابع آبی در مناطق پسته کاری کشور و بخصوص استان کرمان باعث افزایش دور آبیاری در باغ‌های پسته شده که در برخی از مناطق دور آبیاری به ۱۲۰ روز هم رسیده است. ضمن اینکه دور آبیاری غالب باغ‌های پسته منطقه از ۵۰ روز نیز بیش تر شده است. جهت کاهش حجم آب مصرفی در هر نوبت آبیاری و به تبع آن کاهش دور آبیاری، شیوه آبیاری یک درمیان متغیر کرت‌ها و نوارهای آبیاری مورد تحقیق و بررسی قرار گرفت. در روش آبیاری یک درمیان متغیر در هر نوبت آبیاری تنها یک طرف ردیف درختان آبیاری شده و در آبیاری بعدی، سمت دیگر درختان آبیاری می شود. با اجرای این شیوه آبیاری، دور آبیاری به نصف روش غرقابی کامل (از ۶۰ روز به ۳۰ روز)، کاهش می یابد. در این کار تحقیقاتی، آبیاری یک درمیان متغیر نوارها با روش آبیاری غرقابی و روش کاهش عرض نوار مقایسه شد. نتایج این بررسی (جدول ۱۳) نشان داد که تغییر روش آبیاری به دو شیوه آبیاری یک درمیان و کاهش عرض نوار باعث: افزایش میزان محصول خشک تولیدی به مقدار ۹۰۸ تا ۱۱۹۱ کیلوگرم در هکتار، کاهش درصد پوکی از ۷ تا ۱۰/۳ درصد، افزایش درصد خندانی از ۱۲/۷ تا ۱۷/۹ درصد، کاهش تعداد دانه در انس پسته از ۱/۸ تا ۲/۶ واحد و افزایش ۹۳ و ۷۱ درصدی بهره‌وری مصرف آب گردید (صدادقتی و همکاران، ۱۳۹۱ ب).

جدول ۱۳- اثرات تغییر روش آبیاری غرقابی به آبیاری یک‌درمیان متغیر
و نوار ۲ متری بر بهره‌وری مصرف آب

روش آبیاری	حجم آب مصرفی (m ³ /ha)	دور آبیاری (روز)	محصول خشک (kg/ha)	بهره‌وری مصرف آب (kg/m ³)	کاهش مصرف آب (درصد)	افزایش محصول خشک (درصد)	افزایش بهره‌وری مصرف آب (درصد)
غرقابی	۹۰۰۰	۶۰	۱۲۸۳	۰/۱۴۲	-	-	-
یک‌درمیان متغیر	۹۰۰۰	۳۰	۲۱۹۱	۰/۲۴۳	-	۷۱	۷۱
نوار ۲ متری	۹۰۰۰	۳۰	۲۴۷۴	۰/۲۷۵	-	۹۳	۹۳

۳-۹- تغییر سیستم آبیاری از روش سطحی (غرقابی) به قطره‌ای سطحی و زیر سطحی در باغ‌های پسته

با توجه به اینکه در اغلب مناطق پسته کاری تلفات تبخیر سطحی آب زیاد است، استفاده از روش‌های آبیاری که تا حد امکان سطح خیس شده را کاهش داده و حتی آبیاری را در زیر سطح خاک انجام دهد، می‌تواند باعث کاهش حجم آب مصرفی شده و بهره‌وری مصرف آب را افزایش دهد. از جمله مهم‌ترین این روش‌های آبیاری می‌توان به آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی اشاره نمود. تغییر روش آبیاری از غرقابی به روش‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی در باغ‌های پسته، به ترتیب باعث افزایش ۲۳ و ۴۹ درصدی وزن محصول خشک (افزایش ۲۰۰ و ۴۲۰ کیلوگرم در هکتار)، کاهش ۳۰ و ۴۰ درصدی حجم آب مصرفی و افزایش ۷۳ و ۱۴۶ درصدی بهره‌وری مصرف آب گردید (جدول ۱۴). ضمن اینکه استفاده از آبیاری قطره‌ای زیر سطحی نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی نیز باعث افزایش ۲۱ درصدی وزن محصول خشک (افزایش ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار)، کاهش ۱۵/۴ درصدی حجم آب مصرفی و ۴۲ درصدی بهره‌وری استفاده از آب گردید (صدادقتی و همکاران، ۱۳۹۱ الف).

جدول ۱۴- اثرات تغییر روش آبیاری غرقابی به آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر بهره‌وری مصرف آب

روش آبیاری	حجم آب مصرفی (m ³ /ha)	دور آبیاری (روز)	محصول خشک (kg/ha)	بهره‌وری آب (kg/m ³)	کاهش مصرف آب (درصد)	افزایش محصول خشک (درصد)	افزایش بهره‌وری آب (درصد)
غرقابی	۷۳۰۰	۴۸	۸۶۰	۰/۱۱۸	-	-	-
قطره‌ای سطحی	۵۲۰۰	۱۲	۱۰۶۰	۰/۲۰۴	۳۰	۲۳	۷۳
قطره‌ای زیرسطحی	۴۴۰۰	۱۲	۱۲۸۰	۰/۲۹۰	۴۰	۴۹	۱۴۶

۳-۱۰- تغییر سیستم آبیاری از روش سطحی به زیرسطحی با لوله‌های اسفنجی تراوا

در بحث توسعه سیستم‌های آبیاری تحت فشار، استفاده از لوله‌های زیر سطحی تراوا نیز همانند آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی، می‌تواند مد نظر قرار گیرد. نتایج تحقیق روی این سیستم آبیاری (جدول ۱۵)، حداقل ۲۰ درصد صرفه جویی در مصرف آب و ۴۶ درصد افزایش در بهره‌وری مصرف آب نسبت به آبیاری غرقابی رایج در باغ‌های پسته را نشان داد. ضمن اینکه میزان محصول خشک تولیدی نیز ۱۷ درصد افزایش یافت (محمدی محمدآبادی و همکاران، ۱۳۸۷). البته به این موضوع باید اشاره نمود که متأسفانه در حال حاضر این لوله‌ها از کیفیت مناسبی برخوردار نبوده و به دلیل حساسیت به گرفتگی و پارگی چندان استفاده نمی‌شود و بهتر است از آبیاری قطره‌ای زیرسطحی استفاده گردد.

جدول ۱۵- اثرات تغییر روش آبیاری غرقابی به آبیاری زیرسطحی تراوا بر بهره‌وری مصرف آب

روش آبیاری	حجم آب مصرفی (m ³ /ha)	دور آبیاری (روز)	محصول خشک (kg/ha)	بهره‌وری آب (kg/m ³)	کاهش مصرف آب (درصد)	افزایش محصول خشک (درصد)	افزایش بهره‌وری آب (درصد)
غرقابی	۹۰۰۰	۳۰	۱۰۰۸	۰/۱۱۲	-	-	-
زیرسطحی تراوا	۷۲۰۰	۱۴	۱۱۷۶	۰/۱۶۴	۲۰	۱۷	۴۶

۳-۱۱- استفاده از خاک پوش پلاستیکی روی لوله‌های آبیاری قطره‌ای سطحی در درختان پسته

از جمله راهکارهای فنی و اجرایی دیگر در جهت کاهش تلفات تبخیر سطحی در باغ‌های پسته، استفاده از خاکپوش‌های پلاستیکی می‌باشد. در یک کار تحقیقاتی در دو باغ با بافت خاک سبک و متوسط، با استفاده از خاکپوش‌های پلاستیکی UV دار به ضخامت ۱۰۰ میکرون و به عرض ۱۱۰ سانتی‌متر روی لوله‌های آبیاری قطره‌ای پوشانده شد تا از تلفات تبخیر سطحی آب جلوگیری شود. نتایج استفاده از خاکپوش پلاستیکی روی لوله‌های آبیاری قطره‌ای سطحی (جدول ۱۶) باعث بهبود معنی‌دار اغلب شاخص‌های رویشی و کیفی محصول درختان پسته، افزایش عملکرد و بهره‌وری مصرف آب از ۳۶ تا ۱۰۰ درصد، افزایش ۶ تا ۱۲ درصدی رطوبت حجمی در کل پروفیل خاک، امکان افزایش دور آبیاری تا دو برابر حالت بدون پوشش، کاهش شوری لایه سطحی خاک از ۳۱ تا ۵۲ درصد و متوسط شوری لایه صفر تا ۸۰ سانتی‌متری خاک از ۲۰ تا ۲۸ درصد و حذف کامل علف‌های هرز در بخش پوشیده شده با خاکپوش گردید (صدقاتی و همکاران، ۱۳۹۴ و ۲۰۱۶).

جدول ۱۶- اثرات استفاده از خاک پوش پلاستیکی بر عملکرد محصول و

بهره‌وری مصرف آب

روش آبیاری	حجم آب مصرفی (m ³ /ha)	دور آبیاری (روز)	محصول خشک (kg/ha)	بهره‌وری آب (kg/m ³)	کاهش مصرف آب (درصد)	افزایش محصول خشک (درصد)	افزایش بهره‌وری آب (درصد)
باغ شماره ۱							
قطره‌ای شاهد	۶۱۷۰	۱۲	۱۳۶	۰/۰۲۲	-	-	-
قطره‌ای با خاکپوش	۶۱۷۰	۱۲	۲۷۲	۰/۰۴۴	-	۱۰۰	۱۰۰
باغ شماره ۲							
قطره‌ای شاهد	۴۱۰۰	۸	۴۳۴۱	۱/۰۵۸	-	-	-
قطره‌ای با خاکپوش	۴۱۰۰	۸	۵۸۹۸	۱/۴۳۹	-	۳۶	۳۶

۳-۱۲- تغییر سیستم آبیاری از روش غرقابی به زیرسطحی با لوله‌های پی‌وی‌سی در باغ‌های پسته

اصلاح و بهینه‌سازی روش‌های آبیاری سطحی، اعمال روش‌های کم آبیاری و استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار از جمله راهکارهای کاهش مصرف آب در باغ‌های پسته و مبارزه با معطل کم آبی می‌باشد. از آنجایی که آب‌های با کیفیت نامتعارف و از سوی دیگر خرده مالکی از جمله موانع پیش رو در بحث گسترش سیستم‌های آبیاری تحت فشار می‌باشد، بنابراین باید به دنبال روش‌هایی باشیم تا علاوه بر نداشتن این مشکلات، با فرهنگ باغدار پسته کار نیز مطابقت داشته باشد. استفاده از لوله‌های پی‌وی‌سی سوراخدار نیز ایده جدیدی است که می‌تواند به عنوان یک روش آبیاری زیرسطحی مورد بررسی قرار گیرد. این سیستم آبیاری با توجه به ظرفیت مناسب آبیگری لوله‌ها، حتی توسط خرده مالکین نیز به آسانی قابل اجرا می‌باشد. نتایج تحقیق تغییر روش آبیاری از غرقابی به آبیاری زیرسطحی با لوله‌های پی‌وی‌سی سوراخدار (جدول ۱۷)، تقریباً کلیه صفات کمی و کیفی محصول را تحت تاثیر قرار داد، بطوریکه: باعث افزایش ۰/۸ تا ۱/۶ کیلوگرمی وزن محصول خشک هر درخت (افزایش ۴۵۷ تا ۹۱۴ کیلوگرمی محصول در هکتار)، کاهش ۱/۷ تا ۴/۳ درصدی پوکی، افزایش ۳/۵ تا ۶ درصدی خندانی، کاهش ۱/۳ تا ۲ واحدی در انس (افزایش اندازه میوه پسته)، افزایش ۴۱ تا ۶۲ درصدی بهره‌وری مصرف آب گردید. ضمن اینکه کاهش حداقل ۲۵ درصدی مصرف آب را خواهیم داشت (صداتی و همکاران، ۱۳۹۳).

جدول ۱۷- اثرات تغییر روش آبیاری غرقابی به آبیاری زیرسطحی کم‌فشار با لوله‌های PVC* بر بهره‌وری مصرف آب

روش آبیاری	حجم آب مصرفی (m ³ /ha)	دور آبیاری (روز)	محصول خشک (kg/ha)	بهره‌وری مصرف آب (kg/m ³)	کاهش مصرف آب (درصد)	افزایش محصول خشک (درصد)	افزایش بهره‌وری مصرف آب (درصد)
غرقابی	۶۷۲۰	۴۸	۲۲۲۷	۰/۳۳۱	-	-	-
زیرسطحی پی‌وی‌سی ۱	۶۷۲۰	۱۲	۳۱۴۱	۰/۴۶۸	-	۴۱	۴۱
زیرسطحی پی‌وی‌سی ۲	۵۰۴۰	۲۴	۲۶۹۵	۰/۵۳۵	۲۵	۲۱	۶۲

* روش آبیاری پی‌وی‌سی ۱ و ۲ به ترتیب آبیاری زیرسطحی کم‌فشار زیرسطحی با همان حجم آب مصرفی در روش غرقابی و با کاهش ۲۵ درصد مصرف آب می‌باشند.

۳-۱۳- تغییر سیستم آبیاری از روش سطحی به زیرسطحی با لوله سیمانی در باغ‌های پسته

همانند آبیاری زیرسطحی با لوله‌های پی‌وی‌سی سوراخدار، استفاده از لوله‌های زیر سطحی سیمانی نیز می‌تواند به عنوان یک روش کارآمد جهت آبیاری درختان پسته مورد استفاده قرار گیرد. نتایج ۴ ساله تحقیق روی تغییر سیستم آبیاری غرقابی به این سیستم آبیاری (جدول ۱۸) نشان داد که آبیاری با لوله‌های سیمانی در مقایسه با روش غرقابی با حداقل ۳۰ درصد کاهش در مصرف آب، وزن خشک محصول و بهره‌وری مصرف آب را نیز به ترتیب ۳۶ و ۹۵ درصد افزایش داد (محمدی محمدآبادی و همکاران، ۱۳۹۴).

جدول ۱۸- اثرات تغییر روش آبیاری غرقابی به آبیاری زیرسطحی با لوله‌های سیمانی بر بهره‌وری مصرف آب

روش آبیاری	حجم آب مصرفی (m ³ /ha)	دور آبیاری (روز)	محصول خشک (kg/ha)	بهره‌وری مصرف آب (kg/m ³)	کاهش مصرف آب (درصد)	افزایش محصول خشک (درصد)	افزایش بهره‌وری مصرف آب (درصد)
غرقابی	۶۷۵۰	۲۶	۱۲۶۴	۰/۱۸۷	-	-	-
زیرسطحی سیمانی	۴۷۰۰	۲۶	۱۷۱۶	۰/۳۶۵	۳۰	۳۶	۹۵

۳-۱۴- کاربرد پرلیت در کانال کود جهت کاهش اثرات تنش خشکی

با توجه به دوره‌های آبیاری طولانی در باغ‌های پسته، باید به دنبال راهکارهایی در جهت کاهش اثرات تنش خشکی بر درختان پسته بود. یکی از این راهکارها، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌باشد و در این تحقیق با کاربرد پرلیت به همراه کودهای آلی و شیمیایی در کانال کود، ضمن افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، بهبود عملکرد و بهره‌وری مصرف آب را شاهد بودیم. نتایج این تحقیق (جدول ۱۹) نشان داد که کاربرد ۳ تن در هکتار پرلیت همراه کود، افزایش ۸۲۷ کیلوگرم در هکتار محصول خشک و افزایش ۱۴۵ گرم محصول خشک به ازای هر متر مکعب آب مصرفی را به همراه داشت که افزایش ۴۰ درصدی را در این دو شاخص نشان می‌دهد (محمدی محمدآبادی و همکاران، ۱۳۹۶).

۳-۱۵- کاهش دفعات آبیاری درختان پسته در فصل خواب گیاه و اثرات آن بر بهره‌وری مصرف آب

نتایج حاصله از انجام آزمایشات ۴ ساله این پژوهش نشان داد که در شرایط این آزمایش، بین انجام آبیاری درختان پسته از اوایل مهر تا اواسط بهمن و عدم انجام آبیاری تفاوت معنی‌داری در صفات کمی و کیفی محصول درختان پسته و هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک وجود نداشت.

جدول ۱۹- اثرات کاربرد پرلیت در کانال کود بر عملکرد محصول و بهره‌وری مصرف آب

افزایش بهره‌وری مصرف آب (درصد)	افزایش محصول خشک (درصد)	بهره‌وری مصرف آب (kg/m ³)	محصول خشک (kg/ha)	دور آبیاری (روز)	حجم آب مصرفی (m ³ /ha)	روش اصلاحی
-	-	۰/۳۶۵	۲۰۸۰	۶۰	۵۷۰۰	شاهد (فقط کود) (شیمیایی و آلی)
۴۰	۴۰	۰/۵۱۰	۲۹۰۷	۶۰	۵۷۰۰	پرلیت ۳ (تن در هکتار) و کود (شیمیایی و آلی)

میزان بهره‌وری مصرف آب در شرایط انجام و یا عدم انجام آبیاری در فصل خواب درختان پسته، به ترتیب ۱۴۳ و ۲۱۴ گرم محصول خشک به ازای هر متر مکعب آب مصرفی بود که افزایش ۴۹ درصدی بهره‌وری مصرف آب را نشان می‌دهد. بنابراین با کاهش و یا حذف آبیاری از مهر تا اواسط بهمن، ضمن جلوگیری از مصرف بی‌رویه آب و کاهش هزینه‌های استحصال آن، می‌توان بهره‌وری مصرف آب در مناطق پسته‌کاری را نیز بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش داد (محمدی محمدآبادی و همکاران، ۱۳۸۳). ضمن اینکه در چند سال اخیر با اجرای عملی نتایج این تحقیق در عرصه و خاموشی چاه‌ها به مدت یک ماه در آذرماه، کاهش حدود ۸ درصدی برداشت آب از سفره‌ها را شاهد بودیم.

۳-۱۶- جمع‌بندی راهکارهای افزایش بهره‌وری مصرف آب

جمع‌بندی نتایج تحقیقات ذکر شده در بالا در جدول ۲۰ آمده است. در این جدول میزان تاثیر هر کدام از راهکارهای افزایش بهره‌وری مصرف آب بر افزایش عملکرد (درصد و کیلوگرم بر هکتار)، افزایش بهره‌وری مصرف آب (درصد و کیلوگرم بر متر مکعب)، کاهش حجم آب مصرفی (درصد و مترمکعب بر هکتار) و تغییر دور آبیاری آمده است. این جدول در واقع خلاصه مواردی است که در بالا با ذکر جزئیات آمده است. در هر مورد اثرات مثبت اعمال تیمارهای خاص نظیر تغییر روش آبیاری از غرقابی کامل به روش‌هایی نظیر کاهش عرض نوار و یا سیستم‌های آبیاری موضعی و یا استفاده از موادی نظیر خاکپوش پلاستیکی و یا پرلیت، بر فاکتورهای مورد بررسی، ارائه شده است.

جدول ۲۰- جمع‌بندی اثربخشی یافته‌های تحقیقاتی مربوط به
افزایش بهره‌وری آب در باغ‌های پسته

راهکار پیشنهادی	حجم آب مصرفی	افزایش محصول خشک	افزایش بهره‌وری آب
آبیاری نواری ۲ متری	۵۴۵۰-۹۰۰۰ (۰-۴۸)٪	۱۴۵-۱۱۹۳ (۱۲-۹۳)٪	۰/۰۷۲-۰/۱۳۳ (۶۱-۲۱۳)٪
آبیاری یک درمیان متغیر	۹۰۰۰	۹۰۸ (۰/۷۱)٪	۰/۱۰۱ (۰/۷۱)٪
خاکپوش پلاستیکی در آبیاری قطره‌ای سطحی	۴۱۰۰-۶۱۷۰	۱۳۶-۱۵۵۷ (۰/۳۶-۱/۰۰)٪	۰/۰۲۲-۰/۳۸۱ (۰/۳۶-۱/۰۰)٪
آبیاری قطره‌ای سطحی	۵۲۰۰ (۰/۳۰)٪	۲۰۰ (۰/۲۳)٪	۰/۰۸۶ (۰/۷۳)٪
آبیاری قطره‌ای زیرسطحی	۴۴۰۰ (۰/۴۰)٪	۴۲۰ (۰/۴۹)٪	۰/۱۷۲ (۰/۱۴۷)٪
آبیاری زیرسطحی با لوله‌های PVC	۵۰۴۰-۶۷۲۰ (۰-۲۵)٪	۹۱۴-۴۶۸ (۰/۲۱-۰/۴۱)٪	۰/۱۳۷-۰/۲۰۴ (۰/۴۱-۰/۶۲)٪
آبیاری زیرسطحی با لوله‌های سیمانی	۴۷۰۰ (۰/۳۰)٪	۴۵۲ (۰/۳۶)٪	۰/۱۷۸ (۰/۹۵)٪
کاربرد پرلیت در کانال کود	۵۷۰۰	۸۲۷	۰/۱۴۵ (۰/۴۰)٪

۴- مدیریت به‌باغی و به‌نژادی درختان پسته

۴-۱- دوره رشد، گلدهی و باردهی ارقام پسته

درختان پسته از جمله درختان میوه با عمر اقتصادی بالا می‌باشند که با توجه به شرایط مختلف آب و هوایی، آب و خاک، نوع پایه و رقم و چگونگی مدیریت نگهداری می‌توانند تا سن ۸۰-۷۰ سالگی نیز دارای باردهی اقتصادی باشند. از زمان کاشت تا شروع باردهی اقتصادی، درخت پسته حدود ۱۰-۸ سال زمان نیاز دارد که نسبت به سایر درختان میوه طولانی‌تر می‌باشد. با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه، نوع رقم و مدیریت باغ، اغلب ارقام پسته در دهه اول تا دوم فروردین ماه، رشد مجدد خود را شروع و وارد مرحله گلدهی، برگ‌دهی و تشکیل میوه می‌شوند. رشد رویشی و رشد و توسعه میوه در بهار و تابستان ادامه می‌یابد و میوه در شهریور و نیمه مهرماه به مرحله رسیدن فیزیولوژیکی رسیده و برداشت انجام می‌شود. طول دوره رشد میوه در ارقام و در مناطق مختلف متفاوت و حدود ۱۵۵-۱۲۰ روز می‌باشد، رشد رویشی درخت تا آبان و اوایل آذر ماه ادامه می‌یابد و پس از آن برگ‌ریزی انجام می‌شود. به عبارتی طول دوره رشد رویشی حدود ۲۴۰-۲۲۰ روز می‌باشد.

۴-۲- امکان سنجی کاشت و توسعه پسته

به طور کلی درحال حاضر در ۲۸ استان کشور از جمله کرمان، خراسان رضوی، یزد، فارس، خراسان جنوبی، سمنان، سیستان و بلوچستان، قزوین، مرکزی، اصفهان، قم، اردبیل، آذربایجان شرقی و غربی، کشت پسته توسعه یافته و به سرعت درحال گسترش است. دلیل این افزایش روزافزون و جایگزینی پسته توسط کشاورزان در اکثر استان‌های کشور را می‌توان در ارزش اقتصادی زیاد باغ‌های پسته و همچنین سازگاری آن با شرایط نامساعد محیطی به ویژه خشکی و شوری که برای تولید اقتصادی محصولات دیگر مناسب نیست، جستجو کرد (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۹). اما توسعه بیش از حد کشت پسته در اکثر مناطق کشور به ویژه استان کرمان سبب استفاده از اراضی با پتانسیل کم یا نامناسب شده است که نتیجه آن کاهش عملکرد، تخریب اراضی و هدر رفت منابع تولید

و سرمایه شده است. همچنین در برخی نقاط، باغ‌های پسته عملکرد مطلوبی نداشته و در آمد حاصله اقتصادی نیست، بنابراین پس از مدت اندکی این باغ‌ها به حال خود رها می‌شوند (اسماعیل پور و همکاران، ۱۳۹۰).

تناسب اراضی، تعیین درجه مناسب بودن اقلیم، آب و خاک برای کشت یک گیاه خاص در بین انتخاب‌های متفاوت اقتصادی برای کشت در یک منطقه است. برای تعیین درجه تناسب اراضی، به جدول‌های نیازهای گیاهی احتیاج است (ایوبی و جلالیان، ۱۳۸۵) که برای بسیاری از محصولات تعیین شده و برای پسته نیز جدول‌هایی توسط چند تن از محققین ارائه شده است (گیوی، ۱۳۷۶، اوجی و همکاران، ۱۳۹۰، زین الدینی، ۱۳۹۶، پورمحمدعلی و همکاران، ۱۳۹۶). پهنه‌بندی اقلیمی و تعیین درجه تناسب آن برای پسته، در مناطقی از استان‌های کرمان، اصفهان، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، فارس، خراسان رضوی و شمالی، اردبیل، زنجان انجام شده است (یاراحمدی، ۱۳۹۹، مقامی، ۱۳۹۶، محمودآبادی، ۱۳۸۹) و در بعضی از مناطق مانند سبزوار (لشکری و همکاران، ۱۳۸۸)، بیرجند (محمودفال و همکاران، ۱۳۹۲) و زنجان (میرموسوی و میریان، ۱۳۹۳، طاهری، ۱۳۹۵) تناسب اراضی برای کشت پسته علاوه بر بررسی اقلیمی، از نظر خاک و سایر عوامل نیز انجام گرفته است. این مطالعات متمرکز و منسجم نبوده و به طور پراکنده انجام شده است. گرچه از نظر علمی با ارزش است اما لازم است که به طور منسجم و متمرکز، مطالعات انجام شده جمع‌آوری شده و در اجرا از آنها استفاده شود و مطالعات لازم در مناطق مختلف جهت تعیین تناسب اراضی برای کشت پسته انجام شود. پیشنهاد می‌گردد جهت کاربردی نمودن نتایج موجود، ابتدا تناسب اقلیمی جهت کشت پسته در مناطقی که تقاضا وجود دارد یا احتمال کشت پسته می‌رود، انجام شده و براساس آن در صورت لزوم تناسب خاک و خصوصیات اراضی انجام گیرد و در نهایت تناسب اراضی برای کشت پسته در مناطق جدید تعیین گردد.

۴-۳- انتخاب ارقام و پایه های مناسب

در پسته موضوع انتخاب پایه های مقاوم یا متحمل به شوری و خشکی از اهمیت زیادی برخوردار می باشد که می تواند بر بهره‌وری مصرف آب تاثیر داشته باشد. در بین پایه های بومی پسته موجود در کشور، پایه های بادامی (ریز) زرنند، سرخس و قزوینی دارای مقاومت نسبی خوبی نسبت به خشکی و شوری هستند و برای ارقام ایرانی پسته قابل توصیه هستند. البته پایه های بادامی ریز زرنند و قزوینی مقاومت بیشتری نسبت به سرخس و بنه در برابر شوری از خود نشان دادند. پایه سرخس خیلی به شوری آب مقاوم نیست با افزایش غلظت سدیم کلرید آب آبیاری، مقدار یون های سدیم و کلر در بافت ها افزایش و مقدار یون های پتاسیم و کلسیم کاهش می یابد و در مقایسه با سایر پایه ها کاهش رشد بیشتری را نشان می دهد. با توجه به مقاومت بالای پایه بادامی زرنند و پر رشد بودن آن می توان از این پایه استفاده نمود. نتایج بررسی تاثیر پایه بر عملکرد محصول ارقام تجاری پسته احمدآقایی، کله قوچی و اوحدی نشان داد پایه بادامی زرنند در مقایسه با پایه های سرخس و بنه باعث افزایش عملکرد محصول و در نتیجه افزایش بهره‌وری آب به میزان ۵۱/۴ درصد می گردد. ضمن اینکه کاهش درصد پوکی، افزایش درصد خندانی و افزایش اندازه دانه از دیگر مزایای استفاده از این پایه در شرایط آزمایش می باشد (اسماعیل پور و همکاران، ۱۳۸۰).

تنوع ارقام پسته در ایران بسیار زیاد بوده ولی ارقام تجاری ثبت شده ۱۰ رقم می باشد که شامل ارقام اکبری، احمدآقایی، اوحدی، کله قوچی، ممتاز، فندق۴۸، عباسعلی، شاه پسند، کله بزی و بادامی سفید می باشد. در بین ارقام مذکور رقم اکبری نسبت به شرایط خشکی و شوری دارای درجه تحمل بالاتری می باشد. بنابراین افزایش بهره‌وری آب از طریق جایگزینی این رقم در مناطق پسته کاری در صورت مناسب بودن شرایط آب و هوایی امکان پذیر است. رقم کله قوچی نسبت به کمبود آب و مواد غذایی حساسیت بیشتری دارد و در چنین شرایطی دچار آفتاب سوختگی و خشکیدگی سرشاخه می گردد. مقایسه خصوصیات کمی و کیفی محصول ارقام تجاری و غیر تجاری پسته در شرایط آب و هوایی رفسنجان نشان داد که رقم احمدآقایی بعنوان رقم برتر تجاری در بین ۲۸ رقم از ارقام مورد بررسی می باشد که قابل توسعه در سایر مناطق با شرایط آب و هوایی مشابه

می‌باشد. استفاده از این رقم در شرایط آزمایش باعث افزایش عملکرد محصول (بهره‌وری مصرف آب) به میزان ۳۳/۱ درصد در مقایسه با سایر ارقام گردید. استفاده از این رقم در شرایط آزمایش باعث افزایش بهره‌وری آب به میزان ۳۳/۱ درصد در مقایسه با سایر ارقام گردید. همچنین کاهش درصد پوکی محصول، افزایش درصد خندانی میوه و افزایش اندازه میوه در مقایسه با سایر ارقام مورد بررسی از جمله مزایای این رقم تجاری می‌باشد (اسماعیل پور و همکاران، ۱۳۸۰؛ جوانشاه و همکاران، ۱۳۸۹).

۴-۴- تولید نهال در خزانه و انتقال به زمین اصلی

با توجه به شرایط بحرانی منابع آب در کشور، کاشت مستقیم بذر در زمین اصلی توجیه ندارد و توصیه می‌شود نهال مورد نظر و مورد نیاز در سطح خزانه یا گلخانه تولید و به زمین اصلی منتقل شود. از محاسن این روش سهولت انجام عملیات داشت (آبیاری، کنترل علف‌های هرز، سم‌پاشی و کوددهی) در سطوح محدود است و از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه می‌باشد.

۴-۵- ایجاد نوارهای آبیاری مناسب

در این حالت معمولاً در هنگام کاشت نوارهایی به عرض حداقل ۸۰ سانتی‌متر ایجاد شده و نهال در وسط نوار آبیاری کاشته می‌شود. به تدریج با افزایش سن گیاه، عرض نوارها هم افزایش می‌یابد. در شرایط آب و خاک شور، برای جلوگیری از تجمع نمک کنار نهال، پای ساقه نهال نباید پشته‌ای داشته باشیم.

۴-۶- رعایت فاصله کاشت مناسب

مناسب‌ترین فاصله کاشت ۳ تا ۴ متر بین درختان و ۶ تا ۷ متر بین ردیف‌ها توصیه می‌شود. براین اساس تراکم درخت در هکتار محاسبه و ذکر می‌گردد. رعایت فاصله کاشت درختان پسته بسیار با اهمیت است و این امر بستگی به عواملی همچون نوع خاک، کیفیت آب، نوع رقم (پر رشد یا کند رشد) و طول دوره رشد و باردهی درخت دارد. درختان پسته در خاک‌های حاصلخیز رشد بسیار بیشتری نسبت به خاک‌های ضعیف دارند. همچنین تفاوت رشد در ارقام پسته زیاد و معنی‌دار است. در بین ارقام مورد مطالعه

رقم‌های بادامی سفید، پسته قرمز، عباسعلی و برگ‌سیاه بیش‌ترین رشد رویشی را داشته‌اند و ارقام ممتاز، دانشمندی، اکبری، اوحدی و کله قوچی به ترتیب کم‌ترین رشد را نشان داده‌اند. چنانچه فاصله کاشت بین ردیف‌ها از ۶ متر کمتر باشد، با توجه به رشد رویشی درخت پسته، کارکرد ماشین آلات داشت در باغ دچار مشکل خواهد بود.

۴-۲- ایجاد نوارهای بادشکن

در مناطق با بادهای شدید، طوفان‌ها باعث خسارت به درختان شده و یا باعث حرکت شن‌های روان می‌شود. کاشتن یک یا دو ردیف درخت بادشکن به فاصله ۵-۷ متر در دور باغ و بخصوص جهت باد غالب منطقه، لازم است. بدین منظور از درختان غیر مثمر، مثمر و مرتفع استفاده می‌شود که مهم‌ترین درختان مورد استفاده شامل درختان پسته نر، سنجد، گز، سرو و کاج می‌باشند.

۴-۸- اثر زمان برداشت بر عملکرد و بهبود کیفیت محصول

نتایج بررسی تاثیر زمان برداشت محصول در زمان‌های مختلف (نیمه مرداد تا اواخر مهر با فاصله ۱۵ روز) نشان داد که برداشت محصول رسیده رقم اوحدی در زمان مناسب (نیمه شهریورماه) ضمن افزایش عملکرد محصول (بهره‌وری مصرف آب) به میزان ۳۷/۵ درصد، باعث افزایش درصد خندانی به میزان ۴۰ درصد و کاهش اونس پسته به میزان ۱-۲ واحد گردید (اسماعیل پور و میردامادها، ۱۳۸۵). با توجه به اینکه اونس پسته بیانگر تعداد میوه در یک اونس (۲۸/۳۵ گرم) پسته خشک می‌باشد، کاهش اونس پسته به معنی درشت‌تر شدن اندازه میوه پسته می‌باشد. از طرفی رعایت زمان مناسب برداشت به دلیل افزایش وزن مغز پسته، باعث افزایش عملکرد نهایی محصول می‌گردد.

۴-۹- اثر روغن ولک، هرس و تراکم کاشت بر عملکرد و بهبود کیفیت محصول

بررسی زمان مصرف و غلظت‌های مختلف روغن ولک بر روی رقم اکبری به منظور تامین بخشی از نیاز سرمایی این رقم در فصل رکود نشان داد که کاربرد غلظت ۴۰ در هزار این روغن معدنی در اواخر بهمن ماه، ضمن تسریع گلدهی رقم مذکور بمدت ۷-۱۰ روز در مقایسه با درختان شاهد، باعث یکنواختی گلدهی و برگ‌دهی، افزایش درصد

تشکیل میوه، افزایش میزان محصول و افزایش بهره‌وری آب به میزان ۳۱/۲ درصد گردید. همچنین کاهش درصد پوکی، افزایش درصد خندانی و افزایش اندازه میوه از جمله سایر مزایای کاربرد این ماده در درختان پسته می‌باشد (جوانشاه و همکاران، ۱۳۸۴).

تأثیر روش‌های مختلف هرس باردهی بر میزان عملکرد محصول و خصوصیات کمی و کیفی آن نشان داد که هرس تنک شاخه باعث کاهش ریزش جوانه گل، افزایش میزان محصول (بهره‌وری آب) به میزان ۲۴/۱ درصد می‌گردد. همچنین کاهش درصد پوکی محصول به میزان ۳ درصد، افزایش درصد خندانی به میزان ۴ درصد و افزایش اندازه دانه پسته از جمله محاسن این روش هرس بود (اسماعیل پور و پارسایی، ۱۳۷۹).

در آزمایش دیگری فواصل مختلف درختان بر روی ردیف و نیز فاصله درختان بین ردیف‌ها (تراکم درختان) مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد بیشترین میزان محصول در فاصله ردیف و درخت ۴×۱ متر بدست آمد که باعث ۴۰ درصد افزایش بهره‌وری آب نسبت به فاصله درخت ۸×۱ گردید. همچنین افزایش درصد خندانی میوه و افزایش اندازه میوه گردید (اسماعیل پور و پارسایی، ۱۴۰۰).

۴-۱۰- عوامل محیطی خسارتزا در درختان پسته

یکی از مخاطرات تأثیر گذار در تولید محصول باغ‌های پسته در مناطق پسته‌کاری، عوامل طبیعی خسارتزا شامل سرمازدگی بهاره، عدم تأمین نیاز سرمایی، گرمای شدید تابستان، آفتاب سوختگی، تگرگ و بارش‌های نابهنگام می‌باشد. با تغییرات اقلیمی در سال‌های اخیر درصد و تنوع خسارت عوامل محیطی نیز افزایش یافته است. معمول‌ترین و شایع‌ترین عامل محیطی خسارتزا در باغ‌های پسته که قدمت نسبتاً طولانی دارد و هر ساله یا هر چند سال یکبار خساراتی را متوجه باغ‌های پسته می‌نماید، سرمای دیررس بهاره می‌باشد که از اوایل فروردین ماه تا نیمه اردیبهشت می‌تواند خساراتی را بر روی محصول، رشد رویشی و زایشی ایجاد نماید. در جدول ۲۱ میزان خسارت برخی از عوامل محیطی در باغ‌های پسته نشان داده شده است.

۴-۱۱- کنترل سرمای بهاره باغ‌های پسته

استفاده از ابزارهای فعال کنترل سرمای بهاره باغ‌های پسته از جمله استفاده از چاهک معکوس، توربین‌های مولد باد، دستگاه‌های مولد بخار گرم و بخاری‌های باغی باعث افزایش عملکرد محصول (بهره‌وری آب) به میزان ۴۰ درصد گردیده است (حکم آبادی و همکاران، ۱۳۹۰).

جدول ۲۱- سال، محل و میزان خسارت برخی از عوامل محیطی خسارت‌زا در باغ‌های پسته کشور

سال	استان	شهرستان	نوع خسارت	سطح خسارت (هکتار)	میزان خسارت (درصد)	ارزش خسارت (میلیارد ریال)
۱۴۰۰	کرمان	۷ شهرستان	سرمازدگی و گرمازدگی	۱۷۰۶۵۰	۸۰-۱۰۰	۸۰۷۴۳
۱۳۹۸	مرکزی	زرنديه	سرمازدگی	۳۰۰۰	۴۰-۶۰	۱۷۰۰
۱۳۹۸	کرمان	سیرجان	تگرگ	۷۰۰۰	-	۳۶۰۰
۱۳۹۷	کرمان، یزد، فارس	همه	گرمازدگی بهاره	-	۳۰-۹۰	۴۰۰۰۰
۱۳۸۷	کرمان	همه	سرمازدگی	-	۸۵	-
۱۳۷۶	کرمان	همه	سرمازدگی	-	۹۰	-
۱۳۵۸	کرمان	همه	سرمازدگی	-	۸۰	-

۴-۱۲- کاهش خسارت آفتاب سوختگی در باغ‌های پسته

تأثیر کاربرد کائولین فرآوری شده بر رشد، عملکرد و آفتاب سوختگی محصول پسته نشان داد کاربرد کائولین به غلظت ۴ تا ۵ درصد در تابستان باعث افزایش عملکرد محصول و افزایش بهره‌وری به میزان ۱۴ درصد و کاهش درصد پوکی محصول می‌گردد. همچنین افزایش رشد رویشی و کاهش آفتاب سوختگی در برگ و میوه درختان پسته از جمله اثرات مفید دیگر کاربرد کائولین در درختان پسته می‌باشد (پناهی و زهدی، ۱۳۹۹).

۴-۱۳- جمع بندی

مقایسه عملکرد محصول خشک ۴ رقم احمدآقایی، اکبری، کله قوچی و اوحدی از ارقام تجاری پسته در استان کرمان در یک دوره ۹ ساله نشان داد که متوسط تولید محصول هریک از ارقام مذکور در این دوره به ترتیب ۱۴۳۵، ۱۰۱۱، ۱۱۳۹ و ۱۱۳۹ کیلوگرم در هکتار و متوسط تولید ارقام مذکور در این دوره معادل ۱۱۶۶ کیلوگرم در هکتار بوده است (عبدالهی و همکاران ۱۳۹۸). متوسط میزان تولید کشوری در سال ۱۳۹۹ معادل ۹۱۲ کیلوگرم محصول خشک در هکتار بوده در صورتی که عملکرد باغدار نمونه کشوری در این سال برای رقم احمد آقایی معادل ۱۳۴۰۰ کیلوگرم محصول خشک بوده است. استفاده از رقم مناسب و پربارده، استفاده از آب کافی (حدود ۱۲۰۰۰ مترمکعب در هکتار در سال) و با کیفیت مناسب (شوری کمتر از ۶۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر)، سیستم آبیاری تلفیقی در طول فصل رشد (قطره ای و غرقابی)، تغذیه مناسب عناصر پرمصرف و کم مصرف، آبخوئی زمستانه بصورت کرتی و مبارزه بموقع با آفات و بیماری‌ها از جمله عوامل مهم و تاثیر گذار بر عملکرد مناسب باغدار نمونه بوده است. البته این پتانسیل برای رقم اکبری نیز وجود دارد. بنابراین آمار موجود نشان می‌دهد که پتانسیل افزایش عملکرد محصول و متعاقبا افزایش بهره‌وری آب در باغ‌های پسته کشور وجود دارد و خلا موجود عمدتاً مدیریت نگهداری باغ‌های در مسایل مختلف از جمله آبیاری، تغذیه گیاهی، خاک‌ورزی و اصلاح خاک، مدیریت به باغی و اصلاح ارقام و پایه‌ها، کاهش ضایعات محصول و مدیریت بهنگام و مناسب کنترل آفات و بیماری‌ها می‌باشد.

نتایج تحقیقات ذکر شده در بالا، همگی دارای تاثیر مثبت بر افزایش عملکرد محصول بودند که در صورت بکارگیری اصولی نتایج مذکور و در نظر گرفتن حداقل ۳۰ درصد افزایش در بهره‌وری آب، نقش قابل ملاحظه‌ای در ارتقای بهره‌وری مصرف آب در باغ‌های پسته کشور خواهند داشت.

۵- مدیریت خاک و تغذیه درختان پسته

گیاه پسته نیز مانند سایر گیاهان برای رشد و تولید مطلوب به عناصر غذایی مختلف کم نیاز و پر نیاز احتیاج دارد. این عناصر علاوه بر تامین رشد گیاهی، روی مقاومت درخت به خشکی، شوری، آفات و بیماری‌ها و خواص کیفی و کمی میوه اثر دارد و همچنین روی عکس العمل گیاه به نوسانات دمایی و عوامل محیطی مختلف و باردهی آن در دراز مدت تاثیر می‌گذارد. بنابراین برای نیل به حداکثر عملکرد و بالا بردن کمیت و کیفیت محصول لازم است تا میزان دقیق عناصر مورد نیاز تعیین گردد (حسینی فرد و همکاران، ۱۳۹۶ الف). کاشت پسته در مناطقی با شرایط نامناسب محیطی، به صورت غیر استاندارد و بدون رعایت اصول کارشناسی و مدیریت نامناسب نگهداری باغ‌های موجود به ویژه عدم توجه به نیازهای غذایی درختان پسته، باعث کاهش تولید و نهایتاً کاهش متوسط عملکرد محصول پسته در کل کشور شده است. در مناطق جدید برای اقدام به کشت پسته انجام مطالعه تناسب اراضی از ضروریات است. در مطالعه تناسب اراضی، شرایط اقلیمی، آب و خاک و شرایط اجتماعی و اقتصادی بررسی شده و درجه تناسب برای کشت پسته تعیین خواهد شد. در صورت بررسی عوامل موثر بر کاهش راندمان تولید محصول و ارائه راهکاری مناسب می‌توان متوسط تولید محصول کشور را افزایش داد. در رابطه با وضعیت تغذیه‌ای درختان در مناطق پسته کاری می‌توان به مسائل زیر اشاره نمود:

— در مناطق پسته کاری باغداران سالیان زیادی از کودهای شیمیایی محدودی (بیشتر از ته و فسفره) استفاده نموده و نسبت به عناصری مانند پتاسیم، آهن، روی، منگنز، مس و حتی کلسیم بی توجه بوده‌اند. این مسئله پیامدهایی به دنبال داشته است. از جمله آن‌ها می‌توان به مسئله تخلیه خاک‌ها خصوصاً در باغ‌های با سنین بالا، از بعضی از عناصر مانند پتاسیم و عناصر کم نیاز، تجمع زیاد عنصری مانند فسفر خصوصاً در سطح خاک باغ‌های پسته و به هم خوردن تعادل عناصر غذایی اشاره نمود. استفاده از کودهای شیمیایی گرچه در کوتاه مدت کارایی بالایی دارند، ولی در طولانی مدت اثرات سوئی بر اکوسیستم بر جای خواهند گذاشت. مصرف دائمی آن‌ها باعث تخریب خواص فیزیکی و شیمیایی

خاک گردیده و منجر به آلودگی آب‌های زیر زمینی و سطحی می‌گردد.

- مقدار فسفر کل در برخی از خاک‌های مناطق کشور به ویژه در سطح خاک قابل ملاحظه می‌باشد، ولی به دلیل غیرمحلول بودن آن قابل جذب برای گیاهان نیست. متأسفانه روش مصرف کودهای فسفاته در اغلب باغ‌های پسته نیز صحیح نیست. به طوری که به جای مصرف در چالکود به روش سطحی به کار برده شده است. براساس مطالعاتی که در موسسه تحقیقات پسته کشور در مورد وجود عنصر فسفر در اعماق مختلف خاک باغ‌های پسته رفسنجان انجام گردیده، مشخص شده است غلظت فسفر در سطح خاک اکثر باغ‌ها بسیار زیاد ولی در ۴۲ درصد باغ‌ها غلظت فسفر در عمق توسعه ریشه (۳۰ تا ۶۰ سانتی متر) کمتر از حد بحرانی و استاندارد می‌باشد. این مسئله در مورد سایر عناصر دیگر نیز می‌تواند صحت داشته باشد. چنانچه برخی مطالعات در مورد عنصر پتاسیم نشان می‌دهد، میزان پتاسیم در بعضی از باغ‌های پسته در حد کافی نیست و عدم آگاهی باغداران در کاربرد کودهای پتاسیمی باعث تخلیه پتاسیم موجود در خاک‌ها شده است. به نظر می‌رسد این مشکل در مورد عناصر کم نیاز نیز کم‌وبیش وجود داشته باشد. گرچه علاوه بر این، به دلیل pH زیاد خاک‌ها، کمبود کیفی این عناصر نیز ایجاد می‌گردد.

تحقیقات انجام شده در مورد وضعیت تغذیه‌ای درختان پسته، عدم توازن و تعادل عناصر در گیاه را نشان می‌دهد. به طوری که تجزیه نزدیک به ۳۰۰۰ نمونه برگ پسته از مناطق مختلف پسته کاری استان کرمان در قالب طرح‌های تحقیقاتی نشان داده که باغ‌های پسته در این استان به شدت از عدم تعادل عناصر غذایی رنج می‌برند. ترتیب نیاز عناصر غذایی در جامعه عملکرد پایین مناطق پسته کاری استان کرمان به صورت $Mn > Zn > K > Fe > N > Cu > P > Ca > B > Mg$ برآورد گردیده است. نتیجه عدم تعادل عناصر غذایی برگ پسته علاوه بر کاهش عملکرد، تشدید سال آوری، کاهش کیفیت پسته و بروز علائم و مسائل و مشکلات خاصی در سال‌های اخیر می‌باشد که از آن جمله می‌توان به سرخشیدگی درختان پسته، شیوع ریزبرگی یا قرمز و در باغ‌های پسته، عارضه لکه پوست استخوانی، زردی درختان پسته، کم بودن تعداد دانه در خوشه پسته و ریزش خوشه

و برگ اشاره نمود. استفاده یا عدم استفاده از کودهای مختلف بدون آزمایش خاک و برگ هزینه‌های اضافی و نابجا به باغدار تحمیل نموده و علاوه بر آن منجر به عملکرد بهینه کمی و کیفی نخواهد شد. بنابراین جهت توصیه‌های مناسب کودی در باغ‌های پسته انجام آزمایش برگ و تفسیر نتایج تجزیه آن به همراه آزمایش خاک امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. باید باغداران را نسبت به برنامه ریزی جهت مدیریت تغذیه در باغ‌های پسته آگاه و ترغیب کرد (حسینی فرد و همکاران، ۱۳۹۶ الف).

۵-۱- کاربرد مواد آلی و انواع کودهای شیمیایی ماکرو و میکرو در باغ‌های پسته

منظور از این عملیات، بیشتر کاربرد کودهای آلی به روش چالکود و استفاده از کودهای شیمیایی مختلف در چالکود و روی کودهای آلی، براساس نتایج تجزیه خاک و برگ و تاریخچه باغ جهت افزایش ذخیره خاک از نظر عناصر غذایی و بهبود خصوصیات مختلف خاک از جمله ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی، در فصل زمستان می‌باشد. توصیه کودی در یک باغ به عوامل بسیار زیادی از جمله رقم پسته، سن درختان، خصوصیات خاک، مقدار و کیفیت آب و شیوه آبیاری، مدیریت باغبانی (تراکم درختان، وضعیت هرس)، نتایج آزمایشات خاک و برگ، میزان محصول و وضعیت اقتصادی بستگی دارد و انجام توصیه کودی برای کاربرد در همه شرایط امکان‌پذیر نیست و مانند این است که یک پزشک بخواهد نسخه‌ای برای همه افراد با شرایط مختلف حتی برای یک بیماری بنویسد. بنابراین بدیهی است در هر باغ و شرایط آن، با توجه به ملاحظات نیازهای هر باغ و حدود بحرانی و کفایت (مطلوب) برای ارقام مختلف، توصیه کودی بایستی توسط کارشناسان خبره انجام شود. در جدول ۲۲ خلاصه نتایج چندین تحقیق انجام شده در ارتباط با کاربرد مواد آلی، کودهای شیمیایی و برخی مواد اصلاح کننده قابل استفاده همراه با مواد آلی مانند پرلیت و اثر آنها بر بهره‌وری نشان داده شده است (حسینی فرد و همکاران، ۱۳۹۶ ب).

۵-۲- کودآبیاری در طول فصل رشد

کود آبیاری، به کاربرد کودها همراه با آب آبیاری که معمولاً در فصل رشد انجام می‌شود، اشاره دارد. در کود آبیاری، زمان بندی، مقدار و غلظت کودهای مصرف شده به راحتی قابل کنترل است اما برای استفاده از کودها در آب آبیاری باید به نکات و موارد

جدول ۲۲- اثر کاربرد مواد آلی و کودهای شیمیایی بر عملکرد و کیفیت محصول و افزایش بهره‌وری آب*

نوع عملیات	منطقه	رقم پسته	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	درصد افزایش عملکرد (بهره‌وری آب)	کیفیت محصول				
					پوسته	کاهش	درصد	افزایش	آبیاری
کاربرد کود گاوی به مقدار ۲۰ تن در هکتار	رفسنجان	فندق	۱۱۵۹	۴۳/۶	۳/۷	۵/۰	-		
کاربرد کود گاوی به مقدار ۲۰ تن در هکتار + کودهای شیمیایی ماکرو و میکرو براساس آزمون خاک و تجزیه برگ	رفسنجان	فندق	۱۰۴۲	۶۳/۱	۵/۴	۴/۵	۱/۳		
کاربرد کود گاوی به مقدار ۲۰ تن در هکتار + کودهای شیمیایی ماکرو و میکرو براساس آزمون خاک و تجزیه برگ + کاربرد ۳ تن در هکتار پرلیت	رفسنجان	فندق	۱۴۵۶	۱۲۷/۹	۱۱/۲	۱۹/۲	۲/۱		
کاربرد کودهای شیمیایی ماکرو و میکرو براساس آزمون خاک و تجزیه برگ	رفسنجان	فندق	۸۰۵	۵۴/۷	۲/۶	۶/۱	۱/۹		
کودهای شیمیایی ماکرو و میکرو براساس آزمون خاک و تجزیه برگ + کاربرد ۳ تن در هکتار پرلیت	رفسنجان	فندق	۱۲۵۸	۹۲/۴	۷	۱۸/۴	۳/۶		
کاربرد ۳ تن در هکتار پرلیت	رفسنجان	فندق	۱۲۶۰	۲۴/۳	۴/۴	۳/۱۲	۱/۷		

* در تحقیقات فوق تنها عامل تغییر، مقدار و نوع کود یا ماده مصرفی بوده است.

لازم آن توجه نمود. میزان اثربخشی و کارایی این روش بستگی زیادی به نوع خاک، نوع محصول، تجهیزات مورد استفاده، کیفیت آب، روش و دور آبیاری دارد. کود آبیاری بیشتر در خاک‌های با بافت سبک کارایی خوبی از خود نشان می‌دهد. در خاک‌های سبک یکی از معضلات اصلی آبخویی و هدر رفت عناصر به‌ویژه نیتروژن است که در کود آبیاری بدلیل تقسیط دفعات کوددهی این مشکل تا حد زیادی قابل برطرف شدن است. همچنین روش آبیاری در کارائی این روش کوددهی تاثیر زیادی دارد به طور مثال کود آبیاری در آبیاری قطره‌ای اثربخشی بیشتری نسبت به روش‌های آبیاری ثقلی و سطحی از خود نشان می‌دهد. چون در آبیاری قطره‌ای کارایی مصرف آب بالاتر است. نوع کود مصرفی در روش کود آبیاری از اهمیت زیادی برخوردار است. کودهای مورد مصرف بایستی کاملاً در آب محلول باشند و در این ارتباط کیفیت آب نیز نقش مهمی در حلالیت کودها ایفا می‌کند. در سیستم‌های آبیاری ثقلی و آبیاری سطحی عمده‌تاً آب براساس نیروی ثقل از بالا به پائین در کرت یا جوی (فارو) حرکت کرده و زمین را آبیاری می‌کند. در این روش محلول غذایی (محلول کودی) قطره قطره از طریق مخزن کود که در بالای زمین و سر خط آب قرار گرفته وارد جوی یا کرت آبیاری شده و همراه آب، خاک مزرعه را تغذیه می‌کند. به منظور اختلاط و توزیع مناسب، میزان یا سرعت آب آبیاری درون جوی یا کرت با کود وارد شده بایستی متناسب باشد. البته کوددهی معروف به سرپاش در باغ‌های پسته که به معنی پخش عمده‌تاً نواری برخی کودها (مانند کودهای نیتروژن‌دار یا ازته) در انتهای سایه‌انداز درختان نیز کود آبیاری محسوب می‌شود اما باید گفت که استفاده از مخزن کود در سرخط آب آبیاری یا ابتدای جوی اصلی آبیاری مناسب‌تر است و هزینه کارگری را نیز کاهش می‌دهد. میزان مصرف کود بایستی بسته به مرحله رشد و میزان نیاز محصول به آب و کود تعیین شود. به دلیل کارایی بالاتر در این سیستم معمولاً می‌توان تا ۵۰ درصد مصرف کود را کاهش داد. این مسئله نه تنها برای کودهای فرار و پر تحرک مانند نیتروژن صادق است بلکه برای کودهای کم تحرک مانند فسفر و پتاسیم نیز صادق است. اسیدی کردن محلول آب-کود و افزایش دفعات

کودآبیاری می‌تواند موجب کاهش مصرف کود در باغ شود. فلسفه کودآبیاری این است که بیشترین سهم در زمانی استفاده شود که درخت بیشترین نیاز به آن عنصر را دارد که در روش چالکود یا هر روش مصرف خاکی این امر میسر نیست. یکی از اهداف کودآبیاری تقسط کودها بر اساس مراحل نیاز درخت است تا در زمانهایی که رطوبت کافی در خاک برای جذب مواد غذایی از طریق جذب آب وجود دارد ممکن شود. در این حالت جذب سریعتر اتفاق افتاده و کارایی مصرف کود به خصوص کودهای نیتروژنه بالاست.

۵-۳- محلولپاشی

یکی از محلولپاشی‌های مهم در باغ‌های پسته که مربوط به زمان‌های حساس در طول دوره رشد است، محلولپاشی هنگام تورم جوانه‌ها یا در زمان تشکیل میوه (عناصر نیتروژن، روی، بُر و کلسیم) می‌باشد. از نظر زمانی، تورم جوانه‌ها و زمان تشکیل میوه با توجه به رقم پسته، شرایط آب و هوایی و مدیریت باغ، اواخر اسفند تا اواسط فروردین ماه اتفاق می‌افتد. شرایط و چگونگی محلولپاشی تشکیل میوه در جدول ۲۳ خلاصه شده است (حسینی فرد و همکاران، ۱۳۹۶ الف).

جدول ۲۳- شرایط محلولپاشی تشکیل میوه در درختان پسته

زمان محلولپاشی	منبع کودی	مقدار مصرف	توضیحات
اواخر اسفند تا اواسط فروردین (هنگام تورم جوانه‌ها)	اوره + سولفات روی + اسید بُریک	هر کدام ۵ در هزار	در صورت استفاده از نیترات کلسیم بهتر است نسبت پاشش اوره ۳ در هزار باشد.
	نیترات کلسیم	۳ در هزار	سولفات روی با نیترات کلسیم سازگاری نبوده و تولید رسوب گچ می‌کند. لذا از نیترات روی استفاده گردد و یا محلول پاشی نیترات کلسیم در نوبت جداگانه بلافاصله انجام شود.

محلولپاشی در طول فصل رشد به جذب عناصر غذایی از طریق برگ و اندام‌های گیاه مربوط است. در انجام محلولپاشی درختان پسته به موارد زیر باید توجه شود:

- درختان از نظر عناصر پرنیاز (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) دچار کمبود نباشند. به عبارتی وقتی محلولپاشی عناصر کم‌نیاز می‌تواند بر روی عملکرد و کیفیت میوه موثر واقع شود که نیاز غذایی درختان از نظر عناصر اصلی و پرنیاز برطرف شده باشد.
- مواقعی محلولپاشی انجام گیرد که درخت تشنه نباشد به عبارت دیگر بهتر است محلولپاشی چند روز بعد از آبیاری صورت گیرد. در مناطق پسته‌کاری که دور آبیاری معمولاً زیاد می‌باشد به این امر باید توجه ویژه داشت و سعی نمود برنامه محلولپاشی طوری تنظیم شود که حتی المقدور نزدیک به زمان آبیاری باغ‌ها باشد.
- زمان محلولپاشی در روز بسیار مهم است. بهتر است محلولپاشی در هوایی خنک در صبح زود و یا عصر انجام شود تا کارایی جذب عناصر توسط برگ‌ها بیشتر باشد و در ضمن سوختگی برگ ایجاد ننماید.
- زمان محلولپاشی در طول دوره رشد نیز حائز اهمیت است. برخی از محلولپاشی‌ها روی درختان پسته دارای زمان خاص هستند مانند هنگام تورم جوانه‌ها و زمان پرشدن مغز، که این زمان بایستی رعایت شود. در مورد محلولپاشی عناصر ریزمغذی در اردیبهشت و خرداد نیز هر چه برگ درختان جوانتر باشد کارایی جذب عناصر غذایی بوسیله برگ بیشتر خواهد بود. بنابراین در درختان پسته، اوائل اردیبهشت ماه تا اواخر خردادماه برای محلولپاشی برگ مناسب می‌باشد و هر چه به اواخر فصل نزدیک شویم کارایی جذب به دلیل ضخیم شدن برگ‌ها کاهش می‌یابد. تعداد محلولپاشی‌ها در هر دوره رشد بستگی به شدت کمبود عناصر غذایی کم‌نیاز دارد و از ۱-۳ بار متغیر می‌باشد.
- غلظت محلول مورد استفاده بسیار مهم بوده و بایستی مطابق با توصیه‌های کارشناسان و افراد متخصص تنظیم گردد. غلیظ بودن محلول علاوه بر گرفتگی نازل‌ها، موجب سوزش برگ‌ها می‌شود خصوصاً در مناطقی که دور آبیاری خیلی طولانی و از ۶۰ روز بیشتر است، با نظر کارشناسان باید غلظت‌ها را از حد استاندارد نیز کمتر در نظر گرفت. علاوه بر این باید دقت نمود وقتی صحبت از غلظت مثلاً ۵ در هزار می‌شود، منظور محلولی است که در هر ۱۰۰۰ لیتر آن ۵ کیلوگرم یا لیتر کود وجود دارد. ولی با توجه به وضعیت رشدی درختان و تراکم آن‌ها، ممکن است در هر هکتار حجم متفاوتی از این محلول استفاده گردد.

- نوع سمپاش نیز در انجام یک محلولپاشی موفق اهمیت دارد. به‌طوریکه سمپاش بایستی قدرت پودر کردن محلول را داشته باشد تا بتواند کودها را به صورت قطرات بسیار ریز روی برگها پاشد.
- برای انجام محلولپاشی با کودهای جامدی که نیاز به حل کردن آنها در آب می‌باشد باید ابتدا کودهای موردنظر را در آب کاملاً حل نموده سپس محلول زلال رویی را درون تانکر سمپاش ریخته و مصرف نمود در غیر این صورت رسوبات و ذرات حل نشده موجب سوزش برگها می شوند.
- در مواقعی که از مخلوط روغن و سم برای کنترل آفات استفاده می‌شود از اختلاط کودها با آن باید خودداری شود.
- در مورد اختلاط سموم با کودها علاوه بر دقت به نوشته‌های روی ظروف سموم و کودها، به‌طور کلی می‌توان گفت که بهتر است از اختلاط کودهای حاوی کلسیم و مس با سموم مختلف خودداری نمود.
- مهم‌ترین نکته در انجام محلولپاشی در باغ‌های پسته رعایت تعادل عناصر غذایی است. محلولپاشی باید با توجه به نتایج آزمایش برگ در سال گذشته و تاریخچه باغ صورت گیرد و هر عنصری که کمبود آن وجود دارد محلولپاشی شود در غیر این صورت تعادل عناصر غذایی در گیاه بهم خورده و نتیجه مطلوب حاصل نمی‌شود.
- حتی‌الامکان از آب با کیفیت مناسب (شوری کم و pH مناسب) برای محلول پاشی استفاده شود. در صورت نیاز می‌توان با توجه به pH بالای اکثر آبهای ایران از اسید سولفوریک یا نیتریک برای تنظیم pH استفاده کرد.
- در جدول ۲۴ خلاصه نتایج چندین تحقیق انجام شده در ارتباط با محلولپاشی کودهای مختلف روی درختان پسته و اثر آنها بر بهره‌وری نشان داده شده است (حسینی فرد و همکاران، ۱۳۹۰، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۸).

جدول ۲۴- اثر محلولپاشی عناصر غذایی بر عملکرد و کیفیت محصول و افزایش بهره‌وری آب*

کیفیت محصول			درصد افزایش عملکرد (بهره‌وری آب)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	رقم پسته	منطقه	نوع عملیات
کاهش آنس	درصد افزایش خدانی	درصد کاهش پوکی					
۰/۶	۳	۷	۲۰/۷	۱۸۱۰	فندق	رفسنجان، کرمان، انار و ناصریه	محلولپاشی کلات آهن ۳ در هزار در سه نوبت براساس تجزیه برگ
۰/۷	۱۷	۹	۱۸/۶	۵۱۵	فندق	رفسنجان	محلولپاشی نیترات پتاسیم ۴ در هزار هنگام پرشدن دانه
۰/۵	۲/۵	۱/۷	۲۲/۶	۵۱۰۰	رفسنجان	کله قوچی	محلولپاشی کود مرکب چند عنصری براساس تجزیه برگ
۳/۸	۳/۶	۵	۱۴/۹	۱۱۶۰	فندق	ناصریه	محلولپاشی کود مرکب چند عنصری براساس تجزیه برگ
۱	۲/۵	۸/۸	۸/۷	۱۸۴۰	فندق	انار	محلولپاشی کود مرکب چند عنصری براساس تجزیه برگ
۱/۲	۲/۸	۳/۷	۶۶/۹	۲۰۲۰	فندق	کرمان	محلولپاشی کود مرکب چند عنصری براساس تجزیه برگ

* در تحقیقات فوق تنها عامل تغییر، مقدار و نوع کود بوده است.

۵-۴- شناسایی و اصلاح خاک در باغ های پسته

قبل از هر اقدامی برای کشت پسته و هر محصول دیگر و همچنین اعمال مدیریت در باغ‌های موجود باید خصوصیات ظاهری یا شکل‌شناختی (مورفولوژیکی)، فیزیکی و شیمیایی خاک محل مورد نظر مطالعه گردد. به این منظور اقدام به حفر پروفیل به عمق ۲

متر می‌شود به طوری که بتوان در این پروفیل نیمرخ عرضی خاک را به طور کامل مشاهده نموده و لایه‌های مختلف خاک را شناسایی نمود. در پروفیل حفر شده باید خصوصیات ظاهری خاک مانند ضخامت و ترتیب لایه‌های خاک، بافت، ساختمان، گچ، آهک، استحکام، خلل و فرج و وجود احتمالی لایه‌های سخت و... مورد توجه و بررسی قرار گیرد. همچنین تعیین عمق تراکم ریشه‌های ریز در پروفیل حائز اهمیت است چون در مدیریت کوددهی، حفر چالکود و عمق آن کاربرد دارد. بسیاری از مشکلات باغ‌های پسته مربوط به خصوصیات ظاهری، فیزیکی و رابطه آب، خاک و گیاه است. علیرغم این مسئله، معمولاً به خصوصیات شیمیایی و حاصلخیزی (که البته این خصوصیات هم در جایگاه خود مهم هستند) بیشتر توجه می‌شود. شناسایی خاک و نتایج تجزیه آزمایشگاهی کمک می‌نماید که محدودیت‌های خاک جهت کشت پسته مشخص گردد.

کشت پسته در خاک‌های گوناگون به ویژه خاک‌های عمیق با موفقیت توأم بوده است. در مناطق پسته کاری ایران بهترین محصول در بافت شنی لومی که یک بافت متوسط به حساب می‌آید تولید می‌شود. در بافت‌های سنگین‌تر خاک مثل لوم رسی سیلتی و حتی لوم رسی نیز محصول مناسبی تولید شده است و این به علت وجود زهکشی-های طبیعی (یک لایه شنی در عمق ۱ تا ۲ متر) بوده که توانسته سنگینی بافت خاک را تا حدی تعدیل نماید. مناسب‌ترین خاک برای کشت و پرورش پسته از نظر عمق، خاک‌های عمیق همراه با بافت یکنواخت و با حداقل لایه‌بندی می‌باشد. چنین خاک‌هایی معمولاً دارای نفوذپذیری مطلوب، توأم با ظرفیت نگهداری نسبتاً زیاد آب و مواد غذایی به همراه تهویه مناسب برای ریشه‌های گیاه خواهد بود. وجود خاک کم عمق و یا سخت لایه باعث می‌شود که قسمت‌های هوایی و زیرزمینی درخت رشد کافی نکرده، در نتیجه باروری و عملکرد آن به طور محسوسی کاهش یابد. به طور کلی درختان پسته خاک عمیق و با بافت سبک تا متوسط را بیشتر می‌پسندند. خاک دارای لایه بندی نامناسب که دارای لایه سخت تا عمق ۲ متری بوده و زهکشی و نفوذپذیری در آن ضعیف باشد، برای کشت پسته مناسب نبوده و باید قبل از اقدام به کاشت، نسبت به اصلاح وضعیت خاک

اقدام گردد. خاک بدون ساختمان یا با ساختمان توده‌ای نیز معمولاً از نظر نفوذپذیری مشکل داشته و برای کشت پسته مناسب نیست. سنگریزه زیاد از عوامل محدود کننده کشت و رشد مناسب پسته به شمار می‌آید. مقدار سنگریزه کمتر از ۲۵ درصد مناسب به نظر می‌رسد. شوری خاک (ECe) باید حداقل کمتر از ۸ دسی زیمنس بر متر باشد. نسبت جذب سدیم (SAR) باید حداقل از ۱۵ کمتر باشد. بهترین اسیدیته (pH) خاک ۶/۵ تا ۷ (خنثی) می‌باشد ولی با توجه به آهکی بودن اغلب خاک‌های مناطق پسته‌کاری اسیدیته خنثی تا کمی قلیایی می‌تواند مناسب باشد. بالا بودن نسبت کلسیم به منیزیم و میزان پتاسیم قابل جذب خاک، در دراز مدت امتیاز مثبتی برای کشت پسته محسوب می‌گردد. مقدار گچ و آهک زیاد از عوامل محدود کننده برای رشد اکثر گیاهان می‌باشد و پسته هم از این امر مستثنی نیست.

در ارتباط با خاک و ایجاد باغ‌های پسته در ایران با این مسئله روبرو هستیم که در اغلب مناطق پسته خیز کشور یا به طور کلی خاک حاصلخیز و قابل استفاده وجود نداشته و یا در صورت وجود به علت رقابت کشت سایر محصولات با پسته، عموماً کاشت و احداث باغ‌های در زمین‌هایی صورت گرفته که کیفیت مناسبی در ارتباط با آب و خاک نداشته‌اند. در نهایت این امر چنان تغییر ماهیت یافته که اکثر قریب به اتفاق پسته‌کاران گمان کرده‌اند که پسته اصولاً به چنین وضعیت آب و خاکی برای تولید محصول نیاز دارد. حال آن که پسته نیز همانند سایر گیاهان در کیفیت‌های مناسب آب و خاک و یا اراضی مناسب سایر کشت و کارها تولید بیشتری نیز خواهد داشت.

به علت طولانی بودن دوره رشد و باردهی درخت پسته و نیز وجود ریشه عمیق و از طرفی به منظور استفاده از رطوبت خاک در لایه‌های عمیق خاک، باید قبل از کاشت، عملیات آماده سازی زمین، از بین بردن لایه سخت خاک و احیاناً اصلاح خاک انجام شود. در بسیاری از باغ‌های پسته و به‌ویژه در مناطقی که تجربه کافی در زمینه کشت پسته وجود ندارد، این مهم رعایت نشده است و در نتیجه رشد رویشی دچار نقصان شده و اغلب مواجه با تنش‌های تغذیه‌ای و شوری می‌باشند. در باغ‌های پسته آماده سازی خاک و تسطیح زمین برای کاشت ضروری است.

بعد از شناسایی خاک و اطلاع از نیازهای کلی درختان پسته از نظر شرایط خاک، تا حدودی می‌توان به محدودیت‌های خاک برای کشت پسته پی برد و در صورت امکان باید به رفع آن‌ها پرداخت. در بحث اصلاح خاک معمولاً با سه نوع خاک در باغ‌های پسته سروکار داریم: خاک‌های شور، خاک‌های شور و سدیمی و خاک‌های سدیمی. در جدول ۲۵ خصوصیات مهم و راه‌های اصلاح این نوع خاک‌ها به اختصار ذکر شده است (حسینی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۶ الف).

جدول ۲۵- خصوصیات مهم خاک‌های نامناسب در مناطق پسته کاری و راه‌های اصلاح آن‌ها

نوع خاک	خصوصیات مهم	راه‌های اصلاح و الزامات	زمان اصلاح
خاک شور	شوری (ECe) بیشتر از ۴ دسی- زیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم (SAR) کمتر از ۱۵	راه اصلاح: آبخویی با آبیاری سنگین الزام: زهکشی خوب خاک	نیمه دوم آذر تا اواخر بهمن
خاک سدیمی	شوری (ECe) کمتر از ۴ دسی- زیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم (SAR) بیشتر از ۱۵	راه اصلاح: اضافه کردن گچ کشاورزی و آبخویی با آبیاری سنگین الزام: زهکشی خوب خاک	نیمه دوم آذر تا اواخر بهمن
خاک شور و سدیمی	شوری (ECe) بیشتر از ۴ دسی- زیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم (SAR) بیشتر از ۱۵	راه اصلاح: اضافه کردن گچ کشاورزی و آبخویی با آبیاری سنگین الزام: زهکشی خوب خاک	نیمه دوم آذر تا اواخر بهمن

تفاوت سه نوع خاک در مقدار املاح محلول یا شوری خاک و مقدار سدیم روی سطح ذرات خاک نسبت به کلسیم و منیزیم (نسبت جذب سدیم) می‌باشد که این مسئله فقط با آزمایش خاک مشخص می‌شود. بعد از تشخیص این که خاک باغ چه نوع خاکی است، می‌توان نسبت به اصلاح آن اقدام نمود. بنابراین مفهوم اصلاح خاک با توجه به نوع خاک متفاوت است. منظور از اصلاح خاک شور، کاهش دادن مقدار املاح محلول خاک به ویژه در ناحیه رشد ریشه درختان است. در این شرایط، برای اصلاح خاک باید با آبخویی با آبیاری سنگین املاح محلول خاک در ناحیه ریشه را به اعماق پایین‌تر هدایت

نمود. لازمه این کار علاوه بر آبخویی، مناسب بودن زهکشی خاک است یعنی اینکه آب به همراه املاح بتوانند به راحتی در خاک حرکت کرده و از ناحیه ریشه خارج شوند. هدف از اصلاح خاک سدیمی، تبادل یون سدیم موجود روی سطح ذرات خاک با یون کلسیم و سپس آبخویی سدیم جدا شده از سطح ذرات به خارج از ناحیه ریشه درختان می‌باشد. کلسیم لازم برای تبادل با یون سدیم روی سطح ذرات خاک باید از گچ کشاورزی اضافه شده به خاک تامین شود. منظور از گچ کشاورزی خاکی است که درصد بالایی سولفات کلسیم آبدار (گچ) در خود دارد. بنابراین برای اصلاح خاک‌های سدیمی علاوه بر آبخویی و زهکشی مناسب خاک به اضافه کردن گچ نیاز است. لازم به ذکر است که گچ کشاورزی اصطلاحاً به گچ شوره هم معروف است اما برخلاف اصطلاح غلط مرسوم، گچ مورد استفاده نباید شور باشد (حسینی فرد و همکاران، ۱۳۹۶ الف).

خاک شور و سدیمی هم شور است و هم سدیم روی سطح ذرات آن نسبت به کلسیم و منیزیم بالاست. برای اصلاح چنین خاکی نیز مانند خاک سدیمی، به اضافه کردن گچ کشاورزی همراه با آبخویی با آبیاری سنگین نیاز است. بدیهی است که در این مورد هم زهکشی مناسب خاک شرط الزامی است. بسته به مقدار سدیم موجود در خاک، مقدار گچ مورد نیاز نیز فرق می‌کند. تعیین نیاز گچی خاک (مقدار مصرف گچ) با مشورت با کارشناسان خبره امکان‌پذیر است. پس از محاسبه مقدار گچ مورد نیاز، گچ با کیفیت مناسب از معدن به باغ حمل شده و به صورت نواری به پهنای حداقل ۱/۵ متر از دو طرف درخت پاشیده شده و سپس دو نوبت آب سنگین به باغ داده شود.

۶- مدیریت آفات و بیماری‌های درختان پسته

۶-۱- مدیریت آفات درختان پسته

درخت پسته مورد هجوم آفات و عوامل بیماری زای مختلفی قرار می‌گیرد. در شرایط فعلی بر اساس خسارت آفات پسته، این آفات را می‌توان در سه گروه دسته‌بندی نمود:

- ۱- آفات درجه اول پسته که همه ساله در باغ‌های پسته حضور دارند و به علت خسارت شدید این گروه از آفات به محصول مبارزه با آن‌ها الزامی است. ۲- آفات درجه دوم پسته

که معمولاً جمعیت آنها زیر سطح زیان اقتصادی است ولی در بعضی مناطق و یا در بعضی از سال‌ها به حالت طغیانی و خسارت‌زا در آمده و مبارزه با آن‌ها لازم می‌شود. ۳- آفات درجه سوم پسته که جمعیت این آفات در باغ‌های پسته پائین می‌باشد و بندرت جمعیت آنها به بالای سطح زیان اقتصادی می‌رسد. معمولی‌ترین خسارت آفات این محصول خسارت‌های کیفی و کمی هستند. خسارت‌های کیفی مانند افزایش درصد پوکی و ناخندانی و افزایش انس محصول و غیره می‌باشند. خسارت‌های کمی شامل کاهش عملکرد ناشی از ریزش خوشه‌ها و میوه‌ها است. علاوه بر دو نوع خسارت فوق‌الذکر آفات می‌توانند باعث ضعف و خشک شدن اندام‌های مختلف درخت گردند.

از آفات درجه اول پسته که همه ساله در باغ‌های پسته حضور دارند و خسارت شدیدی را به محصول وارد می‌کند می‌توان پسیل معمولی پسته، پروانه چوبخوار پسته و سن‌های زیان‌آور پسته را نام برد. از آفات درجه دوم پسته پروانه میوه خوار پسته، زنجره پسته، شپشک‌های پسته، زنبورهای مغزخوار پسته، کنه معمولی پسته، شب‌پره هندی و جوندگان را نام برد که روش کنترل و مبارزه در جدول ۲۶ آورده شده است.

جدول ۲۶- روش های کنترل آفات پسته

نام آفت	مرحله مبارزه	زمان مبارزه	مبارزه غیر شیمیایی	مبارزه شیمیایی
پسل معمولی پسته	پوره	در طول فصل (با توجه به جمعیت آفت)	حمایت از دشمنان طبیعی (۱- استفاده از سموم کم خطر؛ ۲- عدم سمپاشی در باغ هایی که دشمنان طبیعی فعال هستند؛ ۳- شخم زمستانه بین ردیف ها؛ ۴- حذف علف های هرز میزبان شته ها؛ ۵- استفاده از تله زرد)	کسالت ۰/۵ در هزار، کوئیدور ۰/۴ در هزار، موسیلان ۲۵۰ گرم در هزار، آکترا ۰/۳ در هزار، یسکایا ۰/۳ تا ۰/۴ در هزار، انویدور ۰/۳ تا ۰/۴ در هزار، مونثو ۰/۵ در هزار، فوزالون ۲/۵ در هزار، آف کلر ۲ در هزار، ماترین ۱/۵ در هزار، مموری ۰/۴ در هزار، آکتمیا ۰/۴ در هزار، اکتیوا و رنوا ۰/۳ در هزار و سیوانتو ۰/۷۵ در هزار، صابون های سمپاشی با یریکا ۲/۵ در هزار، گگرد پایه نفتی ۲۵ در هزار + صابون و یریکا ۱ در هزار، گگرد معدنی ۶۰ در هزار، گگرد و تایل ۳-۵ در هزار
پروانه چوبخوار پسته	نخمد و لارو سن اول	اوج ظهور حشرات کامل و با یک هفته بعد از اوج ظهور حشرات کامل (تقریباً همزمان با تشکیل میوه پسته)، اواخر فروردین	حمایت از دشمنان طبیعی (۱- عدم سمپاشی در جمعیت کم آفت؛ ۲- عدم سمپاشی روی شغیره در جمعیت متوسط آفت؛ ۳- استفاده از تله های فرمونی)	کسالت ۱ در هزار + ۵ در هزار روغن ولک مچ ۱/۵ در هزار لوفوکس ۱/۵ در هزار
سن های زبان آور پسته	حشره کامل و پوره	در طول فصل (با توجه به جمعیت و حمله آفت)	- حمایت از دشمنان طبیعی - عدم حذف علف های هرز در زمان حمله سن ها	فیتروئتین (سوسیتون) ۱/۵ تا ۲ در هزار افوریا ۰/۳ در هزار تیاترین ۰/۳ در هزار
سنگ های پسته	پوره سنبل مختلف و حشرات کامل	اواسط فروردین تا اواخر اردیبهشت	-	فیتروئتین (سوسیتون) ۱/۵ تا ۲ در هزار تیاترین ۰/۳ در هزار

ادامه جدول ۲۶-

نام آفت	مرحله مبارزه	زمان مبارزه	مبارزه غیر شیمیایی	مبارزه شیمیایی
بروانه میوه خوار پسته	لارو سن اول	یک هفته بعد از یک خروج حشرات کامل تقریباً متصادف با تشکیل دانه‌های پسته (اواخر فروردین)	-	متاسیتو کس ۱/۵ در هزار ژولون ۲/۵ در هزار + روغن ولک ۲/۵ در هزار
زخمه پسته	در حشره کامل (در صورت جمعیت زیاد)	قبل از تخم‌ریزی حشرات کامل	-	ژولون ۲/۵ در هزار دارتئون ۲/۵ در هزار
شپشک سر شاخه پسته	پوره	خروج ۵۰ درصد پوره‌ها (اوایل اردیبهشت)	استفاده از سموم کم خطر برای مبارزه با آفات دیگر	- اینون ۲ در هزار + ۷ تا ۵ در هزار روغن ولک - دیازینئون ۱/۵ در هزار + ۷ تا ۵ در هزار روغن ولک مانند شپشک سر شاخه
سوسک سر شاخه خوار پسته	لارو و حشره کامل	خروج ۵۰ درصد پوره‌ها اوایل اردیبهشت	استفاده از سموم کم خطر برای مبارزه با آفات دیگر	مانند شپشک سر شاخه
	حشره کامل	در فصل پاییز و زمستان	هرس شاخه‌های ضعیف شده و خشک و تله گذاری آنها	فیترو تین ۲/۵ در هزار + نفت سفید ۱۰ تا ۱۲ در هزار همراه با صابون مانع به مقدار ۲/۵ در هزار نیمه اول اردیبهشت، بیسکاپا ۷۵۰ سی سی در هزار
ژنبورهای	لارو	در فصل پاییز و زمستان	۱- برداشت کامل محصول	-

۱۴۱۵ جدول ۲۶-

نام آفت	مرحله مبارزه	زمان مبارزه	مبارزه غیر شیمیایی	مبارزه شیمیایی
مغزخوار پسته (سیاه و طلایی)	زمستانگاران	۲- جمع آوری و سوزاندن میوه های باقیمانده روی درختان و روی زمین در فصل رستگان	سوزاندن ۳ در هزار تورون ۲ در هزار	
کنه معمولی پسته	تمام مراحل	در طول فصل (با توجه به جمعیت)	استفاده از سموم کم خطر برای مبارزه با آفات دیگر	
شب پره چندی	تمام مراحل	در تمام فصول سال	مدیریت بهداشت انبار ها	در انبار فستو کشیدن

۶-۱-۱- پسیل معمولی پسته

پسیل معمولی پسته، در بعضی منابع قدیمی «پسیل پسته» و نام محلی شیرخ خشک هم نامیده شده است. این آفت در حال حاضر، مهم‌ترین آفت پسته و به‌عنوان آفت کلیدی مطرح می‌باشد. حشرات کامل پسیل معمولی پسته دارای دو فرم فصلی تابستانه و زمستانه می‌باشند که از نظر اندازه، رنگ، شکل با یکدیگر تفاوت دارند. در بیشتر زمان‌های سال، آفت به شکل فرم تابستانه است که حشره‌ای بال دار است (شکل ۲۵). پسیل معمولی پسته زمستان را به صورت حشره کامل فرم زمستانه در شکاف‌ها، لابه‌لای علف‌های هرز، زیر خاک و مکان‌های محافظ از باد به سر می‌برد. اولین حشرات کامل فرم تابستانه در نسل اول در اوایل اردیبهشت ماه (در شرایط آب و هوایی رفسنجان) و حدود ۲۵ تا ۳۰ روز بعد از باز شدن جوانه‌ها پدیدار می‌شوند. به این ترتیب پسیل پسته تا آخر فصل زراعی که برگ‌های درختان پسته ریزش می‌کنند حداقل ۵ نسل را تولید می‌کند (مهرنژاد، ۱۳۹۳). این آفت از شیر گیاهی که حاوی مواد غذایی و آب است تغذیه می‌کند و این عمل باعث ضعف درخت می‌گردد. روی برگ‌ها در صورت بالا بودن جمعیت آفت، نقاط سوخته قهوه‌ای رنگی ایجاد می‌شود. اگر تغذیه پوره‌ها به طور مستقیم از دانه‌های تازه تشکیل شده صورت گیرد می‌تواند باعث ریزش این میوه‌ها گردد. ولی معمولاً برگ‌ها به آفت آلوده می‌شوند. آلودگی برگ‌ها باعث ضعف درخت و ایجاد خسارت‌های غیرمستقیم می‌گردد. اگر جمعیت آفت در زمان به مغز رفتن دانه‌ها اتفاق افتد، وزن محصول و در نهایت وزن مغز کاهش می‌یابد. همه فاکتورهای کیفی محصول شامل درشتی دانه‌ها (اونس)، خندان بودن دانه‌ها (درصد خندانی)، درصد پوکی و نیم مغزی و غیره می‌توانند تحت تأثیر خسارت این آفت قرار گیرند. ادامه آلودگی و عدم مبارزه با آفت باعث خسارت‌های جدی‌تری همچون ریزش برگ‌ها و جوانه‌های روی سرشاخه‌ها که اندام‌های میوه و یا برگ دهنده‌ی سال بعد هستند، خواهد شد و در این صورت محصول درخت در سال بعد نیز به شدت کاهش خواهد یافت.



شکل ۲۵- آفت پسیل معمولی پسته

۶-۱-۲- پروانه چوبخوار پسته

پروانه چوبخوار پسته بعنوان یکی از آفات درجه اول پسته کشور مطرح می‌باشد و در کلیه مناطق پسته‌کاری ایران گسترش دارد (شکل ۲۶). این آفت زمستان را در داخل چوب شاخه‌ها به سر می‌برد. لاروهای سن آخر از اوایل اسفندماه با ایجاد سوراخ از درون شاخه‌ها خارج شده و در محل مناسب به شفیره تبدیل می‌شوند. دوره ظهور حشرات کامل بسته به شرایط آب و هوایی از اوایل فروردین تا اوایل اردیبهشت طول می‌کشد و اوج ظهور حشرات کامل در بیشتر سال‌ها بین ۲۳ تا ۲۸ فروردین اتفاق می‌افتد (بصیرت، ۱۳۸۳ و ۱۳۸۷؛ بصیرت، ۱۳۹۵).



شکل ۲۶- پروانه چوبخوار پسته

خسارت این آفت یا روی خوشه و میوه‌ها دیده می‌شود یا باعث خسارت دیدن شاخه‌ها می‌شود. در نوع اول خسارت یعنی روی خوشه‌ها، لاروها وارد خوشه شده و ابتدا به صورت رفت و برگشت تغذیه می‌کنند و سپس نزدیک انتهای خوشه به شکل حلقه‌ای در داخل خوشه دور می‌زنند و ارتباط میوه‌های انتهایی را از خوشه اصلی قطع کرده و در

نتیجه باعث خشکیدن میوه‌های رأس خوشه شده که گاهی تعداد دانه‌های پسته خشکیده به ۵ تا ۷ عدد در خوشه می‌رسد (شکل ۲۷). در نوع دوم خسارت یعنی روی شاخه‌ها، لاروها به صورت مستقیم خود را به مرکز آوندهای چوبی رسانده و شروع به تغذیه و ایجاد کانال لاروی می‌کنند که وجود این کانال‌ها در داخل چوبهای جوان، باعث توقف رشد شاخه‌ها و کوتاه ماندن آنها شده و در نتیجه در گل دهی درخت در سال بعد اختلال ایجاد می‌شود (مهرنژاد، ۱۳۹۳؛ بصیرت، ۱۳۹۵).

پروانه چوبخوار پسته دارای دشمنان طبیعی متعددی است. میزان پارازیتسم طبیعی پروانه‌ی چوبخوار پسته حدود ۵۰ درصد است و بیشترین درصد پارازیتسم طبیعی مربوط به زنبور پارازیتوئید اولیه *Chelonus kermakiae* می‌باشد. بنابراین سمپاشی روی پيله شفیگی این آفت توصیه نمی‌شود (Achterberg and Mehrnejad, 2002). برای مبارزه شیمیایی باید از جمعیت آفت اطلاع حاصل شده و همچنین زمان مبارزه نیز رعایت شود. برای تخمین جمعیت این آفت می‌توان درصد آلودگی خوشه‌ها را در زمان برداشت محصول تعیین کرد. زمان مناسب مبارزه با پروانه چوبخوار پسته نیز اوج ظهور حشرات کامل تا یک هفته بعد از آن می‌باشد (امامی، ۱۳۷۱؛ آوند فقیه و همکاران، ۱۳۷۸؛ بصیرت، ۱۳۸۳ و ۱۳۸۷؛ بصیرت، ۱۳۹۵).



شکل ۲۷- خسارت لارو پروانه چوبخوار پسته روی خوشه‌ها و شاخه‌ها

۶-۱-۳- سن های پسته

دو نوع سن سبز با لکه سفید و یکدست سبز در باغ‌های پسته دیده می‌شود که در مورد چگونگی خسارت و کنترل مشابه هستند (شکل ۲۸). حشرات کامل از اواسط فروردین روی میزبان‌های تازه روئیده به‌ویژه بوته‌های اسفند شروع به تغذیه و سپس تخم‌گذاری می‌کنند. این حشرات از اواخر خردادماه و با خشبی شدن و خشک شدن میزبان‌های وحشی، به سمت باغ‌های پسته مهاجرت می‌کنند و پس از انتقال روی درختان پسته از میوه‌های پسته تغذیه می‌کنند. از اواخر شهریور و پس از برداشت محصول نیز به تدریج به سمت مناطق زمستان‌گذران مهاجرت می‌کنند. حشرات کامل سن یکدست سبز از اواسط فروردین روی بوته‌های اسفند و زاروق شروع به تغذیه و تخم‌گذاری می‌کنند. گونه‌های این جنس از ابتدای تشکیل میوه پسته روی درختان پسته فعالیت می‌کنند (هاشمی راد، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۳).



حشره کامل سن یکدست سبز



حشره کامل سن سبز با لکه سفید

شکل ۲۸- مراحل زندگی حشره‌ی سن سبز

سن‌های پسته قادرند از مرحله تشکیل میوه تا رسیدن کامل میوه، ایجاد خسارت نمایند (شکل ۲۹). در مرحله سخت شدن پوست استخوانی (از اواسط اردیبهشت) تغذیه سن‌ها سبب ایجاد لکه‌های قهوه‌ای با حاشیه تیره روی پوست رویی میوه می‌شود. خسارت ایجادشده در مرحله مغزبندی میوه به صورت لکه‌های نکروز، گود، فرورفته و قهوه‌ای رنگ روی مغز میوه مشاهده می‌شود. تلخ شدن، بدمزه شدن، کاهش شدید کیفیت و بازارپسندی مغز میوه در اثر تغذیه این آفت می‌باشند (هاشمی راد، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۳؛

(Michailides et al., 1988). سن‌های سبز پسته در ساعت‌های گرم روز در زیر بوته‌های میزبان و یا در لابه‌لای برگ‌ها و خوشه‌های درختان پسته مخفی می‌شوند. این حشرات همچنین به سمت تله‌های نوری معمولی نیز جلب می‌شوند. لذا باغداران می‌توانند با قرار دادن یک فانوس در داخل یک ظرف پر از آب از وجود آن‌ها در باغ‌های خود مطلع شوند. روش مبارزه شیمیایی و مبارزه‌ی غیرشیمیایی با سن‌های سبز پسته در جدول ۲۶ آمده است (اسماعیل پور و همکاران، ۱۳۹۹).



خشک شدن دانه‌های پسته



خسارت سن‌ها روی مغز پسته

شکل ۲۹- خسارت سن سبز روی میوه پسته

اما حشره کامل سن قرمز پسته دارای بدن قرمزرنج با نوارهای سیاه در بین نواحی قرمز و به حالت کشیده می‌باشند (شکل ۳۰). این حشره زمستان را به صورت حشرات کامل در حال دیابوز در پناهگاه‌های مختلف نظیر زیر پوستک تنه درختان و یا زیر بوته‌های وحشی در دشت‌های اطراف باغ‌های پسته سپری می‌کند. حشرات کامل از اوایل اردیبهشت به سمت باغ‌های پسته هجوم می‌آورند (خواجه پور، ۱۳۷۱). تغذیه حشرات کامل از میوه‌های تازه تشکیل شده و نابالغ سبب سیاه شدن میوه می‌شود. خسارت این آفت در صورت عدم مبارزه به موقع به دلیل هجوم دسته‌جمعی و با جمعیت زیاد می‌تواند بسیار شدید باشد. حشرات کامل پس از سخت شدن پوست استخوانی میوه، قادر به تغذیه از میوه پسته نمی‌باشد. نحوه مبارزه مانند سن سبز می‌باشد ولی به تله نوری جلب نمی‌شود.



شکل ۳۰- حشره سن قرمز

۶-۲- مدیریت بیماری‌های درختان پسته

بیماری‌ها با ایجاد خسارت شدید به اندام هوایی و ریشه درختان پسته، می‌توانند باعث خسارت بیش از ۳۰ درصدی به باغ‌ها در طی چند سال گردند. کنترل بیماری و بهبود رشد درختان پسته در باغ‌های آلوده با استفاده از روش‌های شیمیایی، زراعی و بیولوژیکی (جدول ۲۷)، می‌تواند باعث کاهش ۳۰ تا ۶۰ درصدی مرگ و میر درختان گردد (حق‌دل و محمدی، ۱۳۹۹).

جدول ۲۷- بیماری‌های درختان پسته و راهکارهای مبارزه با آن‌ها

نام بیماری	مبارزه شیمیایی	مبارزه زراعی	مبارزه بیولوژیکی
پوسیدگی طوقه و ریشه ناشی از گونه‌های قارچ فیتوفتورا	محلول‌پاشی سم اِلیت با دوز ۲/۵ کیلوگرم در هزار لیتر	ایجاد تشتک اطراف درختان به منظور جلوگیری از تماس آب با تنه درخت	قارچ ریشه‌های آربوسکولار، تریکودرما، باکتری‌ها و مخمرها
پوسیدگی‌های آرمیلاریایی، رزینیایی و ماکروفومینایی ریشه و طوقه	توپسین ام	کنار زدن خاک اطراف طوقه با هدف کاهش تماس میان بیمارگر با تنه درخت	قارچ ریشه‌های آربوسکولار، تریکودرما، باکتری‌ها و مخمرها

داده جدول ۲۷

نام بیماری	مبارزه شیمیایی	مبارزه زراعی	مبارزه بیولوژیکی
بیماری پژمردگی ور تیسلیومی پسته	-	-	قارچ ریشه های آربوسکولار، تریکودرما، باکتری ها و مخمرها
لکه‌برگی‌های آلترناریایی و سپتوریایی پسته	قارچکش*	هرس مناسب درختان و مبارزه با علف های هرز با هدف کاهش رطوبت در باغ	ندارد
نماتدهای ریشه گرهی پسته	راگی و نماکور	دارد	قارچ ریشه های آربوسکولار، تریکودرما، باکتری ها و مخمرها

* آزمایش های مربوط به ثبت و تعیین کارایی قارچکش مناسب در حال اجرا است.

۶-۲-۱- پوسیدگی فیتوفتورایی طوقه و ریشه پسته

یکی از مهم ترین بیماری‌های درختان پسته در ایران، پوسیدگی فیتوفتورایی طوقه و ریشه است. این بیماری با نام‌هایی همچون گموز (انگومک) و شیره سیاه نیز شناخته می‌شود. قارچ عامل بیماری، نهال‌ها، درختان بارور و غیر بارور پسته را آلوده کرده و می‌تواند در یک دوره زمانی ۵ تا ۱۰ ساله حدود ۸۰ درصد درختان یک باغ آلوده را از بین ببرد (Moradi et al., 2017). تمام قسمت‌های ریشه و طوقه درختان می‌تواند به وسیله این قارچ مورد حمله قرار گرفته و پوسیده شوند (شکل ۳۱). در قسمت‌های پوسیده ریشه، جذب آب و مواد غذایی کاهش یافته و این مسأله موجب ضعف و زوال درخت می‌شود. کاهش رشد، کم شدن میزان تاج درخت، برگ‌ریزی زودهنگام و زردی حاشیه برگ‌ها از علائم این بیماری در اندام‌های هوایی درختان پسته می‌باشد. در ماه‌های گرم سال و با پیشرفت بیماری درختان به یکباره سبز-خشک می‌شوند. در درختان آلوده ترک‌هایی در سطح پوست طوقه ایجاد شده که در بعضی از مواقع، از آنها صمغ یا شیره سفیدرنگی

خارج و به سرعت در مجاورت هوا قهوه ای مایل به سیاه می‌شوند، به این دلیل این بیماری به شیر سیاه نیز معروف می‌باشد. چنانچه پوست روی طوقه برداشته شود بافت‌های قهوه ای تیره تا سیاه زیر پوست نمایان می‌گردد.

رطوبت خاک در ظهور و شدت پوسیدگی فیتوفتورایی ریشه و طوقه نقش مهمی ایفا می‌کند. در شرایطی که خاک برای مدت طولانی به صورت غرقاب درمی‌آید، قارچ عامل بیماری باعث آلودگی ریشه و طوقه می‌گردد. بنابراین پراکنش و فراوانی پوسیدگی فیتوفتورایی طوقه و ریشه پسته در خاک‌های سنگین و در شرایطی که خاک برای مدت طولانی دارای رطوبت بالا باشد، بیشتر است. در مدیریت کنترل بیماری بایستی به این نکته نیز توجه داشت که اندام‌های مقاوم قارچ (کلامیدوسپورها و آسپورها) می‌توانند در دوره‌های خشکی طولانی مدت نیز زنده بمانند (Brown & Doster, 2002).



(ب)



(الف)



(د)



(ج)

شکل ۳۱- نشانه‌های پوسیدگی فیتوفتورایی طوقه و ریشه در اندام‌های (الف و ب)، طوقه (ج) و ریشه (د) درختان پسته

کنترل پوسیدگی فیتوفتورایی ریشه و طوقه پسته مستلزم رعایت دقیق اصول بهداشتی و مدیریت زراعی و آبیاری در باغ‌ها می‌باشد، که در زیر به برخی از آنها اشاره می‌شود:

- برای کنترل شیمیایی این بیماری، قارچ‌کش اِلیت (پودر گرانول ۸۰ درصد با ماده موثره فوزتیل آلومینوم) توصیه می‌گردد. در نواحی با آلودگی شدید، اِلیت با غلظت ۲/۵ کیلوگرم در هزار لیتر آب با فاصله زمانی ۷ روزه و حداکثر در ۴ نوبت روی درختان پسته محلول پاشی می‌شود. مطابق الگوی ارائه شده، در سایر نواحی باغ با ریسک پایین آلودگی و یا عاری از آلودگی تنها یک مرتبه محلول پاشی با غلظت ۲/۵ کیلوگرم در هزار لیتر آب کافی می‌باشد (مرادی و همکاران، ۱۳۹۴). بهترین زمان محلول پاشی این قارچ‌کش در دهه اول اردیبهشت ماه (به محض کامل شدن برگ‌ها) می‌باشد، ولی محلول پاشی تا اواخر اردیبهشت ماه نیز می‌تواند اثرگذار باشد. در سال‌های بعد، محلول پاشی در باغ‌های آلوده باید تحت نظر و تایید کارشناسان گیاهپزشکی صورت گیرد که در صورت نیاز یک مرتبه محلول پاشی با قارچ‌کش اِلیت و غلظت ۲/۵ در هزار توصیه می‌شود.

- با ایجاد تشک (آغلو) و کنار زدن خاک اطراف طوقه، از تجمع آب اطراف طوقه و ریشه اصلی درختان جلوگیری گردد. در باغ‌هایی که فاصله درختان کم بوده و امکان ایجاد تشک برای تک تک درختان وجود ندارد می‌توان با ایجاد یک دیواره در طول کرت و به فاصله حداقل ۵۰ سانتی متر از تنه درختان، از تجمع آب در اطراف طوقه و ریشه درختان جلوگیری نمود.

- جهت طولانی تر شدن عمر درختان آلوده، بافت‌های آلوده و تغییر رنگ داده شده طوقه و ریشه‌های اصلی، برداشته و معدوم شوند و سپس محل‌های تراشیده شده طوقه و ریشه‌های اصلی با قارچ‌کش‌های مناسب تیمار و آغشته گردند.

- در مناطقی که آبیاری باغ‌های پسته به صورت غرقابی صورت می‌گیرد، باید دقت نمود آبی که از قسمت‌های آلوده باغ عبور می‌کند وارد قسمت‌های سالم نگردد. در صورت امکان کرت‌های آلوده و سالم به صورت جداگانه آبیاری شوند. همچنین می‌توان برای انتقال آب سالم و عاری از آلودگی از کانال‌های سیمانی و یا لوله در باغ‌های پسته استفاده کرد.

- چون باقی ماندن درختان خشک شده و آلوده در مسیر انتقال آب می‌تواند باعث انتقال بیماری به سایر قسمت‌های باغ گردد، بنابراین حذف و ریشه‌کنی درختان بیمار و خشک شده و ضدعفونی محل آنها با قارچ‌کش‌های مناسب در کنترل بیماری دارای اهمیت است.

- به منظور جلوگیری از انتقال خاک قسمت‌های آلوده به قسمت‌های سالم، وسایل و ادوات کشاورزی ضدعفونی گردد.

۶-۲-۲- پوسیدگی آرمیلاریایی ریشه پسته

این بیماری که به نام‌های پوسیدگی ریشه بلوط، پوسیدگی قارچ کلاهک‌دار ریشه و پوسیدگی بند کفشی نیز شناخته می‌شود، در مناطقی که زمین آنها قبلاً دارای درختان جنگلی برگریز بوده بسیار شایع است. همچنین باغ‌هایی که در دشت‌ها و کنار رودخانه‌ها و نه‌رها کاشته می‌شوند بیشتر در معرض ابتلا به این بیماری قرار دارند (Rizzo, 2002). در ایران اولین بار در سال ۱۳۸۵ امیراحمدی و همکاران این بیماری را از باغ‌های پسته دامغان گزارش نمودند. عامل پوسیدگی آرمیلاریایی پسته، یک قارچ خاکزاد به نام *Armillaria mellea* می‌باشد. خاک و آب حاوی قطعات گیاهی آلوده، باعث انتقال قارچ می‌شود. نشانه‌های بیماری در اندام هوایی به صورت کاهش رشد شاخه‌ها، کوچک شدن، زردی و ریزش زودهنگام برگ‌ها، سرخشیدگی شاخه و حتی پژمردگی برگ‌ها در ماه‌های گرم سال نمایان می‌شود (شکل ۳۲). با برداشتن پوست ناحیه طوقه و ریشه‌های اصلی، پوسیدگی بافت‌های چوبی مشاهده می‌شود. در درختان آلوده بافت‌های چوبی پوسیده، حالت اسفنجی به خود گرفته و ریش ریش می‌شوند. ممکن است در فصل پاییز اندام باردهی قارچ به صورت کلاهک‌های عسلی رنگ در پایین تنه درختان آلوده نیز تشکیل شوند (Rizzo, 2002). در مراحل اولیه آلودگی و قبل از تشکیل صفحات میسلیومی در زیر پوست درختان، پوسیدگی بافت‌های چوبی در ناحیه طوقه و ریشه‌های اصلی ممکن است با علائم سایر بیماری‌های خاکزاد از جمله پوسیدگی فیتوفتورایی طوقه و ریشه اشتباه شود، از این رو لازم است بررسی‌های دقیق‌تری روی این نوع درختان صورت گیرد.



(ب)



(الف)

شکل ۳۲- نشانه های پوسیدگی آرمیلاریایی ریشه در اندام هوایی (الف) و طوقه و ریشه (ب) درختان پسته

کنترل این بیماری مشکل است، ولی برخی راهکارهای کنترل کننده این بیماری عبارتند از:

- حذف ریشه‌های آلوده و ضدعفونی خاک با استفاده از سموم تدخینی قبل از احداث باغ، می‌تواند باعث گند شدن پیشرفت بیماری شود؛ اما باعث ریشه‌کشی آن نمی‌شود. لازم به توضیح است که استفاده از سموم تدخینی باید بر اساس دستورالعمل‌های مربوطه و با نظارت کارشناسان گیاهپزشکی صورت گیرد.

- بایستی توجه داشت که قبل از احداث دوباره باغ، تمام ریشه‌های چوبی با قطر ۲/۵ سانتی‌متر یا بیشتر از داخل خاک جمع‌آوری و نابود شده، و زمین برای مدت حداقل یک سال در حالت آیش قرار گیرد.

- در باغ‌های آلوده، درختان مرده یا در حال مرگ باید ریشه‌کن شوند.

- برخی از پایه‌های پسته مانند *P. terebinthus* و UCB#1 به این بیماری متحمل هستند؛ پایه‌های *P. atlantica* و *P. integerrima* نیز حساس به بیماری گزارش شده‌اند (Rizzo, 2002).

۶-۲-۳- پژمردگی ورتیسیلیومی پسته

این بیماری یکی از مهم‌ترین بیماری‌های درختان پسته در کالیفرنیا می‌باشد. در ایران، اولین بار اُمینایی و ارشاد (۱۳۷۸) پژمردگی ورتیسیلیومی را از باغ‌های پسته استان کرمان

گزارش نمودند. پس از آن محمدی و همکاران (Mohammadi et al., 2005) علاوه بر استان کرمان، عامل بیماری را از درختان پسته در استان‌های سمنان و خراسان جداسازی و گزارش کردند. پژمردگی ناگهانی یک یا تعدادی از شاخه‌ها روی یک طرف درخت در اواخر بهار یا تابستان یکی از علائم اصلی و مشخص پژمردگی ورتیسیلیومی می‌باشد. برگ شاخه‌های بیمار ممکن است بریزند، یا این که به صورت خشک شده روی درخت باقی بمانند (شکل ۳۳). درختان مبتلا ممکن است تا چندین سال هم زنده بمانند. رنگ پریدگی برگ‌ها، کاهش رشد شاخه‌های انتهایی و اندازه تاج درخت از جمله نشانه‌های عمومی بیماری می‌باشد (Epstein et al., 2002). مشاهده حلقه‌های قهوه‌ای یا تیره به صورت منقطع یا کامل در مقطع عرضی شاخه‌های آلوده به خصوص در محل انشعاب شاخه‌ها، از جمله نشانه‌های اختصاصی بیماری می‌باشد. وجود درجه حرارت‌های پائین، برای گسترش بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی مساعد است. آب و هوای بهاری طولانی مدت و تابستان‌های ملایم باعث تشدید خسارت این بیماری می‌شود. بیماری در خاک‌های مرطوب به دلیل کاهش دمای خاک نمایان‌تر است (MacDonald et al., 1992; Mohammadi et al., 2005).

- به نظر می‌رسد که تغذیه و سیستم آبیاری صحیح در کمتر آلوده شدن ریشه درختان پسته به قارچ مؤثر باشد. علاوه بر آن راهکارهای زیر نیز در کنترل بیماری حائز اهمیت می‌باشد (Mohammadi et al., 2005):
- قبل از احداث باغ‌های جدید باید از عدم آلودگی خاک به قارچ ورتیسیلیوم اطمینان حاصل گردد.
- به علت دامنه میزبانی وسیع قارچ ورتیسیلیوم و جلوگیری از افزایش جمعیت قارچ، بایستی از کشت گیاهانی مانند پنبه، گوجه‌فرنگی، بادمجان، فلفل و نیز گیاهان تیره کدوئیان در فواصل بین ردیف‌های کاشت درختان پسته خودداری کرد.
- آفتاب‌دهی خاک (Soil solarization) می‌تواند جمعیت قارچ را در خاک به میزان زیادی کاهش دهد (Katan, 1987, 2000; Goicoechea, 2009). در این روش سطح خاک با استفاده از پوشش‌های پلاستیکی شفاف پوشانده می‌شود و سعی می‌گردد تا دفعات آبیاری نیز افزایش یابد. بالارفتن دمای خاک (۳۵ تا ۶۰ درجه

سانتی گراد) بسته به نوع خاک می‌تواند علاوه بر بذر علف‌های هرز، جمعیت میکرواسکلروت‌های قارچ را نیز به میزان قابل توجهی کاهش دهد (Katan, 1987).

- از ارقام متحمل مانند اوحدی، بادامی راور و بادامی ریزرنند برای کشت استفاده گردد. بایستی توجه داشت که در بررسی‌های انجام شده ارقام سبز پسته نوق، خنجری دامغان و احمدآقایی بسیار حساس و ارقام سرخس، اکبری و کله قوچی حساس تشخیص داده شده‌اند (هادی‌زاده و بنی‌هاشمی، ۱۳۸۴).
- کنترل علف‌های هرز به خصوص علف‌های هرز خانواده Solanaceae در باغ‌های پسته نیز می‌تواند در کاهش جمعیت قارچ در خاک موثر باشد.



(ب)



(ج)



(الف)

شکل ۳۳- نشانه‌های بیماری پژمردگی ورتیسلیومی در اندام هوایی درختان پسته.
الف: خشکیدگی سرشاخه درختان. ب و ج: تشکیل حلقه‌های قهوه‌ای و بسته شدن آوندها در مقطع عرضی شاخه درختان پسته

۶-۲-۴- سرخشکیدگی درختان پسته

سرخشکیدگی درختان پسته، یک بیماری مهم در مناطق پسته کاری بوده که اکثر ارقام پسته به آن مبتلا می‌شوند. این بیماری در باغ‌های پسته با مدیریت ضعیف آبیاری و تغذیه از شدت بیشتری برخوردار می‌باشد. اولین بار در استان کرمان، امینایی و ارشاد (۱۳۶۸) سرخشکیدگی ناشی از قارچ *Paecilomyces variotti* را گزارش نمودند. براساس گزارش‌های موجود، شیوع سرخشکیدگی در باغ‌های پسته از ۳ تا ۹۰ درصد متغیر بوده که متوسط شیوع آن ۱۷ تا ۲۸ درصد می‌باشد (اشکان و همکاران، ۱۳۷۶؛ علایی و همکاران، ۱۳۷۷؛ مظفری و همکاران، ۱۳۸۴).

انتشار عوامل بیماریزای فوق به وسیله باد و یا باران صورت می‌گیرد (Ghelichi et al., 2012). گرچه وجود زخم روی شاخه‌ها، آفتاب سوختگی، خسارت آفاتی مانند سوسک‌های پوستخوار و ضعف درختان در اثر آبیاری و تغذیه نامناسب می‌تواند شرایط را برای نفوذ عوامل مولد سرخشکیدگی و آلودگی توسط آنها فراهم نماید اما تعدادی از قارچ‌های مولد سرخشکیدگی حتی در شرایطی که درخت تحت تنش نیز نمی‌باشد می‌تواند باعث آلودگی شوند. بیماری در آغاز به صورت لکه‌های کوچک سیاه رنگ در سطح پوست شاخه‌های آلوده دیده می‌شود (امینایی و ارشاد، ۱۳۶۸). سپس روی شاخه‌های آلوده نوارهای طولی به رنگ قهوه‌ای تیره ظاهر می‌شود که با پیشرفت بیماری، رنگ آنها تیره‌تر شده و به علت اختلاف رنگ از قسمت‌های سالم شاخه به راحتی قابل تشخیص می‌باشد. قسمت‌های آلوده، اغلب فرورفته بوده و به صورت شانکرهایی با حاشیه مشخص مشاهده می‌شوند (شکل ۳۴). با توجه به این که بیماری بیشتر در درختان ضعیف و در باغ‌های با مدیریت تغذیه و آبیاری نامناسب وجود دارد، بنابراین انجام عملیات به‌زراعی مناسب می‌تواند در کنترل این بیماری نقش مهمی داشته باشد.

- رعایت اصول تغذیه بهینه به ویژه رفع کمبود عناصر پتاسیم، کلسیم و روی زیر نظر متخصصین تغذیه گیاهی، تأثیر معنی‌داری در کاهش بیماری داشته است. بنا بر گزارش مظفری و همکاران (۱۳۸۴) تامین مناسب این عناصر در برنامه تغذیه‌ای درختان پسته، می‌تواند طول خشکیدگی سرشاخه‌ها را به میزان ۶۳ درصد کاهش دهد.



(ب)



(الف)



(د)



(ج)

شکل ۳۴- بیماری سرخشیدگی در اندام هوایی درختان پسته (الف: تغییر رنگ بافت‌های رویی و زیرین پوست شاخه؛ ب: تغییر رنگ بافت پوست، آوند آبکش و چوبی در شاخه‌های آلوده؛ ج و د: خشکیدگی برگ و خوشه میوه)

- جهت جلوگیری از توسعه بیماری، هرس شاخه‌های آلوده به میزان بیشتر از ۲۰ سانتی‌متر زیر شانکرها و پوشاندن محل زخم حاصل از هرس با ترکیبات ضدعفونی کننده مناسب توصیه می‌گردد. لازم به ذکر است که شاخه‌های آلوده هرس شده، بایستی به سرعت منهدم و سوزانده شوند.
- آبیاری مناسب و به موقع درختان پسته می‌تواند باعث کاهش فعالیت عامل بیماری و توسعه آن گردد.
- کنترل بعضی از آفات مانند سوسک‌های پوست‌خوار و شپشک‌ها در درختان پسته که علاوه بر ضعف درختان، باعث ایجاد راه نفوذ برای قارچ‌ها می‌گردند، در کنترل بیماری دارای اهمیت می‌باشد.

- بعضی از قارچ‌های عامل بیماری از جمله *P. formosus*، دارای میزبان‌های دیگری از جمله درختان بنه، انار، بادام اهلی و کوهی، ابریشم مصری، خرزهره، درخت گز و درختچه‌های شوره گز و تاغ می‌باشند (حیدریان و همکاران، ۱۳۹۴)، لازم است در برنامه‌های کنترلی این میزبان‌ها نیز مورد توجه قرار گیرند.
- بر اساس گزارش‌های موجود، ارقامی مانند فندق ۴۸ و بادامی ریزرند کمترین حساسیت و رقم اوحدی بیشترین حساسیت به عامل بیماری در شرایط آزمایشگاهی را نشان داده‌اند (علایی و همکاران، ۱۳۷۷).

۶-۲-۵- بیماری لکه برگی آلترناریایی

این بیماری در باغ‌های با درختان متراکم، میزان بارندگی زیاد و آبیاری غرقابی و سنگین، شدید می‌باشد. آلودگی شدید درختان پسته علاوه بر ریزش برگ‌ها و ضعف درختان می‌تواند موجب رنگ گرفتن پوسته چوبی میوه‌ها و کاهش کیفیت آنها گردد (Michailides, 2002a). در ایران اولین بار امینایی و ارشاد (۱۳۶۸) عامل بیماری را از درختان پسته جداسازی نموده و بیماریزایی آن را اثبات نمودند. آلودگی بالای درختان به این بیماری می‌تواند موجب ریزش برگ‌ها و از بین رفتن محصول سال جاری و آینده شود. رطوبت نسبی بالا و وجود شبنم برای حضور بیماری مناسب است (Michailides, 2002a). نشانه‌های بیماری روی برگ و میوه‌ها دیده می‌شود. آلودگی برگ‌ها در بهار یا اوایل تابستان رخ می‌دهد، اما معمولاً نشانه‌های بیماری در اواخر تابستان و پاییز با مساعد شدن شرایط آب و هوایی بروز می‌کند. لکه‌های روی برگ گرد تا نامنظم بوده که با پیشرفت بیماری این لکه‌ها بهم پیوسته و ممکن است کل پهنک برگ را نیز فرا بگیرند (شکل ۳۵). در اواخر فصل به دلیل تولید کنیدیوم‌های عامل بیماری، وسط لکه‌ها تیره-رنگ شده و اطراف آنها به وسیله هاله‌ای زرد رنگ پوشیده می‌شود (Pryor & Michailides, 2002). افزایش آلودگی در پهنک برگ باعث سوختگی و ریزش شدید و زود هنگام برگ‌ها می‌گردد (Michailides, 2002a). آلودگی روی میوه‌های نارس به صورت لکه‌های سیاه‌رنگ کوچک با قطر حدود یک میلی‌متر ایجاد می‌شود. در میوه‌های

بالغ و رسیده این لکه‌ها بزرگتر شده و اغلب توسط حاشیه‌ای به رنگ ارغوانی مایل به قرمز احاطه می‌شوند. تعدادی از این لکه‌ها در بافت‌های داخلی پوست سبز نیز گسترش یافته و باعث رنگ‌گیری بافت چوبی میوه پسته می‌شوند (Michailides, 2002a).



(ب)



(الف)



(د)



(ج)

شکل ۳۵- نشانه‌های لکه‌برگی آلترناریایی روی برگ درخت پسته (الف و ب) و پوست رویی و سطح داخلی پوست چوبی میوه پسته (ج و د)

روش‌های کنترل این بیماری عبارتند از:

- کوتاه کردن زمان آبیاری به خصوص در شهریورماه می‌تواند بیماری را کاهش دهد.
- در باغ‌هایی که جمعیت علف هرز کم باشد، برای کاهش شدت بیماری از سیستم‌های آبیاری قطره‌ای یا زیرزمینی نیز استفاده می‌شود.
- از قارچ‌کش‌های مناسب با نظر متخصصین بیماری‌های گیاهی استفاده گردد.

- برای به حداقل رساندن میزان خسارت بیماری در میوه‌ها و کاهش رنگ‌پذیری پوست چوبی میوه، برداشت به موقع محصول توصیه می‌شود. هرگونه تاخیر در برداشت محصول به خصوص در مناطقی با شدت آلودگی بالا، می‌تواند باعث رنگ‌گیری پوست چوبی و کاهش کیفیت میوه شود.

به طور کلی، در صورت عدم اتخاذ روش‌های مبارزه با بیماری‌های درختان پسته، بیش از ۲۵ درصد محصول از بین خواهد رفت، که در حال حاضر با استفاده از دستاوردهای تحقیقاتی و روش‌های مبارزه، این خسارت به کمتر از ۱۰ درصد کاهش یافته است.

۷- فرآوری محصول و صنایع غذایی و تبدیلی پسته

پسته در مقایسه با بسیاری از محصولات زراعی و باغی، یک ماده غذایی انرژی‌زا و با پروتئین بالاتر به شمار می‌رود. پسته از نظر مواد معدنی آهن و پتاسیم و ویتامین‌های گروه A، B و ویتامین C و فیتواستروئول‌ها (ترکیبات ضد سرطان) نسبت به مغزهای دیگر درختی غنی‌تر است. جدول ۲۸ اطلاعات ارزشمندی در خصوص اهمیت غذایی پسته در بین محصولات کشاورزی و به خصوص سایر میوه‌های خشکباری در اختیار ما قرار می‌دهد (موحدی و روستا، ۱۳۷۹).

جدول ۲۸- مقایسه ترکیبات ۱۰۰ گرم پسته با برخی از محصولات باغی و زراعی

نوع محصول	انرژی (کیلوکالری)	کربوهیدرات (گرم)	پروتئین (گرم)	چربی (گرم)
پسته	۵۷۷	۲۵	۲۰	۴۸
بادام	۵۵۴	۸	۲۱	۴۸
فندق	۵۸۷	۱۷	۱۳	۶۲
گردو	۶۴۱	۱۸	۱۴	۶۲
برنج	۳۶۵	۸۰	۶	۱
جو	۳۵۸	۷۷	۱۰	۲
ذرت	۳۵۷	۸۵	۱	۱
گندم	۳۴۹	۷۰	۱۲	۲
سیب زمینی	۳۵۱	۸۰	۸	۱

میزان ضایعات پسته با تجربه باغدار و سطح زیر کشت رابطه معکوس دارد. بیشترین صدمات در باغ ایجاد می‌شود که عامل آن عوامل اقلیمی و آفات پسته است و باعث افزایش ضایعات پس از برداشت خواهد شد (شفیعی، ۱۳۸۴). پس از آن ضایعاتی است که در اثر سنتی بودن دستگاه‌ها هنگام درجه‌بندی پسته و یا تنظیم نبودن آن و در نتیجه شکسته شدن پوست پسته ایجاد می‌شود. البته عوامل دیگری چون سرمازدگی و گرم‌زدگی، شرایط انبار، کم آبی و نوع رقم محصول نیز در شکسته شدن پوست پسته و در نتیجه ایجاد ضایعات موثر هستند. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که ۲۷/۷ درصد ضایعات در اثر تغییر عوامل اقلیمی (تغییرات ناگهانی دما، گرم‌زدگی و سرمازدگی) و ۲۴/۷ درصد در اثر آفات مختلف ایجاد می‌شود (شفیعی، ۱۳۸۴).

بر اساس تحقیقات انجام شده نسبت پسماند به محصول پسته خشک حداقل ۱/۲۵ و حداکثر ۲ برابر می‌باشد. اجزای تشکیل دهنده ضایعات نیز ۶۴/۵ درصد پوست نرم پسته، ۲۵ درصد خوشه، ۱۰ درصد برگ و ۰/۵ درصد نیز مغز و پوست استخوانی است. البته نسبت این اجزا با یکدیگر در شرایط مختلف متفاوت است. (شاکر اردکانی و همکاران، ۱۳۹۷). با ارزش‌ترین قسمت ضایعات، ضایعات مغز پسته است که به طور متوسط ۰/۳۲ درصد است (جدول ۲۹). میزان ضایعات پسته تولیدی در سال ۱۳۹۸ به شرح جدول ۳۰ است.

مواد طبیعی زایدات پوست‌گیری، فسادپذیر هستند طوری که با گذشت چند روز سیاه، گندیده و کپک زده می‌شوند، هجوم و تراکم حشرات مزاحم در اطراف آن‌ها دیده می‌شود و آلودگی زیست محیطی گسترده‌ای را ایجاد می‌کند. علاوه بر این بستر مناسبی برای زمستان‌گذرانی اسپور قارچ آسپرژیلوس محسوب می‌شوند که این امر مبارزه با گسترش زهرابه آفلاتوکسین را مشکل کرده و حتی به توسعه آن نیز کمک می‌کند. متأسفانه، عده‌ای از باغداران از این مواد به عنوان کود سبز استفاده می‌کنند و با دست خود آفلاتوکسین را به باغ می‌آورند. اسپور قارچ آسپرژیلوس به راحتی از طریق باد منتشر می‌شود. بنابراین، انباشتن این مواد در حوالی باغ‌های پسته یا ترمینال‌ها می‌تواند اثری مشابه با وارد کردن این

مواد به باغ‌ها داشته باشد. علاوه بر این، باید به هزینه‌های صرف شده برای خروج این مواد از محدوده ترمینال‌ها نیز توجه داشت. این در حالی است که این ضایعات سرشار از ترکیبات غذایی هستند و می‌توانند ارزش افزوده بالایی را در بر داشته باشند (جدول ۳۱). شکل ۳۶ ضایعات و زائدات پسته و شرایط محیطی قرار گرفتن آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۲۹- اجزای تشکیل دهنده ضایعات پسته

نمونه	درصد پوست نرم	درصد برگ	درصد شاخه و خوشه	درصد پوست سخت	درصد مغز
۱	۸۷/۲	۳/۵	۹/۲	۰/۰۳۲	۰/۰۴۸
۲	۶۹/۷	۴/۷	۲۵	۰/۲	۰/۳۳
۳	۵۸/۲	۲۳/۹	۱۷/۸	۰/۰۳	۰/۰۷
۴	۸۷	۴/۱	۶/۷	۱/۰۹	۱/۵۳
۵	۲۰	۳۰	۵۰	۰	۰
۶	۹۴/۷	۰	۱/۷	۰/۰۱	۰/۰۲
۷	۷۰	۹	۲۰/۵	۰/۰۹	۰/۴۱
۸	۶۹/۷	۴/۷	۲۵	۰/۲	۰/۳۳
۹	۷۶	۲۰/۱	۳	۰/۳۷	۰/۴۹
۱۰	۳۵/۳	۴۱/۲	۲۳/۵	۰	۰
میانگین	۶۶/۸	۱۴/۱	۱۸/۲	۰/۲	۰/۳۲

جدول ۳۰- میزان ضایعات پسته در سال ۱۳۹۸

میزان مغز پسته در ضایعات (هزار تن)			میزان مغز پسته در ضایعات (درصد)			میزان ضایعات ترمینال‌های ضبط پسته (هزار تن)	میزان تولید پسته سال ۱۳۹۸ (هزار تن)
متوسط	حداکثر	حداقل	متوسط	حداکثر	حداقل		
۲/۲	۱۰/۱	۰	۰/۳۲	۱/۵	۰	۶۷۴	۳۳۷

جدول ۳۱- درصد مواد مغذی در پوست سبز پسته

درصد	نوع ماده مغذی
۱۱	پروتئین (درصد)
۱۵	فیبر (درصد)
۱۲	خاکستر (درصد)
۳۳	ماده خشک (درصد)
۵۵/۵	عصاره فاقد ازت (درصد)
۶	چربی (درصد)
۴۴۲۵	انرژی (کیلو کالری در کیلو گرم)



شکل ۳۶- پوست گیری خانگی پسته و قرار گرفتن ضایعات پسته در کنار جاده

پوست سبز پسته حاوی ۱۱ درصد پروتئین و ۱۵ درصد فیبر است. عصاره پوست سبز پسته قابلیت استفاده به عنوان منبع آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی را دارد. همچنین از ضایعات پسته که بیشتر آن را پوست سبز پسته تشکیل می‌دهد، می‌توان در صنایع تبدیلی (مانند مربا و مارمالاد، نساجی (رنگرزی)، تغذیه دام (به میزان ۱۰ درصد جیره دام)، بستر تولید قارچ خوراکی و تولید اسید لاکتیک (۱ تا ۵ درصد ملاس مورد نیاز)، فورفورال و تانن مورد استفاده قرار داد. پوست استخوانی پسته پتانسیل کربن فعال را دارد که در صنایع مختلف جهت رنگبری و بوگیری و همچنین به عنوان فیلتر در تصفیه روغن و نوشابه‌سازی کاربرد دارد. مغز پسته‌های ریز و لک‌دار، آفت زده، پرنده زده، و پسته‌هایی که در نمونه-برداری برای آزمایش آفلاتوکسین به کار می‌روند، جز ضایعات پسته محسوب می‌شوند. پسته خشک حدود ۵۰ درصد روغن دارد و قابلیت استحصال روغن آن حدود ۵۰ درصد است. روغن حاصل، مصارف دارویی و بهداشتی داشته و دارای ارزش غذایی بسیار بالایی می‌باشد. همچنین کنجاله حاصله دارای مقدار زیادی پروتئین است و اسیدهای آمینه موجود در آن، از نظر میزان و قابلیت جذب در حد مطلوبی است و به همین دلیل در جیره غذای دام و طیور استفاده می‌شود.

در صورت داشتن برنامه‌ای مدون و سازوکار مناسب برای برنامه‌ریزی، کسب فناوری‌های نداشته و ساماندهی داشته‌ها می‌توان از ضایعات مغز پسته که با هزینه زیاد و مصرف آب تولید شده است کاست همچنین سایر قسمت های ضایعات که در اکثر مواقع نیز مسایل زیست محیطی حادی را به دنبال دارد در جهت استفاده بهینه و تبدیل به مواد با ارزش، گام موثری برای شکوفایی اقتصاد کشاورز و کشاورزی برداشت. صنایع تبدیلی و تکمیلی از جمله مهم ترین زمینه‌های کاربرد ضایعات پسته است. وظیفه اصلی این صنایع، فرآوری محصولات کشاورزی و تبدیل آن‌ها به کالاهایی با ارزش تر است. برای افزایش ماندگاری و کاهش آلودگی زیست محیطی، ابتدا باید رطوبت ضایعات پسته را کاهش داد. برای اینکار می‌توان آن‌ها را به صورت خشک شده یا پرس شده در آورد. مهم ترین

گزینه‌های سرمایه‌گذاری اثربخش برای تبدیل ضایعات پسته به تولیدات قابل استفاده شامل موارد زیر است:

✓ استخراج روغن از ضایعات مغز پسته در مناطق پسته خیز بخصوص در شهرهای کرمان، رفسنجان و سیرجان توجه اقتصادی بیشتری دارد چون مواد اولیه این تولیدات به وفور و با قیمت ارزان در دسترس است.

✓ استفاده از ضایعات فرآوری پسته به عنوان بستر تولید قارچ خوراکی

✓ استفاده از ضایعات فرآوری پسته به عنوان خوراک دام، طیور و آبزیان

۸- نتیجه گیری کلی

اطلاعات موجود در حال حاضر نشان می‌دهد که میانگین بهره‌وری مصرف آب در تولید پسته کشور در حدود ۰/۱ کیلوگرم بر مترمکعب آب مصرفی می‌باشد. این شاخص در استان کرمان که با تولید یک سوم پسته کشور، به عنوان قطب اصلی تولید پسته ایران به شمار می‌رود، در حدود ۰/۱۲ کیلوگرم بر مترمکعب آب مصرفی می‌باشد. در حالی که میانگین بهره‌وری مصرف آب در باغ‌های پسته کشور آمریکا حدود ۰/۲۵۶ کیلوگرم بر مترمکعب آب است. البته مقدار بهره‌وری مصرف آب در برخی باغ‌های پسته کشور از جمله شهرستان‌های رفسنجان و انار که بیش‌ترین سطح زیر کشت پسته کشور را شامل می‌شوند، تا ۱/۵ کیلوگرم محصول خشک پسته بر هر مترمکعب آب را نیز گزارش شده است. این موضوع نشان می‌دهد که در صورت مدیریت بهینه باغ، دستیابی به سطوح بالای بهره‌وری مصرف آب در تولید پسته کشور، حتی در شرایط آب و خاک شور نیز امکان‌پذیر می‌باشد. در حال حاضر با توجه به تحقیقات کاربردی مهمی که انجام شده است، در محور مدیریت آبیاری از مهم‌ترین راهکارهای افزایش بهره‌وری آب می‌توان به اصلاح سامانه‌ها و سیستم‌های آبیاری سطحی موجود با استفاده از روش‌های کاهش عرض نوار، آبیاری یک درمیان نوارهای آبیاری، استفاده از خاکپوش‌ها جهت کاهش تلفات تبخیر و کاهش دور آبیاری در باغ‌های پسته، اصلاح خطوط انتقال آب جهت کاهش تلفات نشت و تبخیر از کانال‌ها و لوله‌های سیمانی قدیمی، بهینه‌سازی روش‌های آبیاری سطحی موجود با اصلاح پارامترهایی نظیر دبی ورودی به نوار، شیب نوار و طول نوار در

جهت افزایش راندمان کل آبیاری و بهبود یکنواختی توزیع آب در سطح باغ و همچنین توسعه اصولی سیستم‌های آبیاری تحت فشار و کم فشار زیر سطحی اشاره نمود.

در بحث سیاست‌های کلان اجرایی نیز اقداماتی از قبیل خاموش کردن چاه‌های آب برخی از مناطق در زمان‌های غیر ضروری، پلمپ کردن چاه‌هایی که از نظر کیفیت آب در حد پایینی هستند، برای جلوگیری از تخریب بیشتر خاک‌های منطقه، اجرای طرح اصلاح و مرمت باغ‌های پسته، حذف باغ‌های مسن و فاقد عملکرد اقتصادی، جلوگیری از افزایش سطح زیر کشت پس از تغییر سیستم آبیاری از غرقابی به سیستم‌های آبیاری تحت فشار و کم فشار زیر سطحی در مناطق بحرانی، آموزش باغداران در زمینه‌های مختلف کاشت، داشت و برداشت محصول باغ‌های پسته و تخصیص بودجه لازم برای انجام تحقیقات در زمینه‌های مختلف، کمک شایانی به افزایش بهره‌وری مصرف آب در باغ‌های پسته خواهد کرد.

در زمینه مدیریت آفات، استفاده از روش‌های تلفیقی در کنترل آفات پسته امری اجتناب ناپذیر است. در این رابطه استفاده از روش‌های غیر شیمیایی مانند کاربرد دشمنان طبیعی، روش‌های مبارزه فیزیکی و استفاده از سموم کم خطر، کاربرد روش‌های مبارزه زراعی و از همه مهمتر چگونگی آرایش آنها و اتخاذ استراتژی‌های مناسب برای کنترل آفات یا مدیریت مبارزه با آفات از جمله ضرورت‌های اصلی موضوع کنترل بهینه آفات پسته است. کنترل بیماری‌های درختان پسته و بهبود رشد درختان پسته در باغ‌های آلوده با استفاده از روش‌های شیمیایی، زراعی و بیولوژیکی، نیز می‌تواند باعث کاهش ۳۰ تا ۶۰ درصدی مرگ و میر درختان گردد. همچنین ضمن بهبود مدیریت به‌باغی در باغ‌های موجود، باید توسعه سطح زیر کشت صرفاً در مناطق مستعد و بر اساس توصیه‌های کارشناسی از نظر اصول احداث و نگهداری باغ و استفاده از پایه و ارقام مناسب با توجه به شرایط آب و هوایی صورت گیرد. در محور فرآوری و صنایع غذایی و تبدیلی نیز اقداماتی مانند تنوع دادن به محصولات صنایع تبدیلی و برنامه ریزی برای کاهش ضایعات پسته طی مراحل تولید تا مصرف را می‌توان نام برد.

فهرست منابع:

- ۱) احمدی، کریم،، عبادزاده، حمید رضا،، حاتمی، فرشاد،، محمدنیا افروزی، شهریار،، طاقانی، رضا عباس،، یاری، شهین،، و کلانتری، ملیحه السادات. ۱۴۰۰. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۹، جلد سوم: محصولات باغبانی. مرکز فتاوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی. ۱۶۴ صفحه.
- ۲) اسماعیل پور، ع، و پارسایی، م. ۱۴۰۰. بررسی و انتخاب مناسب ترین فاصله کاشت درختان پسته (بین و روی ردیف ها). گزارش نهایی پژوهشکده پسته.
- ۳) اسماعیل پور، ع، و پارسایی، م. ۱۳۷۹. بررسی اثرات هرس (سربرداری، تنک شاخه و حذف جوانه انتهایی) روی غالبیت انتهایی و سال آوری درختان پسته. گزارش نهایی موسسه تحقیقات پسته کشور. شماره ثبت ۷۹/۸۳۵ مورخ ۱۳۷۹/۱۲/۸.
- ۴) اسماعیل پور، ع، و میردامادی ها، ف. ۱۳۸۵. بررسی اثرات زمان برداشت و تاخیر فرایند پوست گیری بر میزان افلاتوکسین پسته. گزارش نهایی موسسه تحقیقات پسته کشور.
- ۵) اسماعیل پور، ع، تاج آبادی پور، ع، و حکم آبادی، ح. ۱۳۹۰. تولید و کشت پسته. انتشارات موسسه تحقیقات پسته کشور.
- ۶) اسماعیل پور، ع، شیبانی، ا، و میردامادی ها، ف. ۱۳۸۰. بررسی و مقایسه عملکرد کمی و کیفی ۲۸ رقم پسته در شرایط رفسنجان. گزارش نهایی موسسه تحقیقات پسته کشور. شماره ثبت ۸۰/۲۱۲ مورخ ۱۳۸۰/۴/۱۰.
- ۷) اسماعیل پور، ع، فریور مهین، ح، و پارسایی، مختار. ۱۳۸۰. بررسی اثرات پایه و پیوندک پسته (مرحله دوم). گزارش نهایی موسسه تحقیقات پسته کشور. شماره ثبت ۸۰/۲۱۳ مورخ ۱۳۸۰/۲/۱۰.
- ۸) اسماعیل پور، ع؛ امامی، س. ی؛ بصیرت، م؛ تاج آبادی پور، ع؛ حسینی فرد، س. ج؛ حقدل، م؛ حکم آبادی، ح؛ شاکر اردکانی، ا؛ صداقت، ر؛ صداقتی، ن؛ علوی، س. ح؛ محمدی، ا. ح؛ هاشمی راد، ح. ۱۳۹۹. پسته ایران. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران. ۴۰۵ صفحه.
- ۹) اشکان، م، ابوسعیدی، د، و ارشاد، ج. ۱۳۷۶. بررسی علل خشکیدگی و شانکر شاخه های درختان پسته در رفسنجان. بیماری های گیاهی ۳۳: ۱۵-۲۶

- (۱۰) امامی، س. ی. ۱۳۷۱. بررسی مقدماتی تله‌های فرمون طبیعی در پروانه چوبخوار پسته، *Kermania pistaciella* گزارش پژوهشی موسسه تحقیقات پسته کشور سال ۱۳۷۱. صفحه ۹۴-۹۸.
- (۱۱) امیراحمدی، ع. ر.، خباز جلفایی، ح.، و آصف، م. ر. ۱۳۸۵. اولین گزارش از قارچ *Armillaria mellea* روی پسته، انار، انجیر و زردآلو از ایران، هفدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، صفحه ۴۱۰.
- (۱۲) امینایی، م. م.، و ارشاد، ج. ۱۳۶۸. بیماری خشکیدگی سرشاخه‌های درختان پسته در استان کرمان. خلاصه مقالات نهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، مشهد، صفحه ۸۲.
- (۱۳) اوجی، ع.، کمالی، ا.، اسفندیارپور، ع.، و س. ج. حسینی فرد. ۱۳۹۰. پهنه بندی زمین آماری تناسب کیفی اراضی برای پسته در منطقه‌ی هرمزآباد رفسنجان. پایان نامه کارشناس ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان.
- (۱۴) آوند فقیه، آ.، داروغه، ح.، یزدانی، ع.، شیخی گرجان، ع.، و گریس، گ. ۱۳۸۷. بررسی کارآیی روش Attract and Kill در کنترل پروانه چوبخوار پسته. *Kermania pistaciella* هجدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، همدان.
- (۱۵) ایوبی، ش. ا. و ا. جلالیان. ۱۳۸۵. ارزیابی اراضی (کاربردهای کشاورزی و منابع طبیعی). انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ص ۳۸۷.
- (۱۶) بصیرت، م. ۱۳۷۷. فنولوژی زنبور سیاه مغزخوار پسته *Eurytoma plotnikovi* (Hym.: Eurytomidae) نسبت به میزبان و درجه حرارت در استان اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۱۴ صفحه.
- (۱۷) بصیرت، م. ۱۳۸۳. بررسی اثر حشره کش آکتارا روی پسیل پسته و اثرات جنبی آن روی دو گونه از دشمنان طبیعی پسیل. گزارش نهایی موسسه تحقیقات پسته کشور. رفسنجان. ۲۹ صفحه.
- (۱۸) بصیرت، م. ۱۳۸۳. تعیین نیازهای حرارتی پروانه چوبخوار پسته. گزارش نهایی موسسه تحقیقات پسته کشور. ۴۱ صفحه.
- (۱۹) بصیرت، م. ۱۳۸۴. بررسی تاثیر سه حشره کش جدید روی پسیل پسته و اثرات جانبی آن روی دو گونه از دشمنان طبیعی پسیل. گزارش نهایی موسسه تحقیقات پسته کشور. رفسنجان. ۲۰ صفحه.

- (۲۰) بصیرت، م. ۱۳۸۶. شب پره هندی و روش های کنترل آن در انبار های پسته. شورای انتشارات مؤسسه تحقیقات پسته کشور. ۴۱ صفحه.
- (۲۱) بصیرت، م. ۱۳۸۷. برآورد نیازهای گرمایی پروانه چوبخوار پسته *Kermania pistaciella* Amsel در شرایط صحرایی، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان، جلد ۴۵، شماره اول، صفحه ۳۴۹-۳۳۹.
- (۲۲) بصیرت، م. ۱۳۹۵. پروانه چوبخوار پسته و روش های کنترل آن. شورای انتشارات پژوهشکده پسته. ۲۰ صفحه.
- (۲۳) بصیرت، م. و سیدالاسلامی، ح. ۱۳۷۹. زیست شناسی زنبور سیاه مغزخوار پسته (*Eurytoma plotnikovi Nikolskaya*) در استان اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۴ (۱) صفحه ۱۳۷-۱۴۸.
- (۲۴) بصیرت، م. و مهرنژاد، م. ر. ۱۳۸۳. بررسی آستانه حداقل و نیاز حرارتی شب پره *Plodia interpunctella* (Lep. : Pyralidae). نامنه انجمن حشره شناسی ایران، ۲۴ (۲): ۱-۳۴.
- (۲۵) بصیرت، م. و هاشمی نسب، ح. ۱۴۰۱. بررسی اثر گاوگرد با فرمولاسیون های مختلف روی پسیل معمولی پسته و گیاه میزبان در منطقه رفسنجان. گزارش نهایی پژوهشکده پسته کشور. ۴۸ صفحه.
- (۲۶) پناهی، ب. و زهدی، ه. ۱۳۹۹. بررسی تاثیر کاربرد اتولین فراوری شده در کاهش خسارت آفتاب سوختگی برگ و میوه پسته. گزارش نهایی موسسه تحقیقات پسته کشور. شماره ثبت ۵۷۴۴۲ مورخ ۱۳۹۹/۲/۱۳.
- (۲۷) پورمحمدعلی، ب.، صالحی، م. ح.، حسینی فرد، س. ج.، اسفندیارپور، ع. و شیرانی، ح. ۱۳۹۶. تاثیر شاخص های کیفیت خاک و نوع مدیریت بر عملکرد پسته در منطقه رفسنجان. پایان نامه دکتری خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.
- (۲۸) جوانشاه، ا.، تاج آبادی پور، ع.، دهقانی شورکی، ی.، کاشانی زاده، س.، مرتضوی، ع.، شرافتی، ع.، اسماعیل پور، ع.، سهرابی، ن.، جمالی، ح.، کاوند، ع.، زاده پاریزی، ر.، پارسایی، م.، اصلدقی، غ. ۱۳۸۹. شناسایی و ثبت ارقام تجاری پسته با استفاده از خصوصیات مورفولوژیکی. گزارش نهایی موسسه تحقیقات پسته کشور.

- (۲۹) جوانشاه، ا.، علی‌پور، ح.، رفیعی، ع.، اسماعیلی رنجبر، ع.، و پارسایی، م. ۱۳۸۴. استفاده از مواد شیمیایی به منظور غلبه بر کمبود نیاز سرمایی درختان پسته. گزارش نهایی موسسه تحقیقات پسته کشور.
- (۳۰) چالاکی، م.، و اسدی، ا. ۱۳۷۸. دستورالعمل مبارزه با جوندگان مضر کشاورزی، انتشارات سازمان حفظ نباتات کشور. ۴۷ صفحه.
- (۳۱) حسینی فرد، س. ج.، بصیرت، م.، صداقتی، ن.، و اخیانی، ا. ۱۳۹۶ الف. دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه درختان پسته. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۰۱ صفحه.
- (۳۲) حسینی فرد، س. ج.، بصیرت، م.، صداقتی، ن.، و اخیانی، ا. ۱۳۹۶. دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه درختان پسته. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۰۱ صفحه.
- (۳۳) حسینی فرد، س. ج.، صداقتی، ن.، محمدی محمدآبادی، ا.، علی‌پور، ح.، و نیکویی، م. ر. ۱۳۹۸. اثرات محلولپاشی آهن از منابع سولفات و کلاته بر عملکرد و کیفیت میوه درختان پسته (*Pistacia vera* L.) رقم اوحدی در استان کرمان. مجله علوم و فناوری پسته، جلد ۴، شماره ۸، ۴۳-۶۰.
- (۳۴) حسینی فرد، س. ج.، محمدی محمدآبادی، ا.، صداقتی، ن.، و نیکویی دستجردی، م. ۱۳۹۵. مطالعه اثرات محلولپاشی غلظت‌های مختلف نیتрат پتاسیم در دوره پرشدن مغز میوه درختان پسته. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده پسته.
- (۳۵) حسینی فرد، س. ج.، صداقتی، ن.، عبدالمی عزت‌آبادی، م.، و محمدی، ا. ۱۳۹۶ ب. اثرات کاربرد مقادیر مختلف پرلیت (شرکت عمران مومان چابهار) بر جذب عناصر غذایی به وسیله درختان پسته. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده پسته.
- (۳۶) حسینی فرد، س. ج.، محمدی محمدآبادی، ا.، علی‌پور، ح.، و نیکویی، م. ر. ۱۳۹۰. اثرات محلولپاشی آهن و چهار نوع کود مرکب بر عملکرد و کیفیت میوه درختان پسته. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده پسته.
- (۳۷) حقدل، م.، و محمدی، ا. ح. ۱۳۹۹. بیماری‌های پسته و مدیریت آن‌ها. در اسماعیل‌پور، ع.، امامی، س. ی.، بصیرت، م.، تاج-آبادی-پور، ع.، حسینی-فرد، س. ج.، حقدل، م.، حکم‌آبادی، ح.، شاکر اردکانی، ا.، صداقت، ر.، صداقتی، ن.، علوی، س. ح.، محمدی، ا.

- ح.، و هاشمی‌راد، ح. ۱۳۹۹. پسته ایران (صفحات ۲۳۶ تا ۲۷۵). انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. ۴۰۵ صفحه.
- (۳۸) حکم آبادی، ح.، تاج آبادی پور، ع.، جوانشاه، ا.، میرزایی، س.، ابارقی، غ.، علوی، ح.، صابر ماهانی، س. ۱۳۹۰. روش های عملی کنترل سرمای بهاره باغ‌های پسته. گزارش نهایی موسسه تحقیقات پسته کشور. شماره ثبت ۱۰۶۱۸۹۹ مورخ ۱۳۹۰.
- (۳۹) حیدریان، ا. ۱۳۸۰. بیماری زوال و مرگ درختان مرکبات ناشی از قارچ *Natrassia mangiferae*. نشریه ترویجی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- (۴۰) حیدریان، ر.، فتوحی فر، خ.، محمدی، ا. ح.، جوان‌نیکخواه، م.، دبیس، ف.، وانن، د. ۱۳۹۴. تنوع میزبانی و پراکنش قارچ *Paecilomyces formosus* عامل بیماری سرخشکیدگی درختان پسته در ایران. دومین کنگره قارچ‌شناسی ایران، کرج، صفحه ۲۱۰.
- (۴۱) خواجه پور، ز. ۱۳۷۱. بررسی مقدماتی بیواکولوژی سن *Lygaeus pandurus* روی درختان پسته در منطقه رفسنجان. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز. ۱۳۰ صفحه.
- (۴۲) زین‌الدینی، ع. ۱۳۹۲. بررسی خصوصیات برخی از خاک‌های زیر کشت پسته و تعیین نیازهای گیاهی و ویژگی‌های اراضی برای گیاه پسته در استان کرمان. پایان نامه دکتری دانشگاه آزاد، واحد علوم و تحقیقات تهران.
- (۴۳) شاکر اردکانی، احمد. ۱۳۹۵. راهنمای برداشت، فرآوری و انبارداری پسته. موسسه تحقیقات پسته کشور.
- (۴۴) شاکر اردکانی، ا. ۱۳۹۷. ارزیابی وضع موجود، تحلیل آینده و تحلیل راهبردی در زمینه ضایعات پسته. گزارش نهایی پژوهشکده پسته.
- (۴۵) شرکت سهامی آب منطقه ای کرمان، امور آب رفسنجان. ۱۳۹۷. آمار منتشر نشده.
- (۴۶) شفیعی، ل.، و زین‌الدینی، ع. ۱۳۸۴. بررسی عوامل مؤثر بر ضایعات پسته استان کرمان. دومین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. آبان ماه، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- (۴۷) صدقاتی، ن.، حسینی فرد، س. ج.، و عبد‌اللهی عزت‌آبادی، م. ۱۳۹۳. بررسی امکان تغییر سیستم آبیاری سطحی غرقابی به زیرسطحی با لوله‌های PVC در باغ‌های پسته. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی پژوهشکده پسته، رفسنجان. ۲۶ صفحه. شماره ثبت ۴۶۵۵۲ مورخه ۹۳/۱۱/۱۱.

(۴۸) صداقتی، ن.، حسینی فرد، س. ج.، و محمدی محمدآبادی، اکبر. ۱۳۸۷. بررسی امکان کاهش عرض نوارهای آبیاری در باغهای پسته. مجله پژوهش و سازندگی. ویژه نامه زراعت و باغبانی شماره ۸۵. زمستان ۱۳۸۷.

(۴۹) صداقتی، ن.، حسینی فرد، س. ج.، و محمدی محمدآبادی، اکبر. ۱۳۹۱ الف. مقایسه عملکرد سیستمهای آبیاری قطره ای سطحی و زیرسطحی بر روی درختان بارور پسته. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، دانشگاه مشهد. جلد ۲۶، شماره ۳. مرداد و شهریور ۱۳۹۱، صفحات ۵۸۵-۵۷۵.

(۵۰) صداقتی، ن.، حسینی فرد، س. ج.، حکم آبادی، ح.، و محمدی محمد آبادی، ا. ۱۳۹۱ ب. بررسی امکان آبیاری یک در میان نوارهای آبیاری جهت کاهش دور آبیاری در باغهای پسته. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی پژوهشکده پسته، رفسنجان. ۲۲ صفحه. شماره ثبت ۴۱۱۵۰ مورخه ۹۱/۴/۲۴.

(۵۱) صداقتی، ن.، حیدرآبادی، م.، و لری، ن. ۱۳۹۱ ج. معرفی روش آبیاری نواری ۲ متر در باغ های پسته با فواصل ردیف بیش از ۶ متر. گزارش نهایی طرح مشترک تحقیقی- ترویجی پژوهشکده پسته و سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان. ۹ صفحه. شماره ثبت ۴۵۶۱۳ مورخه ۹۳/۵/۱۱.

(۵۲) صداقتی، ن.، علیزاده، ا.، انصاری، ح. ف. و حسینی فرد، س. ج. ۱۳۹۴. اثر استفاده از خاکپوش پلاستیکی در آبیاری قطره‌ای بر رشد، عملکرد و بهره‌وری مصرف آب پسته. نشریه پژوهش آب در کشاورزی/ب/ جلد ۲۹، شماره ۴. صفحات ۴۹۵-۴۸۳.

(۵۳) طاهری، م. ۱۳۹۵. گزارش نهایی بررسی امکان کشت پسته در اراضی حاشیه رودخانه قزل اوزن در استان زنجان. نشریه شماره ۲۰۳۵، موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج.

(۵۴) طاهری، م. ۱۳۹۵. بررسی امکان کشت پسته در اراضی حاشیه رودخانه قزل اوزن در استان زنجان، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، موسسه تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، ص ۱۸۱.

(۵۵) عباسی، ف.، عباسی، ن.، و توکلی، ع. ۱۳۹۶. بهره‌وری آب در بخش کشاورزی، چالش‌ها و چشم‌اندازها. نشریه آب و توسعه پایدار. سال چهارم، شماره ۱. صفحات ۱۴۴-۱۴۱.

(۵۶) عبدالهی عزت آبادی، م.، صداقت، ر.، میرزایی، س.، و دبستانی، ع. ۱۳۹۸. بررسی توانایی و نقش تشکلهای محلی در حفاظت از منابع آب در مناطق پسته-کاری شهرستان-های انار و رفسنجان. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده پسته، ۳۰ صفحه.

- (۵۷) عبدالحی عزت آبادی، م.، صداقتی، ن.، صداقت، ر.، محمدی محمدآبادی، ا.، میرزایی، س.، و ابارقی، غ. ۱۳۹۷. بررسی اقتصادی مدیریت آبیاری باغ‌های پسته در شهرستان‌های انار و رفسنجان. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده پسته، ۴۸ صفحه.
- (۵۸) عبدالحی عزت آبادی، م.، محمدی محمدآبادی، ا.، جوانشاه، ا.، صداقت، ر.، سعیدی، ع.، عرب، ح.، دبستانی، ع.، محمدی، م.، اکبری پور، ا.، و میرزایی، س. ۱۴۰۰. ارزیابی شاخص‌های فنی و اقتصادی ایجاد کننده انگیزه پذیرش سیستم آبیاری تحت فشار در باغ‌های پسته استان کرمان. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده پسته، ۵۵ صفحه.
- (۵۹) عبدالحی عزت آبادی، م.، موذن پور کرمانی، م.، حسینی فرد، س. ج.، حکم آبادی، ح.، بصیرت، م.، میرزایی، س.، ابارقی، غ.، و محمدی، م. ۱۳۹۳. بررسی نقش مدیریت زمان مصرف نهاده‌ها در ارتقاء بهره‌وری تولید پسته در شهرستان‌های انار و رفسنجان. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، موسسه تحقیقات پسته کشور، ۵۲ صفحه.
- (۶۰) عزیزاده، ا.، و کمالی، غ. ۱۳۸۷. نیاز آبی گیاهان در ایران. نشر دانشگاه امام رضا. مشهد. ۲۲۸ صفحه.
- (۶۱) فرشی، ع. ا.، شریعتی، م.، ر.، جارالهی، ر.، قائمی، م.، ر.، شهابی فر، م.، و تولایی، م. (۱۳۷۶). برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی، جلد دوم، گیاهان باغی. موسسه تحقیقات خاک و آب کشور. نشر آموزش کشاورزی، ۶۳۰ صفحه.
- (۶۲) قمری نژاد رحمانی، ر.، شیشه بر، پ.، سراج، ع. ا.، بصیرت، م.، و ب. پناهی. ۱۳۸۵. بیولوژی پروانه میوه خوار پسته *Recurvaria pistaciicola* Danil و مقایسه آن با مراحل رشدی میزبان در منطقه رفسنجان. هفدهمین گنگره گیاهپزشکی ایران، کرج. صفحه ۲۶۱
- (۶۳) کشاورز، ع.، شریعتمداری، م. ح.، خسروی، ع.، شیخی مهرآبادی، ا. ع.، یکی خشک، ا.، شعبانی، م.، بخشایش، م.، کیانپور، ر. و ب. فکاری. ۱۳۹۵. برآورد ارزش اقتصادی آب از دست رفته‌ی ناشی از ضایعات محصولات کشاورزی (زراعی و باغی آبی، از مرحله برداشت تا قبل از مصرف). آب و توسعه پایدار، ۳(۱): ۷۳-۸۲
- (۶۴) گیوی، ج. ۱۳۷۶. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی و باغی. نشریه شماره ۱۰۱۵. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران. ۱۰۰ ص.
- (۶۵) لشکری، ح.، و کیخسروی، ق. ۱۳۸۸. مکان یابی محل‌های مناسب کشت پسته در شهرستان سبزوار به روش استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، همراه با مدل‌های (بولین،

نسبت دهی، روش مقایسه زوجی)، نشریه جغرافیا و برنامه ریزی (دانشگاه تبریز)، شماره ۲۷، ص ۹۵-۱۳۹.

۶۶) محمدی محمدآبادی، ا.، حسینی فرد، س. ج.، و صداقتی، ن. ۱۳۸۷. اثرات تغییر سیستم آبیاری از روش سنتی (غرقابی) به زیر سطحی بر روی درختان بارور پسته. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اصفهان. شماره ۴۳ (الف). بهار ۱۳۸۷.

۶۷) محمدی محمدآبادی، ا.، حسینی فرد، س. ج.، عبدالحی عزت‌آبادی، م.، صداقتی، ن.، مرادی، م.، و تاج‌آبادی‌پور، ع. ۱۳۹۴. بررسی امکان تغییر سیستم آبیاری از روش سطحی به زیرسطحی با لوله سیمانی در باغ‌های پسته. ۲۹ صفحه. شماره ثبت ۴۷۷۸۰ مورخه ۹۴/۷/۶.

۶۸) محمدی محمدآبادی، ا.، عبدالحی عزت‌آبادی، م.، صداقتی، ن.، محمدی، ا. ح.، و حیدری، م. ۱۳۹۶. بررسی اثر کاربرد سطوح مختلف پرلیت (شرکت عمران مومان رفسنجان) بر روی کاهش میزان تنش خشکی در باغ‌های پسته. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی پژوهشکده پسته، رفسنجان. ۳۲ صفحه. شماره ثبت ۵۳۱۶۴ مورخه ۹۶/۱۲/۱۵.

۶۹) محمدی محمدآبادی، ا.، موذن پور، م.، صالحی، ف.، و نیکویی، م. ر. ۱۳۸۳. کاهش دفعات آبیاری درختان پسته در دوران خواب گیاه و تعیین تاثیرات آن. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، موسسه تحقیقات پسته کشور. شماره ثبت ۸۳/۸۵۵.

۷۰) محمودآبادی، م. ۱۳۸۹. پهنه بندی اقلیم کشاورزی پسته در استان کرمان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه یزد. ص ۱۱۸.

۷۱) محمودفال، س.، حجتی پور، م.، و صادقی، ح. ۱۳۹۲. مقایسه کارآیی روش های تصمیم گیری چند شاخصه (AHP) و تاپسیس به منظور تعیین نواحی مستعد کشت محصول پسته در دشت مختاران شهرستان بیرجند در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال سیزدهم، شماره ۳۱، صص ۱۳۳-۱۵۵.

۷۲) مقامی مقیم، غ.، و حسینی صدیق، س. م. ۱۳۹۶. پهنه‌بندی قابلیت کشت پسته در استان خراسان شمالی با استفاده از پارامترهای اقلیمی و مورفولوژیکی، فصلنامه توسعه پایدار محیط جغرافیایی، سال اول، شماره دوم، صص ۶۳-۴۹.

۷۳) مهرنژاد، م. ر. ۱۳۸۹. سند راهبردی تحقیقات پسته ایران. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات پسته کشور.

۷۴) مهرنژاد، م. ر. ۱۳۹۳. آفات درختان پسته ایران، دشمنان طبیعی و روش های کنترل. مرکز نشر سپهر. تهران. ۲۷۱ صفحه.

(۷۵) موذن پور کرمانی، م.، محمدی محمدآبادی، ا.، آزاد، ا.، و محمدی، ن. ۱۳۸۶. بررسی اثر تغییر سیستم آبیاری از روش سطحی به قطره‌ای روی درختان پسته. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، موسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان، ۹۳ صفحه.

(۷۶) میروموسی س. ح.، و میریان، م. ۱۳۹۳. مطالعه و پهنه بندی ویژگی های جغرافیایی کشت پسته در استان زنجان. نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی، سال ۱۸، شماره ۴۹، ص ۲۹۵-۳۱۵.

(۷۷) میریان، م.، میر موسوی، ح.، احدنژاد، م.، و طاهری، م. ۱۳۸۹. امکان سنجی اقلیمی کشت پسته در استان زنجان، پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان.

(۷۸) هاشمی راد، ح.، و فریور مهین، ح. ۱۳۸۷. سوسک های سرشاخه خوار و پوست خوار پسته و روش های کنترل آنها. انتشارات مؤسسه تحقیقات پسته کشور، ۲۰ صفحه.

(۷۹) هاشمی راد، ح. ۱۳۷۹. سن های زیان آور پسته در استان کرمان. انتشارات موسسه تحقیقات پسته کشور، ۱۳ صفحه.

(۸۰) هاشمی راد، ح. ۱۳۸۵. سنک های پسته. انتشارات مؤسسه تحقیقات پسته کشور، ۱۲ صفحه.

(۸۱) وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۹. آمارنامه کشاورزی. معاونت برنامه ریزی و اقتصادی. دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، تهران.

(۸۲) یاراحمدی، ج. ۱۳۹۹. تعیین مناطق مستعد رویشی پسته از نظر اقلیمی با استفاده از مدل سازی در محیط GIS در استان های آذربایجان غربی، کردستان و اردبیل. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی.

(۸۳) یزدانی، ع.، جعفری ندوشن، ع. و جلیلود، ن. ۱۳۹۰. مطالعه کارایی آفت کشهای جدید سوپر ارتوس، بیسکایا و مموری در مقایسه با حشره کشهای رایج علیه پسیل پسته. گزارش نهایی مرکز تحقیقات کشاورزی کرمان.

84) Achterberg, C. van and Mehrnejad, M. R. 2002. The braconid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) of *Kermania pistaciella* Amsel (Lepidoptera: Tineidae: Hieroxestinae) in Iran. Zoologische Mededelingen Leiden, 76: 27-40.

85) Bishop, C.D., and Cooper, R.M. 1983. An ultrastructural study of root invasion in three vascular wilt diseases. Physiological Plant Pathology 22:15-27.

- 86) Brown, G.T., and Doster, M.A. 2002. Phytophthora Diseases. In: B.L.Teviotdale, T.J.Michailides, J.W.Pscheidt (Eds.), Compendium of Nut Crop Disease in Temperate Zones (pp.3-6). APS Press.
- 87) Emami S. Y. and Mehrnejad. M. R. 2006. Weed aphids and their parasitoids in pistachio orchards in kerman province, Acta Horticultur.
- 88) Epstein, L., Beede, R., Kaur, S. and Ferguson, L. 2004. Rootstock effects on pistachio trees grown in Verticillium dahliae infested soil. Phytopathology 94:388-395.
- 89) Ferguson, L. and D. R. Haviland. 2016. Pistachio Production Manual. University of California. Agriculture and Natural Resources Publication
- 90) Fradin, E.F., and Thomma, B.P.H.J. 2006. Physiology and molecular aspects of Verticillium wilt diseases caused by V. dahliae and V. albo-atrum. Molecular Plant Pathology 7:71-86.
- 91) Ghelichi, M., Mohammadi, A.H., Haghdel, M. and Eskandari, A. 2012. Distribution of pistachio die-back in khorasan-razavi province and application of some fungicides for the disease control. International Journal of Nuts and Related Sciences 3(1):23-28
- 92) Goicoechea, N. 2009. To what extent are soil amendments useful to control Verticillium wilt? Pest Management Science 65:831-839.
- 93) Hassani M. R., Nouri-Ganbalani G., Izadi H., Shojai, M. and Basirat M. 2009. Economic injury level of the psyllid, Agonoscena pistaciae, on pistachio, Pistacia vera cv. Ohadi. Journal of Insect Science (9 – 40)
- 94) Inderbitzin, P., Bostock, R.M., Davis, R.M., Usami, T., Platt, H.V and Subbarao, K.V. 2011. Phylogenetics and taxonomy of the fungal vascular wilt pathogen Verticillium, with the descriptions of five new species. Plos one 6(12): e28341.
- 95) Katan, J. 1987. Soil solarization. In: I. Chet (Eds.), Innovative approaches to plant disease management (pp. 77– 105). Wiley, New York.
- 96) Mehrnejad, M. R. and Emami, S. Y. 2004. Parasitoids associated with the common pistachio psylla Agonoscena pistaciae, in Iran. Biological control (ISI Elsevier)
- 97) Michailides, T.J. 2002a. Alternaria Late Blight. In: B.L.Teviotdale, T.J.Michailides, J.W.Pscheidt (Eds.), Compendium of Nut Crop Disease in Temperate Zones (pp.65-66). APS Press.

- 98) Michailides, T. J., Ogawa J. M. and Rice, R. E. 1988. Sites of Epicarp lesion and Kernel necrosis in relationship to symptoms and phenology of pistachio fruit. *J. Econ. Entomology*. 81(4): 1152- 1154.
- 99) Mohammadi, A.H., Haghdel, M., Banihashemi, Z., Mohammadi-moghadam, M. and Afzali, H. 2005. Current status of Verticillium wilt disease of pistachio in Iran. IV International Symposium on Pistachio and Almond, Iran, Tehran. P: 190.
- 100) MORADI, M., MOHAMMADI, A.H. and HAGHDEL, M. 2017. Efficiency of Elite fungicide for control of pistachio gummosis. *Journal of Nuts*, 8(01): 11-20.
- 101) Pryor, B.M. and Michailides, T.J. 2002. Morphological, pathogenic, and molecular characterization of *Alternaria* isolates associated with *Alternaria* late blight of pistachio. *Phytopathology* 92:406-416.
- 102) Rizzo, D.M. 2002. Armillaria Root Disease. In: B.L.Teviotdale, T.J.Michailides, J.W.Pscheidt (Eds.), *Compendium of Nut Crop Disease in Temperate Zones* (pp.1-2). APS Press
- 103) Sedaghati, N., A. Alizadeh., H. Ansari and S. J. Hosseinifard. 2016. Study of Changes in Soil Moisture and Salinity under Plastic Mulch and Drip Irrigation in Pistachio Trees. *Journal of Nuts* 7(1):21 -33.



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



2024

ISBN:978-622-91266-2-2



9 786229 126622

