

وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
موسسه تحقیقات پسته کشور

## معرفی سیستم آبیاری زیرسطحی بالوله های اسفنجی تراوا در باغ پسته

نگارندگان:

اکبر محمدی محمد آبادی و ناصر صداقتی  
اعضای هیات علمی موسسه تحقیقات پسته کشور

نام نشریه: معرفی سیستم آبیاری زیرسطحی بالوله های اسفنجی تراوا در  
باغ پسته

نویسندگان: اکبر محمدی محمد آبادی و ناصر صداقتی

ناشر: شورای انتشارات موسسه تحقیقات پسته کشور

ویراستاران علمی: علی تاج آبادی پوره امان اله جوانشاه، مژده حیدری، امیر حسین  
محمدی

چاپ اول: ۱۳۹۲

تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

امور فنی: نجمه صابری

مسئولیت صحت مطالب با نویسنده است.

شماره ثبت در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی ۲۲۸۱۱ به تاریخ

۹۲/۱/۲۷ می باشد.

قیمت:

نشانی: رفسنجان، میدان شهید حسینی، موسسه تحقیقات پسته کشور

صندوق پستی: ۷۷۱۷۵-۴۳۵

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۴	پیشگفتار
۴	مقدمه
۶	نتایج تحقیقات انجام شده کاربرد سیستم آبیاری زیر سطحی تراوا در باغ پسته
۶	نحوه کارگذاری و شرایط کارکرد سیستم
۷	توصیه ها و راهکارهای اجرایی کاربرد سیستم
۸	کنترل شوری خاک
۹	مقایسه سیستم آبیاری زیر سطحی تراوا با سایر سیستم ها
۱۱	مواد تشکیل دهنده لوله های آبیاری تراوا
۱۱	نحوه استفاده از کودهای شیمیایی و آلی
۱۱	سرویس و نگهداری
۱۳	نتیجه گیری
۱۲	منابع مورد استفاده

## پیش گفتار:

یکی از اهداف اصلی پژوهش در کشاورزی، حل مشکلات تولیدکنندگان مواد غذایی است. محققان با برنامه ریزی و اجرای پروژه های مناسب تحقیقاتی در رفع مشکلات موجود در کلیه مراحل کاشت، داشت، برداشت و فرآوری تولیدات کشاورزی به تولید کنندگان کمک می نمایند.

نشریه حاضر ماحصل دستاورد تحقیقاتی انجام شده توسط نگارنده و منابع علمی موجود، جهت معرفی روش آبیاری زیرسطحی با لوله های اسفنجی تراوا می باشد، که در راستای اشاعه کاربرد سیستم های نوین آبیاری در باغ های پسته تهیه شده است. همانطور که می دانید درختان پسته در طی سالیان متمادی با روش سطحی رایج در منطقه (غرقابی) انجام می شده، بنابراین تغییر سیستم آبیاری از روش سطحی به زیرسطحی مدنظر می باشد. روی سخن نیز با متخصصان، کارشناسان و تولیدکنندگان صنعت پسته است که در عرصه تولید حضور دائمی دارند و امید است که با اجرای پیشنهادها و توصیه های فنی در باغ های پسته کشور شاهد کاربرد صحیح تر سیستم های نوین آبیاری تحت فشار باشیم.

## مقدمه

کمبود منابع آبی مناسب در مناطق پسته کاری کشور به ویژه در استان کرمان، لزوم استفاده بهینه از منابع آبی موجود را قوت بخشیده و استفاده از سیستم های مدرن آبیاری را امری اجتناب ناپذیر نموده است. روش های سنتی آبیاری درختان پسته در منطقه به دو دلیل ماهیت ذاتی آنها و نیز مدیریت نامناسب، راندمان پائینی دارند. لذا در شرایط بحرانی کنونی، توسعه اصولی سیستم های آبیاری مبتنی بر تحقیقات علمی قدم موثری در بالا بردن راندمان کاربرد آب در باغ های منطقه به شمار می رود. ازجمله سیستم های نوین آبیاری که اخیراً در این منطقه به آنها توجه ویژه ای شده است، آبیاری قطره ای (سطحی و زیرسطحی)، بایلر، و زیرسطحی با لوله های اسفنجی می باشند. تحقیقات انجام شده روی روش های آبیاری زیرسطحی نشان می دهد که عموماً کاربرد این

سیستم‌ها باعث کاهش مصرف آب برای گیاهان ردیفی و حتی صرفه جویی بیشتر در باغ‌های مرکبات می‌شود. سیستم آبیاری زیرسطحی با استفاده از لوله‌های تراوا یک‌ک روش نسبتاً جدید است. این روش آبیاری یکی از روش‌های بهینه آبیاری است، که تقریباً از حدود ۳۰ سال پیش در آمریکا ابداع گردیده است. در این روش از لوله‌های اسفنجی متخلخل جهت رساندن مستقیم آب به ریشه گیاه استفاده می‌گردد. استفاده از این لوله‌های خاص این امکان را فراهم می‌آورد که بتوان علاوه بر آب، اکسیژن و دیگر مواد غذایی مورد نیاز گیاه را بصورت مستقیم در اختیار ریشه گیاه قرار داد. این روش آبیاری در زمره روش‌های آبیاری میکرو طبقه‌بندی می‌گردد. سیستم آبیاری تراوا در واقع همان سیستم قطره‌ای سطحی تکامل یافته است که در آن بسیاری از مشکلات نظیر تبخیر، گرفتگی منافذ، آسیب‌پذیری لوله‌های لاترال، تجمع ریشه و مزاحمت لوله‌های لاترال برای ادوات کشاورزی و... حل شده است و تنها فرق این سیستم با سیستم قطره‌ای این است که آبیاری به صورت نشتی و زیرسطحی انجام می‌شود که همین تغییر کوچک، مزایای نسبی بی‌شماری را به دنبال داشته و می‌تواند منشاء تحولی اساسی در این زمینه باشد.

موسسه ملی رون فرانسه (CNR)<sup>1</sup> که از بزرگترین مراکز تحقیقاتی جهان می‌باشد و آزمایشات فراوان و بسیار متنوعی از قبیل دبی، تحمل فشار، مقاومت کششی، مقاومت تاخوردگی، کنترل زبری، کنترل قطر داخلی و خارجی، کنترل وزن در هر متر لوله، افت فشار، رسوب زدایی توسط اسید نیتریک، آب زاول و خیره، تزریق انواع کودها و سم‌های محلول و انواع حلف‌کشها را در شرایط آب و هوایی مختلف و مناطق و خاکهای گوناگون بر روی لوله‌های متخلخل انجام داده که در نهایت منجر به تاییده رسمی و ثبت بین‌المللی تکنولوژی تراوا گردیده است.

خوشبختانه تحقیقات قابل توجهی بر روی سیستم‌های آبیاری زیرسطحی بر روی محصولات کشاورزی مختلف انجام شده است. تحقیقات انجام شده روی گیاه لوبیا تحت شرایط آبیاری جوینچه‌ای و زیرسطحی نشان داده است که کاربرد روش آبیاری زیرسطحی سبب کاهش ۵۵٪ آب مصرفی در قیاس با روش آبیاری جوینچه‌ای شده است. تحقیقات انجام شده بر روی روش آبیاری زیرسطحی نشان می‌دهد که عموماً کاربرد این سیستم باعث کاهش مصرف آب به

1- Compagnie Nationale du Rhône

میزان ۲۵ تا ۵۰ درصد برای گیاهان ردیفی و حتی صرفه جویی بیشتر برای باغهای مرکبات می شود.

اما آنچه در مورد کاربرد سیستم های آبیاری در باغ های پسته مورد نگرانی است، اثرات تغییر سیستم آبیاری از روش سنتی (غرقابی) به روش های آبیاری تحت فشار می باشد. لذا در این نشریه سعی دارد تا آگاهی خوانندگان را از تبعات ناشی از تغییر روش آبیاری از سطحی به زیر سطحی با لوله های تراوا، افزایش دهد.

### **نتایج تحقیقات انجام شده کاربرد سیستم آبیاری زیر سطحی تراوا در باغ پسته:**

در پژوهشی تاثیر تغییر سیستم آبیاری از روش سنتی (غرقابی) به زیر سطحی روی درختان پارور پسته بمدت چهار سال در ایستگاه تحقیقات پسته کرمان مطالعه شد. طرح در قالب بلوکهای کامل تصادفی با ترکیب ۲ تیمار دور آبیاری (۷ و ۱۴ روز) و ۳ مقدار آب بر اساس ضرائب تثت کلاس الف شامل ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد (۲۳۹۲، ۴۷۸۳ و ۷۱۷۴ متر مکعب در هکتار-سال) با احتساب تیمار شامد یعنی آبیاری سنتی (غرقابی) بادور ۳۰ روزه و ۹۰۰۰ متر مکعب در هکتار-سال)، در مجموع با ۷ تیمار در ۳ تکرار به اجرا در آمد که در ادامه به شرایط انجام آزمایش و نتایج اخذ شده از تحقیقات بعمل آمده اشاره می گردد.

### **نحوه کارگذاری و شرایط کارکرد سیستم:**

در تحقیقات انجام شده بر روی درختان پسته از لوله های زیر سطحی نوع HD2216 استفاده گردید. طبق آزمایشات انجام شده بر روی لوله های آبیاری تراوا، این لوله ها با فشار کاری ۰/۸ تا ۱ اتمسفر، دارای متوسط دبی ۵/۴ لیتر در ساعت در متر طول لوله هستند. حداکثر طول مجاز این لوله ها برای یک خط آینده توسط شرکت سازنده ۱۵۰ متر تعیین شده است. قطر خارجی و داخلی لوله های مورد استفاده به ترتیب ۲۲ و ۱۶ میلی متر بود. در کاربرد لوله های آبیاری تراوا این مطلب باید مورد توجه قرار گیرد که آینده لوله ها حتماً مورد ارزیابی دقیق قرار گیرند. برای ارزیابی آینده لوله ها با کارگذاری آنها در خاک و وارد نمودن فشارهای مختلف (بین ۰ تا ۲ بار) دبی را اندازه گیری می نمایند. معمولاً عمق نصب لوله های زیر سطحی بر اساس عمق توسعه ریشه و بافت

خاک تعیین می گردد، این عمق در گیاهان مختلف از ۳۰ تا ۵۰ سانتیمتر گزارش شده است بر این اساس در پژوهش صورت گرفته لوله های آبیاری زیرسطحی به فاصله ۹۰ سانتی متر از تنه درختان (تقریباً در مرکز سایه انداز) در دو طرف و در عمق ۵۰ سانتی متری از سطح خاک، براساس عمق توسعه ریشه درختان پسته کارگذاری شدند.

### توصیه ها و راهکارهای اجرایی کاربرد سیستم:

برای دستیابی به محصولی خوب و کافی، لازم است، در موقع مناسب و به مقدار لازم آبیاری انجام شود تا از وارد شدن تنش آبی به درختان پسته جلوگیری بعمل آید. بر اساس مطالعات انجام شده بر روی مقدار آب مورد نیاز درختان پسته با استفاده از روش آبیاری زیرسطحی با کاربرد لوله های تراوا در منطقه کرمان، مشخص گردید با بکارگیری این سیستم آبیاری، می توان آبیاری یک هکتار باغ پسته را بدون کاهش محصول از فروردین تا پایان آبان با مصرف ۴۷۸۸ متر مکعب (جدول ۱) انجام داد.

### جدول شماره ۱- آب مورد نیاز آبیاری درختان پسته در ماههای مختلف سال در شرایط پسته کاری کرمان در سیستم آبیاری تراوا (متر مکعب در هکتار).

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	جمع کل
نیاز آبی (متر مکعب در هکتار)	۴۷۷	۵۹۸	۶۸۰	۷۴۳	۷۵۴	۶۰۳	۵۴۰	۳۹۳	۴۷۸۸

مقادیر ارائه شده در جدول شماره ۱ برای درختان پسته با الگوی کاشت ۶×۳، سنین بالای ۲۰ سال با پوشش کامل، با شوری آب آبیاری کمتر از ۵ دسی زیمنس بر متر و دور آبیاری ۱۴ روز و خاک با بافت شنی لومی مورد استفاده قرار گرفت. در این آزمایش دو دور آبیاری ۷ و ۱۴ روز مورد ارزیابی های دقیق قرار گرفت، تحلیل کلی نتایج مربوط به دور آبیاری در آبیاری زیرسطحی بر روی صفات کمی و کیفی محصول درختان پسته از قبیل وزن محصول خشک، درصد خندانی و پوکی و تعداد دانه در یک اتس و همچنین کارآیی مصرف آب (تولید محصول به ازای واحد آب

مصرفی) نشان دهنده برتری دور آبیاری ۱۲ بر ۷ روز می باشد. مهمترین دلیل برتری دور آبیاری ۱۲ بر ۷ روز، بدلیل ثابت بودن حجم آب آبیاری در دو دور آبیاری ۷ و ۱۴ روز در شرایط انجام آزمایش می باشد که سبب کاربرد حجم آب بیشتر در یک نوبت آبیاری در دور آبیاری ۱۴ روز در مقایسه با دور ۷ روز بود که باعث خیس شدن حجم بیشتر خاک در یک مرحله آبیاری در دور ۱۴ روز می شد. توصیه می گردد در فصل زمستان پس از دادن کودهای شیمیایی و آلی به باغ های پسته یک تا ۲ نوبت آبیاری (بر اساس حبابه) به صورت سطحی روی چالکود و در سایه انداز درختان پسته انجام گیرد.

### کنترل شوری خاک

نتایج مربوط به تغییرات هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در اعماق مختلف خاک و فواصل مختلف از تنه درختان در پایان آزمایش نشان داد وضعیت پراکنش هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در تیمارهای آبیاری زیر سطحی با دور آبیاری ۷ روزه در مقایسه با تیمارهای دور ۱۴ روزه وضعیت نامساعدتری داشته است، بطوریکه شوری در منطقه ریشه این تیمارها افزایش یافت. اما در دورهای آبیاری ۱۴ روزه با بهبود توزیع افقی شوری در منطقه ریشه ها این فاکتور وضعیت متعادلتری دارد. بنابراین کاربرد حجم های بیشتر آب در هر نوبت آبیاری باعث توزیع مناسب تر نمکهای خاک در تیمارهای دور آبیاری ۱۴ روزه شده است. لذا در مراددی که استفاده از سیستم آبیاری زیرسطحی در باغ های پسته با هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک بیشتر از شرایط انجام این آزمایش (بیش از ۲/۵ دسی زیمنس بر متر) مدنظر باشد، استفاده از دوره های آبیاری کوتاه (کمتر از ۱۴ روز) به ویژه در سالهای نخست پیشنهاد نمی شود. حتی در شرایطی که باغدار آب کافی در اختیار دارد تحت شرایط شور توصیه می شود کاربرد روش های آبیاری زیرسطحی با احتیاط بیشتر عمل نماید منظور از شرایط شور وضعیتی است که شوری آب یا خاک بالاتر از حد قابل تحمل برای درختان پسته می باشد، معمولاً چنانچه هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک کمتر از ۸ دسی زیمنس بر متر باشد روی کاهش عملکرد درختان پسته موثر نمی باشد و با افزایش هدایت الکتریکی به مقادیر بیشتر افت محصول در اثر بالا رفتن شوری خاک محرز خواهد بود. لذا در شرایطی که احتمال خطرات ناشی از بالا رفتن شوری وجود دارد توصیه می شود به ویژه در سال اول کارگذاری سیستم، نمونه گیری خاک در فصل رشد به ویژه در ماههای گرم (خرداد، تیر



و مرداد) انجام پذیرد، تا تا یا اطلاع یافتن از وضعیت شوری موجود در خاک، در صورت نیاز نسبت به انجام آبیاری خاک در طول فصل رشد به روش سنتی (غرقابی) اقدام شود.

### مقایسه سیستم آبیاری زیرسطحی تراوا با سایر سیستم ها

این روش آبیاری مشابه روش آبیاری قطره ای می باشد، با این تفاوت که لوله های آبدار در آبیاری قطره ای در دو طرف درختان روی سطح خاک قرار می گیرند اما در این روش آبیاری، لوله های آبدار در زیر سطح خاک قرار می گیرند. در روش آبیاری قطره ای، آب از محل قطره چکان نشست می کند در حالی که در سیستم آبیاری تراوا نشست آب با فشار از منافذ موجود بر روی لوله های اسفنجی (شکل ۱) که در زیر سطح خاک مدفون شده اند، صورت می پذیرد. لذا در سیستم آبیاری تراوا، آب مورد نیاز گیاه از طریق لوله هایی که بر اساس عمق و توسعه ریشه ها در زیر زمین قرار می گیرند، تراوش نموده و بر اساس خاصیت تراوش و نشست به طور مستقیم در منطقه ریشه توزیع می شود. معمولاً در این روش سطح خاک، خشک نگه داشته می شود، لذا تلفات مربوط به تبخیر از سطح خاک کاهش یافته و مقدار آب مصرفی تقلیل می یابد در نتیجه آب به مصرف ترق و رشد گیاهی خواهد رسید. همانگونه که اشاره گردید، لوله های تراوا در منطقه ریشه، زیر زمین نصب می شوند و از بدنه لوله ها آب به شکل رطوبت به بیرون تراوش می کند (آبیاری موضعی و آرام). به عبارتی رطوبت مستقیماً در اختیار ریشه قرار می گیرد البته به دلیل نصب زیرسطحی لوله ها، از خسارت گرما، سرما، سرقت نیز در امان بوده و مانع کار ادوات کشاورزی برای اجرای عملیات باغی نیز نمی باشد و از طرفی به سهولت می توان از طریق لوله ها کود و سم های محلول در آب را مستقیماً به ریشه گیاه رساند و در نتیجه علاوه بر اینکه راندمان کوددهی و سم پاشی را تا دو برابر افزایش می دهد، هزینه کارگری نیز کاهش می یابد و از همه مهمتر، آلودگی محیط زیست را نیز کاهش می دهد. یکی از مشکلاتی که در کاربرد اینگونه سیستم های آبیاری روی گیاهان مختلف مطرح شده، ورود ریشه گیاهان و علف های هرز به داخل لوله ها و مسدود کردن آنها می باشد. خوشبختانه در طی بررسی های بعمل آمده بر روی درختان پسته مشخص گردید که ریشه گیاه پسته تمایلی به ورود به داخل این لوله ها ندارد (شکل ۲) و در شرایط انجام آزمایشات انجام شده در باغ پسته نیز ورود علف هرز به داخل لوله ها مشاهده نشد. البته ذکر این نکته ضروری است که با تغییر سیستم آبیاری از روش سطحی به

زیرسطحی فعالیت علفهای هرز در قطعاتی که با روش آبیاری زیرسطحی انجام شد در مقایسه با روش سطحی کاهش قابل ملاحظه ای یافت.

از مزایای دیگر روش آبیاری تراوا در مقایسه با سایر روش های آبیاری می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

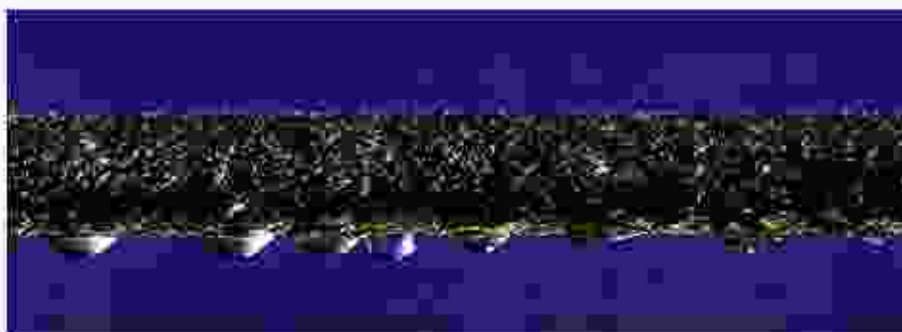
- عدم مزاحمت لوله ها برای عملیات کاشت، داشت و برداشت و عدم ایجاد محدودیت کار برای ماشین آلات و کارگران

- عدم ایجاد سله و فرسایش خاک

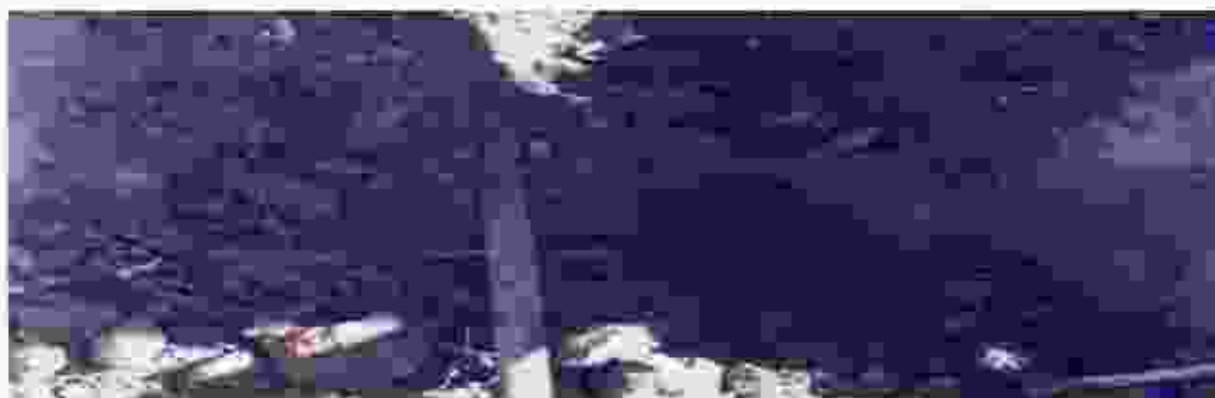
- همراه بردن آب آبیاری یا اکسیژن و در نتیجه تهیه ی مناسبتر خاک در محل فعالیت ریشه

- افزایش سطح زیر کشت و قابلیت زیر کشت بردن زمین های ناهموار و تپه ماهور

- سبک و قابل انعطاف بودن لوله ها، حمل و نصب ساده به صورت دستی و مکانیزه



شکل ۱- نمایی از لوله آسفنجی آبیاری زیرسطحی تراوا



شکل ۲- نمایی از ریشه درختان پسته در جابورت لوله آبیاری تراوا

## مواد تشکیل دهنده لوله های آبیاری تراوا

مواد اولیه لوله های متخلخل تراوا از بازیافت و آسیاب لاستیک های فرسوده اتومبیل تهیه می شود که با نوعی پلی اتیلن ترکیب و طی مراحل خاصی تولید می گردد. به کارگیری این لوله ها در آبیاری از لحاظ زیست محیطی خاص اهمیت است زیرا منجر به اقتصادی نمودن پروژه خواهد شد.

## نحوه استفاده از کودهای شیمیایی و آلی

با استفاده از سیستم آبیاری زیرسطحی با لوله ای تراوا بازده کود آبیاری افزایش یافته و توزیع کود در سطح باغ با یکنواختی بیشتری انجام می شود. مقدار مصرف کود باید با توجه به توصیه کودی بر اساس آزمون های خاک و برگ و نظر کارشناسان تغذیه صورت پذیرد. کودهای آلی به همراه کودهای فسفره، پتاسه و ریز مغذی های مورد نیاز به صورت چالکود و در اواخر پاییز تا اوایل زمستان به خاک داده می شوند. استفاده از کودهای شیمیایی ذکر شده بدلیل حلالیت کم در سیستم آبیاری زیرسطحی توصیه نمی شود. استفاده از کودهای ازته بر اساس توصیه و نظرات کارشناسان تغذیه در سیستم آبیاری زیرسطحی امکان پذیر می باشد و می توان همزمان با انجام آبیاری با استفاده از تانک کود و یا پمپ تزریق با استفاده از سیستم آبیاری تراوا به خاک داده شود. توصیه می شود انجام کود آبیاری یک ساعت پس از شروع آبیاری آغاز و ۲ ساعت قبل از خاتمه آبیاری قطع شود تا فرصت کافی برای شسته شدن لوله های تراوا وجود داشته باشد. چنانچه از تانک کود برای کود آبیاری استفاده شود، باید نیاز کودی هر واحد آبیاری محاسبه و در تانک کود حل شود و در یک نوبت آبیاری به خاک داده شود تا میزان کود داده شده به خاک یکنواخت انجام شود. می توان در هر نوبت آبیاری، نیاز کودی خاک را همزمان با آبیاری تامین کرد.

## سرویس و نگهداری

از موارد مهمی که بر کارآیی و طول عمر مفید هر سیستم آبیاری بسته آبیاری زیرسطحی تراوا موثر است، مدیریت صحیح بهره برداری از سیستم آبیاری است. بازدیدها و سرویس های روزانه، هفتگی، ماهانه و فصلی سیستم از موارد ضروری می باشد که بهره بردار باید در طول مدت استفاده، مورد توجه قرار دهد. اصولاً این موارد توسط مشاورین هنگام انجام مطالعات طراحی به صورت مکتوب در گزارشات ارائه می شوند تا کشاورزان در حین استفاده از سیستم رعایت

نمایند. لذا تاکید می شود سرویس های لازم دقیقاً اعمال شود و در صورت عدم دسترسی به دستورالعمل های فنی بهره برداری از سیستم آبیاری زیرسطحی تراوا، از کمک کارشناسی کارشناسان آبیاری استفاده شود.

### نتیجه گیری

استفاده از سیستم آبیاری زیرسطحی تراوا در باغهای پسته در مقایسه با روش آبیاری سطحی (غرقایی) رایج، علاوه بر افزایش کارآیی مصرف آب و صرفه جویی در مصرف آب باعث افزایش کمی و کیفی عملکرد درختان پسته می شود. درختان پسته به خاکهای نسبتاً عمیق با بافت متوسط تا سبک که دارای حداقل ۲ متر خاک زراعی باشد نیاز دارد. به منظور استفاده مطلوب از منابع آب موجود در طول فصل رشد از فروردین تا اوایل پاییز (پس از برداشت محصول) با دور آبیاری ۱۴ روز (بطور یکنواخت) می توان با توجه به مقادیر جدول شماره ۱ که در آن آب مورد نیاز درختان پسته در ماههای مختلف ارائه شده است استفاده نمود. در بسیاری از موارد ممکن است باغداران نتوانند متناسب با نیاز آبی درختان پسته بر اساس مقادیر ارائه شده در جدول ۱ اقدام نمایند، در اینصورت می توانند بر اساس حقایق موجود اقدام به انجام آبیاری باغهای خود اقدام نمایند در اینصورت ممکن است تنش هایی ناشی نقصان آبیاری بویژه در ماههای گرم سال (خرداد، تیر و مرداد) بوجود آید که ناگزیر به پذیرش آن می باشند، اما تولید کنندگان پسته باید توجه داشته باشند که شوک های ناشی از کمبود آب آبیاری در سیستم آبیاری زیرسطحی تراوا بسراتب کمتر از آبیاری غرقایی می باشد.

### منابع مورد استفاده

- ۱- محمدی محمدآبادی، ا.، ف. صالحی، ع. اسماعیل پور، و م. مؤذن پور کرمانی. ۱۳۸۴. بررسی امکان تغییر سیستم آبیاری از روش سطحی به زیرزمینی و تعیین تاثیر تغییر سیستم بر روی میزان زودخندانی (Early splitting) در درختان بارور پسته گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، موسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان، ۳۱ صفحه.

- 2- Davis, S and S.D Nelson 1970 Subsurface irrigation today and tomorrow in California. Irrigation Symp University of Nebraska, Lincoln pp H1-H8
- 3- Sepasghah, A.R., S.A. Esham and B. Bahram 1976 Subsurface and furrow irrigation evaluation for bean production Trans. ASCE, 19:1089-1097
- 4- Zetzsche J B and J. S. Newman 1966 Subirrigation with plastic pipe Agric Eng 47: 74-75