وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات خاک و آب

مدیریت مصرف آب لوبیا

(مطالعه موردی: استان مرکزی)

مصطفی گودرزی و ابوالفضل هدایتی‌پور

نشریه فنی: ۵۶۶

۱۳۹۸

جمهوری اسلامی ایران

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات خاک و آب

مدیریت مصرف آب لوبیا

(مطالعه موردی: استان مرکزی)

نگارندگان

مصطفی گودرزی و ابوالفضل هدایتی‌پور

اعضای هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

نشریه فنی: ۵۶۶

۱۳۹۸

مشخصات اثر

عنوان: مدیریت مصرف آب لوبیا (مطالعه موردی: استان مرکزی)

نگارندگان: مصطفی گودرزی و ابوالفضل هدایتی‌پور

ناشر: مؤسسه تحقیقات خاک و آب

کارشناس انتشارات: زهرا محمدی

ویراستار: زهرا محمدی

صفحه‌آرا: سمانه پورمنصور

طراح جلد: راضیه محمدی

سال انتشار: ۱۳۹۸

نشانی: کرج، میدان استاندارد، جاده مشکین‌دشت، بعد از رزکان نو، بلوار امام خمینی (ره)، موسسه تحقیقات خاک و آب، **کد پستی:** ۳۱۷۷۹۹۳۵۴۵ - **صندوق پستی:** ۳۱۱-۳۱۷۸۵

تلفن: ۰۲۶-۳۶۲۰۱۹۰۰ **دورنگار:** ۰۲۶-۳۶۲۱۰۱۲۱

Email: info@swri.ir **Website:** www.swri.ir

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

این نشریه با شماره ۵۶۸۷۷ در تاریخ ۹۸/۱۰/۳۰ در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است.

نقل مطالب با ذکر منبع بلامانع است.

مسئولیت صحت مطالب به عهده نگارندگان است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

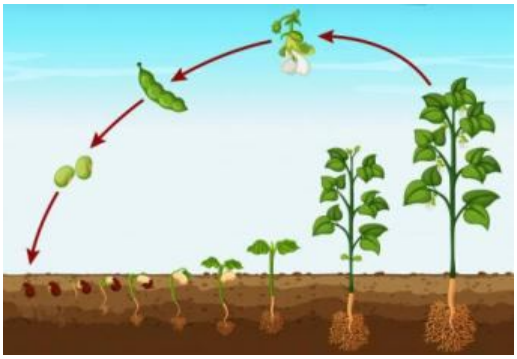
مقدمه ۱
مقدار آب مورد نیاز لوبیا ۲
مدیریت آبیاری ۳
برنامه‌ریزی آبیاری ۵
اثر تنش آبی بر لوبیا ۸
روش‌های آبیاری لوبیا ۹
آبیاری کرتی ۹
آبیاری نواری ۱۱
آبیاری نشتی ۱۲
آبیاری بارانی ۱۴
آبیاری قطره‌ای ۱۵
مدیریت کشت لوبیا در شرایط کم‌آبی ۱۷
مدیریت کم آبیاری در کشت لوبیا ۱۷
کاشت گیاه با تراکم کم ۱۹
کاهش دوره رشد ۱۹
کشت نشایی ۲۰
استفاده از مالچ ۲۱
افزایش ظرفیت نگهداشت خاک ۲۱
استفاده از پساب ۲۲
به‌نژادی ۲۴
خاک‌ورزی حفاظتی در کشت لوبیا ۲۵
کشت مکانیزه لوبیا ۲۷
کیفیت آب آبیاری ۳۰
تغییر اقلیم و سازگاری با آن ۳۳
منابع ۳۶

مقدمه

لوبیا از دانه‌های خشک خوراکی بوده و ارزش غذایی زیاد و قابلیت نگهداری خوبی دارد. لوبیا یکی از گونه‌های مهم در حبوبات ایران و جهان از نظر اقتصادی و تغذیه‌ای محسوب می‌شود. سطح زیر کشت لوبیا در ایران بالغبر ۱۲۰ هزار هکتار و دارای تولیدی بیش از ۲۲۰ هزار تن است. استان‌های فارس، خوزستان، لرستان، مرکزی، چهارمحال و بختیاری، زنجان و آذربایجان شرقی از مهم‌ترین مناطق کشت لوبیا محسوب می‌شوند. (هدایتی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵). لوبیا به‌طور متوسط حاوی ۲۰ تا ۲۳ درصد پروتئین است، ازاین‌رو ارزش غذائی بالائی در جیره غذائی دارد و می‌تواند جایگزین مناسبی برای گوشت به‌ویژه در مناطق کم‌درآمد باشد. از طرف دیگر با توجه به توانایی تثبیت نیتروژن در این گیاه، قرار دادن آن در تناوب، به پایداری سیستم زراعی کمک می‌کند (دری و همکاران، ۱۳۸۷). گیاه لوبیا به شرایط آب‌وخاک و کیفیت آن خیلی حساس بوده و عملکرد آن حتی در دوره‌های کوتاه‌مدت کمبود آب صدمه می‌بیند. حساسیت محصول لوبیا نسبت به شرایط کم‌آبی بسته به این‌که در چه مرحله‌ای از رشد فیزیولوژیکی قرار دارد، متفاوت است، درنتیجه مدیریت عملیات آبیاری و تأمین نیاز آبی گیاه می‌بایست تابع مراحل رشد فیزیولوژیک باشد. به‌طورکلی می‌توان بیان کرد که مدیریت آبیاری مهم‌ترین عامل موثر بر عملکرد کمی و کیفی لوبیا است. ازاین‌رو با توجه به اهمیت و جایگاه خاص این محصول، افزایش تولید در واحد سطح و افزایش سطح زیر کشت از طریق مدیریت بهینه مصرف آب و توسعه روش‌های نوین آبیاری از اهمیت خاصی برخوردار است.

لوبیا به‌خوبی در مناطق با بارندگی مناسب رشد می‌کند، بااین‌حال کشت این محصول در مناطق مرطوب و استوایی توصیه نمی‌شود. دلیل این موضوع این است که باران زیاد و هوای گرم باعث ریزش گل و غلاف شده و شیوع بیماری‌ها را افزایش می‌دهد. میانگین دمای روزانه مطلوب برای این گیاه ۲۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد و حداقل میانگین درجه حرارت روزانه برای رشد ۱۰ و حداکثر ۲۷ درجه سانتی‌گراد است. برای جوانه زدن درجه حرارت خاک بایستی ۱۵ درجه سانتی‌گراد یا بیشتر باشد. جوانه‌زنی در ۱۸ درجه سانتی-گراد ۱۲ روز و در ۲۵ درجه سانتی‌گراد ۷ روز به طول می‌انجامد. بیشتر گونه‌های لوبیا

تحت تاثیر طول روز قرار نمی‌گیرند. طول دوره رشد با توجه به گونه و نوع مصرف برای لوبیا سبز ۹۰-۶۰ روز و برای لوبیا خشک ۱۲۰-۹۰ روز است (کندل، ۲۰۱۳).



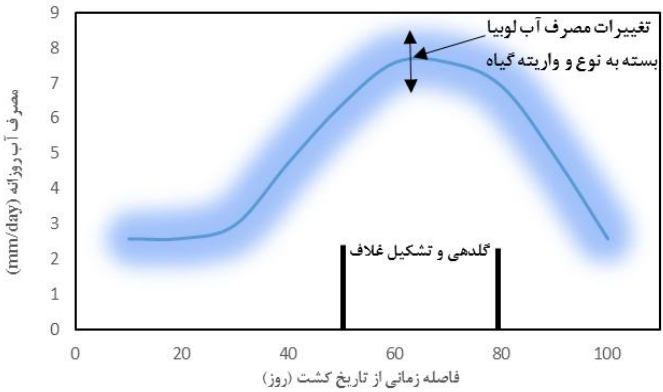
شکل ۱- مراحل رشد محصول لوبیا

مقدار آب مورد نیاز لوبیا

برای رسیدن به حداکثر تولید، گیاه لوبیا به ۳۶۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر از آب خاک، در طول فصل رشد احتیاج دارد. در مناطقی که در فصل کشت لوبیا بارش کافی وجود ندارد، آبیاری می‌تواند رطوبتی که گیاه نیاز دارد در طول فصل رشد را برای خاک تامین نماید. مصرف آب یا تبخیر - تعرق روزانه لوبیا به مرحله رشد، شرایط آب و هوایی منطقه، میزان رطوبت قابل‌دسترس در خاک، تنش‌های ناشی از بیماری‌ها و آفات گیاهی و میزان حاصلخیزی خاک بستگی دارد. همچنین، نوع تیپ لوبیا نیز در میزان مصرف آب روزانه لوبیا تاثیر دارد، به‌گونه‌ای که هرچه بوته لوبیا بزرگ‌تر و پربرگ‌تر باشد میزان مصرف آب آن نیز بیشتر است (کندل، ۲۰۱۳).

دور و مقدار آبیاری به مرحله رشد لوبیا (که مصرف آب روزانه گیاه را تعیین می‌کند)، ظرفیت نگهداری آب خاک در ناحیه ریشه و شرایط آب و هوایی بستگی دارد. لوبیا گیاهی با عمق ریشه کم است، به‌گونه‌ای که در خاک‌های عمیق و بدون محدودیت، ریشه لوبیا ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر به‌صورت افقی و تا ۹۰ سانتی‌متر به‌صورت عمودی رشد می‌کند. بیشتر گسترش ریشه در نزدیکی سطح خاک است. حدود ۹۰ درصد از ریشه در ۶۰ سانتی‌متر فوقانی واقع شده است که به‌عنوان عمق ریشه موثر برای آبیاری است.

ازاین‌رو در طول فصل رشد فقط ۱۰ درصد از آب استفاده شده به‌وسیله لوبیا از عمق بیش از ۶۰ سانتی‌متری خاک جذب می‌شود. میزان مصرف آب لوبیا از حدود ۲/۵ میلی‌متر در روز بلافاصله بعد از جوانه زدن گیاه تا ۷/۵ میلی‌متر در روز در زمان تولید غلاف‌ها و گل‌دهی افزایش می‌یابد (شکل ۲) (کندل، ۲۰۱۳).



شکل ۲- متوسط نرخ مصرف آب روزانه گیاه لوبیا (کندل، ۲۰۱۳)

عمق خاک و ظرفیت نگهداشت آب خاک بر زمان و دور آبیاری تأثیرگذار است. در واقع، بافت خاک مقدار آب خاک موجود در ناحیه ریشه را مشخص می‌نماید، اگرچه عوامل دیگر از قبیل مواد آلی و میزان فشردگی خاک نیز موثر است و باعث تغییر آن می‌شود. بایستی توجه نمود که هر چه ظرفیت نگهداشت آب در خاک در ناحیه ریشه بیشتر باشد، دور آبیاری بایستی بیشتر در نظر گرفته شود. ازاین‌رو، تعیین بافت خاک و ظرفیت نگهداشت آب در خاک در مزارع کشت لوبیا برای برنامه‌ریزی صحیح آبیاری مهم و ضروری است.

مدیریت آبیاری

مدیریت آبیاری مهم‌ترین عامل مؤثر بر عملکرد کیفی و کمی لوبیا است. مدیریت صحیح آبیاری لوبیا پتانسیل عملکرد را بالا می‌برد و کشاورز را قادر می‌سازد که در زمین‌های نامناسب نیز تولید داشته باشد. همچنین، لازم به ذکر است که مدیریت خوب

و صحیح در آبیاری نه‌تنها بر تولید کمی و کیفی محصول اثر می‌گذارد، بلکه در کیفیت محصول، میزان جذب عناصر غذایی، شدت آفات و بیماری‌ها و نحوه مبارزه با علف‌های هرز نیز تاثیر گذار است.

روش‌های کاشت لوبیا بسیار متنوع است، اما بهترین روش کاشت آن هیرم‌کاری است، زیرا جوانه لوبیا به سله خاک بسیار حساس است و اگر از روش خشکه‌کاری استفاده شود پس از آبیاری سطح خاک سله بسته و تلفات بذری بسیاری ایجاد می‌شود. در روش هیرم‌کاری پس از آماده کردن زمین، عملیات آبیاری انجام می‌گردد. پس‌ازاینکه زمین حالت گاورو پیدا می‌کند، به‌وسیله دست یا دستگاه لوبیا کار بذور کاشته می‌شوند. ازاین‌رو، بهتر است رطوبت خاک در زمان کشت لوبیا در حد ظرفیت مزرعه باشد. همچنین، درصورتی‌که رطوبت خاک در زمان کاشت تا عمق ۹۰ سانتی‌متری کمتر از حد ظرفیت مزرعه باشد، باعث می‌شود رشد و توسعه ریشه در طول فصل با تاخیر مواجه شود. هم‌چنین رطوبت ذخیره شده در خاک در منطقه ریشه، در طول دوره‌ی با مصرف آب بالا که در زمان گل‌دهی اتفاق می‌افتد، به‌عنوان یک مکمل عمل می‌نماید. در طول دوره پیش از گل‌دهی و دوره بعدازاینکه اغلب غلاف‌ها پر شده‌اند، لوبیا نسبت به خشکی کمابیش مقاوم است. در این زمان‌ها لوبیا قادر است که ۵۰ تا ۶۵ درصد تخلیه رطوبتی خاک را تحمل نماید بدون اینکه اثر قابل‌توجهی بر محصول بگذارد. باوجوداین، در طول دوره گل‌دهی و تشکیل غلاف، سطح رطوبت خاک در منطقه توسعه ریشه گیاه، نباید بیش از ۵۰ درصد (ترجیحاً ۴۰ درصد) تخلیه گردد تا حداکثر محصول به دست آید. بعد از جوانه زدن، اولین آبیاری باید زمانی که رطوبت خاک بین ۵۰ تا ۶۰ درصد تخلیه شد، انجام شود. از این‌رو اگر گیاه لوبیا رطوبت کافی در طول دوره رشد رویشی در اختیار داشته باشد، باعث رسیدگی کامل محصول می‌شود؛ اما انجام آبیاری دیرهنگام در انتهای فصل باعث به تأخیر افتادن رسیدگی محصول می‌شود. اگر گیاه شروع به خشک شدن کند، دیگر آبیاری نیاز نیست به دلیل اینکه از این مرحله به بعد گیاه لوبیا دیگر آب زیادی را از خاک جذب نمی‌نماید. از این‌رو بایستی از انجام آبیاری بعد از اینکه گیاه شروع به خشک شدن می‌نماید اجتناب نمود (کندل ۲۰۱۳). در این بخش نکاتی برای مدیریت مناسب آبیاری لوبیا ارائه شده است.

- درصورتی‌که اجازه داده شود که رطوبت خاک بعد از کاشت بیش‌ازاندازه خشک شود، باعث می‌شود رسیدن محصول تا ۱۵ روز تاخیر داشته و نیز محصول کاهش می‌یابد.
- در طول دوره گل‌دهی از خشک شدن بیش‌ازاندازه خاک جلوگیری شود. به دلیل اینکه شوک ناشی از آب دادن به خاک خشک باعث ریزش گل‌ها می‌شود. ازاین‌رو بایستی در این مرحله فاصله آبیاری‌ها را نسبت به مرحله پیش کمتر کرد.
- از آبیاری مکرر و سبک که باعث حالت ماندابی در خاک می‌شود، به‌خصوص در خاک‌های سنگین به دلیل عدم تهویه خوب خاک اجتناب شود.
- به‌منظور جلوگیری از توسعه کپک سفید، از آبیاری‌های سبک با دور کم اجتناب شود. یک سطح خاک مرطوب باعث توسعه کپک سفید، به‌ویژه در دوره گل‌دهی می‌شود.
- به‌وسیله برنامه آبیاری می‌توان مشکلات ناشی از بیماری و آفات را جهت نیل به حداکثر عملکرد محصول کاهش داد.
- آبیاری در شب در صورت امکان، به‌ویژه در مورد آبیاری بارانی باعث می‌شود قسمت‌های هوایی گیاه در طول روز رطوبت کمتری داشته و در نتیجه مشکلات بیماری کاهش یابد.
- انجام آبیاری در آخر فصل، زمان رسیدن را به‌تاخیر می‌اندازد.
- آبیاری باید وقتی‌که یک چهارم غلاف‌های لوبیا زرد شده‌اند کاهش یابد. این مقدار کاهش بایستی بر اساس شرایط آب و هوایی با یک سیر نزولی تا قطع کامل آبیاری نسبت به مراحل پیش انجام شود.
- آبیاری را زمانی که حداقل ۸۰ درصد از غلاف‌ها زرد می‌شوند و تقریباً رسیده‌اند، می‌توان قطع نمود. یک شاخص دیگر زمانی است که ۵۰ درصد برگ‌ها در گیاه زرد شده‌اند. آخرین آبیاری باید طوری انتخاب گردد که حدود ۲۵ درصد از غلاف‌های لوبیا رسیده باشد.

برنامه‌ریزی آبیاری

برنامه‌ریزی صحیح آبیاری لوبیا برای رسیدن به حد مطلوب عملکرد واحد آب بسیار مهم است. ضروری است که فاصله بین آبیاری‌ها به‌درستی برنامه‌ریزی شود، به خاطر

اینکه رطوبت زیاد نیز می‌تواند برخی از بیماری‌های ریشه را افزایش دهد. تعیین زمان شروع و قطع آبیاری یکی از مهم‌ترین مراحل در مدیریت آبیاری است. خاک موجود در اطراف ریشه شبیه یک مخزن است که آب را برای استفاده گیاه ذخیره می‌کند. سطح رطوبت در ناحیه ریشه، معیاری است که زمان شروع و قطع آبیاری را تعیین می‌نماید. رطوبت خاک را با روش‌ها و ابزارهای مختلفی می‌توان تخمین زد. روش لمس خاک، متداول‌ترین روشی است که توسط کشاورزان استفاده می‌شود. در این روش رطوبت نمونه خاک ناحیه ریشه با فشار دادن در دست و لمس خاک تعیین و دقت این روش با افزایش تجربه فرد بیشتر می‌شود. هم‌چنین، رطوبت خاک را می‌توان با ابزارهای مکانیکی از قبیل تانسیومتر و بلوک‌های گچی، تعیین نمود. در این روش‌ها، یک یا دو دستگاه در عمق‌های مختلف در ناحیه ریشه گیاه نصب می‌شوند. سپس مقدار رطوبت خاک با خواندن دستگاه تعیین می‌شود. این دستگاه‌ها فقط وضعیت رطوبت خاک در آن محل خاص را نشان می‌دهند. همچنین، ابزارهایی که رطوبت خاک را بر اساس تغییرات ویژگی‌های الکتریکی خاک تعیین می‌کنند مانند TDR، نیز وجود دارد. درصورتی‌که فقط از تخمین رطوبت خاک برای برنامه‌ریزی آبیاری استفاده شود، نیاز به کنترل پیوسته شرایط رطوبتی در طول فصل توسط آبیار، است. به‌عبارت‌دیگر، تصمیمات صحیح آبیاری نیازمند اندازه‌گیری رطوبت خاک به میزان دو تا سه بار در هفته، است. هم‌چنین اندازه‌گیری‌ها بایستی در چندین نقطه در مزرعه انجام‌شده و ثبت گردند (کندل، ۲۰۱۳).

روش دیگر برای برنامه‌ریزی آبیاری نیازمند تخمین نیاز آبی روزانه با روش‌های غیرمستقیم مانند روش ارائه شده در نشریه شماره ۵۶ سازمان فائو (آلن و همکاران، ۱۹۹۸) و قرار دادن آن در تراز رطوبتی خاک است. در این روش، آبیاری بر اساس جایگزینی مقدار رطوبت خاک استفاده شده توسط گیاه منهای مقدار بارش موثر دریافت شده از زمان آخرین آبیاری، برنامه‌ریزی می‌شود. به‌عنوان نمونه میانگین بلندمدت (بر اساس میانگین داده‌های ۳۰ ساله هواشناسی) مصرف آب لوبیا بر پایه روش فائو (نشریه ۵۶) و با استفاده از نرم‌افزار Cropwat برای منطقه اراک در جدول ۱ ارائه شده است. هم‌چنین فرشی و همکاران (۱۳۷۶)، آب خالص مورد نیاز لوبیا با دوره رشد ۱۲۰ روز را در اراک ۶۴۱ میلی‌متر برآورد نمودند. بر پایه سند ملی آب کشور (نرم‌افزار Netwat)

(۱۳۸۱) نیز نیاز خالص آبیاری در منطقه اراک برابر با ۵۶۰ میلی‌متر است. این نتایج با روش پنمن مانتیث همخوانی دارد.

جدول ۱- متوسط مصرف آب لوبیا بر اساس روش پنمن مانتیث در منطقه اراک

ماه	دهه	مرحله رشد	ضریب گیاهی	تبخیر - تعرق روزانه (mm)	تبخیر - تعرق دهه (mm)
خرداد	۳	ابتدای رشد	۰/۴	۲/۵۵	۲۸/۰۵
تیر	۱	ابتدای رشد	۰/۴	۲/۶۱	۲۸/۷۱
تیر	۲	توسعه گیاهی	۰/۶۵	۴/۲۶	۴۶/۸۶
تیر	۳	توسعه گیاهی	۰/۶۵	۷/۰۴	۷۷/۴۴
مرداد	۱	گل‌دهی و تشکیل غلاف	۱/۰۴	۷/۷۵	۸۵/۲۵
مرداد	۲	گل‌دهی و تشکیل غلاف	۱/۱۸	۷/۶۲	۸۳/۸۲
مرداد	۳	گل‌دهی و تشکیل غلاف	۱/۱۸	۷/۵۰	۸۲/۵
شهریور	۱	مرحله نهایی	۱/۱۵	۶/۷۷	۷۴/۴۷
شهریور	۲	مرحله نهایی	۰/۸۳	۳/۹۶	۴۳/۵۶
شهریور	۳	مرحله نهایی	۰/۴۷	۲/۰۱	۲۲/۱۱
کل					**۵۷۲/۷۷**

در مجموع می‌توان بیان نمود که بهترین روش برای برنامه‌ریزی آبیاری لوبیا، استفاده از ترکیب روش‌های مستقیم (اندازه‌گیری و پایش رطوبت خاک در مزرعه) و روش‌های غیرمستقیم (تخمین نیاز آبی روزانه) است. در حقیقت در این روش از سه پارامتر رطوبت خاک، مقدار مصرف آب روزانه و مقدار بارش برای پیش‌بینی و تعیین زمان آبیاری و مقدار آب مورد نیاز برای جبران کمبود رطوبت خاک برای رشد بهینه محصول لوبیا، استفاده می‌شود.

اثر تنش آبی بر لوبیا

کمبود شدید آب در طول دوره رشد رویشی، سبب بازدارندگی در تکامل گیاه و ایجاد یکنواختی در رشد می‌شود. درصورتی‌که این کمبود در مراحل گل‌دهی و بعدازآن جبران شود، صدمه کمی به محصول وارد می‌آید، درحالی‌که تنش آبی در دوره گل‌دهی و تشکیل غلاف ارتباط بسیار زیادی با محصول داشته و سبب کاهش آن می‌شود. بروز سریع خشکی باعث اختلالاتی در فتوسنتز و توسعه بافت می‌شود. در لوبیا بسته شدن کامل روزنه‌ها در چند دقیقه پس از بروز یک تنش رخ می‌دهد. با بسته شدن روزنه‌ها، جذب CO_2 حداقل شده و O_2 تجمع می‌یابد که این مسئله سبب افزایش تنفس می‌شود. تنش آبی در لوبیا معمولاً همراه با تسریع در رسیدگی است. البته رفع تنش آبی در موقع رسیدن محصول تا حدودی باعث جبران خسارت و بلوغ دیررس می‌شود. تنش‌های شدید که در اواخر دوره رخ می‌دهند، مطلوب لاین‌های زودرس است، ولی تنش‌های ملایم و نسبتاً زودرس برای لاین‌های دیررس با قابلیت بازیابی رشد، مطلوب هستند. همانند بسیاری از گیاهان زراعی، تحمل به تنش رطوبتی در لوبیا ارتباط نزدیکی با رشد بیشتر ریشه دارد. در مقایسه نمونه‌های متحمل و حساس به خشکی در یک خاک حاصلخیز بدون محدودیت رشد ریشه مشخص شد که ریشه نمونه‌های متحمل به خشکی ۵۰ سانتی‌متر، بیش از ریشه نمونه‌های حساس در خاک نفوذ کرده‌اند. هم‌چنین، در شرایط تنش آبی تثبیت نیتروژن کاهش پیدا می‌کند که این مسئله می‌تواند منجر به کمبود نیتروژن در گیاه شود (دری و همکاران، ۱۳۸۷).

مراحل رشد لوبیا را می‌توان بر پایه حساسیت به آب به ۵ مرحله اصلی تقسیم نمود که شناخت این مراحل در برنامه‌ریزی آبیاری کمک شایان توجهی می‌نماید (دری و همکاران، ۱۳۸۷). مراحل رشد لوبیا و میزان حساسیت به آبیاری در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، مرحله حساس لوبیا به تنش آبی از ابتدای گل‌دهی تا مرحله تشکیل غلاف است و کمبود آب در این دوره خسارت زیادی به لوبیا وارد می‌کند.

جدول ۲- طول و مراحل رشد، هم‌چنین میزان حساسیت به آبیاری در دو نوع لوبیا
(دری و همکاران، ۱۳۸۷)

مرحله رشد	طول مرحله (روز)		میزان حساسیت به آبیاری
	لوبیا سبز	لوبیا خشک	
سبز شدن و رشد رویشی اولیه	۱۰-۱۵	۱۰-۱۵	کم
رشد رویشی سریع (تا پیدایش نخستین گل)	۲۰-۲۵	۲۰-۲۵	کم
گل‌دهی و تشکیل غلاف	۱۵-۲۵	۱۵-۲۵	زیاد
پر شدن غلاف‌ها	۱۵-۲۰	۲۵-۳۰	زیاد
رسیدن	۰-۵	۲۰-۲۵	کم

روش‌های آبیاری لوبیا

به‌طورکلی لوبیا را می‌توان به روش‌های مختلف آبیاری سطحی و تحت‌فشار آبیاری نمود. آبیاری کرتی، آبیاری نواری و آبیاری نشتی عمده‌ترین روش‌های آبیاری سطحی استفاده شده برای لوبیا هستند. هر روش آبیاری برای شرایط خاصی قابل‌استفاده است، به‌طوری‌که نمی‌توان یک روش را به‌عنوان بهترین روش برای همه شرایط انتخاب کرد.

آبیاری کرتی

در روش آبیاری کرتی نیاز است تا مزرعه به کرت‌هایی به ابعاد مشخص به‌وسیله خاک‌ریزهایی به ارتفاع حدود ۱۲ سانتی‌متر تقسیم‌بندی شود. در آبیاری کرتی لوبیا عرض کرت‌ها بسته به جنس خاک متفاوت است، اما به‌منظور آبیاری یکنواخت و مدیریت بهتر آبیاری بهتر است عرض کرت‌ها از ۴۰ متر بیشتر نشود. طول کرت نیز بسته به بافت خاک و مقدار جریان ورودی به مزرعه می‌تواند بین ۲۰ تا ۱۰۰ متر باشد. در آبیاری کرتی به‌منظور پخش یکنواخت آب در سطح کرت و نفوذ هماهنگ آن در خاک، بایستی سطح آن کاملاً تسطیح شده و کرت بدون شیب طولی و عرضی باشد. در این صورت با مدیریت صحیح جریان ورودی به کرت می‌تواند راندمان آبیاری بالایی در این روش انتظار داشت (سهرابی و پایدار، ۱۳۸۴؛ علیزاده ۱۳۸۹؛ کیانی، ۱۳۹۰). اگر در این روش مدیریت آبیاری به‌درستی انجام نشود راندمان به‌شدت

کاهش می‌یابد. هم‌چنین این روش آبیاری به دلیل شستشوی مناسب نیمرخ خاک و جلوگیری از شور شدن خاک، برای محصول لوبیا قابل توصیه است.

شکل ۳- نمایی از روش آبیاری کرتی

در این روش اندازه کرت برای انواع خاک‌ها و شدت‌جریان‌های ورودی مطابق جدول ۳ توصیه شده است. اعداد این جدول تقریبی و فقط برای راهنمایی است، اما درصورتی‌که ابعاد و دبی ورودی در این روش به‌درستی طراحی و اجرا شود می‌توان میزان تلفات آب را به مقدار زیادی کاهش داد. به‌طورکلی خاک‌های با شدت نفوذ زیاد مانند خاک‌های شنی، به مساحت کوچک کرت احتیاج دارند حتی اگر مقدار جریان زیادی در دسترس باشد؛ اما کرت‌هایی که بر روی خاک‌های رسی قرار می‌گیرند می‌توانند بسته به جریان آب موجود بزرگ یا کوچک باشند. انتخاب اندازه مناسب کرت برای این است که بتوان تمام سطح کرت را در زمان مشخص به‌طور یکنواخت آبیاری کرد به‌گونه‌ای که نیاز آبی گیاه تامین شود.

جدول ۳- مساحت‌های توصیه شده و دبی‌های ورودی کرت (سهرابی و پایدار، ۱۳۸۴)

دبی ورودی (لیتر بر ثانیه)	مساحت کرت (هکتار)		
	خاک شنی	خاک لومی	خاک رسی
۳۰	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۲
۶۰	۰/۰۴	۰/۱۸	۰/۴
۹۰	۰/۰۶	۰/۲۷	۰/۶
۱۲۰	۰/۰۸	۰/۳۶	۰/۸
۱۵۰	۰/۱۰	۰/۴۵	۱/۰
۱۸۰	۰/۱۲	۰/۵۴	۱/۲

آبیاری نواری

آبیاری نواری کمابیش شبیه آبیاری کرتی است با این تفاوت که نوارها در جهت طولی دارای شیب حدود ۰/۲ تا ۰/۶ درصد بوده و طول نوارها نسبت به عرض آن‌ها به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بیشتر است (شکل ۴). در این روش وسایل و ادوات مکانیزه کشاورزی ساده‌تر از روش کرتی قابل‌استفاده است. در این روش مزرعه به نوارهای موازی یکدیگر که توسط پشته‌هایی از هم جداشده، تقسیم و هر نوار به‌طور جداگانه آبیاری می‌شود. عرض نوار باید بدون شیب یا با شیب جزئی باشد تا مانع جمع شدن آب در یک‌طرف نوار شود، ولی طول نوار باید دارای شیب باشد. در اراضی با کشت لوبیا طول نوارها بسته به جنس خاک، مقدار آب در اختیار و شیب زمین از ۵۰ تا ۳۰۰ متر (طول کمتر مربوط به خاک‌های سبک و طول بیشتر مربوط به خاک‌های سنگین است) و عرض نوار از ۱۰ تا ۳۰ متر بسته به عرض ماشین‌های استفاده شده، جریان ورودی و شیب عرضی متغیر است. مقدار جریان هر نوار باید به‌اندازه‌ای باشد که آب تمام عرض نوار را بپوشاند، بدون آنکه روی پشته‌ها را بگیرد. معمولاً مقدار جریان باید طوری باشد که حجم آب مورد نیاز را در مدتی مساوی یا کمتر از زمان لازم برای نفوذ آب در خاک، وارد هر نوار کند. بهترین شیب برای کاربرد این روش، شیب کمتر از ۰/۵ درصد است (سهرابی و پایدار، ۱۳۸۴؛ علیزاده ۱۳۸۹؛ کیانی، ۱۳۹۰). در روش آبیاری نواری برای ارتقاء راندمان آبیاری و یا استفاده بهینه از آب معمولاً تمهیدات زیر بکار می‌رود:

- بستن انتهای نوار
- استفاده دوباره از رواناب انتهایی
- قطع جریان پیش از به انتها رسیدن آن
- کاهش میزان دبی ورودی پس از تکمیل مرحله پیشروی

شکل ۴- نمایی از روش آبیاری نواری

در این روش ابعاد نوار و جریان ورودی در خاک‌های مختلف برای محصولاتی مانند لوبیا که ریشه سطحی دارند، مطابق جدول ۴ توصیه شده است.

جدول ۴- ابعاد نوار و جریان ورودی در خاک‌های مختلف (سهرابی و پایدار، ۱۳۸۴)

نوع خاک	ابعاد نوار (متر)		دبی در هر متر عرض نوار	درصد شیب
	طول	عرض	(لیتر در ثانیه)	(متر در هر ۱۰۰ متر)
شنی	۶۰-۸۰	۵-۹	۵-۸	۰/۶-۱/۵
لومی	۱۰۰-۱۸۰	۵-۶	۴-۶	۰/۶-۱/۵
رسی	۱۸۰-۳۰۰	۵-۶	۲-۳	۰/۶-۱/۵

آبیاری نشتی (جوی و پشته)

در این روش از جوی و پشته برای انجام عملیات آبیاری استفاده می‌شود (شکل ۵). در آبیاری به روش نشتی مانند روش‌های دیگر همه مزرعه مرطوب نمی‌شود، بلکه آب از طریق نفوذ جانبی و عمودی رطوبت مورد نیاز گیاه را تأمین می‌نماید. برای آبیاری لوبیا به این روش بایستی فاصله دو پشته آن‌قدر زیاد باشد (۸۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر) که پشته‌ها دارای سطح زیادی گشته و عریض شوند. در این حالت لوبیا در چند ردیف بر روی پشته کشت می‌شود. از جوی‌های کوچک کنار پشته‌ها برای آبیاری استفاده می‌شود. در این شرایط می‌بایستی شیب زمین و همچنین شدت‌جریان آب آبیاری بسیار کم باشد. شیب مناسب برای این روش کمتر از ۱ درصد است. در زمین‌هایی که خطر

فرسایش وجود دارد گاهی این شیب به ۰/۵ درصد نیز کاهش می‌یابد. مناسب‌ترین شیب در روش آبیاری شیاری از ۱/۵ تا ۱۰ در هزار است. بهتر است با زیاد شدن شیب طول شیارها را کوتاه‌تر انتخاب کرد تا تلفات آب کاهش‌یافته، مدیریت آبیاری آسان‌تر گردد و فرسایش خاک کمتر شود (سهرابی و پایدار، ۱۳۸۴؛ علیزاده ۱۳۸۹؛ کیانی، ۱۳۹۰). توصیه‌هایی برای حداکثر طول شیار و فاصله شیارها در شیب‌ها و خاک‌های مختلف وجود دارد که در جدول ۵ ارائه شده است.

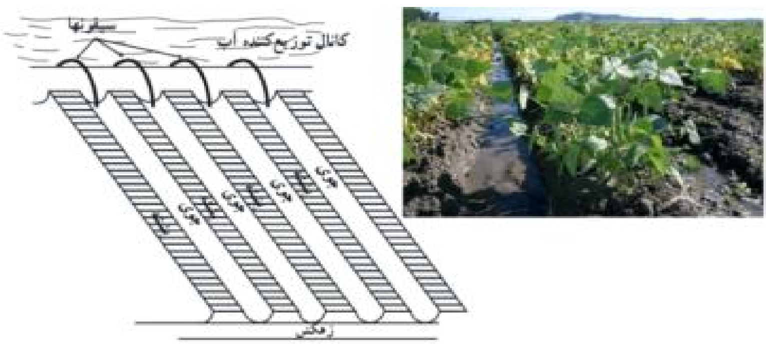
جدول ۵- حداکثر طول و فاصله مناسب شیارها (سهرابی و پایدار، ۱۳۸۴)

نوع خاک	فاصله مناسب شیارها (سانتی‌متر)	شیب شیار (درصد)						
		۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۳۰	۰/۵۰	۱/۰	۱/۵	۲/۰
شنی	۵۰	۶۰	۹۰	۱۲۰	۱۵۰	۱۲۰	۹۰	۸۰	۶۰
لومی	۸۰	۱۲۰	۱۸۰	۲۲۰	۲۸۰	۲۸۰	۲۵۰	۲۲۰	۱۸۰
رسی	۱۲۰	۳۰۰	۳۴۰	۳۷۰	۴۰۰	۴۴۰	۲۸۰	۲۵۰	۲۲۰

در این روش چون آب آشکارا با پشته‌ها در تماس نیست، پس از آبیاری پای بوته‌ها سله نمی‌بندد و از آب با دبی کم و با کنترل بهتر می‌توان استفاده کرد. این روش به‌سادگی در تمام مراحل رشد لوبیا حتی در مرحله جوانه‌زنی و خاک‌های سنگین که در روش‌های آبیاری کرتی و نواری با مشکل مواجه هستند، امکان‌پذیر است. در این روش آبیاری با استفاده از سیفون، اسپایل و لوله دریچه‌دار، مدیریت آبیاری را در شرایط مختلف می‌توان ارتقاء داد. در روش آبیاری نشتی برای افزایش راندمان آبیاری و استفاده بهینه از آب می‌توان از تمهیداتی مانند استفاده از روش آبیاری موجی، روش کاهش جریان و کاربرد لوله‌های هیدروفلوم بهره برد.

در روش آبیاری موجی به‌جای ورود آب به‌صورت پیوسته به داخل شیار آب به‌صورت متناوب به شیار وارد می‌شود. در واقع کاربرد متناوب آب از طریق یکسری دوره‌های زمانی قطع و وصل جریان با مدت‌زمان ثابت یا متغیر که موج نامیده می‌شوند، انجام می‌گیرد. بررسی‌ها نشان داده که کاربرد متناوب آب در سطح مزرعه فرآیند نفوذ آب در خاک را در مرحله پیشروی تغییر می‌دهد. در این حالت در موج‌های ثانویه مقدار

نفوذپذیری کاهش می‌یابد و در نتیجه باعث کاهش تلفات نفوذ عمقی و افزایش راندمان آبیاری می‌شود. جریان موجی می‌تواند بازده آبیاری سطحی را در حد قابل‌ملاحظه‌ای بهبود بخشیده و قابلیت کاربردی آن را افزایش دهد. اجرا و مدیریت صحیح آبیاری با این روش می‌تواند راندمان آبیاری سطحی را تا حد آبیاری بارانی و حتی بیشتر افزایش دهد (سهرابی و پایدار، ۱۳۸۴؛ علیزاده ۱۳۸۹؛ کیانی، ۱۳۹۰).



شکل ۵- نمایی از روش آبیاری نشتی

آبیاری بارانی

یکی دیگر از روش‌های آبیاری لوبیا روش آبیاری بارانی است (شکل ۶). در روش آبیاری بارانی می‌توان مقدار آب کمتر را در فواصل کوتاه‌تر، با دقت و کنترل بهتر نسبت به روش‌های آبیاری سطحی برای آبیاری لوبیا به کار برد. آبیاری بارانی یکی از روش‌های موثر برای آبیاری در مناطق کم آب به دلیل استفاده بهتر از آب بوده و نسبت به روش‌های سطحی در اولویت است. در زمین تحت کشت لوبیا که آبیاری بارانی استفاده می‌شود نیازی به ایجاد شیار نیست و می‌توان کشت را به‌صورت مسطح نیز انجام داد. بررسی مقایسه‌ای دو روش آبیاری بارانی و سنتی روی لوبیا نشان داده است که اجرای آبیاری بارانی باعث کاهش حدود ۴۰ درصدی مصرف آب در مقایسه با روش سنتی می‌شود. باوجوداین در این روش به دلیل اینکه مزرعه تحت تاثیر آبیاری بارانی رطوبت بیشتری دریافت می‌کند و اندام‌های گیاهی مرطوب می‌شود، شرایط برای رشد آفات و بیماری‌ها بیشتر آماده می‌شود. از طرفی در صورت وجود املاح و مواد سمی در آب آبیاری، به دلیل اینکه آب روی برگ و اندام‌های هوایی گیاه لوبیا پاشیده می‌شود، ممکن است برای گیاه

حالت سمیت ایجاد نموده، باعث سوختگی برگ‌ها و آسیب رساندن به گیاه شده و در نتیجه کاهش محصول را به دنبال داشته باشد. هم‌چنین، بیماری سوختگی معمولی لوبیا در مناطق گرم که با سیستم آبیاری بارانی آبیاری می‌شوند، شایع‌تر است.

شکل ۶- نمایی از روش آبیاری بارانی

آبیاری قطره‌ای

آبیاری قطره‌ای لوبیا به دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی قابل‌استفاده است. تفاوت این دو روش در محل نصب قطره‌چکان‌ها و محل‌های آبدهی در مزرعه است. با توجه به این‌که عمده تلفات آب در اراضی کشاورزی به‌واسطه تبخیر از سطح خاک است، سامانه‌هایی که در زیر زمین نصب می‌شوند تلفات مربوط به تبخیر آب را به‌شدت کاهش می‌دهند. در بین روش‌های جدید آبیاری روش آبیاری قطره‌ای نسبت به روش‌های دیگر آبیاری تحت‌فشار، برتری بیشتری دارد. سیستم آبیاری قطره‌ای این امکان را فراهم می‌کند که هر زمان بتوان مقدار آب مورد نیاز را در نزدیک ریشه گیاه در اختیار آن قرار داد. این مزیت بزرگ باعث توزیع یکنواخت آب آبیاری در مزرعه، صرفه‌جویی در مصرف آب و سرانجام افزایش کارایی مصرف آب می‌شود. در روش قطره‌ای رطوبت منطقه توسعه ریشه می‌تواند همواره در شرایط بهینه قرار داشته باشد و در نتیجه گیاه با کمترین تنش رطوبتی مواجه است. هم‌چنین به دلیل کنترل علف‌های هرز و یکنواختی بهتر آبیاری در این سامانه‌ها، معمولاً محصول افزایش یافته و در نتیجه باعث بهبود بهره‌وری مصرف آب می‌شود. در این روش برخلاف روش‌های بارانی آب آشکارا روی گیاه پاشیده نشده و یون‌های سمی موجود در آب در سطح برگ تجمع نمی‌یابد (سهرابی و پایدار، ۱۳۸۴؛ علیزاده ۱۳۸۹؛ کیانی، ۱۳۹۰). مقایسه میزان آب

مصرفی در کشت لوبیا با دو روش سنتی و آبیاری قطره‌ای تیپ در شهرستان اراک نشان داده که میزان مصرف آب در روش سنتی حدود ۱۵۰۰۰ مترمکعب و در روش آبیاری قطره‌ای تیپ حدود ۷۰۰۰ مترمکعب در هکتار در سال است (هدایتی‌پور و همکاران، ۱۳۹۶). ازاین‌رو در صورت طراحی و اجرای صحیح این سامانه‌ها و نیز بهره‌برداری اصولی از آن‌ها می‌توان میزان مصرف آب را در مقایسه با روش‌های سنتی به یک دوم تا یک سوم کاهش داد.

شکل ۷- نمایی از روش آبیاری قطره‌ای تیپ در کشت لوبیا

آبیاری قطره‌ای به کمک نوارهای تیپ یکی از روش‌های آبیاری قطره‌ای است که برای مزارع و از جمله کشت لوبیا مناسب است (شکل ۷). نوار تیپ به فشار زیادی احتیاج ندارد و در مزارع دارای پستی و بلندی نیز بدون نیاز به تسطیح زمین قابل‌استفاده است. از موارد مهمی که بر کارائی و طول عمر مفید سیستم آبیاری تیپ در کشت لوبیا موثر است، مدیریت صحیح و بهره‌برداری مناسب از سیستم است. بازدیدها و سرویس‌های دوره‌ای که در برگیرنده بازدید از لوله‌های آبده، فیلترها، شیرفلکه‌ها، اتصالات، قطعات و ادوات کنترل و غیره است، بسیار ضروری است و بهره‌بردار بایستی در طول مدت بهره‌برداری، آن‌ها را مورد توجه قرار دهد. به‌عنوان نمونه از قرار داشتن نوارهای تیپ در محل خود تا پیش از رشد کامل گیاه بایستی اطمینان حاصل شود، زیرا با بزرگ شدن گیاه امکان جابه‌جایی نوار و قرار دادن آن‌ها در سر جای خود وجود ندارد، در نتیجه این مسئله باعث کاهش کارائی سیستم می‌شود. ازاین‌رو درصورتی‌که این مراقبت‌ها و سرویس‌های پیش از فصل آبیاری، بعد از فصل آبیاری و در هنگام آبیاری

به‌درستی اجرا شود، سامانه‌های آبیاری قطره‌ای تیپ از کارایی بسیار خوبی برای آبیاری محصول لوبیا برخوردار هستند.

مدیریت کشت لوبیا در شرایط کم‌آبی

گیاه لوبیا یکی از محصولات با نیاز آبی بالا است که در مقابل تنش‌های محیطی نیز حساس است. باوجوداین به دلیل اینکه کمبود آب و مسئله بحران آب یکی از مشکلات موجود برای کشاورزی و از جمله زراعت لوبیا است، بایستی با استفاده از روش‌ها و فن-آوری‌های مختلف از هر قطره آب حداکثر استفاده را نمود و بهره‌وری مصرف آب را در این محصول افزایش داد. ازاین‌رو در این بخش به برخی از راهکارهای موجود برای افزایش بهره‌وری مصرف آب لوبیا در شرایط کم‌آبی اشاره می‌شود.

مدیریت کم آبیاری در کشت لوبیا

کم آبیاری از راهکارهای بهینه‌سازی مصرف آب است که طی آن به محصولات زراعی اجازه داده می‌شود مقداری تنش رطوبتی را در طول فصل رشد تحمل نماید. هدف اصلی در کم آبیاری افزایش کارایی مصرف آب با کاهش نیاز آبیاری گیاه و حذف بخشی از آب آبیاری است که تاثیر معنی‌داری در افزایش عملکرد ندارد. کم آبیاری به‌صورت وسیعی، به‌ویژه در مناطقی که با کمبود آب مواجه هستند، انجام می‌شود. به‌تدریج که بر مقدار آب آبیاری اضافه می‌شود تلفات آب نیز زیاد می‌شود. دلیل این امر آن است که در کم آبیاری قسمت بیشترآب به مصرف گیاه می‌رسد و کمابیش هیچ‌گونه تلفات عمقی وجود ندارد، اما هرچه مقدار آب اضافه شود بخشی از آن صرف نفوذ عمقی می‌شود(شکل ۸). ازاین‌رو یکی از راهکارهای مدیریت آبیاری محصول لوبیا در شرایط کم‌آبی و خشک‌سالی استفاده از روش کم آبیاری است که به روش‌های مختلف قابل‌اعمال است و اصول خاص خود را دارد. بایستی به این نکته توجه نمود که کمبود آب در برخی از مراحل بحرانی رشد اثرات نامطلوب زیادی را محصول نشان می‌دهد. گیاهان مختلف در مراحل گوناگون رشد خود حساسیت‌های متفاوتی نسبت به کمبود آب نشان می‌دهند. ازاین‌رو در کم آبیاری محصول لوبیا نیز بایستی به این نکته توجه ویژه نمود و از تجارب به‌دست‌آمده در زمینه اعمال کم آبیاری برای گیاه لوبیا استفاده

نمود. در مورد محصول لوبیا مرحله گل‌دهی و تشکیل غلاف حساس‌ترین مراحل رشد هستند که از اعمال کم آبیاری در این مراحل بایستی اجتناب نمود. در واقع کاهش محصول در مرحله گل‌دهی به دلیل ریزش گل‌ها و سقط دانه‌های تازه تشکیل‌شده و در مرحله تشکیل غلاف به دلیل کاهش در وزن صد دانه است. در زمان وقوع تنش در طول مرحله گل‌دهی، محصول لوبیا به‌سرعت کاهش می‌یابد و نتیجه آن تشکیل غلاف‌های کمتر و تعداد دانه کمتر در هر غلاف است (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵؛ واعظی‌راد و همکاران، ۱۳۸۷؛ یونت و همکاران، ۲۰۱۸).

شکل ۸- مقایسه شماتیک آبیاری کامل و کم آبیاری در لوبیا

بررسی‌ها نشان داده است که کاهش مقدار آب آبیاری تا ۲۵ درصد تأثیر معنی‌داری بر محصول لوبیا ندارد و کاهش محصول ناچیز است، ولی باعث افزایش بهره‌وری مصرف آب حداقل به میزان ۲۵ درصد می‌شود. از طرفی، اعمال کم آبیاری به میزان ۵۰ درصد به‌طور متوسط باعث کاهش ۳۰ درصدی محصول می‌شود. هم‌چنین بر اساس تحقیقات انجام شده مشخص شده است که اعمال کم آبیاری بعد از مرحله گل‌دهی اثرات منفی کمتری نسبت به اعمال کم آبیاری پیش از مرحله گل‌دهی، بر محصول لوبیا دارد (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵؛ واعظی‌راد و همکاران، ۱۳۸۷؛ یونت و همکاران، ۲۰۱۸).

کاشت گیاه با تراکم کم

افزایش و یا کاهش تراکم گیاه (تعداد بوته در واحد سطح) به دلیل تأثیر بر میزان سطح تعرق گیاه، می‌تواند بر مدیریت مصرف آب گیاه نیز موثر واقع گردد. ازاین‌رو انتخاب تراکم کشت مناسب می‌تواند بر مقدار آب قابل‌دسترس گیاه و در نتیجه میزان مصرف آب در شرایط کم‌آبی تأثیرگذار باشد و باعث بهبود عملکرد و بهره‌وری آب لوبیا شود. به‌طورکلی بر اساس بررسی‌های انجام شده، کاهش تراکم کشت تا ۳۰-۲۵ بوته در مترمربع بدون اینکه کاهش قابل‌ملاحظه‌ای در محصول مشاهده شود، موجب کاهش مصرف آب می‌شود (هدایتی‌پور و همکاران، ۱۳۸۵).

کاهش دوره رشد

با توجه به اینکه هرچه طول دوره رشد بیشتر باشد نیاز آبی نیز بیشتر می‌شود، کاهش دوره رشد لوبیا می‌تواند یکی از راهبردهای موثر برای کاهش مصرف آب در شرایط کم‌آبی باشد. در این راستا انتخاب ارقام زودرس و سازگار با شرایط منطقه، اصلاح تاریخ کشت، مدیریت صحیح زمان قطع آبیاری (آخرین آبیاری) و هر اقدام دیگر که سبب زودتر رسیدن محصول شود، می‌تواند در کاهش مصرف آب بسیار تأثیرگذار باشد. تاریخ کشت مناسب موجب بهره‌گیری بهینه از عوامل اقلیمی مانند درجه حرارت، رطوبت، طول روز و هم‌چنین تطابق زمان گل‌دهی با درجه حرارت مناسب می‌شود و به رشد بهتر محصول و جذب بیشتر آب و عناصر غذایی کمک می‌کند. همه لوبیاهای خشک در ایران از جنس گونه Phaseolus vulgaris هستند. با توجه به اهمیت ارقام اصلاح‌شده و امیدبخش لوبیا، در ادامه ارقام جدید لوبیا سفید، قرمز و چیتی به شرح زیر معرفی می‌شود.

ارقام جدید لوبیاچیتی: رقم صالح با ۱۱۰ روز دوره رشد، غفار با دوره رشد ۱۰۵ روز، کوشا با دوره رشد ۹۷ روز، صدری با دوره رشد ۱۱۰ روز. در بین این ارقام، از لحاظ مصرف آب و زودرس بودن رقم کوشا بهترین رقم لوبیاچیتی محسوب می‌شود. همچنین لوبیاچیتی رقم غفار به لحاظ تحمل بیشتر به خشکی، محصول بیشتر، بازارپسندی، مقاومت بیشتر به آفت کنه دولکه‌ای و فرم مناسب بوته توصیه می‌شود.

ارقام جدید لوبیا قرمز: رقم افق با دوره رشد ۸۸ روز، رقم دادفر با دوره رشد ۹۵-۹۰ روز، رقم یاقوت با دوره رشد ۱۰۰ روز. در بین این ارقام، از لحاظ مصرف آب و زودرس بودن رقم افق بهترین رقم لوبیا قرمز محسوب می‌شود. بعدازآن رقم یاقوت با مصرف آب کمتر و عملکرد بیشتر رقم مناسبی محسوب می‌شود.

ارقام جدید لوبیا سفید: رقم الماس با دوره رشد ۹۵-۹۰ روز، رقم درسا با دوره رشد ۹۵ روز، پاک با دوره رشد ۱۰۵-۱۰۰ روز، رقم شکوفا با دوره رشد ۱۰۵ روز. در بین این ارقام، از لحاظ مصرف آب و زودرس بودن رقم درسا بهترین رقم لوبیا سفید محسوب می‌شود.

کشت نشایی

کشت نشاء مکانیزه و انتقال آن به زمین اصلی در زمان مناسب روش جدیدی است که می‌تواند باعث کاهش مصرف آب، کاهش هزینه تولید، افزایش عملکرد و کاهش مصرف بذر شود(شکل ۹). در کشت نشایی مصرف آب نسبت به کشت بذری به میزان زیادی کاهش می‌یابد. این کاهش مصرف آب ناشی از دلایل مختلف از جمله کاهش تعداد آبیاری اولیه و کاهش دوره رشد است. زمان برداشت کشت نشایی می‌تواند تا یک ماه زودتر انجام شود که این مسئله تاثیر زیادی در کاهش مصرف آب دارد. کاشت نشایی برای بهینه‌سازی مصرف آب، کاهش تلفات بذر مصرفی، تراکم مناسب بوته، یکنواختی کاشت و زودرس کردن محصول نسبت به کشت سنتی از برتری خاصی برخوردار است. تنها مشکل موجود در این زمینه نبود دستگاه نشاکار مناسب است که می‌توان با ساخت و استفاده از دستگاه‌های نشاء کار مناسب بهترین نتیجه را به دست آورد.

شکل ۹- کشت نشائی لوبیا

استفاده از مالچ

مؤثرترین اقدام حفاظتی برای کاهش تبخیر سطحی در خاک زمین‌های زراعی این است که تا حد امکان پوشش سطحی برای خاک فراهم شود. یک پوشش مناسب را به بهترین شکل می‌توان توسط اعمال انواع مالچ بر سطح خاک ایجاد نمود. مالچ شامل هرگونه موادی است که بر روی سطح خاک قرار داده می‌شود تا از تبخیر کاسته شده و یا علف‌های هرز را کنترل نماید. مالچ‌ها که هم به‌صورت طبیعی و هم مصنوعی هستند به‌صورت سدی در مقابل خروج رطوبت از خاک عمل می‌نماید. فایده اصلی مالچ (طبیعی و یا مصنوعی) ذخیره کردن آب در خاک، کاهش میزان تبخیر و جلوگیری از هدر رفت رطوبت از سطح خاک و صرفه‌جویی در مصرف آن، بهینه‌سازی عملیات داشت، ارتقاء سطح کمی و کیفی محصول و جلوگیری از نوسانات شدید حرارتی است. امروزه با توجه به پیشرفت‌های صورت گرفته در این زمینه می‌توان از انواع مالچ‌ها به شکل‌های مختلف در کشت لوبیا بهره برد و میزان مصرف آب در لوبیا را به میزان قابل‌توجهی کاهش داد (شکل ۱۰).

شکل ۱۰- استفاده از مالچ در کشت لوبیا

افزایش ظرفیت نگهداشت آب خاک

یکی از راهکارهای کاهش مصرف آب در تولید محصولات کشاورزی از جمله لوبیا افزایش قدرت نگهداشت آب در خاک به‌منظور استفاده تدریجی آن توسط گیاه است. بدین منظور می‌توان از انواع مواد اصلاح‌کننده خاک از جمله کودهای آلی و

سوپرجاذب‌ها استفاده نمود. این مواد می‌توانند در کاهش تعداد دفعات آبیاری و در نتیجه کاهش مصرف آب موثر باشند. پلیمرهای سوپرجاذب می‌توانند مقادیر زیادی آب یا محلول‌های آبی را جذب نموده و متورم شوند. این مخازن ذخیره کننده آب وقتی در خاک قرار می‌گیرند، آب آبیاری و بارندگی را به خود جذب نموده و از فرونشت آن جلوگیری می‌نمایند و پس از خشک شدن محیط خاک، آب داخل پلیمر به‌تدریج تخلیه‌شده و بدین ترتیب خاک به مدت طولانی و بدون نیاز به آبیاری دوباره، مرطوب می‌ماند(شکل ۱۱). ساختار این مواد به‌گونه‌ای است که می‌توانند تا بیش از ۲۰۰ برابر وزن خود آب جذب نموده و در شرایط یونی، وجود فشار و حضور ریزجاندارهای خاک، چندین سال مانند یک مخزن، آب و مواد محلول را جذب و نگهداری کرده و بر حسب نیاز ریشه در اختیار گیاه قرار دهند. با کاربرد این قبیل مواد در کشت لوبیا می‌توان ضمن کاهش تعداد آبیاری‌ها و در نتیجه کاهش مصرف آب، عملکرد محصول را نیز بهبود بخشید که درنهایت باعث افزایش هرچه بیشتر بهره‌وری آب در کشت لوبیا می‌شود (دشت بزرگ و همکاران، ۱۳۹۱؛ احمد و همکاران، ۲۰۱۵).

شکل ۱۱- کاربرد سوپرجاذب در کشت لوبیا

استفاده از پساب

یکی از راهکارهای مقابله با کم‌آبی استفاده از آب‌های با کیفیت پایین یا نامتعارف است. یکی از منابع نامتعارف موجود فاضلاب‌ها و پساب‌های شهری هستند که حجم این منابع روزبه‌روز در حال افزایش نیز است. ازاین‌رو استفاده از پساب‌ها به‌عنوان یک منبع

غیرمتعارف، پس از تصفیه برای استفاده مستقیم و یا در ترکیب با آب شیرین، در بخش کشاورزی بیش‌ازپیش مورد توجه قرار گرفته است. علاوه بر این، استفاده از پساب‌ها به دلیل اینکه سرشار از عناصر کودی هستند باعث افزایش درصد مواد آلی و بهبود حاصلخیزی خاک نیز می‌شوند. بررسی‌ها نشان داده است که استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده در آبیاری لوبیا باعث افزایش محصول می‌شود (صفاری و همکاران، ۱۳۸۷). باوجوداین، استفاده از پساب‌ها ضمن توجه به شرایط آب و هوایی، گیاهی و اجتماعی-فرهنگی، نیازمند توجه به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه و دیگر عوامل مرتبط با آن است. در ارتباط با محصول لوبیا به دلیل حساسیت بالای این گیاه به شوری، بایستی کیفیت پساب استفاده شده برای سطح شوری کنترل شود، در غیر این صورت استفاده از پساب‌های شور باعث کاهش قابل‌توجه محصول می‌شود.

شکل ۱۲- استفاده از پساب در آبیاری محصولات کشاورزی

استفاده مناسب و پایدار از پساب‌ها در آبیاری محصولات مختلف از جمله لوبیا نیازمند مدیریت صحیح مصرف و پایش کیفی و میکروبی اراضی آبیاری شده با پساب است (شکل ۱۲). کاربرد بدون مدیریت این منابع می‌تواند باعث تجمع بیش‌ازحد فلزات سنگین و آلاینده‌های میکروبی در خاک و گیاه شود. در استفاده از پساب‌ها انتخاب نوع روش آبیاری، انتخاب نوع محصول، مدیریت آبیاری، برنامه‌ریزی صحیح و مدیریت مزرعه بسیار مهم است و همان‌طور که بیان شد، بدون توجه به موارد ذکرشده ممکن است

استفاده از پساب‌ها آثار زیان‌باری بر روی سلامتی انسان‌ها، کیفیت خاک، بهداشت و محیط‌زیست داشته باشد (بدیعی و همکاران، ۱۳۹۵). در رابطه با انتخاب سیستم آبیاری با پساب، چه بسا آبیاری قطره‌ای در مقایسه با دیگر روش‌ها برای تولید حداکثر محصول و رعایت مسائل بهداشتی برای کارگران و مصرف‌کنندگان موفق‌تر است، ازاین‌رو توصیه می‌شود در آبیاری لوبیا با استفاده از پساب باید از سیستم آبیاری قطره‌ای استفاده شود.

به‌نژادی

اصلاح و انتخاب ارقام لوبیا متحمل به خشکی با استفاده از شاخص‌های مناسب، یکی از راهکارهای مناسب برای کاهش اثرات کم‌آبی بر عملکرد محصول لوبیا است. در اختیار داشتن ارقام زراعی کم‌توقع و موفق در شرایط کم‌آبی از طریق روش‌های مختلف کلاسیک و نوین اصلاح نباتات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که با پیشرفت‌های شگرف علوم و فنون اصلاح نباتات در هر دو قسمت به‌ویژه مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی مولکولی در کشاورزی راه بیش از گذشته برای رسیدن به این امر نویدبخش و گشوده شده است. اصولاً در به‌نژادی سنتی اصلاح‌گر تنها به گزینش بهترین ارقام مقاوم به کم‌آبی در ژرم پلاسم موجود با روش‌های طرح‌های آزمایشی می‌پردازد درحالی‌که در روش‌های به‌نژادی نوین به‌نژادگر پا را فراتر نهاده و به ارقام جدید از طریق دورگ‌گیری پرداخته و مواد ژنتیکی جدید را با روش‌های نوین و کمکی اصلاح مانند مهندسی کرموزوم، مهندسی ژن و بیوتکنولوژی مولکولی ارزیابی نموده و لاین‌ها یا ارقام مقاوم به تنش خشکی را گزینش می‌نماید (شاهسوند حسنی، ۱۳۷۹).

مقاومت به خشکی به‌وسیله عوامل زیادی مانند تعداد ریشه و گسترش آن، مقاومت نسبت به جریان آب، اندازه روزنه و تعداد آن، ظرفیت آب برگ، مقاومت کوتیکولی و مومی بودن آن کنترل می‌شود. موفقیت‌هایی که تاکنون از نظر اصلاح ارقام مقاوم به خشکی و پر محصول کسب شده است، به‌نژادی هدایت شده مرتبط نبوده و بیشتر اتفاقی است؛ اما روند فعلی به‌نژادی به این صورت است که ارقام یا لاین‌هایی را که از نظر هر یک از صفت‌ها برتر هستند، اصلاح می‌کنند و سپس شکل‌های مطلوبی را که از راه ترکیب کردن چند رقم یا لاین در یک لاین برتر که بیشتر صفات بالا را داشته باشد، به وجود می‌آورند. این نوع تحقیقات هدایت‌شده، گرچه با صرف وقت و هزینه بیشتر

همراه است، در درازمدت در مقایسه با روش رایج به‌نژادی که متکی به‌تصادف است و حتی امروزه نیز اکثر متخصصین به‌نژادی به آن متکی هستند ساده‌تر و با درجه اطمینان بیشتری همراه است (شاهسوند حسنی، ۱۳۷۹). ازاین‌رو با دستیابی به ارقامی که توانمند به تحمل تنش خشکی هستند می‌توان به میزان قابل‌توجهی از کاهش محصول کاست و با توجه به شرایط کشور و وقوع خشک‌سالی‌های بسیار و تغییر اقلیم، سازگاری بیشتر و بهتری برای مقابله با شرایط کم‌آبی به دست آورد. ازاین‌رو استفاده از محصولات نهایی به‌دست‌آمده از به‌نژادی برای محصول لوبیا نیز به‌منظور مقابله پایدار و درازمدت و کاهش احتمال تکرار بحران‌های کم‌آبی و خشک‌سالی، اکیداً توصیه می‌شود.

خاک‌ورزی حفاظتی در کشت لوبیا

روش‌های خاک‌ورزی مرسوم تأثیر مخربی بر ساختمان خاک و اکوسیستم کشاورزی دارد. ازاین‌رو کشاورزی حفاظتی اولویت اصلی در آینده کشاورزی جهان است. طبق تعریف خاک‌ورزی حفاظتی، جهت افزایش ماده آلی خاک، حداقل ۳۰ درصد بقایای محصول پیشین می‌بایست در سطح خاک باقی بمانند. در روش کشت مستقیم بقایای گیاهی محصول پیشین تقریباً به‌صورت کامل بر روی سطح خاک باقی می‌ماند (هدایتی‌پور و همکاران، ۱۳۹۶a).

شکل ۱۳- کشت مستقیم لوبیا پس از برداشت جو (هدایتی‌پور و همکاران، ۱۳۹۶a)

یکی از ارکان مهم در توسعه کشاورزی پایدار به حداقل رساندن جابجایی خاک است. روش‌های کم خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی از نقطه‌نظر صرفه‌جویی در میزان مصرف انرژی، زمان انجام عملیات و همچنین کاهش هزینه تولید یکی از بهترین روش‌های خاک‌ورزی به شمار می‌رود. به دلیل این‌که وجود رطوبت و مدت‌زمان ماندگاری آن در خاک تأثیر زیادی بر روی میزان عملکرد محصولات زراعی دارد، در روش‌های کم خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی (کشت مستقیم)، وجود پوشش گیاهی باعث کاهش میزان تبخیر از سطح خاک شده که در نتیجه رطوبت خاک بیشتر حفظ می‌شود. این حفظ رطوبت بیشتر می‌تواند در کاهش تنش وارده بر محصول لوبیا به‌ویژه در شرایط خشک‌سالی بسیار موثر باشد و در نتیجه از میزان کاهش عملکرد محصول در شرایط کم‌آبی کاسته می‌شود (هدایتی‌پور و همکاران، ۱۳۹۶b).

با توجه به اینکه یکی از محورهای اصلی کشاورزی حفاظتی رعایت تناوب زراعی مناسب است، ازاین‌رو رعایت تناوب مناسب در کشت لوبیا ضروری است. منظور از تناوب زراعی، کشت محصولات مختلف با ترتیب معین در یک مزرعه است. اجرای صحیح تناوب زراعی با منافع زیادی از قبیل افزایش محصول، افزایش ذخیره مواد آلی خاک، استفاده موثر از مواد غذایی و رطوبت خاک، کاهش خسارت فرسایش، استفاده مؤثرتر از کودهای شیمیایی و حیوانی، کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها همراه است. بر اساس بررسی‌های انجام‌شده بهترین تناوب برای کشت لوبیا، گندم و جو است (شکل ۱۳). به دلیل تفاوت‌های ریشه‌ای و مورفولوژیکی گندم و جو نسبت به لوبیا، استفاده از این تناوب بیشتر منافع یادشده را برآورده می‌نماید. ازاین‌رو بهتر است تناوب لوبیا-گندم (جو) و یا تناوب لوبیا-گندم (جو)- آیش، رعایت شود.

بر اساس تحقیقات انجام شده در خصوص تأثیر کشت حفاظتی بر محصول مصرف آب لوبیا، مشخص شده است که در کشت‌های حفاظتی می‌توان بدون کاهش قابل‌ملاحظه محصول دور آبیاری را افزایش داده و در نتیجه به میزان قابل‌توجهی در مصرف آب صرفه‌جویی نمود. به‌عنوان نمونه بر اساس تحقیقات انجام‌شده، در کشت مستقیم لوبیا پس از جو می‌توان دور آبیاری را از ۵ روز به ۷ روز افزایش داده و در نتیجه تعداد کل دفعات آبیاری و حجم آبیاری را حداقل به میزان ۲۰ درصد کاهش

داد، بدون اینکه کاهشی در عملکرد محصول وجود داشته باشد (هدایتی‌پور و همکاران، ۱۳۹۶a).

کشت مکانیزه لوبیا

روش کشت مرسوم در ایران همانند غلات و ریزدانه‌ها به‌صورت مسطح است؛ اما باید توجه داشت که لوبیا یک گیاه وجینی شمرده می‌شود، ازاین‌رو روش کشت صحیح آن نیز به‌صورت ردیفی است و عملیات کشت آن بیشتر توسط ردیف‌کارهای مکانیکی و یا بادی انجام می‌شود. بزرگ‌ترین برتری کشت ردیفی و یا جوی و پشته‌ای، امکان مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز و دیگر عملیات داشت به‌صورت مکانیزه است. انجام آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) در روش کشت ردیفی در مقایسه با کشت مسطح با آسانی بیشتری انجام می‌شود. علاوه بر این توزیع رطوبت عرضی و عمقی رطوبت خاک یکنواخت‌تر است (هدایتی‌پور و همکاران، ۱۳۸۸).

جدول ۶- اثر روش کشت و تراکم بذر بر روی عملکرد دانه در لوبیا قرمز

(هدایتی‌پور و همکاران، ۱۳۸۸)

روش کشت – تراکم	**عملکرد دانه** (کیلوگرم در هکتار)
کشت ردیفی با تراکم ۱۲۰ کیلوگرم	۳۳۴۲
کشت ردیفی با تراکم ۱۸۰ کیلوگرم	۲۷۱۲
کشت مرسوم (خطی کاری)	۲۶۵۰

از دیگر محاسن اجرای کشت ردیفی، مصرف کمتر بذر در روش ردیف‌کاری است. به‌نحوی‌که درعمل می‌توان تراکم کشت را تا ۱۰۰ کیلوگرم در هر هکتار و حتی کمتر کاهش داد. آزمایش‌هایی که در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اراک انجام شده نشان داده که محصول در هر دو نوع لوبیاچیتی و قرمز در تراکم کشت ۱۱۰ و ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار کم وبیش یکسان است (عملکرد دانه در لوبیا قرمز مطابق جدول ۶ با تراکم ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در حدود ۶۰۰ کیلوگرم بیشتر است). در نتیجه با اجرای کشت

ردیفی ضمن کاهش مصرف بذر و مدیریت بهتر سیستم آبیاری، عملکرد محصول و سرانجام بهره‌وری آب محصول افزایش می‌یابد (هدایتی‌پور و همکاران، ۱۳۸۸).

یکی دیگر از روش‌های کشت مکانیزه لوبیا کشت روی بسترهای دائم یا پشته‌های عریض است. در این روش عملیات کاشت روی پشته‌هایی به عرض ۹۰-۶۰ سانتی‌متر و به ارتفاع ۳۰-۱۵ سانتی‌متر انجام می‌شود (شکل ۱۴).

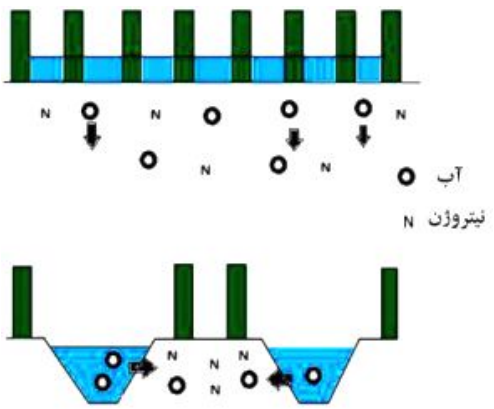
شکل ۱۴- تهیه بستر بذر برای کاشت روی پشته‌های عریض

در این روش کشت در سال اول پس از آماده‌سازی زمین و نرم شدن خاک، با استفاده از پشته‌ساز و یا مستقیماً توسط خطی کارهای مخصوص پشته‌هایی مسطح ایجاد می‌شود. در سال‌های بعد عملیات کشت مستقیم (با رعایت تناوب) بر روی این پشته‌ها انجام می‌شود. با استفاده از تیغه‌های پنجه غازی می‌توان عملیات داشت و ترمیم پشته‌ها را در سال‌های بعد انجام داد. در واقع در روش کاشت بر روی پشته‌های عریض که بستر بذر به‌طور دائم استفاده می‌شود، پشته‌ها ثابت باقی‌مانده و نیازی نیست تا به ازاء هر کاشت، بستر بذر تخریب و دوباره بازسازی شود (حسن و همکاران، ۲۰۰۵).

امروزه در خصوص بحث کشاورزی حفاظتی بیشترین تأکید بر روی اجرای این روش است (شکل۵). در این روش در مقایسه با روش کشت مستقیم مسطح، ریشه نفوذ بیشتری در داخل خاک دارد و ظرفیت نگهداشت آب در خاک نیز افزایش می‌یابد. علاوه بر این انجام عملیات داشت با سهولت بیشتری انجام می‌شود و مدیریت آبیاری از جمله آبیاری قطره‌ای (تیپ) بهتر صورت می‌گیرد.

شکل ۱۵- کشت لوبیا روی بستر دائم بعد از برداشت ذرت در کشاورزی حفاظتی

در این روش کشت، بر اساس نتایج مطالعاتی که در کشورهای چین، ترکیه، هند، قزاقستان، پاکستان و بنگلادش انجام شده است، متوسط افزایش محصول در روش کشت روی پشته‌های دائم در مقایسه با روش مرسوم در حدود ۲۰ الی ۲۵ درصد بیشتر است، ضمن این‌که میزان صرفه‌جویی در مصرف آب بین ۲۰ تا ۳۰ درصد گزارش‌شده است. همچنین در روش کشت بر روی بسترهای دائم میزان، جذب نیتروژن با توجه به توزیع مناسب رطوبت در بستر بذر، افزایش می‌یابد (حسن و همکاران، ۲۰۰۵؛ خالسکو و همکاران، ۲۰۰۸) (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- افزایش جذب آب، نیتروژن و مواد مغذی در روش کشت بر روی بسترهای دائم

در بحث روش کشت لوبیا بیشتر از دو روش آبیاری استفاده می شود که شامل روش خشکه‌کاری و هیرم‌کاری است. در روش هیرم‌کاری بعد از آماده‌سازی زمین، آبیاری انجام و سپس، بسته به دمای محیط ۳ الی ۴ روز بعد عملیات کشت انجام می‌شود. هدف اصلی از هیرم‌کاری کاهش جمعیت علف‌های هرز است. بدین‌صورت که در فاصله زمانی آبیاری تا مرحله کاشت علف‌های هرز شروع به جوانه‌زنی و رشد می‌کنند و به‌واسطه به هم خوردن خاک علف‌های هرز تازه جوانه‌زده شده از بین می‌روند. از دیگر برتری‌های هیرم‌کاری مصرف کمتر آب است. با توجه به اینکه در کشت هیرم، پیش از کاشت زمین را آبیاری کرده و سپس به‌طور متوسط پس از ۳ الی ۵ روز که زمین گاورو می‌شود، اقدام به کشت لوبیا می‌نمایند، ازاین‌رو به مدت ۲۵-۲۰ روز از آبیاری زمین برای جلوگیری از سله بستن و رویش یکنواخت بذرها خودداری می‌نمایند. درحالی‌که در روش کشت خشکه‌کاری پس از کاشت زمین، حداکثر هر چهار روز یک‌بار تا سبز کردن کشت می‌بایست زمین آبیاری شود تا سطح زمین به‌طور مداوم مرطوب بوده و از گیرکردن جوانه لوبیا در زیر سله جلوگیری نمایند. ازاین‌رو مقدار مصرف آب در روش خشکه‌کاری به‌مراتب بیشتر از روش هیرم‌کاری است. بااین‌حال یکی از چالش‌های به‌کارگیری این روش فشردگی بیش‌ازحد خاک به دلیل رفت و آمد تراکتور و ادوات کاشت در رطوبت بالا است که این مسئله نیز با استفاده از کشت روی پشته‌های دائم به حداقل کاهش می‌یابد (هدایتی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵).

کیفیت آب آبیاری

آب آبیاری از نظر کیفیت بسیار متنوع بوده و به نوع و مقدار املاح و مواد معدنی موجود در آب بستگی دارد. معمولاً مناسب بودن آب برای آبیاری به‌وسیله کل مقادیر نمک موجود در آب تعیین می‌شود. وقتی کل نمک‌های موجود در خاک افزایش یابد، مدیریت ویژه‌ای برای تولید محصول قابل‌قبول احتیاج است. خاک مناسب برای کشت لوبیا، خاک‌های لومی تا لوم رسی هستند، اما مشکلات خاک‌ها در ارتباط با کیفیت آب مصرفی عبارتند از ایجاد شوری، کاهش سرعت نفوذ آب، مسمومیت‌های یون‌های ویژه مانند سدیم، کلر و بر. مشکلات شوری بیشتر با تجمع نمک در منطقه ریشه که عامل کاهش محصول گیاه است، دیده می‌شود. کاهش محصول بیشتر زمانی دیده می‌شود که

تجمع نمک در منطقه ریشه به اندازه‌ای باشد که گیاه توانا به جذب آب کافی از محلول خاک نبوده و در نتیجه سبب تنش آبی در گیاه می‌شود (دادیور و همکاران، ۱۳۹۴).

حد مجاز شوری آب آبیاری برای استفاده در یک مزرعه، تابعی از نوع گیاه مورد کشت و شیوه مدیریتی کشاورز است که در صورت بیشتر شدن شوری خاک مزرعه از حد تحمل گیاه می‌تواند سبب کاهش تولید و خسارت به کشاورز بشود. پاسخ گیاهان مختلف به شوری یکسان نیست. برخی گیاهان عملکرد قابل قبولی در مقادیر بالاتر شوری نسبت به گیاهان دیگر دارند. این موضوع به دلیل توانایی در ایجاد فشار اسمزی لازم برای جذب آب و غلبه بر فشار اسمزی محلول خاک است. گیاه لوبیا به شوری بسیار حساس است. به همین لحاظ توجه کافی در انتخاب خاک و آب آبیاری جهت تولید محصول خوب ضروری است. تحمل گیاه لوبیا نسبت به شوری در جدول ۴ نشان داده‌شده است. لوبیا از لحاظ تحمل نسبت به سدیم و بور در گروه گیاهان حساس قرار دارد. به همین دلیل، برای برداشت عملکرد اقتصادی در محصول لوبیا، درصد سدیم تبادلی خاک (ESP) می‌بایست کمتر از ۱۵ درصد و غلظت بر در دامنه ۰/۷۵ تا ۱ میلی‌گرم بر لیتر در محلول خاک و آب آبیاری باشد. لوبیا در خاک‌هایی با pH تا حدود ۸ توانایی رشد نسبتاً خوبی دارد ولی pH مناسب رشد آن ۷-۶ است (دادیور و همکاران، ۱۳۹۴).

جدول ۷- تحمل و پتانسیل تولید لوبیا در شوری آب آبیاری و عصاره اشباع خاک

(دادیور و همکاران، ۱۳۹۴)

پتانسیل تولید (٪)	تحمل شوری	
	هدایت الکتریکی آب آبیاری (dsm^{-1})	هدایت الکتریکی عصاره اشباع (dsm^{-1})
۱۰۰	۰/۷	۱
۹۰	۱	۱/۵
۷۵	۱/۵	۲/۳
۵۰	۲/۴	۳/۶
۰	۴/۲	۶/۳

در خصوص کیفیت آب آبیاری با توجه به مطالب بیان شده، برای گیاه لوبیا بایستی توجه نمود که در صورت وجود املاح سمی سدیم، کلر و بر حتی‌الامکان از آبیاری بارانی استفاده نشود. همچنین به دلیل حساسیت لوبیا به شوری، بایستی همواره شستشوی خاک همراه با آب آبیاری و یا در پایان فصل، به‌منظور فراهم نمودن امکان کشت پایدار این محصول، توجه شود. علاوه بر این برای جلوگیری از تجمع نمک و کاهش آن در خاک می‌توان لوبیا را به‌طور پیوسته در تناوب با گیاهان دارای ریشه عمیق مانند یونجه کشت نمود. با توجه به اینکه بخش وسیعی از زمین‌های کشور به دلیل شرایط خاص آب و هوایی، طبیعت مواد مادری و کیفیت نامناسب آب آبیاری شور بوده یا روند آن‌ها به سمت شور شدن هرچه بیشتر است، طبیعی است که کشت گیاهان در این شرایط با مشکل مواجه بوده و لازم است تا حد امکان تدابیر لازم به‌منظور جلوگیری از کاهش عملکرد گیاهان به‌ویژه گیاهان حساسی مانند لوبیا، به عمل آید.

در بین سامانه‌های موجود استفاده از سامانه آبیاری تیپ به دلیل فراهم نمودن امکان انجام آبیاری در فواصل زمانی کوتاه و مرطوب نگه‌داشتن خاک ناحیه توسعه ریشه، محلول آب در طول دوره رشد همواره رقیق باقی‌مانده و در نتیجه تنش وارده به محصول لوبیا را کاهش می‌دهد، نسبت به سامانه‌های دیگر برتری دارد؛ اما بایستی توجه نمود که استفاده از سامانه‌های آبیاری قطره‌ای تیپ درصورتی‌که با مدیریت صحیح همراه نباشند به دلیل تجمع بیشتر املاح در اطراف ناحیه ریشه باعث شور شدن خاک شده و امکان کشت پایدار لوبیا را غیرممکن می‌کنند. ازاین‌رو، با توجه به توسعه روزافزون سامانه‌های آبیاری تیپ در کشت لوبیا، باید به ملاحظات مدیریتی در خصوص آبشویی و اصلاح خاک، توجه شود تا بتوان ضمن کاهش مصرف آب تولید پایداری در کشت گیاه لوبیا داشت. ازاین‌رو، صرف‌نظر از اینکه چه مقدار آب آبیاری و با چه کیفیتی در اختیار کشاورزان است، مدیریت آبیاری باید به‌گونه‌ای باشد که شوری را در حد قابل قبولی برای رشد بهینه گیاه لوبیا که از حساس‌ترین گیاهان نسبت به شوری است، ثابت نگه دارد.

تغییر اقلیم و سازگاری با آن

تغییرات آب و هوایی و یا تغییر اقلیم یعنی هر تغییر مشخص در الگوهای مورد انتظار برای وضعیت میانگین آب و هوایی که در طولانی‌مدت در یک منطقه خاص یا برای کل اقلیم جهانی، رخ بدهد. تغییر اقلیم نشان‌دهنده‌ی تغییرات غیرعادی در اقلیم درون اتمسفر زمین و پی‌آمدهای ناشی از آن در قسمت‌های مختلف کره‌ی زمین است. شواهد حاکی از آن است که ما در یک دوره تغییر اقلیم ناشی از تغییر غلظت گازهای گلخانه‌ای قرار داریم. غلظت دی‌اکسید کربن در اتمسفر از ۱۹۵۰ میلادی در حال افزایش است. ادامه این پدیده ممکن است به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای ویژگی‌های اقلیمی منطقه‌ای و جهانی از قبیل بارش و دما را تغییر دهد. تغییر اقلیم می‌تواند اثر مهم و قابل‌توجهی بر روی چرخه هیدرولوژی از طریق بارش، تبخیر- تعرق، رطوبت خاک و دما داشته باشد. چرخه هیدرولوژی با بارش و تبخیر بیشتر دچار دگرگونی می‌شود. بااین‌حال، بارش اضافی ایجادشده به‌صورت نامتوازن در سرتاسر جهان توزیع خواهد شد. به‌گونه‌ای که برخی از نقاط جهان ممکن است شاهد کاهش شدید بارش یا تغییرات کلی در مدت‌زمان فصول خشک و مرطوب باشند (گودرزی، ۱۳۹۴).

تحقیقات بسیار در نقاط مختلف جهان نشان داده است که پیش آمدن تغییر اقلیم یک پدیده حتمی است و نتایج و آثار آن در هر منطقه‌ای متفاوت است. به‌گونه‌ای که مناطق خشک کره زمین خشک‌تر شده و با خشک‌سالی‌های طولانی‌تر مواجه می‌شوند و به جای آن در مناطق مرطوب با طوفان و سیلاب‌های شدید روبه‌رو خواهند بود. با توجه به وابستگی و ارتباط تنگاتنگ بخش کشاورزی با اقلیم، یکی از آثار احتمالی تغییر اقلیم اثر آن بر نیاز آبی گیاهان و در نتیجه نیاز آبیاری در مناطق مختلف است. ازاین‌رو تولید محصولات مختلف کشاورزی از جمله لوبیا از لحاظ عملکرد کمی و کیفی کاملاً تحت تاثیر این پدیده قرار می‌گیرد. تحقیقات مختلف انجام‌شده در کشور نشان داده است که در اکثر مناطق کاهش بارش و افزایش دما پیش آمدن می‌یابد. افزایش دما و وقوع خشک‌سالی‌های زیاد عملکرد و کیفیت محصول لوبیا را شدیداً تحت تاثیر قرار می‌دهد. علاوه بر این افزایش دما باعث افزایش تبخیر- تعرق و کاهش رطوبت خاک می‌شود که این مسئله خود آبیاری بیشتر را می‌طلبد. ازاین‌رو کشاورزان و متخصصین بایستی با این پدیده و اثرات آن آشنا شده و راهکارهای مقابله و سازگاری با آن را بشناسند. نتایج

تحقیقات مختلف نشان داده است که در شرایط اقلیمی آینده افزایش دما بیشترین سهم را در کاهش محصولات زراعی دارد. ازاین‌رو راهکارهای سازگاری با این شرایط باید به شیوه‌ای انتخاب شود که از این اثرات منفی جلوگیری کنند. در این بخش به برخی از راهکارهای مدیریتی برای سازگاری با این پدیده اشاره می‌شود (گودرزی، ۱۳۹۴؛ بنیادی، ۱۳۹۳).

تغییر تاریخ کشت: تغییر تاریخ کشت لوبیا بر اساس الگوی تغییرات دما و بارش در آینده یکی از راهکارهای مناسب برای سازگاری با تغییر اقلیم است. به‌گونه‌ای که با تغییر زمان کشت مناسب می‌توان از افزایش مصرف آب و کاهش محصول جلوگیری نمود. البته بایستی توجه نمود که این تغییر بایستی کاملاً اصولی و بر اساس تحقیقات انجام‌شده توسط متخصصین مربوطه صورت پذیرد، در غیر این صورت می‌تواند نتایج عکس داشته باشد.

به‌نژادی: یکی دیگر از راهکارهای مقابله با اثرات تغییر اقلیم افزایش مقاومت محصول لوبیا به گرما است که از طریق به‌نژادی می‌توان به این مهم دست یافت. همچنین در این راستا می‌توان از شناخت و کاربرد ارقام مقاوم به خشکی موجود برای کشت استفاده نمود.

پیش‌بینی‌های دقیق‌تر آب‌وهوا: اطلاع زارعین از شرایط آب و هوایی در فصل رشد سازگاری نسبت به تغییرات اقلیمی را آسان‌تر می‌کند. این اطلاعات در صورتی می‌توانند کمک شایانی در تصمیم‌گیری‌های کشاورزان داشته باشند که علوم کشاورزی و هواشناسی در کنار یکدیگر اقدام به پیش‌بینی نمایند که جوابگوی بهتری برای نیاز کشاورزان باشد.

آموزش و ترویج: کشاورزان بایستی از وقوع تغییر اقلیم آگاهی یابند و پیش از اینکه سازگاری در سطح مزرعه اجرا شود، زارعین باید به این سطح از آگاهی برسند که متوجه شوند باید نوع کشت، عملیات زراعی و ارقام کاشته شده تغییر یابند. شرط موفقیت سازگاری با تغییرات اقلیمی نه‌تنها به‌کارگیری فناوری زراعی جدید و سرمایه‌گذاری در افزایش آب در دسترس مناطق روستایی است، بلکه آموزش‌های

صحیح و راهکارهای سیاستی که امکان دسترسی بهتر زارعین به اطلاعات، اعتبارات و بازارها را فراهم می‌کنند، نیز از اولویت بالایی برخوردار است.

علاوه بر موارد ذکر شده در این بخش دیگر راهکارهای بیان‌شده برای مدیریت کشت لوبیا در شرایط کم‌آبی مانند کم آبیاری، کشت نشائی، خاک‌ورزی حفاظتی، استفاده از مالچ، کشت مکانیزه، افزایش نگهداشت آب خاک و استفاده از پساب، نیز در مقابله و سازگاری با تغییر اقلیم مفید است. ازاین‌رو راهنمایی و تشویق کشاورزان به استفاده از این راهکارها می‌تواند گامی موثر در راستای سازگاری با تغییر اقلیم برای کشت پایدار محصول لوبیا باشد.

منابع

۱) بدیعی، آ.، ف، کاراندیش و س. م، طباطبایی. ۱۳۹۵. تاثیر آبیاری با فاضلاب خام و تصفیه شده شهر بر عملکرد گندم و ویژگی‌های میکروبی خاک و گیاه. نشریه دانش آب و خاک، ۲۶(۴/۲): ۲۱۵-۲۲۸.

۲) بنیادی، ر. ۱۳۹۳. اثر تغییر اقلیم بر کشاورزی و ارزیابی راهکارهای سازگاری با آن. کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش‌ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری.

۳) دادیور، م.، م. ع، خودشناس و ج، قدبیک‌لو. ۱۳۹۴. آبیاری لوبیا. گزارش، علمی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی.

۴) دری، ح.ر.، ع. قنبری.، ح. لک و م، بنی جمالی. ۱۳۸۷. راهنمای لوبیا (کاشت داشت و برداشت). نشر آموزش کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

۵) دشت بزرگ، ع.، غ.ع، صیاد و ا، کاظمی نژاد. ۱۳۹۱. بررسی اثر نوع ماده جاذب آب بر ظرفیت نگهداری آب خاک. علوم و مهندسی آبیاری، ۳۵(۴): ۳۳- ۳۸.

۶) سپاسخواه، ع.ر.، ع.ر، توکلی و ف، موسوی. ۱۳۸۵. اصول و کاربرد کم آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۷) سهرابی، ت و ز، پایدار. ۱۳۸۴. اصول طراحی سیستم‌های آبیاری. انتشارات دانشگاه تهران.

۸) شاهسوند حسنی، ح. ۱۳۷۹. روش‌های بهنژادی سنتی و نوین گیاهی برای شرایط کم آبی در کشاورزی پایدار. اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم آبی و خشکسالی.

۹) صفاری، م.، ح، فتحی.، م، عمادی.، ع.م، رونقی و ر، مهاجری. ۱۳۸۷. تاثیر آبیاری با پساب فاضلاب بر عملکرد و کیفیت دو گونه لوبیا و برخی ویژگی‌های خاک. سومین کنگره ملی بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی، اصفهان.

۱۰) علیزاده، ا. ۱۳۸۹. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات آستان قدس رضوی.

۱۱) فرشی، ع.ا.، م.ر، شریعتی.، ر، جارالهی.، م.ر، قائمی.، م، شهابی فر و م.م، تولائی. ۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. نشر آموزش کشاورزی. موسسه تحقیقات خاک و آب، ۹۰۰ صفحه.

۱۲) کیانی، ع.ر. ۱۳۹۰. آبیاری، مبانی و روش‌ها. انتشارات، نشر علم کشاورزی ایران.

۱۳) گودرزی، م. ۱۳۹۴. بررسی اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب زیرزمینی با استفاده از تلفیق مدل MODFLOW و روش Thornthwaite and Mather. رساله دکتری مهندسی آب، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۴) واعظی‌راد، س.، ف، شکاری.، ا.ح، شیرانی‌راد و ا، زنگانی. ۱۳۸۷. اثر تنش کم آبی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ارقام لوبیای قرمز. مجله دانش نوین کشاورزی، ۴(۱۰): ۸۵- ۹۴.

۱۵) وزارت جهاد کشاورزی و سازمان هواشناسی کشور. ۱۳۸۱. نیاز خالص آبیاری محصولات زراعی و باغی ایران. نرم افزار NetWat.

۱۶) هدایتی‌پور، ا.، م.ر، رضایی.، ع، رجبی‌پور و ح، مبلی. ۱۳۹۵. بررسی مصرف انرژی در دو نوع سیستم تولید لوبیا چیتی به روش هیرم‌کاری و خشکه‌کاری. ششمین همایش ملی حبوبات ایران، خرم‌آباد.

۱۷) هدایتی‌پور، ا.، ع. کلایی.، م.ر، لک.، ح.ر، دری.، م، بابایی.، ج، رودبارانی.، غ.ر، مرادآبادی و م.ه، رحمتی. ۱۳۸۸. بررسی کشت ردیفی لوبیا با استفاده از ردیف کار با تاکید بر مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی.

۱۸) هدایتی‌پور، ا.، م، گودرزی و ح.ر، بهشتی‌نژاد. ۱۳۹۶a. تاثیر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و دور آبیاری روی عملکرد لوبیا. دومین همایش آب در مزرعه، کرج.

۱۹) هدایتی‌پور، ا.، م،گودرزی.، م، طهماسبی و ح.ر، بهشتی نژاد. ۱۳۹۶b. تاثیر روش بدون خاک‌ورزی بر روی حفظ رطوبت خاک در کشت لوبیا پس از جو. دومین همایش آب در مزرعه، کرج.

20) Allen, R.G., L.S. Pereira., D. Rase and M. Smith. 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements, Irrigation and Drainage Paper NO. 56, FAO, Rom, Italy, 300 p.

21) Ahmed, M.E., W.A. El-Thohamy, H.M.H. El-Abagy, S.F. Aggor and S.S. Nada. 2015. Response of Snap Bean Plants to Super Absorbent Hydrogel Treatments under Drought Stress Conditions. Current Science International, 4(3): 467-472.

22) Hassan, I., Z. Hussain and G. Akbar. 2005. Effect of Permanent Raised beds on Water Productivity for Irrigated Maize- Wheat Cropping Systems. ACIAR Proceedings, no 211.2005.

23) Kandel, H. 2013. Dry Bean Production Guide. NDSU Extension Service.

24) Khalesque, M.A., N.K. Paul and C.A. Meisner. 2008. Yield and N use Efficiency of Wheat as Influenced by bed Planting and N Application. Bangladesh. Agricultural Research, 33(3):439-448.

25) Yonts, C.D., A. Haghverdi., L.D Reichert and S. Irmak. 2018. Deficit Irrigation and Surface residue Cover Effects on Dry Bean Yield, in-Season Soil Water Content and Irrigation Water use Efficiency in Western Nebraska high Plains. Agricultural Water Management, 199: 138–147.

Abstract

Beans are part of the dry edible grains and have a high nutritional value and good maintenance. Beans are one of the most important species in economic and nutritional around the world. The bean plant is very sensitive to water and soil conditions and its performance is damaged even in short periods of water shortage. The susceptibility of the bean crop to the water shortage conditions varies depending on which stage of the physiological development. Therefore the irrigation management and the supply of crop water requirment should be subjected to the phisiological growth stages. In general, it can be stated that irrigation management is the most important factor affecting the quality and quantity of beans. Therefore, given the special importance of this crop, increasing production per unit area and increasing the level of land use through optimal water management and the development of new irrigation methods is of particular importance. So, in this publication, different aspects of water consumption management in bean crop are discussed, and solutions for optimizing water use and providing the possibility of sustainable cultivation of this product are described.

Islamic Republic of Iran

MINISTRY OF AGRICULTURE – JAHAD

Agricultural Research, Education and Extension Organization

Soil and Water Research Institute

Bean Water Consumption Management

(Case Study: Markazi Province)

Mustafa Goodarzi and Abolfazl Hedayatipour

2019