

بسم الله الرحمن الرحيم



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
معاونت ترویج

اصلاح سامانه‌های سنتی آبیاری سطحی

نویسندگان:

محمد جلینی، فریبرز عباسی، حیدر طایفه‌رضایی،
محمد کریمی، سیدابوالقاسم حقایقی

۱۳۹۷

عنوان و نام پدیدآور	اصلاح سامانه های سنتی آبیاری سطحی / نویسندگان محمد جلینی ... [و دیگران]؛ ویراستار ترویجی فرانک صحرایی؛ ویراستار ادبی محمد یوسفی؛ سرویراستار وجیهه سادات فاطمی؛ تهیه شده در مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه ترویجی.
مشخصات نشر	کرج: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	۷۰ ص.
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۴۴۱-۷
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	نویسندگان محمد جلینی، فربرز عباسی، حیدر طایفه رضایی، محمد کریمی، سیدابوالقاسم حقایقی.
موضوع	آبیاری -- ایران
موضوع	Irrigation -- Iran
موضوع	کشاورزی -- ایران -- تامین آب -- مدیریت
موضوع	Water-supply, Agricultural -- Management -- Iran
شناسه افزوده	جلینی، محمد، ۱۳۴۷ -
شناسه افزوده	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج. نشر آموزش کشاورزی
شناسه افزوده	مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی
رده بندی کنگره	۱۳۹۷ الف ۶ الف / ۹۵۵
رده بندی دیویی	۶۳۱/۷۰۹۵۵
شماره کتابشناسی ملی	۵۲۹۱۱۰۵

ISBN:978-964-520-441-7

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۴۴۱-۷



نشر آموزش کشاورزی

عنوان: اصلاح سامانه های سنتی آبیاری سطحی
نویسندگان: محمد جلینی، فربرز عباسی، حیدر طایفه رضایی، محمد کریمی، سیدابوالقاسم حقایقی
ویراستار ترویجی: فرانک صحرایی
مدیر داخلی: شیوا پارسانیک
ویراستار ادبی: محمد یوسفی
سرویراستار: وجیهه سادات فاطمی
تهیه شده در: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی
ناشر: نشر آموزش کشاورزی
شمارگان: ۲۵۰۰ جلد
نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۷
قیمت: رایگان
مسئولیت درستی مطالب با نویسندگان است.

شماره ثبت در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۵۴۱۱۰
 به تاریخ ۱۴ / ۹۷/۵ است.

نشانی: تهران- بزرگراه شهید چمران- خیابان یمن، پلاک ۱ و ۲، معاونت ترویج،
 ص. پ. ۱۱۱۳-۱۹۳۹۵
 تلفکس: ۰۲۱-۲۲۴۱۳۹۲۳

فهرست

۷	مقدمه
۸	روش‌های مرسوم آبیاری سطحی
۱۱	مدیریت‌های توزیع آب و آبیاری مزارع
۱۱	- اصلاح روش‌های انتقال و توزیع آب
۲۱	- اصلاح و بهبود روش‌های آبیاری سطحی
۴۹	مدیریت‌های زراعی
۴۹	- تجهیز و نوسازی اراضی
۵۱	- آماده‌سازی زمین
۵۵	- حاصلخیزی و بهبود خاک
۵۷	- کشاورزی حفاظتی
۶۷	نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مقدمه

بیش از ۹۰ درصد اراضی فاریاب (آبی) جهان به روش‌های سطحی آبیاری می‌شود؛ ولی این روش‌ها به نسبت روش‌های نوین آبیاری، بازده کم تری دارد. کم‌بودن بازده آبیاری، ناشی از ضعف مدیریت آبیاری در این روش‌هاست. به دلیل هزینه زیاد سامانه‌های نوین آبیاری، به بهبود و اصلاح عملکرد روش‌های سنتی آبیاری سطحی که کم‌هزینه است و خودزارعان نیز آن را اجرا می‌کنند، غالباً توجه چندانی نمی‌شود؛ حال آنکه این امر ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. با اصلاح سامانه‌های سنتی آبیاری سطحی، افزایش بازده آبیاری امکان‌پذیر است. این امر با اقدامات مختلفی انجام می‌شود؛ نظیر تسطیح اراضی، بهبود و انتخاب صحیح روش آبیاری، طراحی و مدیریت مناسب آب در مزرعه و آموزش بهره‌برداران.

روش های مرسوم آبیاری سطحی

در کشور خشک و نیمه خشکی مانند ایران، آبیاری به معنی رفع نیاز آبی گیاهان از طریق جبران کمبود نزولات جوی است. به طور کلی، هدف از آبیاری اموری است مانند امور زیر:

- تأمین نیاز آبی گیاه
- افزایش محصول
- اصلاح زمین و محیط رشد
- تأمین خودکفایی و امنیت ملی
- کاهش اثر خشک سالی ها

از دیرباز، آبیاری بدون در نظر گرفتن نکات فنی و به روش های ساده و تجربی انجام می شد. اما امروزه روش های علمی گوناگونی برای آبیاری به کار می رود. هریک از این روش ها، اگر در جای مناسب از آن ها استفاده شود، به حفظ منابع آبی و خاکی (که در ادامه تشریح شده) کمک می کند. در آبیاری باید از روش هایی استفاده کنیم که هم در مصرف آب صرفه جویی و هم از شسته شدن و تخریب خاک کشاورزی جلوگیری شود. برای پخش یکنواخت آب

روی سطح خاک و آبیاری مناسب محصولات کشاورزی، روش‌های متفاوتِ کرتی و نواری و جویچه‌ای وجود دارد. در آبیاری سطحی سنتی چون نمی‌توان آب را کنترل کرد، آب زیادی به هدر می‌رود. همچنین آب به علت اینکه از یک طرف وارد و از طرف دیگر خارج می‌شود، خاک زراعی سطحی را می‌شوید و با خود می‌برد. در این روش آبیاری، باید ابتدا زمین را صاف کرد. این کار مستلزم صرف هزینه و نیروی کار زیادی است. به علاوه، چون مدتی طول می‌کشد که آب به آخر قطعه برسد، ابتدای زمین بیش تر از انتهای آن آب می‌خورد و این معمولاً موجب بی‌نظمی در رشد گیاهان می‌شود. در شکل ۱ نمونه‌ای از تلفات آب آبیاری در مزارع نشان داده شده است. استفاده از روش‌های سنتی آبیاری سطحی، به دلایل زیر، افزایش تلفات آب و کاهش بازده آبیاری را به دنبال دارد:

- نشت آب از کانال‌های انتقال آب
- بهره‌برداری نامناسب از تأسیسات آبیاری
- متناسب نبودن شکل و ابعاد مزارع با مقدار آب و نحوه آبیاری
- فرسایش خاک در سراب قطعات (ابتدای

- قطعات) و رسوب گذاری در انتهای قطعات
- تلفات آب به صورت نفوذ عمقی در ابتدای مزرعه و آب خروجی از انتهای آن



شکل ۱. نمونه ای از تلفات آب آبیاری در مزرعه

- روش های آبیاری سطحی مزایایی دارد؛ از جمله:
- زارعان با آن آشنا هستند.
 - در روش های آبیاری سطحی، برای انتقال و توزیع آب به تأسیسات پیچیده نیازی نیست.
 - نگهداری و بهره برداری از تأسیسات مربوط به آبیاری سطحی آسان تر است.

- با روش های آبیاری سطحی می توان حجم چشمگیری از آب را به مزرعه رساند و در سطح قطعات آبیاری توزیع کرد.
- نفوذ عمقی آب در آبیاری سطحی باعث آب شویی و کنترل شوری خاک می شود و نیاز به آب شویی سنگین در برخی از فصول را برطرف می سازد.
- آبیاری سطحی در مناطقی که دارای خاک بسیار سنگین و عمیق است، بهتر انجام می شود.
- با افزایش سرمایه گذاری برای تسطیح و شیب بندی زمین و مدیریت صحیح مزرعه، می توان به بازده های کاربرد مناسبی در سطح مزرعه دست یافت. بازده کاربرد مزرعه، درصدی از آب آبیاری است که به قطعه زراعی می رسد و گیاه آن را مصرف می کند.

مدیریت های توزیع آب و آبیاری مزارع

اصلاح روش های انتقال و توزیع آب

در مسیر انتقال آب از منبع تا ابتدای مزرعه، مقداری آب از طریق کانال های انتقال تلف می شود. می توان با بهره جستن از روش های نوین انتقال آب، ضمن جلوگیری از تلفات آن، از مزایای دیگری نیز

بهره‌مند شد. در زیر، چند روش برای انتقال و توزیع آب ارائه شده است.

۱. استفاده از پوشش نهرها و احداث کانال

پوشاندن نهرها در کاهش تلفات آب و افزایش بازده آن تأثیر زیادی دارد. در این روش، با استفاده از مواد نفوذناپذیر (سیمان، نایلون و ریزذرات نانوها) و نیز مواد شیمیایی، پوششی روی نهرها ایجاد می‌کنند. به این ترتیب، نفوذپذیری و تلفات آب کاهش می‌یابد (شکل ۲). با این کار، بین ۱۵ تا ۲۰ درصد از تلفات آب جلوگیری می‌شود.



شکل ۲. استفاده از کانال‌های بتنی برای انتقال آب

۲. استفاده از لوله برای انتقال آب

انتقال آب با لوله هرچند نسبت به کانال بتونی هزینه بیش تری برمی دارد، مزایایی نیز دارد. بعضی مزایای آن عبارت است از:

✓ سهولت اجرای شبکه توزیع آب با لوله و نگهداری از آن

✓ امکان انتقال آب به نقاط پست یا مرتفع اراضی

✓ امکان ایجاد فشار در لوله (حتی به مقدار کم) برای استفاده از روش های آبیاری کم فشار

✓ کاهش احتمال اینکه بذرها از طریق نهر آبیاری جابه جا شود و نیز کاهش علف های هرز مزارع

✓ به صفر رساندن نشت آب از درزها و شکاف های پوشش کانال ها

✓ صرفه جویی در مصرف آب هایی که به صورت تبخیر و تعرق علف های هرز از دسترس خارج می شود (شکل ۳).



شکل ۳. تلفات آب از سطح نهر و علفهای هرز

۳. استفاده از هیدروفلوم (لوله های درپچه دار)

هیدروفلوم لوله هایی است از جنس پلی اتیلن نرم و سبک یا نایلون که برای انتقال و توزیع آب در مزارع به کار می رود. نحوه تولید لوله های هیدروفلوم تقریباً شبیه تولید کیسه های زباله است؛ با این تفاوت که طول آن ها حدود صد متر و ضخامت آن ها حدود یک میلی متر است.

یکی دیگر از محل هایی که در آن مقدار زیادی آب تلف می شود، نهر بالاسر هر قطعه است (شکل ۴). مشکلاتی که در احداث این نهر وجود دارد، عبارت است از:

✓ هریک از این نهرها مقداری از مساحت زمین را اشغال می کنند که موجب کاهش سطح زیر کشت می شود.

✓ در زمین هایی که بخوبی تسطیح نشده اند، بناچار باید نهر به صورت انحنادار و نه مستقیم احداث شود. این موجب می شود شکل هندسی نامنظمی در مزرعه پدید آید و مشکلاتی در کار ماشین های کشاورزی و فرایند برداشت ایجاد شود.

✓ هزینه کارگری افزایش می یابد.

✓ در هر آبیاری مقدار زیادی آب در داخل نهر می ماند و تلف می شود.

✓ بذر علف های هرز از طریق نهر اصلی به این نهرها منتقل و از آنجا در داخل مزرعه پخش می شود.

✓ امکان آب گیری شبانه وجود ندارد.



شکل ۴. تلفات آب در نهر بالاسری

استفاده از لوله های دریچه دار در سطح مزرعه و تبدیل کانال ها و جوی های انتقال دهنده آب به لوله های دریچه دار هنگام طراحی و اجرای عملیات تسطیح اراضی علاوه بر اینکه سبب کاهش هزینه ها

می‌شود، تلفات زمین را کم می‌کند. استفاده از لوله‌های دريچه‌دار، به‌دلیل راحتی کار با آن، بازده آبیاری شبانه را افزایش می‌دهد. کار با این سامانه بسیار ساده‌تر از سیفون است و تنها با باز و بسته کردن دريچه‌ها آب در مزرعه توزیع می‌شود. برای بهره‌برداری مناسب‌تر باید لوله دريچه‌دار (شکل ۵) را در جهت شیب عرضی زمین پهن کرد و با تغییر میزان بازشدگی دريچه‌ها، تا حد ممکن مقدار دبی خروجی از دريچه‌ها در طول لوله را یکنواخت‌تر کرد. هنگام انتقال لوله‌های دريچه‌دار از هر محل آبیاری به محل دیگر نیز باید تا حد امکان اتصالات باز شود و جابه‌جایی با احتیاط انجام گیرد. در جدول ۱ کارآیی لوله‌های دريچه‌دار در روش آبیاری سطحی با وضعیت معمول بدون استفاده از لوله‌های دريچه‌دار مقایسه شده است.



شکل ۵. استفاده از لوله های دریچه دار برای توزیع آب در مزرعه

جدول ۱. مقایسه کاربرد روش آبیاری سطحی با لوله‌های دریچه‌دار

روش آبیاری سطحی (ردیفی) معمولی	روش آبیاری سطحی با لوله‌های دریچه‌دار
به احداث کانال و جوی خاکی به عرض حدود ۳ متر و به طول سرتاسر مزرعه نیاز است.	به کانال و جوی خاکی نیازی نیست. به جای آن‌ها، می‌توان لوله‌های دریچه‌دار استفاده کرد.
نفوذ عمقی و تبخیر سطحی آب در کانال‌ها و جوی‌های خاکی فراوان است.	نفوذ عمقی و تبخیر سطحی آب با استفاده از لوله‌های دریچه‌دار وجود ندارد.
بازده مصرف آب حداکثر ۳۵ تا ۴۰ درصد است.	بر اثر حذف کانال‌ها و جوی‌های خاکی داخل مزرعه، بازده مصرف آب به بیش از ۷۰ درصد افزایش می‌یابد.
سرعت آبیاری کم است.	سرعت آبیاری، بخصوص در آبیاری اول (خاک‌آب) مزرعه، زیاد است.

روش آبیاری سطحی با لوله‌های دریچه‌دار	روش آبیاری سطحی (ردیفی) معمولی
آبیاری شبانه راحت است و بارده آن تفاوتی با بارده آبیاری روزانه ندارد.	آبیاری شبانه مشکل و با بارده کم تر از روز انجام پذیر است.
امکان استفاده از روش کودآبیاری و تزریق کود داخل شبکه و در نتیجه، پخش یکنواخت آن وجود دارد.	توزیع کود در مزرعه مشکل و کم بارده است.
به علت حذف جوی‌های خاکی، رفت و آمد تراکتور و ادوات کشاورزی آسان خواهد شد.	کانال‌ها و جوی‌های خاکی، بخصوص وقتی خیس و گل آلود باشند، مانعی در رفت و آمد تراکتورها و ادوات کشاورزی خواهند بود.
آبیاری به سادگی و فقط با باز و بسته کردن دریچه‌ها امکان پذیر می‌شود.	آبیاری با استفاده از پلاستیک و سیفون و جز آن مشکل است.
به علت حرکت آب در داخل لوله دریچه‌دار، بذر علف‌های هرز در مزرعه پخش نمی‌شود.	بذر علف‌های هرز از طریق جوی‌های خاکی داخل مزرعه در سرتاسر مزرعه پخش می‌شود.

اصلاح و بهبود روش های آبیاری سطحی

۱. آبیاری کرتی

رایج ترین روش آبیاری در ایران، آبیاری کرتی است. علت آن نیز فرهنگ سنتی آبیاری در بین کشاورزان و نیاز نداشتن به ماشین آلات پیشرفته است. آبیاری کرتی برای خاک های سنگین که آب در آن ها کم تر نفوذ می کند و زمین های کم شیب (دو در هزار) مناسب است. در این روش، کرت های نسبتاً تراز به شکل مربع یا مربع مستطیل آماده می شود. سپس آب را از جوی مجاور وارد کرت می کنند و پس از پر شدن کرت، آن را قطع می کنند (بدون رواناب). با این روش می توان حبوبات، یونجه، برنج، باغ های میوه، سبزی ها را آبیاری کرد (شکل ۶). همچنین از این روش می توان برای آبشویی خاک های شور استفاده کرد. در آبیاری کرتی، خاک و بذر و مواد غذایی در معرض شست و شو قرار می گیرد و خاک های مستعد (رسی) نیز سله (لایه ای سخت و نفوذناپذیر) می بندد. در این روش، خطر شیوع برخی بیماری های ویروسی بر اثر تماس آب با طوقه و ساقه گیاهان زیاد است.



شکل ۶. نمای مزرعه‌ای با آبیاری کرتی

عامل اصلی در انتخاب عرض کرت، شیب زمین و عمق خاک زراعی است؛ به گونه‌ای که هرچه شیب عرضی بیش تر باشد، عرض کرت کم تر می‌شود. در زمین‌هایی که عمق خاک کم است، برای جلوگیری از از بین رفتن خاک مزروعی در موقع تسطیح، عرض کرت باید کم گرفته شود. علاوه بر این، عرض کرت باید مضرب صحیحی از عرض ماشین‌های کشاورزی گرفته شود. در جدول ۲ حداکثر عرض کرت باتوجه به شیب عرضی زمین و در جدول ۳ مساحت کرت به ازای آب آبیاری در اختیار و بافت خاک ارائه شده است.

جدول ۲. تغییرات عرض کرت باتوجه به شیب عرضی مزرعه

شیب عرضی (درصد)	حداکثر عرض کرت (متر)	
	حدود تغییرات	متوسط
۰/۲	۳۵-۵۵	۴۵
۰/۳	۳۰-۴۵	۳۷
۰/۴	۲۵-۴۰	۳۲
۰/۵	۲۰-۳۵	۲۸
۰/۶	۲۰-۳۰	۲۵
۰/۸	۱۵-۳۰	۲۲
۱/۰	۱۵-۲۵	۲۰
۱/۲	۱۰-۲۰	۱۷
۱/۵	۱۰-۲۰	۱۳
۲/۰	۵-۱۵	۱۰

جدول ۳. اندازه های پیشنهادی برای سطح کرت به ازای انواع خاک و

دبی جریان

بافت خاک				مقدار جریان	
رسی	لوم رسی	لوم شنی	شنی	لیتر در ثانیه	مترمکعب در ساعت
مساحت (هکتار)					
۰/۲	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۰۲	۳۰	۱۰۸
۰/۴	۰/۲۴	۰/۱۲	۰/۰۴	۶۰	۲۱۶
۰/۶	۰/۳۶	۰/۱۸	۰/۰۶	۹۰	۳۲۴
۰/۸	۰/۴۸	۰/۲۴	۰/۰۸	۱۲۰	۴۳۲
۱/۰	۰/۶۰	۰/۳۰	۰/۱۰	۱۵۰	۵۴۰
۱/۲	۰/۷۲	۰/۳۶	۰/۱۲	۱۸۰	۶۴۸
۱/۴	۰/۸۴	۰/۴۲	۰/۱۴	۲۱۰	۷۵۶
۱/۶	۰/۹۶	۰/۴۸	۰/۱۶	۲۴۰	۸۶۴
۱/۸	۱/۰۸	۰/۵۴	۰/۱۸	۲۷۰	۹۷۲
۲/۰	۱/۲۰	۰/۶۰	۰/۲۰	۳۰۰	۱۰۸۰

۲. آبیاری نواری

آبیاری نواری شکل پیشرفته آبیاری کرتی است که در آن، اراضی زراعی شیب‌بندی می‌شود و به شکل مستطیل و ترازبندی شده درمی‌آید (شکل ۷). تفاوت روش آبیاری نواری و کرتی در این است که در این نوع آبیاری، نوارها شیب‌دار است. عرض نوارها از حدود ۵ تا ۱۵ متر و طول آن‌ها از ۷۵ تا ۳۰۰ متر متغیر است. نوارها به وسیله مرزکشی از هم جدا می‌شود. هدف از این کار این است که همزمان با پیشروی آب در داخل نوارها، آب در زمین نفوذ کند. این روش برای بیش تر خاک‌ها مناسب است؛ اما برای زمین‌هایی که خاک شنی دارند و آب با سرعت در آن‌ها نفوذ می‌کند، مناسب نیست. این روش بیش تر در زمین‌های کم‌شیب و برای گیاهان علوفه‌ای و غلات کاربرد دارد. توپوگرافی (وضعیت مکانی) مزرعه در روش آبیاری نواری مهم است و برعکس روش آبیاری کرتی که دارای قطعات کوچک است و در آن از تجهیزات مکانیزه در سطح وسیع نمی‌توان استفاده کرد، در این روش با افزایش طول نوارها و رعایت مسائل مربوط به تسطیح اراضی، می‌شود از ادوات مکانیزه کشاورزی استفاده کرد. بهترین شیب طولی نوار، شیب کم‌تر از ۰/۵ درصد (۵ در هزار) است؛ ولی اگر مشکل فرسایش وجود نداشته

باشد، می توان این روش را در اراضی با شیب بیش تر نیز استفاده کرد. در جدول ۴ ابعاد پیشنهادی نوارهای آبیاری آمده است.



شکل ۷. نمای مزرعه آبیاری نواری سنتی

جدول ۴. اندازه‌های پیشنهادی برای نوارها

نوع خاک	عمق آب آبیاری (میلی‌متر)	شیب (درصد)	عرض نوار (متر)	طول نوار (متر)	جریان در واحد عرض (لیتر در ثانیه)
شن	۱۰۰	۰/۲	۲۰-۱۲	۱۰۰-۶۰	۱۵-۱۰
		۰/۴	۱۲-۱۰	۱۰۰-۶۰	۱۰-۸
		۰/۸	۱۰-۵	۷۵	۷-۵
لوم	۱۵۰	۰/۲	۳۰-۱۵	۳۰۰-۹۰	۶-۴
		۰/۴	۱۲-۱۰	۱۸۰-۹۰	۵-۳
		۰/۸	۱۰-۵	۹۰	۴-۲
رس	۲۰۰	۰/۲	۳۰-۱۵	۳۵۰	۶-۳
		۰/۴	۱۲-۱۰	۳۰۰-۱۸۰	۴-۲

✓ زمان قطع جریان آب ورودی به نوار

تعیین زمان قطع جریان آب ورودی به نوار به تجربه آبیاری بستگی دارد. اگر جریان ورودی زودتر قطع شود، آب به انتهای نوار نمی‌رسد و چنانچه دیرتر از زمان لازم قطع شود، آب در انتهای نوار جمع می‌شود. اما توصیه این است که:

- در خاک‌های رسی پس از اینکه آب ۶۰ درصد طول نوار را طی کرد، جریان ورودی قطع شود.
- در خاک‌های لومی پس از اینکه آب ۷۰ تا ۸۰ درصد طول نوار را طی کرد، جریان ورودی قطع شود.
- در خاک‌های شنی که نفوذپذیری زیاد دارند، پس از رسیدن آب به انتهای نوار، جریان ورودی قطع شود.

۳. آبیاری جویچه‌ای

روش آبیاری جویچه‌ای که عمق و عرض جویچه‌های آن حدود ۱۵ تا ۲۵ سانتی‌متر است، یکی از مناسب‌ترین روش‌های آبیاری است. در این روش آب در تمام سطح خاک جریان نمی‌یابد؛ بلکه فقط در جویچه‌ها جریان دارد و بتدریج در کف و کناره‌های آن نفوذ و خاک را مرطوب می‌کند

(شکل ۸). طول جویچه‌ها به شیب زمین، بافت خاک، اندازه و شکل مزرعه بستگی دارد. در اراضی با شیب ملایم (کم‌تر از ۱ درصد) و جنس خاک متوسط تا سنگین می‌توان طول جویچه‌ها را افزایش داد. در صورت زیادبودن طول زمین (بیش از ۳۰۰ متر) می‌توان در فواصل مناسب برای جمع‌آوری رواناب جویچه‌های بالادست، نهرهایی عمود بر جویچه‌ها احداث کرد و پس از جمع‌آوری مجدد، آب را به جویچه‌های پایین‌دست هدایت کرد. در برخی مواقع این آب به‌صورت تلفات رواناب از زمین خارج می‌شود (شکل ۹)؛ ولی در صورت وجود اختلاف ارتفاع و عاری‌بودن از بیماری و بویژه سموم علف‌کش، این آب در مزرعه پایینی استفاده می‌شود.

فواصل پشته‌ها تابع بافت خاک و نوع محصول است. در اراضی با بافت خاک سبک، فاصله پشته‌ها کم‌تر (۵۰ تا ۶۰ سانتی‌متر) و در اراضی با بافت خاک سنگین، عرض پشته‌ها بیش‌تر (۷۵ تا ۱۰۰ سانتی‌متر) انتخاب می‌شود. این روش آبیاری برای خاک‌های سبک و نیز خاک‌هایی که پس از خشک‌شدن ترک‌های بزرگ برمی‌دارند (مانند خاک‌های رسی)، مناسب نیست. با این روش

می‌توان بیش‌تر محصولات زراعی را که به‌صورت ردیفی کشت می‌شود، آبیاری کرد.



شکل ۸. نمای مزرعه آبیاری جویچه‌ای



شکل ۹. تلفات رواناب انتهایی در آبیاری جویچه‌ای

الف. حداکثر دبی ورودی در آبیاری جویچه‌ای

حداکثر دبی ورودی یا حداکثر جریان آب ورودی در جویچه، جریانی است که تلفات سطحی زیادی نداشته باشد و متناسب با ابعاد شیار، باعث فرسایش جویچه نشود. مقدار آن باتوجه به شیب زمین و بافت خاک تعیین می‌شود. اندازه‌های سرعت غیرفرسایشی برای خاک‌های مختلف در آبیاری جویچه‌ای باتوجه به نوع بافت خاک در جدول ۵ پیشنهاد شده است (با داشتن سطح مقطع جویچه می‌توان مقدار حداکثر دبی ورودی را از حاصل ضرب سرعت غیرفرسایشی در سطح مقطع جویچه برای بافت‌های مختلف به دست آورد. معمولاً عرض آب در سطح بالای جویچه‌ها حدود ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع آب حدود ۱۰ سانتی‌متر و شکل آن‌ها تقریباً نیم‌دایره است. در نتیجه، متوسط سطح مقطع جریان حدود ۰/۰۱۵ متر مربع یا ۱۵۰ سانتی‌متر مربع است). حداکثر جریان ورودی به شیار باتوجه به شیب زمین نیز در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۵. اندازه های سرعت غیرفرسایشی برای خاک های مختلف در آبیاری جویچه ای

سرعت غیرفرسایشی (متر بر دقیقه)	بافت خاک
۹/۱	ماسه ریز
۱۱/۰	لوم ماسه ای
۱۱/۹	لوم سیلتی
۱۴/۹	لوم رسی
۲۲/۹	رسی

جدول ۶. حداکثر دبی ورودی باتوجه به شیب طولی جویچه

شیب زمین (درصد)	حداکثر دبی (لیتر بر ثانیه)	شیب زمین (درصد)	حداکثر دبی (لیتر بر ثانیه)
۲/۰	۰/۳۰۰	۱/۰	۰/۶۶۷
۱/۹	۰/۳۱۶	۰/۹	۰/۷۵۰
۱/۸	۰/۳۳۳	۰/۸	۰/۸۷۵
۱/۷	۰/۳۵۳	۰/۷	۱/۰۰۰
۱/۶	۰/۳۷۵	۰/۶	۱/۲۰۰
۱/۵	۰/۴۰۰	۰/۵	۱/۵۰۰
۱/۴	۰/۴۲۹	۰/۴	۱/۰۰۰
۱/۳	۰/۴۶۲	۰/۳	۲/۰۰۰
۱/۲	۰/۵۰۰	۰/۲	۳/۰۰۰
۱/۱	۰/۵۴۵	۰/۱	۶/۰۰۰

ب. حداقل دبی ورودی در آبیاری جویچه‌ای

دبی ورودی جریان آب نمی‌تواند از مقداری مشخص کم‌تر باشد؛ زیرا در این صورت پیشروی جریان طولانی و اختلاف فرصت نفوذ در ابتدا و انتهای مزرعه زیاد می‌شود. فرصت نفوذ، کل زمان تماس آب آبیاری با خاک در هر قسمت مزرعه است. هرچه فرصت نفوذ در نقطه‌ای از مزرعه بیش‌تر باشد، عمق آب نفوذ یافته در آن نقطه بیش‌تر است. اختلاف زیاد فرصت نفوذ موجب کاهش یکنواختی توزیع آب در مزرعه می‌شود.

در انتخاب حداقل دبی جریان باید به نکات زیر توجه کرد:

- آب به انتهای جویچه برسد.
- مدت‌زمان مرحله پیشروی آب از مدت‌زمان حبابه کشاورزی تجاوز نکند.
- مدت‌زمان مرحله پیشروی آن‌قدر طولانی نشود که تلفات آب به‌صورت نفوذ عمقی در مزرعه زیاد و بازده آبیاری از حد مطلوب کم‌تر شود.

پ. رژیم آبیاری کاهش جریان

یکی از مراحل آبیاری جویچه‌ای مرحله پیشروی است که عامل مؤثر در کاهش بازده آبیاری‌های سطحی در مزارع دارای زهکش خروجی است. زمان پیشروی در آبیاری جویچه‌ای به سه عامل بستگی دارد: بافت خاک، مقدار دبی ورودی به جویچه، شیب جویچه. تلفیق مناسب این سه عامل با کاهش مدت زمان پیشروی، باعث افزایش بازده آبیاری می‌شود. از جمله روش‌هایی که می‌تواند بازده آبیاری را افزایش دهد و از تلفات رواناب خروجی به مقدار زیادی جلوگیری کند، روش کاهش جریان است. در این شیوه، با شروع آبیاری، آب با شدت جریان‌های نزدیک به دبی غیرفرسایشی به جویچه وارد می‌شود و پس از تکمیل مرحله پیشروی که آب به انتهای جویچه رسید، مقدار دبی ورودی به نصف کاهش می‌یابد. با این روش صرفه جویانه، تا ۲۰ درصد از تلفات آب به صورت آب خروجی از مزرعه کاهش می‌یابد و بازده آب آبیاری بهبود پیدا می‌کند. رژیم کاهش جریان را در همه اراضی کشاورزی و همه روش‌های آبیاری سطحی، بخصوص اراضی تجهیز شده و نوسازی شده، به سادگی و با هزینه کم می‌توان اجرا کرد.

ت. طول شیارها در آبیاری جویچه‌ای

عوامل متعددی در تعیین طول شیارها مؤثر است. این عوامل عبارت است از:

- بافت خاک
- دبی جریان
- عمق آب آبیاری
- شیب زمین و اندازه و شکل مزرعه

اما به‌طور معمول، طول شیار در خاک‌های رسی بیش‌تر از شنی است. برای تعیین طول شیارها عوامل زیادی دخیل‌اند و راه‌حل ساده‌ای وجود ندارد. از نظر کشاورزان، بهتر است طول شیارها زیاد باشد؛ زیرا وقتی طول شیارها کم باشد، تعداد نهرهای بالادست و پایین‌دست شیارها و عملیات آبیاری بیش‌تر می‌شود و استفاده از ادوات در مزرعه مشکل‌تر می‌شود. از نظر عملی، طول مناسب شیار، بسته به شدت جریان غیرفرسایشی مشخص می‌شود؛ به‌طوری که آب بتواند تقریباً در یک‌چهارم زمان لازم برای نفوذ عمق خالص آبیاری به انتهای شیار برسد. جدول ۷ و ۸ و ۹ را می‌توان به‌عنوان راهنمایی برای تعیین طول شیارها به کار برد.

جدول ۷. حداکثر مجاز طول شیار برای خاک‌ها و شیب‌ها و اندازه‌های مختلف آب آبیاری

شیب شیار (درصد)	متوسط مقدار آب آبیاری (سانتی‌متر)											
	طول پیشنهادی (متر)											
	۷/۵	۱۵	۲۲/۵	۳۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۵	۷/۵	۱۰	۱۲/۵
رُسی				لوم				شن				
۰/۰.۵	۳۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۱۲۰	۲۷۰	۴۰۰	۴۰۰	۶۰	۹۰	۱۵۰	۱۹۰
۰/۱	۳۴۰	۴۴۰	۴۷۰	۵۰۰	۱۸۰	۳۴۰	۴۴۰	۴۷۰	۹۰	۱۲۰	۱۹۰	۲۲۰
۰/۲	۳۷۰	۴۷۰	۵۳۰	۶۲۰	۲۲۰	۳۷۰	۴۷۰	۵۳۰	۱۲۰	۱۹۰	۲۵۰	۳۰۰
۰/۳	۴۰۰	۵۰۰	۶۲۰	۸۰۰	۲۸۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰	۱۵۰	۲۲۰	۲۸۰	۴۰۰
۰/۵	۴۰۰	۵۰۰	۵۶۰	۷۵۰	۲۸۰	۳۷۰	۴۷۰	۵۳۰	۱۲۰	۱۹۰	۲۵۰	۳۰۰
۱	۲۸۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۷۰	۴۷۰	۹۰	۱۵۰	۲۲۰	۲۵۰
۱/۵	۲۵۰	۳۴۰	۴۳۰	۵۰۰	۲۲۰	۲۸۰	۳۴۰	۴۰۰	۸۰	۱۲۰	۱۹۰	۲۲۰
۲	۲۲۰	۲۷۰	۳۴۰	۴۰۰	۱۸۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۴۰	۶۰	۹۰	۱۵۰	۱۹۰

جدول ۸. حداکثر مجاز طول شیار برای خاک شنی در شیب‌ها و اندازه‌های مختلف آب آبیاری

متوسط مقدار آب آبیاری (سانتی‌متر)				شیب شیار (درصد)
۱۲/۵	۱۰	۷/۵	۵	
طول پیشنهادی (متر)				
۱۹۰	۱۵۰	۹۰	۶۰	۰/۰۵
۲۲۰	۱۹۰	۱۲۰	۹۰	۰/۱
۳۰۰	۲۵۰	۱۹۰	۱۲۰	۰/۲
۴۰۰	۲۸۰	۲۲۰	۱۵۰	۰/۳
۳۰۰	۲۵۰	۱۹۰	۱۲۰	۰/۵
۲۵۰	۲۲۰	۱۵۰	۹۰	۱
۲۲۰	۱۹۰	۱۲۰	۸۰	۱/۵
۱۹۰	۱۵۰	۹۰	۶۰	۲

جدول ۹. حداکثر مجاز طول شیار برای خاک لوم در شیب‌ها و اندازه‌های مختلف آب آبیاری

متوسط مقدار آب آبیاری (سانتی‌متر)				شیب شیار (درصد)
۲۰	۱۵	۱۰	۵	
طول پیشنهادی (متر)				
۴۰۰	۴۰۰	۲۷۰	۱۲۰	۰/۰۵
۴۷۰	۴۴۰	۳۴۰	۱۸۰	۰/۱
۵۳۰	۴۷۰	۳۷۰	۲۲۰	۰/۲
۶۰۰	۵۰۰	۴۰۰	۲۸۰	۰/۳
۵۳۰	۴۷۰	۳۷۰	۲۸۰	۰/۵
۴۷۰	۳۷۰	۳۰۰	۲۵۰	۱
۴۰۰	۳۴۰	۲۸۰	۲۲۰	۱/۵
۳۴۰	۳۰۰	۲۵۰	۱۸۰	۲

جدول ۱۰. حداکثر مجاز طول شیار برای خاک رس در شیب ها و اندازه های مختلف آب آبیاری

متوسط مقدار آب آبیاری (سانتی متر)				شیب شیار (درصد)
۳۰	۲۲/۵	۱۵	۷/۵	
طول پیشنهادی (متر)				
۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۳۰۰	۰/۰۵
۵۰۰	۴۷۰	۴۴۰	۳۴۰	۰/۱
۶۲۰	۵۳۰	۴۷۰	۳۷۰	۰/۲
۸۰۰	۶۲۰	۵۰۰	۴۰۰	۰/۳
۷۵۰	۵۶۰	۵۰۰	۴۰۰	۰/۵
۶۰۰	۵۰۰	۴۰۰	۲۸۰	۱
۵۰۰	۴۳۰	۳۴۰	۲۵۰	۱/۵
۴۰۰	۳۴۰	۲۷۰	۲۲۰	۲

برای مثال، براساس این جدول، اگر شیب زمین در جهت شیار ۰/۳ درصد و مقدار آب آبیاری در هر نوبت ۱۰ سانتی متر باشد و خاک شنی باشد، بیش ترین طول توصیه شده شیار یا فارو ۲۸۰ متر است. این جدول برای سه گروه کلی خاک رسی و لومی و شنی تهیه شده است. این اعداد به دلیل اینکه به صورت تجربی به دست آمده، ممکن است برای هر نوع بافت خاک، متفاوت باشد. برای دیگر خاک ها باید طول شیار نسبت به بافت خاک بین

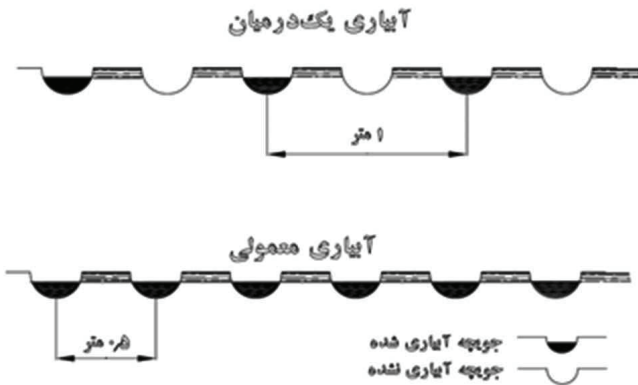
اعداد جدول تعدیل شود. شایان ذکر است که ارقام این جدول فقط جنبه راهنمایی دارد و در طراحی‌های اولیه می‌توان از آن‌ها استفاده کرد. ارقام دقیق‌تر طراحی باید از روی تجزیه و تحلیل هیدرولیکی به دست آید.

ث. آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان

در رژیم‌های آبیاری، جویچه‌ها به صورت یک‌درمیان آبیاری می‌شود (شکل ۱۰). در هر نوبت آبیاری، گیاه از یک طرف آب دریافت می‌کند. در آبیاری یک‌درمیان ممکن است جای جویچه‌هایی که آبیاری می‌شود، در هر نوبت آبیاری ثابت باشد یا تغییر کند. اصولاً آبیاری یک‌درمیان برای جلوگیری از نفوذ بیش از حد آب به کار می‌رود و با کم کردن نفوذ عمقی، بازده آبیاری را افزایش می‌دهد. این روش به دلیل ماهیتش و هدفی که از آن دارند، در خاک‌های با بافت متوسط تا سنگین کاربرد دارد و در خاک‌های سبک ممکن است به کاهش بازده آبیاری منجر شود. آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان بازده آبیاری را در مرحله تکمیلی افزایش می‌دهد. یکی از مشکلات آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان، در خاک‌های سنگین است که جویچه‌ها سله می‌بندند. سله‌بستن

جویچه‌ها گاهی سبب بریدگی آن‌ها و ورود آب به جویچه‌های خشک می‌شود.

آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان یکی از روش‌های کم‌آبیاری است که در مناطق مختلف در داخل و خارج از کشور برای محصولات ردیفی اجرا می‌شود؛ محصولاتی مانند ذرت، سیب‌زمینی، چغندر قند، پنبه و حتی گندم. این روش برخلاف کاهش احتمالی عملکرد، نتایج رضایت‌بخشی به‌دنبال داشته است. نتایج اکثر تحقیقات نشان می‌دهد که آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان تا حدود ۵۰ درصد باعث صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش چشمگیر کارایی می‌شود. پیشنهاد می‌شود برای آبیاری پنبه و چغندر قند و گندم از رژیم آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان ثابت استفاده شود. برای پنبه، روش پشته‌پهن با فاصله جویچه‌های ۱۲۰ تا ۱۴۰ سانتی‌متر با دو ردیف کاشت گیاه روی هر پشته و برای چغندر قند با آرایش‌های ۵۰-۵۰، ۴۰-۵۰، ۴۰-۶۰ و ۶۰-۶۰ مناسب است. برای گندم، کارایی مصرف آب در آبیاری یک‌درمیان ۱/۳۴ کیلوگرم در متر مکعب است. با این روش می‌توان با صرفه‌جویی در مصرف آب، تولید گندم را در کشور افزایش داد.



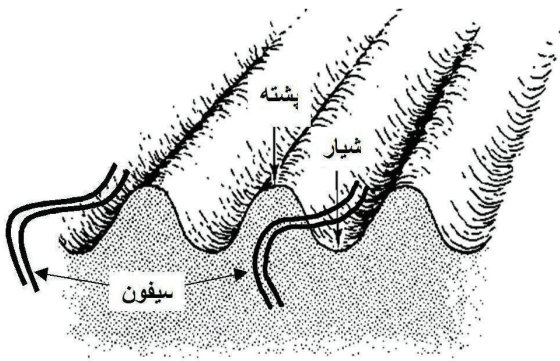
شکل ۱۰. آبیاری جویچه‌ای یک در میان (بالا) و معمولی (پایین)

ج. آبیاری موجی

آبیاری موجی روشی است که در آن جریان آب ورودی به جویچه به‌طور متناوب قطع و وصل می‌شود. این روش بازده آبیاری را در مرحله پیشروی افزایش می‌دهد. طرز کار آن به این صورت است که آب به‌جای اینکه پیوسته به شیار وارد شود، در فاصله زمان‌های مختلف قطع و وصل می‌شود. با این روش، از کاهش بیش‌ازحد سرعت پیشروی آب در جویچه جلوگیری می‌شود. به‌کارگیری این روش در آبیاری پس از شخم و خاک‌ورزی و در خاک‌های دارای بافت سبک مفید است. از آنجاکه بازده آبیاری جویچه‌ای در

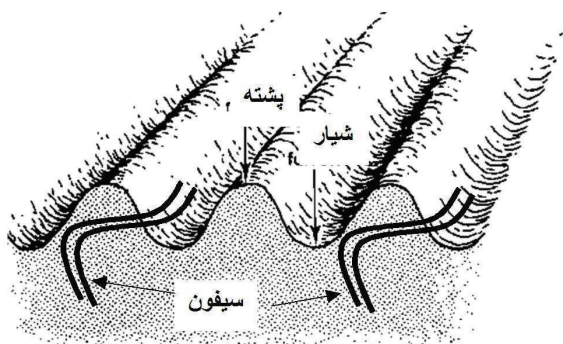
آبیاری اول و آبیاری پس از عملیات خاک‌ورزی (مثل کولتیواتور)، به دلیل دست‌خورده بودن خاک، بسیار کم است، آبیاری موجی می‌تواند بازده آبیاری را در این زمان‌ها افزایش دهد. هدف از آبیاری موجی افزایش بازده آبیاری، دستیابی به عملکرد مناسب، کاهش مصرف انرژی و کاهش زمان کل آبیاری است. برای آبیاری موجی می‌توان از سیفون و لوله‌های دریچه‌دار استفاده کرد. در این روش، آب را با حداکثر دبی غیرفرسایشی وارد شیارها می‌کنیم و زمانی که سرعت پیشروی در هر شیار کاهش شدید پیدا کرد، آب ورودی را قطع و به شیار بعدی هدایت کنیم. در این شیار نیز سرعت پیشروی آب بشدت کاهش می‌یابد و سپس آب به شیار قبلی هدایت می‌شود. این عمل تا زمانی که آب در شیارها تمام شود، ادامه پیدا می‌کند. بعد از این مرحله، در همه شیارها آبیاری با حداقل دبی ممکن و به‌طور معمول ادامه می‌یابد. در مزارعی که با سیفون آبیاری می‌شود، این کار را براحتی می‌توان انجام داد. برای مثال، اگر دبی آب موجود در نهر بالادست متناسب با ۵۰۵۰ سیفون باشد، شیارها را به زوج و فرد تقسیم می‌کنند. در مرحله اول، آبیاری را در ۲۵ شیار فرد (هرکدام با دو

سیفون) شروع می کنند و زمانی که سرعت پیشروی آب شدیداً کاهش یافت، سیفون ها را به ۲۵ شیار زوج انتقال می دهند. این کار را تا زمانی که آب به انتهای تمام شیارها برسد، ادامه می دهند. به عبارتی، موج های ۱ و ۲ ممکن است چند بار بین شیارها تکرار شود. زمانی که آب به انتها رسید، آبیاری تمام شیارها (۵۰ شیار) با یک سیفون ادامه می یابد تا زمان آبیاری کامل شود. با این کار، همیشه سطح آب در نهر بالادست تنظیم شده باقی می ماند (شکل ۱۱).

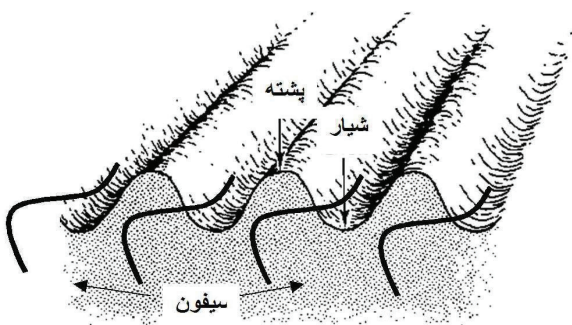


الف: آبیاری موجی در تناوب (موج) اول با دو سیفون

شکل ۱۱. مراحل اجرای آبیاری موجی در سه موج (الف، ب، ج)



ب: آبیاری موجی در تناوب (موج) دوم هر شیار با دو سیفون



پ: آبیاری موجی در تناوب (موج) آخر

ادامه شکل ۱۱. مراحل اجرای آبیاری موجی در سه موج (الف، ب، ج)

نتایج کلی کاربرد آبیاری موجی عبارت است از:

- افزایش سرعت پیشروی آب آبیاری در جویچه‌ها
بین ۳۰ تا ۴۰ درصد
- کاهش آب مصرفی در دو آبیاری اول و دوم
- کاهش آب مصرفی بین ۱۴ تا ۴۷ درصد
- کاهش ۱۱ درصدی آب مصرفی نسبت به
رژیم کاهش جریان
- کاهش ۲۵ درصدی آب مصرفی نسبت به
روش سنتی

ج. آبیاری شبانه

آبیاری شبانه در مزارع برای سرعت بخشیدن به عملیات آبیاری از جمله راهکارهای اجتناب‌ناپذیر برای کشاورزان است. آبیاری شبانه به دلایل گوناگون کم‌بازده‌تر از آبیاری روزانه است. اصلی‌ترین عامل تلفات آب، نبود نور و کاهش شدید دید و کم‌شدن کارایی آبیاری است. در این روش، آبیاری نمی‌تواند آب نهرهای انتقال‌دهنده را کنترل کند. در نتیجه، تقسیم آب در مزرعه با مشکل مواجه می‌شود. باتوجه به اینکه آبیاری شبانه در زمان خواب زارع است،

خواب آلودگی نیز توان کار را بشدت کاهش می دهد. در آبیاری شبانه نکته های زیر را باید در نظر گرفت:

- یکی از عوامل هدررفت آب، توسعه ناکافی آبیاری شبانه در بسیاری از مناطق و رها کردن آب در مزرعه است. از این رو، در این روش، آبیاری سطحی باید به گونه ای باشد که طول مزرعه و مدت زمان آبیاری طولانی باشد؛ به نحوی که آبیاری غروب شروع شود و تا صبح ادامه یابد.

- در این روش، طول جویچه ها (در صورت استفاده از آبیاری جویچه ای) بیش تر از طول معمولی طراحی می شود. برای مثال، طول جویچه های ذرت در باجگاه فارس که به طور معمول ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر است، در آبیاری شبانه به ۴۰۰ تا ۵۰۰ متر می رسد و مدت زمان آبیاری هم به ۳۶۰ تا ۵۵۰ دقیقه افزایش می یابد. با طول جویچه ۵۰۰ متری، مدت زمان آبیاری تقریباً برابر طول شب خواهد شد. به علاوه، بازده کاربرد به حدود ۶۴ درصد افزایش می یابد.

چ. استفاده از سیفون در آبیاری

کنترل دبی با ایجاد دهانه بر روی نهر بالادست و توزیع آن بین چند جویچه، چندان دقیق نیست؛ اما

به کمک سیفون می توان آب را به طور یکنواخت بین جویچه ها توزیع کرد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲. استفاده از سیفون برای توزیع آب در مزرعه

۴. کودآبیاری در روش آبیاری سطحی

کودآبیاری روشی است برای بهبود مدیریت مصرف آب و کود. کودآبیاری عبارت است از مصرف کودهای شیمیایی به همراه آب آبیاری. در این روش، کودهای محلول (از جمله کود اوره) در آب حل می شود و محلول کودی (کودمحلول) را در آب آبیاری تزریق و در سطح مزرعه پخش می کنند. در کودآبیاری این امکان وجود دارد که مطابق نیاز گیاه در طول دوره

رشد، عناصر غذایی به صورت کم و مکرر و مداوم و تقسیمی استفاده شود. کود آبیاری موجب ۴۰ تا ۶۰ درصد کاهش مصرف کود بدون کاهش عملکرد می شود. این روش کوددهی باعث بهبود کارایی مصرف آب و کود، افزایش عملکرد و کیفیت محصول می شود و حتی عمر انبارداری محصولات را افزایش می دهد.

روش های آبیاری سطحی عموماً باعث تلفات آب و کود به صورت رواناب سطحی می شود. در صورتی که مدیریت صحیحی وجود نداشته باشد، تزریق کود در مزارع با انتهای باز ممکن است تا ۶۰ درصد کود تزریق شده را به صورت رواناب از انتهای مزرعه تلف کند. توصیه می شود هنگام کودآبیاری، برای کاهش تلفات کود از طریق رواناب، از رژیم های کاهش جریان استفاده شود؛ به این ترتیب که آبیاری با دبی های نزدیک به حداکثر دبی غیرفرسایشی شروع شود و پس از تکمیل پیشروی حدود ۸۰ درصد طول مزرعه، دبی ورودی کاهش یا حتی قطع شود. با اعمال این مدیریت، تلفات آب و کود به میزان چشمگیری کاهش می یابد. در کودآبیاری مصرف کودهای با درجه حلالیت پایین توصیه نمی شود.

مدیریت های زراعی

تجهیز و نوسازی اراضی

تجهیز و نوسازی و یکپارچه سازی اراضی به مجموعه عملیاتی گفته می شود که سبب تغییر نظام زراعی می شود. این عملیات قطعه بندی اراضی و بلوک زراعی، تسطیح اراضی، جاده های بین مزارع، احداث کانال های آبیاری، زهکشی داخل مزرعه و یکپارچه سازی را شامل می شود که به افزایش بازده آب آبیاری در مزرعه می انجامد. طی این عملیات، وضعیت فیزیکی و ساختاری در اراضی کشاورزی (قطعات زراعی) بهبود می یابد و برای اعمال مدیریت آبیاری بهینه و کاربرد ماشین آلات کشاورزی آماده می شود (شکل ۱۳). برای تجهیز و نوسازی اراضی باید کارهای زیر انجام شود:

- به هم ریختن قطعه بندی خرده مالکی و نامنظم موجود و ایجاد قطعه بندی جدید و یکپارچگی اراضی با آرایش هندسی منظم
- تسطیح، هموارسازی، تعدیل و تنظیم شیب آبیاری در قطعات زراعی

- حفر (احداث) نه‌رهای آبیاری و زهکشی داخل مزرعه
- احداث جاده‌های سرویس داخل مزرعه
- جابه‌جایی قطعات و یکجاسازی اراضی کوچک و پراکنده بهره‌برداران براساس نقشه کاداستر



شکل ۱۳. اندازه نامناسب قطعات زراعی (بالا) و قطعه زراعی با ابعاد اصلاح‌شده (پایین)

تسطیح و قطعه‌بندی مناسب اراضی فوایدی دارد؛ ازجمله: کاهش مصرف آب به میزان ۳۰ تا ۴۰ درصد، افزایش عملکرد تا ۲۵ درصد با استفاده از آبیاری نواری، افزایش کارایی مصرف آب به میزان ۲ برابر، صرفه‌جویی در دیگر نهاده‌ها (کود و بذر).

آماده‌سازی زمین

آماده‌سازی مناسب زمین، مهم‌ترین عامل در روش آبیاری سطحی است. این کار باید با خاک‌برداری قسمت‌های برجسته زمین و منتقل کردن آن‌ها به قسمت‌های گود و در نتیجه، ایجاد زمینی مسطح با شیبی یکنواخت انجام شود. در بیش تر مواقع تنها لایه نازکی از سطح خاک برداشته می‌شود (۲۰۰ میلی‌متر یا کم‌تر)؛ ولی همین کار باید با دقت بسیار انجام شود. حتی اختلاف ارتفاع جزئی در سطح زمین ممکن است موجب توزیع ناقص آب و کاهش بازده آبیاری شود. با آماده‌سازی مناسب زمین که تسطیح نامیده می‌شود، نتایج زیر حاصل می‌شود:

- ✓ افزایش بازده آبیاری
- ✓ بهبود نحوه توزیع آب

✓ کاهش فرسایش خاک

✓ جلوگیری از جمع شدن آب در یک جا.

۱. شیب بندی

برای جابه جایی خاک ها در مسافت های کوتاه (کم تر از ۱۰۰ متر) می توان از بولدوزر استفاده کرد. این روش شیب بندی بسیار ارزان تمام می شود؛ اما چندان دقیق نیست. برای جابه جایی خاک در مسافت های طولانی باید از اسکرپور استفاده کرد که خاک را از روی زمین برمی دارد و به مکان دیگری منتقل می کند. اسکرپور تراکتوری چرخ دار است که مخزنی بزرگ دارد و خاک را پس از حفاری به محل دیگری منتقل می کند (شکل ۱۴). اسکرپورها قادرند در یک مرحله ۱۰ تا ۳۰ متر مکعب خاک را جابه جا کنند. استفاده از این گونه ماشین ها تنها در مناطقی که مساحت آن ها بیش تر از ۴ هکتار باشد، مناسب است. آماده سازی زمین با اسکرپور دقیق تر از بولدوزر است؛ اما دقت عمل اسکرپورها هم برای زمینی که قرار است آبیاری شود، کافی نیست. پستی و بلندی زمین نسبت به سطح مورد نظر ممکن است بین ± 100 میلی متر باشد. واضح است که در چنین مواقعی استفاده از اسکرپور وضع را بدتر می کند.



شکل ۱۴. اسپریگر برای شیب بندی زمین

۲. تسطیح

با دستگاه تسطیح لیزری، آماده سازی خاک دقیق تر انجام می شود (شکل ۱۵). با این گونه ماشین ها می توان پستی و بلندی زمین را تا ± 25 میلی متر نسبت به شیب مورد نظر آماده کرد. البته این کار بیش تر به مهارت راننده بستگی دارد. در بیش تر اوقات، استفاده از چنین ماشین هایی برای تسطیح زمین به منظور اجرای روش آبیاری مناسب است. تسطیح کننده ها در هموار کردن نهایی زمین به کار می روند. تسطیح اراضی باعث صرفه جویی ۲۰ تا ۲۵ درصدی در مصرف آب، افزایش سطح زیر کشت،

کاهش هزینه‌های آبیاری و افزایش عملکرد تا حدود ۷ درصد می‌شود. در نتیجه تسطیح نهایی، زمین برای زراعت و نهال کاری آماده می‌شود (شکل ۱۶).



شکل ۱۵. دستگاه تسطیح لیزری



شکل ۱۶. زمین آماده شده برای کاشت

حاصلخیزی و بهبود خاک

خاک به عنوان مادر محصولات کشاورزی، چه از بابت نگهداری و چه از نظر تغذیه، باید مواد لازم و مفید را برای گیاه در بر داشته باشد. بنابراین، میزان ترکیب و عناصر موجود در خاک از اهمیت خاصی برخوردار است. ترویج حاصلخیزی خاک برای افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و نفوذپذیری آن، مدیریت تبخیر، کاربرد ادوات مناسب و انتخاب فصل مناسب برای ذخیره رطوبت، تناوب زراعی و شوردایی با استفاده از کشت گیاهان مناسب، از جمله نکاتی است که در مدیریت خاک باید مدنظر قرار گیرد. ساختمان خاک کشاورزی از نظر فیزیکی باید به گونه ای باشد که ذرات آن جدا و دارای تخلخل مناسب برای هوا و ترکیب مواد مختلف برای تغذیه گیاه باشد. از این طریق، خاک می تواند بین ۵ تا ۲۵ درصد بر عملکرد محصول تأثیرگذار باشد. استفاده از کمپوست های شهری و روستایی برای مدیریت مواد آلی خاک و افزایش قابلیت حفظ رطوبت آن از جایگاه ویژه ای برخوردار است. مدیریت شهری و روستایی مواد بازیافتی و زباله ها را باید پس از چرخه تهیه کمپوست، به عرصه های کشاورزی سرازیر کند.

این خود در حاصلخیزی و کیفیت بافت خاک مؤثر است. در ایران سالانه بین ۱۵ تا ۴۰ میلیون تن زباله شهری و روستایی تولید می‌شود. از این مقدار می‌توان بین ۵ تا ۱۰ میلیون تن کمپوست لازم برای بخش کشاورزی را تأمین کرد. همچنین استفاده از کود سبز مفید است. کود سبز از گیاهانی تشکیل می‌شود که ریشه‌هایشان با برخی از باکتری‌ها یا برخی از قارچ‌ها همزیست و سازگار است. این گیاهان را باید پس از هر سال زراعی، موقعی که ۸۰ درصد مزرعه به گل نشسته باشد، با شخم عمیق یا نیمه‌عمیق وارد خاک کرد (شکل ۱۷). کود سبز سه فایده عمده برای خاک دارد:

۱. حاصلخیز کردن خاک

۲. تغییر و اصلاح بافت خاک

۳. حفظ رطوبت و ازدیاد میکروارگانیسم‌های مفید

در خاک



شکل ۱۷. استفاده از کود سبز برای حاصلخیزی خاک

کشاورزی حفاظتی

کمبود آب یکی از مشکلات زراعت در مناطق خشک و نیمه خشک است. هر روشی که بتواند به حفظ رطوبت خاک و افزایش کارایی مصرف آب کمک کند، با اهمیت است. حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک (به خصوص در فصل تابستان) به دلیل نقش آن در تقویت لایه مرزی (لایه سطحی یا رویی) زمین، سبب کاهش شدت تبخیر و حفظ رطوبت خاک می شود (شکل ۱۸). با استفاده از روش خاک ورزی حفاظتی یا کشت بدون شخم می توان میزان مصرف

آب در بخش کشاورزی را به میزان شایان توجهی کاهش داد. خاک‌ورزی حفاظتی روشی است که از طریق آن، پس از برداشت محصول، مقداری کافی از بقایای گیاهی را در سطح زمین حفظ می‌کنند تا از خاک در برابر فرسایش محافظت کنند.



شکل ۱۸. استفاده از کشاورزی حفاظتی با کشت درون بقایا

در روش کم‌خاک‌ورزی، برحسب نوع گیاه و میزان بقایای محصول قبلی، تا عمق ۸ تا ۱۵ سانتی‌متری را می‌کنند و کود و بذر و بقایای گیاه را با لایه سطحی مخلوط می‌کنند.

در روش بی خاک‌ورزی هیچ نوع عملیات خاک‌ورزی انجام نمی‌شود و فقط ماشین کاشت، کود و بذر را با حداقل به هم خوردگی در خاک قرار می‌دهد. در این روش، بقایای گیاهی در سطح خاک (روی خاک) رها می‌شود. با این روش، بین ۵ تا ۱۵ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی می‌شود و رطوبت خاک از طریق کاهش تبخیر سطحی حفظ می‌شود.

هدف اصلی از خاک‌ورزی حفاظتی حفظ بقایای گیاهی در مزرعه است. این کار مزایایی دارد که در ادامه به آن می‌پردازیم.

۱. افزایش رطوبت بستر بذر

حفظ بقایای گیاهی در سطح یا نزدیک سطح خاک در روش‌های کشاورزی حفاظتی باعث حفظ رطوبت خاک می‌شود. همچنین در زمان ریزش باران، قطرات باران ذرات خاک را متلاشی نمی‌کنند و باران براحتی در خاک نفوذ می‌کند. از طرف دیگر، بقایای ایستاده مانع تابش مستقیم آفتاب به سطح خاک می‌شوند و به دلیل روشن‌بودن رنگ آن‌ها، نور خورشید منعکس می‌شود و حرارت خاک زیاد

نمی‌شود. بنابراین، تبخیر از سطح خاک کم می‌شود. در بهار نیز حرارت خاکی که بقایای گیاهی ایستاده دارد، سه درجه کم‌تر از خاک لخت است. همین امر به حفظ رطوبت خاک در بهار کمک می‌کند. بنابراین، رطوبت بیش‌تر و در مدت‌زمان بیش‌تری در اختیار گیاه قرار می‌گیرد (شکل ۱۹).



شکل ۱۹. استفاده از کشاورزی حفاظتی برای ذخیره رطوبت

۲. افزایش مواد آلی خاک

در خاک‌ورزی حفاظتی با حفظ بقایای گیاهی، مواد آلی خاک افزایش می‌یابد. این امر به زیاد شدن

تهویه و رطوبت خاک منجر می شود. همچنین در صورت کشت مستقیم در بقایا، خاک کم تر به هم می خورد. با حفظ بقایای گیاهی، جمعیت کرم های خاکی زیاد می شود. کرم های خاکی، بقایای گیاهی را خرد و تجزیه می کنند و با ایجاد خلل و فرج های طولانی، ظرفیت نگهداری آب و نفوذ آب به داخل خاک را افزایش می دهند (شکل ۲۰).

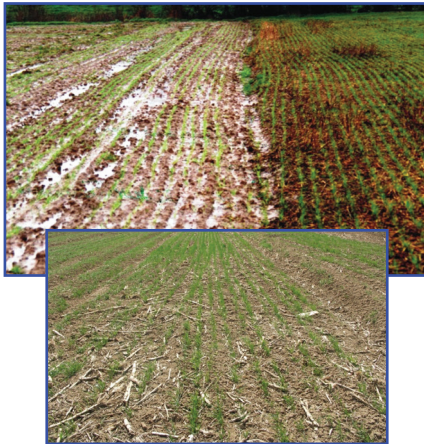


شکل ۲۰. افزایش ماده آلی خاک در روش خاک ورزی حفاظتی

۳. کاهش فرسایش خاک

در کشاورزی حفاظتی، جلوگیری از شست و شوی ذرات خاک بر اثر ضربات باران در اراضی شیب دار

سبب کاهش فرسایش آبی می شود. همچنین کاهش شدت برهم زدن خاک در این سیستم از خرد شدن و جابه جایی زیاد ذرات خاک و پودر شدن آن جلوگیری و باعث کاهش فرسایش بادی می شود (شکل ۲۱). علاوه بر این، در مدیریت خاک ورزی حفاظتی، بقایای گیاهی به حالت ایستاده می مانند و بقایای ایستاده مانع وزش باد بر روی سطح خاک می شوند. از این رو، فرسایش بادی در خاک کم می شود. از طرفی، بقایا سرعت ضربات باران را کم می کنند و نفوذ آب به داخل خاک زیاد می شود و از طرف دیگر، با کم شدن رواناب، فرسایش آبی بشدت کاهش می یابد.



شکل ۲۱. کاهش فرسایش خاک در کشاورزی حفاظتی

۴. تأثیر ادوات خاک‌ورزی بر رطوبت خاک

خاک‌ورزی برای تهیه بستر کشت و کنترل علف‌های هرز انجام می‌شود. نوع مدیریت خاک‌ورزی و تعداد دفعات خاک‌ورزی، بر رطوبت خاک مؤثر است. وسایل خاک‌ورزی می‌تواند باعث تلفات رطوبت خاک شود (جدول ۱۰). در بین این وسایل، بیش‌ترین تلفات رطوبت به‌وسیله دیسک به وجود می‌آید. از این‌رو، در مواقع خشک‌سالی، از دیسک‌زدن باید پرهیز کرد.

جدول ۱۰. تلفات رطوبت در چند وسیله خاک‌ورزی

تلفات رطوبت ۴ روز پس از عملیات خاک‌ورزی (میلی‌متر)	وسیله خاک‌ورزی
۱۳/۲	دیسک
۱۲/۷	گاواهن قلمی
۳/۶	پنجه‌غازی
۵/۶	ریشه‌بر

۵. تأثیر ادوات خاک‌ورزی بر حفظ بقایای گیاهی

مقدار بقایای گیاهی به‌جامانده در سطح خاک، در نگهداری رطوبت خاک مؤثر است. مقدار بقایای گیاهی

به جامانده در روش های مختلف خاک ورزی در جدول ۱۱ آمده است. در روش بی خاک ورزی، بیش ترین بقایا حفظ می شود و کم ترین مقدار بقایا با روش گاواهن برگردان دار در زمین باقی می ماند. برای مثال، کشت مستقیم ذرت در بقایای گندم به میزان ۱۴ تن در هکتار، تبخیر را ۵۰ تا ۶۰ میلی متر کم می کند. علاوه بر مقدار بقایا، ارتفاع بقایا نیز در مقدار گیرانداختن برف در زمستان و حفظ رطوبت خاک مؤثر است. هرچه ارتفاع بقایا بیش تر باشد، رطوبت بیش تری در خاک حفظ می شود.

جدول ۱۱. مقدار بقایای به جامانده در ادوات مختلف خاک ورزی

وسيله خاک ورزی	بقایای باقی مانده روی سطح خاک
بدون خاک ورزی (کشت مستقیم)	۱۰۰ درصد
گاواهن قلمی با تیغه های پنجه غازی	۵۰-۸۰ درصد
گاواهن قلمی	۳۰-۶۰ درصد
دیسک با بشقاب های قطور	۲۰-۵۰ درصد
دیسک با بشقاب های نازک	۴۰-۷۰ درصد
کولتیواتور	۴۰-۷۰ درصد
گاواهن برگردان دار	۰-۱۰ درصد

۶. دشواری های اصلی در استفاده از خاک ورزی حفاظتی

افزایش علف های هرز و شیوع آفات و بیماری ها از دشواری های عمده پیش روی سامانه های خاک ورزی حفاظتی است. دست کاری نکردن خاک سطحی و وجود بقایای گیاهی، زمینه رشد و تکثیر علف های هرز و آفات و بیماری ها را فراهم می سازد. در روش کم خاک ورزی که بقایای گیاهی با خاک سطحی مخلوط می شود، به علت قرار گرفتن بذرهاي محصول قبلی و علف های هرز دیگر در عمق مناسب رویش، خطر غلبه علف های هرز نسبت به بی خاک ورزی بیش تر است. اگرچه کنترل علف های هرز و آفات از طریق مبارزه مکانیکی در محصولات ردیفی امکان پذیر است، معمولاً استفاده از علف کش ها و آفت کش های شیمیایی به دلیل سهولت کار کردن با آن، معمول تر است. با وجود این، علف کش ها و آفت کش های شیمیایی اثرات مخرب زیست محیطی دارند. در روش بی خاک ورزی، مبارزه مکانیکی با علف های هرز به وسیله کولتواتورهای مرسوم ممکن است باعث جمع شدن بقایای گیاهی در جلوی بازوی کولتواتور شود و عمل وجین را مختل سازد. در این روش، توصیه می شود از عوامل خاک ورز فعال بین

ردیف‌های کشت برای مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز استفاده شود. باتوجه‌به بررسی‌های انجام‌شده، روش‌های مدیریت تلفیقی علف‌ها (IPM) نیز از جمله روش‌هایی است که برای مدیریت علف‌های هرز در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی پیشنهاد شده است. با این‌همه، باتوجه‌به وضعیت کشت محصولات در ایران، باید تحقیقات بیش تری در این خصوص انجام داد.

اجرای آبیاری سطحی در روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی نیز می‌تواند از مشکلات پیش روی این روش‌ها باشد. در این خصوص استفاده از سامانه‌های آبیاری تحت فشار توصیه می‌شود.

نتیجه گیری و پیشنهادها

در این دست‌نامه، روش‌هایی برای بهبود عملکرد در روش‌های سنتی آبیاری سطحی (شامل مدیریت‌های آبیاری و زراعی) ارائه شد. روش‌های اصلاح و بهبود سامانه‌های سنتی آبیاری سطحی به‌طور عمده مدیریتی است و با هزینه کم و در مدت‌زمان کوتاه اجراشدنی است. این روش‌ها در صورتی که به کار گرفته شود، بیش‌تر با اقبال بهره‌برداران مواجه می‌شود. همچنین از این طریق می‌توان ۳۰ تا ۴۰ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی کرد و به همین میزان بازده آب آبیاری را افزایش داد.

از مهم‌ترین دلایل کم‌بودن بهره‌وری و بازده آبیاری در بخش کشاورزی می‌توان به عوامل زیر اشاره کرد:

- نشت آب از کانال‌های انتقال آب
- بهره‌برداری نامناسب از تأسیسات آبیاری
- متناسب‌نبودن شکل و ابعاد مزارع با مقدار آب و نحوه آبیاری
- تلفات آب در مزارع کشاورزی

- استفاده از روش های آبیاری نامتناسب
 - آگاهی کم کشاورزان از روش های ارتقای بهره‌وری مصرف آب
- بنابراین، برای افزایش بازده و بهره‌وری آب آبیاری، اقداماتی به شرح زیر ضروری است:
- قطعه‌بندی و تسطیح اراضی و بهبود شیب اراضی با ماشین‌آلات و وسایل تسطیح
 - اجرای تسطیح مناسب در مزارع، متناسب با شیوه آبیاری سطحی
 - کم کردن نفوذپذیری بستر نهر آبیاری با پوشش کانال‌های آبرسانی و نهرها.
- در صورتی که پوشش بتونی هزینه زیاد داشت، در کانال‌های خاکی یا بستر رسی باید با غلطک تراکم بستر خاک را افزایش داد و در بسترهایی با خاک سبک ابتدا یک لایه رس روی بستر کانال پخش کرد و سپس با غلطک تراکم خاک را افزایش داد. این عمل علاوه بر کاهش نفوذپذیری آب سبب تثبیت بستر کانال خاکی نیز می‌شود.
- اصلاح و بهبود روش های سنتی آبیاری سطحی
 - انتخاب عرض مناسب برای کرت یا نوار

- متناسب با دبی موجود، عرض کار ماشین ها و ادوات کشاورزی، بافت خاک مزرعه و شیب زمین
- راهنمایی کشاورزان در زمینه انتخاب طول بهینه جویچه و ابعاد کرت یا نوارهای آبیاری متناسب با وضعیت خاک، شیب، دبی موجود و...
 - ترویج آبیاری موجی و رژیم کاهش جریان و جویچه ای یک درمیان که می تواند بازده کاربرد آب را در آبیاری های اولیه زراعت ها (مخصوصاً خاک آب و بعد از وجین یا کولتیواتور زدن) تا حد مطلوبی افزایش دهد و باعث کاهش تلفات نفوذ عمقی شود.
 - تغییر روش های سنتی آبیاری سطحی به سامانه نوین آبیاری.

[illegible]