

تدریجی اراضی حاصلخیز کشاورزی و در نتیجه خارج شدن آنها از حیز انتفاع قلمداد شده است [۵].

برنامه‌ریزی و احداث سامانه‌های جدید آبیاری

نخستین اقدام در احداث یک سامانه آبیاری، تأمین آب است. آب مورد نیاز برای آبیاری ممکن است از منابع آب‌های سطحی مانند نهر، رودخانه، دریاچه و یا مخزن یک سد تأمین، و یا از منابع آب زیرزمینی مانند چاه، چشمه و قنات برداشت شود. در برنامه‌ریزی برای تأمین آب از منابع سطحی، لازم است اطلاعات کافی از تغییرات مقدار جریان آب برحسب زمان در طول سال و مقادیر حداکثر، میانگین و حداقل آن در دسترس باشد، تا سامانه آبیاری در هنگام بهره‌برداری و اجرا، با مشکلات ناشی از کمبود و یا افزایش شدید آب مواجه نشود. این امر در دوره‌های خشکسالی و یا سیلابی از اهمیت زیادتری برخوردار است. افزون‌بر توجه به کمیت و مقدار آب، مسائل ناشی از کیفیت آب‌های سطحی نیز باید در نظر گرفته شود. آب‌های سطحی ممکن است حاوی مواد معلق باشند که امکان رسوب آنها در آبراهه‌ها و یا روی زمین وجود دارد. رسوب مواد معلق، افزون‌بر اینکه از کارایی آبراهه‌ها می‌کاهد، هزینه لایروبی سالانه را نیز متوجه کشاورزان می‌کند. بعضی آب‌های سطحی ممکن است حاوی نمک‌های محلول نیز باشند که آبیاری با این آب‌ها به کاهش محصول و یا تخریب مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منجر می‌شود.

برخی خصوصیات شیمیایی آب از نظر درجه تناسب آن برای آبیاری بسیار حائز اهمیت است که از آن جمله می‌توان درجه شوری آب را برشمرد که برحسب رسانش الکتریکی آن سنجیده می‌شود. سایر پارامترهای شیمیایی مهم آب عبارت‌انداز غلظت بور (B)، درصد سدیم قابل تبادل (Na)، نسبت جذبی سدیم (SAR)، غلظت سولفات (SO_4)، غلظت کلر (Cl) و اسیدیته (pH). در جدول ۱ طبقه‌بندی آب‌های بهره‌برداری شده در کشاورزی از لحاظ این معیارها درج شده است [۶] که حاکی از آن است که چه آب‌هایی برای

Irrigation

آبیاری (irrigation) اساساً، بنا بر تعریف، عبارت است از کوششی که انسان به آن مبادرت می‌ورزد تا چرخه طبیعی آب را در زمان و مکان مشخص و برای اهداف مورد نظر خود به صورت موضعی تغییر دهد [۱]. در این عمل آب به صورت مصنوعی و غیرطبیعی به زمین راه می‌یابد.

آبیاری برای هدف‌های مختلف انجام می‌شود اما مهم‌ترین هدف آبیاری، فراهم آوردن شرایط مناسب برای مرطوب کردن خاک، به منظور رشد گیاهان زراعی و باغی و در نهایت افزایش محصول و بهره‌وری در کشاورزی است. از سایر اهداف آبیاری می‌توان آبیاری برای دفع پساب‌ها و پخش آنها روی اراضی؛ آبیاری به منظور خنک کردن محیط رشد گیاهان؛ آبیاری برای غرقابی کردن اراضی به منظور جلوگیری از پیشروی ادوات دشمن در هنگام جنگ؛ آبیاری به منظور فراهم آوردن زمینه ایجاد اشتغال برای بیکاران؛ آبیاری به منظور جابجایی و تثبیت جمعیت در مکان‌های مورد نظر و حتی اهداف دیگر را برشمرد [۲، ۳]. برعکس، چنانچه این تلاش به صورت تصنعی و به منظور خارج کردن آب اضافی از زمین صورت گیرد، آن را زهکشی (drainage) می‌گویند. آبیاری و زهکشی الزاماً به طور همزمان صورت نمی‌گیرند. هرچند بیشتر اراضی کشاورزی جهان به هیچ یک از فرایندهای آبیاری یا زهکشی نیاز ندارند، اما اراضی دیگری هستند که قبل از آنکه بشود از آنها بهره‌برداری کشاورزی کرد، به آبیاری یا زهکشی و یا هر دو فرایند نیاز دارند [۴]. آبیاری را می‌توان از قدیمی‌ترین فناوری‌های آدمی دانست که دست در دست تمدن‌های اولیه بشر جلو رفته و تکامل یافته است. بنا بر شواهد تاریخی، آبیاری در ۸۰۰۰ سال قبل در منطقه بین‌النهرین و در زمان سومری‌ها نیز رواج داشته است. به نظر می‌رسد که در تمدن‌های اولیه به موضوع زهکشی اراضی تحت آبیاری چندان توجه نمی‌شده است و از این رو یکی از دلایل افول این تمدن‌ها شور و زهدار شدن

جدول ۱. طبقه‌بندی آبها برای بهره‌برداری در کشاورزی

معیارهای کیفی آب آبیاری	عالی تا خوب	خوب تا نامناسب	نامناسب تا غیرقابل مصرف
رسانش الکتریکی، EC (دسی سیمن بر متر)	کمتر از ۱	۱ تا ۳	بیشتر از ۳
غلظت بور، B (میلی گرم بر لیتر)	کمتر از ۰/۵	۰/۵ تا ۲	بیشتر از ۲
درصد سدیم قابل تبادل (%)	کمتر از ۴۰	۴۰ تا ۶۰	بیشتر از ۶۰
نسبت جذبی سدیم، SAR	کمتر از ۳	۳ تا ۹	بیشتر از ۹
غلظت کلر، Cl (میلی اکی والان بر لیتر)	کمتر از ۴	۴ تا ۱۰	بیشتر از ۱۰
غلظت سولفات، SO ₄ (میلی اکی والان بر لیتر)	کمتر از ۴	۴ تا ۱۰	بیشتر از ۱۰
اسیدیته، pH	۷/۵ تا ۶/۵	۷/۵ تا ۸/۵	بیشتر از ۸/۵

بهره‌برداری در کشاورزی مناسب یا نامناسب‌اند.

چنانچه در سامانه‌های آبیاری از منابع آب‌های زیرزمینی بهره‌برداری شود، باید مانند آب‌های سطحی از کمیت و کیفیت آب اطمینان حاصل شود. از آنجاکه تشخیص منشأ آب‌های زیرزمینی بسیار دشوار است، بررسی تغییرات زمانی آنها نیز نمی‌تواند به سهولت انجام شود. هرچند تغییرات میزان جریان آب در چاه‌ها و قنات در طول سال زیاد نیست، اما دبی جریان آب حاصل از چشمه‌ها غالباً متغیر است. گرچه آب‌های زیرزمینی اصولاً فاقد مواد معلق رسوبی‌اند اما خصوصیات شیمیایی آنها بسیار متغیر است که باید به آن توجه شود.

بخش‌های مختلف شبکه آبیاری

یک شبکه یا سامانه آبیاری از سه بخش عمده تشکیل شده است که عبارت‌اند از: ۱. بخش انتقال؛ ۲. بخش جابجایی آب در مزرعه؛ و ۳. بخش توزیع و پخش آب در زمین. انتقال آب از محل تأمین تا نقطه ورود به مزرعه ممکن است از طریق نهرهای خاکی و یا اندود با بتون، آسفالت و یا سایر مصالح ساختمانی صورت گیرد. اتلاف آب از طریق نفوذ به داخل خاک از کف و دیواره‌ها در کانال‌های خاکی نسبتاً زیاد است اما در کانال‌های پوشش‌دار سعی می‌شود جلو این تلفات تا حد ممکن گرفته شود. در سامانه‌های جدید آبیاری برای انتقال آب از لوله استفاده می‌شود که در این صورت از اتلاف

از طریق تبخیر از سطح آب و یا نفوذ به داخل زمین جلوگیری می‌شود. آبراه‌های انتقال آب برحسب ظرفیت و یا دبی آنها به انواع کانال‌های درجه یک، دو، سه و چهار تقسیم می‌شوند که کانال‌های درجه یک بالاترین، و آبراه‌های درجه چهار کمترین ظرفیت را برای انتقال آب دارند. از لحاظ اقتصادی و فنی، برای ساخت آبراه، بصره‌ترین شکل آنها که به‌ازای سطح مقطع مورد نظر پایین‌ترین محیط خیس شده را داشته باشند نیم‌دایره است. اما در آبراه‌های درجه یک و دو که باید حجم زیادی از آب را انتقال دهند، ساخت مقاطع نیم‌دایره عملاً دشوار است و از این رو نزدیک‌ترین شکل به مقطع دوزنقه‌ای اختیار انتخاب می‌شود. در ساخت این آبراه‌ها نه تنها حداکثر ظرفیت جابجایی آب در نظر گرفته می‌شود، بلکه ژرفای اضافی ۱۵ الی ۲۰ سانتی‌متری نیز به‌عنوان ارتفاع آزاد در آن لحاظ می‌شود که اگر در اثر بارندگی یا سیلاب آب بیشتری به آبراه وارد شد از آن سرریز نکند. مقطع آبراه‌های درجه سه و چهار به دلیل کوچک بودن می‌تواند نیم‌دایره، دوزنقه و یا مستطیلی اختیار شود. بخش دیگر در شبکه‌های آبیاری، روش‌های گوناگون جابجایی آب در داخل مزرعه است که از طریق آبراه‌های کوچک یا درجه سه و چهار و یا لوله اجرا می‌شود. به این منظور شبکه‌ای از توزیع آب از طریق آبراه‌های خاکی یا پوشش‌دار و یا حتی لوله‌های کم فشار طراحی و اجرا می‌شود تا آب را در زمان مورد نظر به ابتدای زمینی که قرار است زیر کشت قرار گیرد، برساند [۱].

زمین به تعداد کرت هم‌اندازه و هم‌شکل تقسیم می‌شود. چنانچه مقدار جریان و یا عمق مورد نظر برای آبیاری زیاد باشد، می‌توان کرت‌ها را بزرگ‌تر گرفت. از آنجاکه سطح زمین هر کرت باید مسطح باشد، در صورتی که زمین شیب‌دار باشد، لازم است آن را تراس بندی کرد و طوری به صورت پلکانی درآورد که اختلاف ارتفاع سطح دو تراس مجاور بیش از ۱۵ سانتی‌متر نباشد. صرف‌نظر از اندازه و شکل کرت مقدار جریانی که وارد کرت می‌شود؛ نیز باید چنان تنظیم شود که آب به سرعت در کرت پیشروی کند و آبیاری یکنواخت انجام شود. چنانچه مجموعه این ضوابط در طراحی آبیاری کرتی رعایت شود، این روش می‌تواند علاوه بر بالا بودن ضریب یکنواختی توزیع آب دارای بازده بسیار بالایی نیز باشد. به طوری که بازده آبیاری در کرت‌های مسطح تا ۹۰ درصد هم می‌رسد. اما برخی عوامل موجب می‌شوند که بازده آبیاری کرتی از مقدار یادشده کمتر شود. مثلاً، آماده کردن نامناسب زمین ۱۰ تا ۲۰ درصد، تنوع خاک داخل کرت ۵ تا ۱۰ درصد، و برنامه آبیاری ثابت نیز ۱۰ تا ۲۰ درصد بازده آبیاری را کاهش می‌دهند که باید از ۹۰ درصد کسر شود.

در آبیاری نواری که عرض آنها بسته به نوع خاک می‌تواند تا ۱۵ متر و حتی بیشتر نیز باشد، زمین طوری تسطیح و آماده می‌شود که در جهت عرضی فاقد شیب باشد اما در جهت طولی دارای شیب ملایم باشد. طول نوارها در خاک‌های لومی اگر عمق خاک تا ۶۰ سانتی‌متر باشد، ۹۰ تا ۱۸۰ متر و در خاک‌های رسی تا ۳۰۰ متر نیز می‌تواند باشد. شیب نوار باید بر عرض آن عمود باشد و از ۰/۱ درصد هم کمتر نباشد. مقدار جریان آبی که وارد نوار می‌شود، تابعی از نوع خاک و عرض نوار است. در خاک‌های لومی مقدار جریان ورودی به نوار ۱ تا ۳ و در خاک‌های رسی ۲ تا ۴ لیتر بر ثانیه به‌ازای هر متر عرض نوار انتخاب می‌شود. بازده آبیاری در نوارها، در صورتی که به درستی طراحی و اجرا

بخش انتهایی شبکه‌های آبیاری را روش‌های مختلف توزیع و پخش آب روی زمین تشکیل می‌دهند که از آن به‌عنوان سامانه‌ها و شبکه‌های مختلف آبیاری نیز یاد می‌شود. شبکه‌های آبیاری در سه گروه عمده قرار می‌گیرند که عبارت‌اند از شبکه‌های آبیاری سطحی، شبکه‌های آبیاری تحت فشار و شبکه‌های آبیاری زیرزمینی و زیرسطحی.

۱. شبکه (سامانه)های آبیاری سطحی. شامل روش‌های متنوع آبیاری کرتی (basin irrigation systems)؛ روش‌های آبیاری نواری (border irrigation)؛ و انواع روش‌های مختلف آبیاری ردیفی یا جوی-پشته‌ای (furrow irrigation systems) اند، که البته هر کدام از این روش‌ها، بسته به وضعیت پست و بلند و شیب زمین و یا نوع خاک و گیاه و عوامل دیگر، می‌توانند به‌صورت‌های گوناگون طراحی و اجرا شوند. در تمام این سامانه‌ها آب به‌صورت آزاد از طریق نهرهای کوچک به قسمت بالای زمین رسانده شده و از آنجا خودبه‌خود یا از طریق دریچه و یا از طریق لوله‌های خمیده موسوم به سیفون وارد زمین شود تا تحت نیروی گرانش در امتداد شیب زمین به سمت جلو حرکت کند و در سطح زمین پخش شود.

در روش کرتی، باید زمین به‌خوبی تسطیح شده باشد تا هیچ‌گونه شیبی در جهت‌های عرضی و طولی نداشته باشد (Kay, 1986). هریک از کرت‌ها با پشته‌های خاکی اطراف خود که ارتفاع آنها بسته به عمق آبیاری بین ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متر متغیر است، از یکدیگر جدا می‌شوند. اندازه کرت به نوع خاک، مقدار جریان آب، عمق آبیاری، اندازه مزرعه، شیب زمین و شیوه زراعت بستگی دارد. در خاک‌های شنی که آب به سرعت در خاک نفوذ می‌کند، کرت‌ها باید کوچک باشند. اما در خاک‌های رسی که سرعت نفوذ آب در خاک کند است می‌توان کرت‌ها را بزرگ‌تر گرفت. اندازه مزرعه نیز در وسعت کرت نقش تعیین‌کننده دارد. در مزارع کوچک تمام مزرعه می‌تواند یک کرت باشد، اما در مزارع بزرگ

جویچه‌ها، موجب کاهش بازده آبیاری بین ۱۰ تا ۲۰ درصد شود [۷؛ ۱۰].

۲. **روش‌های آبیاری تحت فشار.** که در آنها آب از طریق شبکه‌ای از لوله‌ها در سطح زمین توزیع و پخش می‌شود. از انواع این سامانه‌ها می‌توان به آبیاری‌های قطره‌ای و بارانی اشاره کرد. هر شبکه آبیاری تحت فشار، اعم از اینکه بارانی یا قطره‌ای باشد از شش قسمت عمده که از این قرار تشکیل می‌شود: واحد کنترل مرکزی؛ لوله یا لوله‌های اصلی و نیمه‌اصلی؛ شیرهای آب‌گیر (هیدرانت‌ها)؛ لوله‌های تغذیه‌کننده (مانیفولدها)؛ لوله‌های آبیاری (لاترال‌ها)؛ و آب آبیاری (گسیلنده‌ها). در آبیاری قطره‌ای، آب به‌صورت قطره یا جریان بسیار کوچک از طریق گسیلنده‌هایی که قطره‌چکان نام دارد و روی لوله‌ها یا داخل آنها کار گذاشته شده است، به خارج نشت می‌کند و در پای درخت یا بوته‌ها ریخته می‌شود. در آبیاری قطره‌ای، همان‌طور که گفته شد، گسیلنده‌ها ممکن است در داخل لوله‌ها نصب شده و یا آنکه روی لوله‌ها واقع باشند؛ حال آنکه در نظام بارانی آب از طریق آبپاش‌های نصب شده روی لوله‌ها خارج و مشابه باران روی گیاه و زمین ریخته می‌شود [۲؛ ۱۱، ۹].

سامانه (شبکه)‌های آبیاری تحت فشار ممکن است یا براساس فشار آب، یا برپایه نوع آب‌رسانی و یا براساس نصب لوله‌ها در زمین استوار باشند. این سامانه‌ها ممکن است کم‌فشار (۲ تا ۳ اتمسفر)، میان فشار (۳/۵ تا ۵ اتمسفر) و یا پرفشار (بالتر از ۵ اتمسفر) باشند. از لحاظ توزیع، این سامانه‌ها می‌توانند آب را در بالای درخت یا پوشش گیاهی و یا در زیر پوشش گیاهی پخش کنند. از لحاظ نصب لوله‌ها هم سامانه‌های تحت فشار یا ثابت‌اند یا نیمه‌ثابت و یا متحرک. کسب بازده آبیاری در سامانه‌های بارانی، چنانچه باد و تبخیر موجب تلف شدن آب نشوند، تا ۷۰ درصد امکان‌پذیر است. اما تلفات تبخیر و بادبردگی می‌تواند تا ۳۵ درصد از بازده آبیاری بکاهد. البته بازده آبیاری در

شده باشند تا ۸۰ درصد می‌رسد. اما برخی خطاهای رایج از این مقدار می‌کاهند. مثلاً، آماده‌سازی ناقص زمین ۱۰ تا ۲۰ درصد، یکنواخت نبودن خاک داخل نوار ۵ تا ۱۰، به‌کارگیری مقدار جریان نامناسب ۱۰ تا ۱۵ و آبیاری با برنامه ثابت نیز ۱۰ تا ۲۰ درصد از بازده آبیاری می‌کاهند که باید از ۸۰ درصد کاسته شوند [۸؛ ۹].

آبیاری جویچه‌ای، رایج‌ترین شیوه آبیاری سطحی است که در آن آب درون جویچه‌های نسبتاً باریک به نام فارو هدایت می‌شود. آب در طی پیشروی خود به تدریج در کف و دیواره جویچه‌ها نفوذ و خاک را مرطوب می‌کند. مقطع جویچه‌ها معمولاً ۷ شکل است که عرض آنها بین ۲۵ تا ۴۰ و عمقشان بین ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متر متغیر است. در خاک‌های رسی که آب به کندی در خاک نفوذ می‌کند، جویچه‌ها کم‌عمق و عریض و در خاک‌های شنی باریک و عمیق ساخته می‌شوند. در خاک‌های شنی که حرکت جانبی آب در خاک کم است، جویچه‌ها نزدیک به یکدیگر و در خاک‌های رسی فاصله آنها زیادتر و تا ۱/۲ متر و حتی بیشتر هم می‌تواند باشد. حداقل شیب فاروها ۰/۰۵ و بیشترین شیب آنها در مناطق خشک ۲ درصد و در مناطق مرطوب که خطر بارندگی‌های شدید وجود دارد ۰/۳ درصد است. در صورت امکان، فاروها برای سهولت حرکت ماشین‌آلات در آنها به‌طور مستقیم و به موازات کناره مزرعه و همسو با شیب اصلی زمین احداث می‌شوند؛ اما در صورتی که شیب زمین تند باشد، فاروها چنان ساخته می‌شوند که شیب اصلی را قطع و یا آنها را در امتداد خطوط تراز زمین ایجاد می‌کنند. بازده آبیاری در روش جویچه‌ای می‌تواند تا ۹۰ درصد باشد. اما فقدان سامانه بازچرخانی آب ۲۰ تا ۳۰ درصد از بازده آبیاری می‌کاهد. سایر خطاهای رایج که معمولاً در عمل صورت اجرا می‌شود، آماده‌سازی ناقص زمین نیز ۱۰ تا ۲۰ درصد، یکدست نبودن خاک داخل جویچه‌ها ۵ تا ۱۰ درصد، طولانی بودن زمان پیشروی آب ۱۰ تا ۲۰ درصد و زود متوقف کردن جریان پیشروی آب ورودی به داخل

دارد، باید روش خاصی را اختیار کرد. به بیان دیگر، هیچ وقت دو طرح زهکشی را نمی‌توان یافت که مشابه یکدیگر بررسی و اجرا شده باشند و یا از قوانین نظری یکسانی پیروی کرده باشند. مهم‌ترین علت این امر متفاوت بودن خاک‌های طبیعی با خاک‌های آرمانی (کامل) است که بتوان بر مبنای آنها نظریه‌های مشخصی را برای زهکشی اراضی وضع و تدوین کرد. بنابراین، سامانه‌های زهکشی معمولاً بر اساس موارد یا نمونه‌هایی طراحی و اجرا می‌شوند که با تجربه و یا آزمون و خطا به نتایج رضایت‌بخشی انجامیده‌اند. در طراحی این سامانه‌ها، عوامل متعددی دخالت دارند که مهم‌ترینشان نوع خاک است. نوع خاک مشخص می‌کند که آیا آب می‌تواند به سهولت در خاک حرکت کند و از آن خارج شود یا خیر. مثلاً خاک‌هایی که حاوی ماسه و سیلت و درصد رس آنها اندک است، قادرند آب را انتقال دهند و وارد شبکه‌های زهکش زیرسطحی کنند. حال آنکه در خاک‌های رسی این عمل به سهولت انجام نمی‌شود. از این رو احداث سامانه‌های زهکش ایجاب می‌کند که خصوصیات خاک از سطح زمین تا عمق ۱/۵ الی ۲ متری بررسی شود، زیرا لوله‌های زهکش‌های زیرزمینی معمولاً در این لایه نصب می‌شوند.

پست و بلند و شیب زمین نیز از دیگر عوامل مؤثر در زهکشی به شمار می‌آیند. در طراحی سامانه زهکشی لازم است نقشه‌های تراز دقیق از زمین تهیه شود تا بتوان نقاطی را که اختلاف ارتفاعشان ۱۵ سانتی‌متر باشد از یکدیگر تفکیک کرد. زیرا اختلاف ارتفاع نقاط سطح زمین به پدید آمدن مشکل در حرکت آب و خارج شدن آن از سطح اراضی می‌شود. همچنین، باید به الگوی بارندگی، نوع گیاهی که قرار است کشت شود و نیز عمق مجاز سطح ایستابی آب زیرزمینی توجه کرد. به‌طور کلی، تهیه یک طرح زهکشی مستلزم آن است که عوامل مشروح در زیر به‌صورت مطلوب با یکدیگر تلفیق و به‌کار برده شوند [۴]:

• متغیرهای سامانه مانند نوع زهکشی، سازه‌ها، فاصله

سامانه‌های قطره‌ای زیاد است و حصول بازده تا ۹۰ درصد نیز عملی است.

۳. روش‌های آبیاری زیرسطحی. انواعی از آبیاری‌اند که در آنها آب به‌وسیله لوله و قطره چکان‌هایی که در زیر سطح زمین و در منطقه توسعه ریشه‌ها نصب شده‌اند، از لوله خارج و خاک ناحیه ریشه‌ها را مرطوب می‌کند. روش دیگر آبیاری وجود دارد مختص مناطق مرطوب در دسترس است و در آن با انجام تمهیداتی سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی به‌طور مصنوعی بالا آورده می‌شود تا آب بتواند به کمک خاصیت موئینگی بالا آید و منطقه توسعه ریشه‌های گیاه را مرطوب کند. به این روش آبیاری زیرزمینی می‌گویند و کاربرد آنها علاوه بر آنکه باید در شرایط خاصی باشد، بسیار دشوار و پرهزینه است.

برنامه‌ریزی و احداث سامانه‌های زهکشی

زهکشی اراضی فرایندی است که می‌توان آن را مکمل سامانه‌های آبیاری دانست. زهکشی علاوه بر اهداف کشاورزی می‌تواند برای منظوره‌های دیگری نیز اجرا شود که از آن جمله می‌توان این موارد را برشمرد:

الف) برای جلوگیری از شور شدن خاک‌ها، ماندآبی شدن اراضی و بالا آمدن سطح آب‌های زیرزمینی؛

ب) به‌منظور کنترل فرسایش؛

ج) به‌منظور کنترل سیل؛

د) برای حفظ محیط زیست؛

ه) برای سلامت و بهداشت عمومی؛

و) برای حفاظت از ابنیه‌ها و تأسیسات عمومی و آثار باستانی؛

ح) به‌منظور توسعه روستایی و امنیت غذایی.

برنامه‌ریزی و طراحی سامانه‌های زهکشی از جمله علکوم دقیقه نیست. زیرا در هر شرایطی بسته به نوع موضوع زه‌دار بودن اراضی و دلایلی که برای خارج کردن آب از زمین وجود

زهکش‌ها، عمق زهکش‌ها، ظرفیت آنها و تطبیق با سامانه آبیاری؛

• متغیرهای کشاورزی از قبیل نوع زراعت، تناوب زراعی، الگوی کشت و عملیات زراعی؛

• متغیرهای محیطی، مانند استانداردهای کیفی آب و معیارهای زیست محیطی؛

متغیرهای مدیریتی از قبیل راهبری و نگهداری سامانه، مسائل مالی و اداری و تشکیلاتی و شکل‌های آبیاری و زهکشی.

انواع سامانه‌های زهکشی

سامانه‌های زهکشی را می‌توان به دو گروه عمده تقسیم‌بندی کرد که عبارت‌اند از سامانه‌های زهکشی سطحی (surface drainage systems) روباز، و سامانه‌های زهکشی زیرزمینی یا زیرسطحی (subsurface drainage systems) که انتخاب هر یک از آنها به اهداف و انتظارات بستگی دارد که از یک سامانه زهکشی مورد نظر است (جدول ۲).

هر کدام از سامانه‌های زهکشی سطحی یا زیرزمینی از

چندین جزء گوناگون تشکیل شده‌اند که علی‌رغم نام‌های متفاوت اما وظایف مشابهی را انجام می‌دهند. نقطه انتهایی در هر دو سامانه جایی است که آب باید از آنجا خارج و دفع شود. این نقطه را خروجی (outlet) گویند. نقطه خروجی می‌تواند رودخانه، دریاچه و یا حتی یک منطقه کویری باشد. مهم‌ترین موردی که باید در انتخاب نقطه خروج در نظر گرفت آن است که علاوه بر تسهیل در دفع زه آب‌ها، از لحاظ زیست محیطی در تعارض قرار نگیرد. این اجزاء در سامانه زهکشی سطحی، به ترتیب، از لحاظ بزرگی اندازه به کوچکی آنها عبارت‌اند از نهر جمع‌کننده اصلی (main collection ditch)، نهرهای داخل مزرعه (field ditch)، و زهکش‌های مزرعه (field drain). وظیفه این سامانه‌ها آن است که آب را از سطح زمین تا لایه زیرین آنها در داخل مزرعه جمع‌آوری و خارج کنند. گاهی ممکن است در داخل مزرعه یک یا چند نقطه وجود داشته باشد که به دلیل گود بودن، آب در آنجا انباشته می‌شود. در این حالت، سامانه زهکشی بسیار ساده خواهد بود و تنها کافی است که برای خارج کردن آب یک کانال زهکش احداث شود تا از این نقاط عبور و آب جمع شده در این منطقه یا مناطق را به نقطه خروجی هدایت کند. اجزای سامانه زهکشی زیرسطحی عبارت‌اند از: لوله اصلی (main)، لوله نیمه اصلی

جدول ۲. ضوابط طراحی و انتخاب سامانه‌های زهکشی اراضی کشاورزی

اهداف و انتظارات از طرح زهکشی	شبکه‌های زهکشی سطحی	شبکه‌های زهکشی زیرزمینی
جمع‌آوری رواناب‌های سطحی	مناسب و دارای کارایی است	مناسب نیست و کارایی ندارد
از بین رفتن و تلف شدن اراضی	حدود ۱۰ درصد زمین از بین می‌رود	زمین‌های زراعی از بین نمی‌رود
ممانعت در برابر عملیات زراعی	مانع رفت‌وآمد ماشین‌های کشاورزی می‌شود	مانع رفت‌وآمد ماشین‌های کشاورزی نمی‌شود
مطابقت با نفوذپذیری خاک	برای خاک‌های با نفوذپذیری کم مناسب است	برای خاک‌های با نفوذپذیری کم مناسب نیست
بازرسی و نگهداری	سالانه باید بازرسی و مرمت شوند	هر چند سال یکبار نیاز به بازرسی دارند
هزینه‌های سرمایه‌گذاری و احداث سامانه	نسبتاً کم و ارزان است	گران و نسبتاً پرهزینه است
ماشین‌آلات مورد نیاز برای احداث	به ماشین‌آلات خاصی نیاز ندارد	به ماشین‌آلات تخصصی نیاز دارد
کنترل سطح آب‌های زیرزمینی	زیاد مؤثر نیست	مؤثر است
فاصله زهکش‌ها از یکدیگر	نسبتاً زیاد است	کم است

لوله‌های بتونی و یا تنبوشه‌های سفالی بهره می‌گرفتند. به‌همین دلیل، این سامانه‌ها را زهکش‌های تنبوش نیز می‌گفتند. در مواردی اگر زمین رسی باشد، با استفاده از تراکتور وزنه مخروطی شکلی را در زیر زمین به حرکت در می‌آورند تا تونل کوچکی مشابه با لانه یک موش در زیر زمین و در عمق مشخص ایجاد شود. این تونل خاکی می‌تواند مشابه یک لوله عمل کند و آبی را که به آن وارد شده است، از زمین خارج کند. این روش زهکشی را سامانه لانه موشی می‌گویند. اگر از سامانه‌های زهکش زیر سطحی به‌خوبی مراقبت شود، حتی نوع لانه موشی از عمر طولانی برخوردار خواهند بود. اما سامانه‌های زهکشی سطحی همواره به سرکشی و اصلاحات نیاز دارند تا اگر آبراهه‌ها را رسوب گرفته باشد، لایروبی شوند.

کتاب‌شناسی

1. Burt, C.M. 1995. The Surface Irrigation Manual. Waterman Industries Inc. USA.
2. Cuenca, R.H. 1989. Irrigation System Design, an engineering approach, Prentice Hall, New jersey, USA.
3. Hagan, R.M., Hasise, H.R. and T.W. Edminster, 1974. Irrigation of Agricultural Lands, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
4. Jensen, M.E., ed. 1980. Design and Operation of Farm Irrigation Systems. ASAE Monograph, American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan, USA.
5. Kay, M. 1983. Sprinkler Irrigation. Batsford Academic Ltd. London.
6. Kay, M. 1986. Surface Irrigation, systems and practices. Cranfield Press. UK.
7. Michael, A.M. 2008. Irrigation, theory and practice. Vicas Publ. House Ltd. New Delhi. India.
8. Shainberg, I. and J.D. Oster, 1983. Quality of Irrigation Water. Pergamon Press. UK.
9. Smedema, L.K., Wolman, W.F. and D. Rycroft. 2004. Balkima Publishers. UK.
10. Walker, W.R. and G.V. Skogerboe, 2014. Surface Irrigation, theory and practice. Perentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
11. Waller, P.M. and M. Yitayew. 2015. Irrigation and Drainage Engineering. Springer International Publ. New York. USA.

امین علیزاده،

عضو هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد

(submain) و بال‌ها یا لاترال (lateral). بال‌ها لوله‌هایی با قطر کوچک‌اند که زه آب‌ها را به لوله نیمه اصلی وارد می‌کنند و این لوله نیز به‌نوبه خود آب را به لوله اصلی می‌رسانند و از آنجا به نقطه خروجی هدایت می‌شود. همان‌طور که گفته شد، ممکن است نقطه خروجی یک رودخانه یا آبراهه طبیعی و یا آنکه کانال بزرگی باشد که برای همین منظور ساخته می‌شود.

الگوهای سامانه زهکشی سطحی فرق می‌کنند، اما معمول‌ترین الگویی که اجرا می‌شود احداث زهکش‌های موازی (parallel drain) است که انهاری با فواصل مشخص و موازی یکدیگر در مزرعه احداث می‌شوند. فاصله انهار زهکش به نوع خاک و شیب زمین بستگی دارد. نوع دیگر سامانه زهکشی سطحی احداث انهار تصادفی و غیرموازی (random drains) است که در آن زهکش‌ها از نقاط پست زمین می‌گذرند و قاعده مشخصی برای آن وجود ندارد. غالباً قبل از احداث زهکش‌های سطحی، زمین را با شیب یکنواخت تسطیح می‌کنند تا فرایند زهکشی به سهولت صورت پذیرد. یکی از معایب سامانه زهکشی سطحی آن است که با احداث کانال بخشی از زمین به آنها اختصاص داده می‌شود و از حیز ارتفاع خارج می‌شوند اما نسبت به سامانه زهکشی زیرزمینی احداث آنها آسان‌تر و ارزان‌تر تمام می‌شود.

در سامانه زهکشی زیرزمینی تمام قسمت‌های سامانه جز نقطه خروجی در زیر زمین قرار دارند. کارایی این سامانه از نظر سرعت خروج آب و مقدار آب خارج شده از زمین به‌مراتب بهتر از سامانه زهکشی سطحی است. در این سامانه بال‌های لوله‌ای (لاترال‌ها) به‌طور موازی و به فواصل ۲۵ تا ۹۰ متر از یکدیگر در عمق یک تا ۱/۵ متری کار گذاشته می‌شوند. در بیشتر این سامانه‌ها گودال یا ترانشه‌ای در خاک به‌صورت دستی یا با ماشین حفر می‌شود و لوله‌های سفالی یا پلی اتیلنی سوراخ‌دار در کف آن خوابانده می‌شوند و سپس ترانشه با خاک پر می‌شود. در گذشته، به‌جای لوله‌های پلی اتیلنی از