سومین کارگاه فنی زهکشی
۲۳ مهر ماه ۱۳۸۳

روند تحولات زهکشی

مجتبی اکرم[۱]

۱- تاریخچه زهکشی

۱-۱- زهکشی در گذشته‌های دور

زهکشی کشاورزی، بنا به عقیده سازمان خواربار و کشاورزی جهانی، نه هزار سال پیش در بین‌النهرین آغاز شد. در آن هنگام لوله به کار برده نمی‌شده بلکه به احتمال زیاد از سنگ و سنگ‌ریزه و شاخ و برگ گیاهان بهره‌گیری می‌شد. اولین لوله‌های زهکشی حدود چهار هزار سال قدمت دارند. در اروپا، اولین زهکش‌های زیرزمینی حدود دو هزار سال پیش نصب شد.

در کتابی که در حدود سه هزار سال پیش در چین نگاشته شده، نقشه‌هایی از سیستم زهکشی مشاهده می‌شود. هرودت، در حدود ۲۴۰۰ سال قبل،اشاره‌هایی به کاربرد زهکشی در درّه نیل دارد.

زهکشی مدتی در جهان به فراموشی سپرده شد تا اینکه در ۱۵۴۴ در انگلستان دوباره زندگی جدیدی یافت. اولین تنبوشه ساز سفالی در ۱۸۴۰ در انگلستان به کار گرفته شد. در ایالات متحده، زهکشی لوله‌ای در دو سدهٔ پیش آغاز شد.

۱-۲- زهکشی در گذشته‌های نزدیک

زهکشی زیرزمینی به شیوهٔ امروزی اولین بار در سال ۱۸۱۰ میلادی در انگلستان به کار گرفته شد و بتدریج به سایر نقاط اروپا رفت. با اختراع تنبوشه ساز سفالی (۱۸۴۰)، روند توسعه زهکشی در اروپا تسریع شد.

۱- کارشناس ارشد مهندسین مشاور آبساران، عضو هیئت اجرائی و گروه کار زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
mojtabaakram@yahoo.com

زهکشی در اوایل دهه ۱۹۶۰، با پیدایش لوله پلاستیکی با دیواره صاف و نازک، سپس با ابداع لوله‌های کنگره‌دار شتاب قابل ملاحظه‌ای یافت. در حوالی سال ۱۹۷۰ استفاده از ماشین‌های زهکشی آغاز شد و شتاب بیشتری به توسعه زهکشی زیرزمینی داد. کاربرد فرستنده و گیرنده‌های لیزری، دقت در کنترل نصب زهکش‌ها را افزایش داد.

۱-۳- تاریخ‌های بیاد سپردنی در توسعه زهکش‌های زیرزمینی در دو قرن گذشته

- نصب اولین زهکش زیرزمینی در امریکا ۱۸۳۵
- اختراع تنبوشه ساز سفالی در انگلستان ۱۸۴۰
- ساخت اولین لوله زهکشی از ماسه و سیمان در امریکا ۱۸۶۲
- استفاده از ترنچر ۱۸۸۰
- معرفی لوله پلی‌اتیلن صاف در امریکا ۱۹۴۸
- کاربرد لوله پی‌وی‌سی سخت صاف در هلند ۱۹۵۹
- معرفی اولین لوله پی‌وی‌سی انعطاف‌پذیر در آلمان ۱۹۶۳
- نصب اولین لوله پلی‌اتیلن انعطاف‌پذیر در امریکا ۱۹۶۵
- اختراع ترنچلس ۱۹۶۹
- ارائه اولین استاندارد لوله‌های پلی‌اتیلن ۱۹۷۴
- پیش‌نویس استاندارد لوله‌های همراه با پوشش ۱۹۸۱
- ارائه اولین پیش‌نویس ISO در مورد لوله‌های پی‌وی‌سی کنگره‌دار ۱۹۸۵
- ارائه اولین پیش‌نویس استاندارد اروپایی در مورد لوله‌های پی‌وی‌سی کنگره‌دار ۱۹۹۴

۱-۴- زهکشی در ایران

احداث اولین شبکه‌های نوین آبیاری و زهکشی در دهه ۱۳۱۰ در جنوب کشور صورت گرفت و اولین زهکش روباز با استفاده از ماشین در حوالی سال ۱۳۳۵ در شاوور خوزستان ساخته شد. در سال‌های ۱۳۴۱ و ۱۳۴۲ اولین شبکه زهکشی زیرزمینی با استفاده از لوله‌های سفالی در دانشکده کشاورزی دانشگاه جندی شاپور (شهید چمران) واقع در ملّاثانی (رامین) اهواز در وسعتی حدود ۵۰۰ هکتار با نیروی کارگری به اجرا در آمد. در همین سال‌ها بود که اولین ماشین زهکشی وارد کشور شد. اولین طرح بزرگ زهکشی به وسعت ۱۱۰۰۰ هکتار در هفت تپه به اجرا درآمد. سپس زهکشی اراضی شرکت کشت و صنعت کارون و همزمان با آن زهکشی اراضی آبخور سد وشمگیر در گرگان آغاز شد. دشت‌های مغان، دالکی در بوشهر، زابل، میان‌آب، بهبهان، طرح‌های هفت‌گانه توسعه نیشکر در خوزستان از جمله طرح‌های بزرگ دیگری هستند که اجرای آنها به اتمام رسیده است.

۲- وضع آب و آبیاری در جهان

۲-۱- پیش‌بینی مناطق درگیر کمبود آب

براساس برآورد موسسه مدیریت آب بین‌المللی (IWMI, ۲۰۰۱) در سال ۲۰۲۵ کشورهای دچار کمبود آب عبارت خواهند بود از: الجزایر، لیبی، مصر، اسرائیل، فلسطین، اردن، سوریه، عراق، عربستان سعودی، یمن، عمان، کشورهای خلیج‌فارس، ایران، پاکستان، افغانستان، برخی از ایالات هند، شمال چین و افریقای جنوبی (شکل ۱). در این شکل کشورها به سه گروه مختلف تقسیم‌بندی شده‌اند:

- کشورهایی که با توجه به شرایط طبیعی دچار مشکل کمبود آب هستند؛
- کشورهایی که می‌توانند آب داشته باشند ولی تولید آن مقرون به صرفه نیست؛ و
- کشورهایی که دارای کمبود مختصری هستند و یا اصلاً کمبودی ندارند.

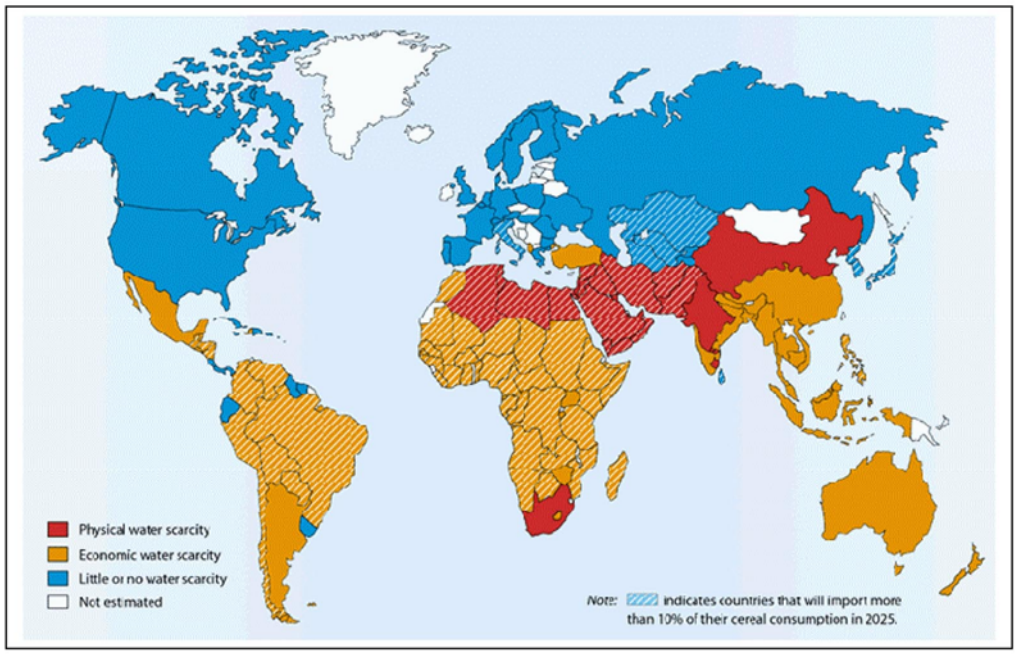
تمامی‌این کشورهای درگیر با مشکل کمبود آب (به جز افریقای جنوبی) در منطقه با بارش سالانه کمتر از ۵۰۰ میلی‌متر قرار دارند.

۲-۲- توزیع کشاورزی فاریاب در جهان

شکل ۲ توزیع اراضی فاریاب را در جهان نشان می‌دهد (فائو، ۲۰۰۱). در مجموع می‌توان گفت که نقاط مهم تحت آبیاری جهان با مناطق با کمبود آب منطبق است.

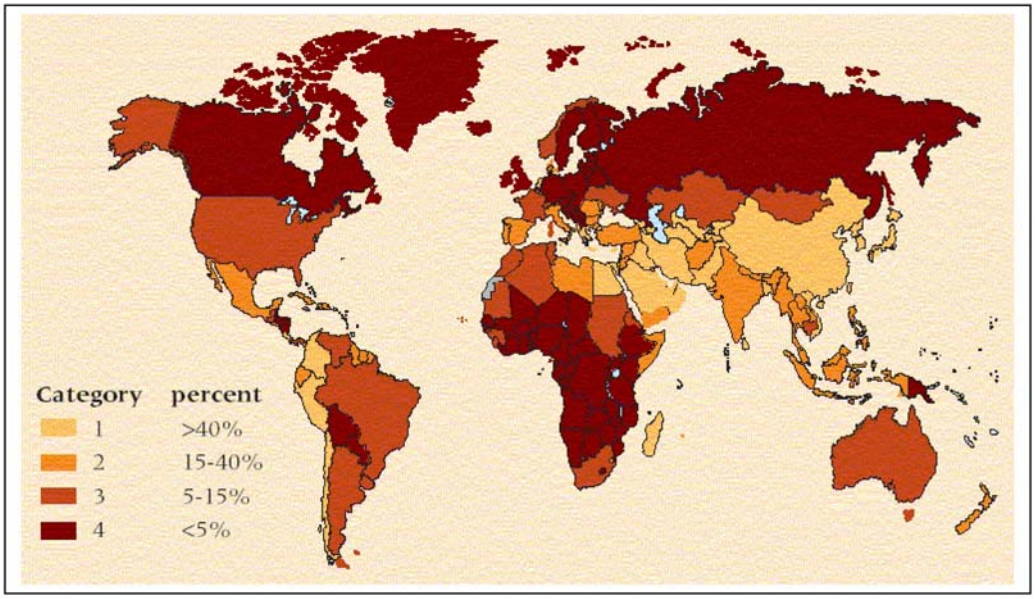
به منظور تعیین کشورهایی که بیشترین سهم اراضی فاریاب را نسبت به سطح اراضی کشاورزی خود دارند، کشورها به چهار گروه تقسیم شده‌اند:

- کشورهایی که اراضی فاریاب آنها کمتر از ۵ درصد مساحت زیرکشت آنهاست. این کشورها، به نسبت، سرمایه‌گذاری اندکی را در آبیاری انجام داده‌اند. از کشورهای مشخص این گروه می‌توان به کانادا، روسیه و اروپای شمالی و برخی از کشورهای افریقائی اشاره کرد.
- کشورهائی که اراضی فاریاب آنها بین ۵ تا ۱۵ درصد مساحت زیرکشت آنهاست. این کشورها به طور معمول در جنوب کشورهای گروه اول در نیمکره شمالی و در شمال کشورهای گروه اول در نیمکره جنوبی قرار دارند.
- کشورهایی که اراضی فاریاب آنها بین ۱۵ تا ۴۰ درصد مساحت زیرکشت آنهاست. لیبی، اسرائیل، فلسطین، اردن، سوریه، یمن، افغانستان و برخی از ایالات هند در این گروه قرار دارند.
- کشورهایی که اراضی فاریاب آنها بیش از ۴۰ درصد مساحت زیرکشت آنهاست. این گروه بیشترین سرمایه‌گذاری نسبی را در امر آبیاری انجام داده‌اند. مصر، عراق، عربستان سعودی، عمان، کشورهای حاشیه خلیج فارس، ایران، پاکستان و چین در این گروه قرار دارند.



شکل۱- مناطق درگیر کمبود آب در سال ۲۰۲۵

(IWMI, ۲۰۰۱)



شکل۲- توزیع اراضی فاریاب جهان (فائو، ۲۰۰۰)

۳- وضعیت زهکشی در جهان

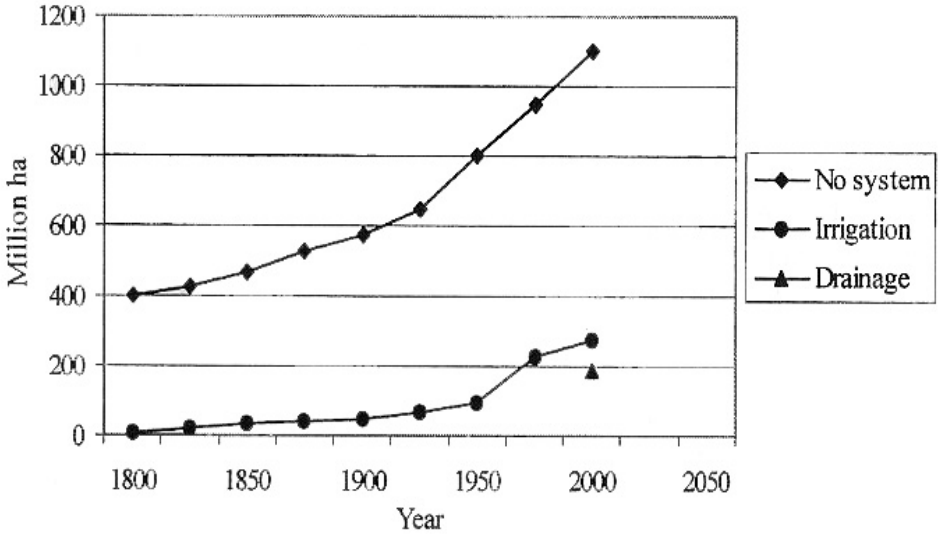
متأسفانه داده‌هایی که نشان‌دهنده اراضی زهکشی شده جهان باشد، بطور کامل و دقیق در دست نیست. اطلاعات موجود در بانک اطلاعاتی فائو (AQUAWEB database) هنوز تکمیل نشده است. کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی (ICID) نیز در حال جمع‌آوری داده‌های مشابهی است.

براساس نظر Kapoor (۲۰۰۳) مساحت اراضی فاریاب جهان ۲۵۵ میلیون هکتار تخمین زده می‌شود. برآورد شده است که ۲۰ درصد این اراضی یعنی حدود ۵۰ میلیون هکتار دچار مشکلات شوری و ماندابی بودن هستند و باید زهکشی شوند. تخمین زده می‌شود که سالانه حدود یک میلیون هکتار از اراضی فاریاب جهان به علت ماندابی شدن تخریب شوند. De Wrachien and Feddes (۲۰۰۳) عقیده دارند که در حال حاضر ۱۰۰ تا ۱۲۰ میلیون هکتار از اراضی مناطق خشک و نیمه خشک در معرض نابودی ناشی از مشکلات زهکشی هستند. Smedema (۲۰۰۰) عقیده دارد که تاکنون ۲۰ تا ۳۰ میلیون هکتار از اراضی فاریاب از بین رفته و سالانه ۰/۵ تا یک میلیون هکتار دیگر نیز در حال از بین رفتن است.

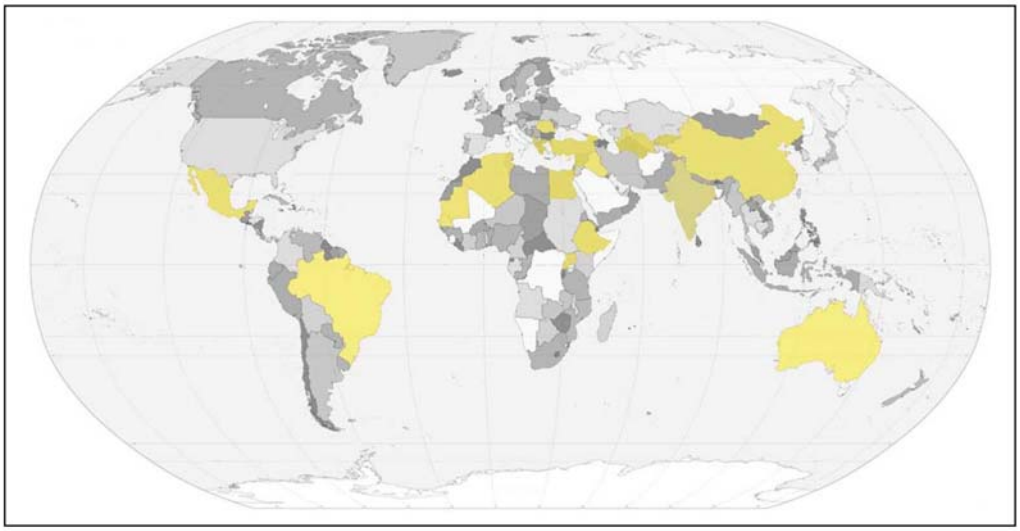
اردکانیان (۲۰۰۳) سطح اراضی فاریاب جهان را ۲۸۰ میلیون هکتار می‌داند که حدود ۷۰ درصد آن در آسیا قرار دارد. وی می‌گوید که براساس برخی برآوردها ۵۰ درصد اراضی فاریاب به نحوی دچار مشکل شده و ۲۵ درصد آن از چرخه تولید خارج شده‌اند. شکل ۳ روند تغییرات آبیاری را در دو سده اخیر نشان می‌دهد.

شکل ۴ کشورهایی را نشان می‌دهد که نسبت مساحت اراضی زهکشی شده به اراضی فاریاب آنها از ده درصد تجاوز می‌کند.

جدول ۱ کشورهای مهم درگیر با مسائل زهکشی را نشان می‌دهد. بطوریکه ملاحظه می‌شود، از میان کشورهائی که در حال توسعه بوده و آماری از آنها در دست است، مصر بیشترین اراضی زهکشی شده به نسبت اراضی فاریاب را دارد. مکزیک با ۲۷ درصد، چین و پاکستان: به ترتیب با ۲۴ و ۲۳ درصد مقام‌های بعدی را دارند. امریکا با ۴۷ میلیون هکتار، بیشترین مساحت زیر زهکشی جهان را به خود اختصاص داده است. چین با ۲۹ میلیون هکتار در مقام بعدی قرار دارد. جدول ۲ شاخص‌های کلیدی ده کشور بزرگ دارای زهکشی را نشان می‌دهد. این ده کشور ۵۶ درصد جمعیت جهان را دارند که حدود ۳۴ درصد اراضی زیر کشت را به خود اختصاص می‌دهند و ۷۵ درصد زهکشی زیرزمینی جهان را دارا هستند.



شکل ۳- روند تغییرات آبیاری در جهان



شکل ۴- کشورهای با آبیاری و زهکشی زیاد

جدول ۱- مساحت اراضی درگیر با مشکلات زهکشی در برخی از کشورهای در حال توسعه به نقل از گروه کار زهکشی ICID (میلیون هکتار)

ردیف	کشور	مساحت اراضی فاریاب	مساحت اراضی درگیر با مشکلات زهکشی		نسبت اراضی با مشکلات زهکشی به اراضی فاریاب (درصد)
۱	هند	۵۷	۲/۴۶	۳/۳۰	۱۰
۲	چین	۵۱/۸۲	۵	۷/۵۰	۲۴
۳	پاکستان	۱۷/۵۸	۱/۷۴	۲/۳۷	۲۳
۴	ایران	۷/۲۷	NA	۲/۱۸	NA
۵	مکزیک	۶/۵	۱/۳۰	۰/۴۶	۲۷
۶	ترکیه	۴/۲۰	NA	۱/۵۲	NA
۷	مصر	۳/۵۱	۰/۶۰	۱/۰۰	۵۱
۸	سودان	۱/۹۵	NA	۰/۳۹	NA
۹	مراکش	۱/۲۵	NA	۰/۵۰	NA

NA- اطلاعی در دست نیست.

جدول ۲- شاخص‌های کلیدی ده کشور بزرگ دارای زهکشی (CEMAGREF, ICID ۲۰۰۰)

کشور	جمعیت (میلیون نفر)	درصد جمعیت کشاورز	کل اراضی (میلیون هکتار)	اراضی زیر کشت (میلیون هکتار)	اراضی دارای سیستم زهکشی (میلیون هکتار)
برزیل	۱۶۸	۱۹	۸۵۱	۶۶	۸
کانادا	۳۱	۳	۹۹۷	۴۶	۱۰
چین	۱۲۶۷	۶۸	۹۶۰	۹۶	۲۹
آلمان	۸۲	۳	۳۶	۱۲	۵
هند	۹۹۸	۶۱	۳۲۹	۱۷۰	۱۳
اندونزی	۲۰۹	۵۰	۱۹۰	۳۰	۱۵
ژاپن	۱۲۷	۴	۳۸	۵	۳
پاکستان	۱۵۲	۴۸	۸۰	۲۲	۶
لهستان	۳۹	۲۳	۳۲	۱۵	۴
امریکا	۲۷۶	۲	۹۳۶	۱۸۸	۴۷
جمع ده کشور	۳۳۴۹		۴۴۴۹	۶۵۰	۱۴۲
جهان	۶۰۰۰		۱۳۰۰۰	۱۵۱۲	۱۹۰
درصد	۵۶		۳۴	۳۴	۷۵

۴- رویکردهای زهکشی

براساس نظر اسمیدما (۲۰۰۰)، در حال حاضر سطح زیر کشت جهان حدود ۱۵۰۰ میلیون هکتار است که حدود ۱۲۳۰ میلیون هکتار آن به صورت دیم کشت می‌شود و ۲۶۰ میلیون هکتار دیگر فاریاب است. همین ۲۶۰ میلیون هکتار (۱۷ درصد سطح زیر کشت) ۴۵ درصد محصول را تولید می‌کند. حدود ۷۰ درصد اراضی فاریاب جهان از آب سطحی مشروب می‌شوند.

اسمیدما (۲۰۰۰) مساحت اراضی دارای تسهیلات زهکشی در اراضی فاریاب را ۶۰ میلیون هکتار برآورد می‌کند. نامبرده تخمین می‌زند که ۱۳۰ میلیون هکتار از اراضی دیم نیز به شبکه‌های زهکشی زیرزمینی مجهز شده‌اند. گفته می‌شود که ۲۵۰ میلیون هکتار از اراضی دیم نیازمند بهبود وضعیت زهکشی خود هستند. جدول ۳- تقسیم‌بندی مذکور را نشان می‌دهد.

جدول ۳- سطح اراضی آبیاری و زهکشی شده جهان براساس نظر اسمیدما (۲۰۰۰)، (میلیون هکتار)

	بدون زهکشی	با تسهیلات زهکشی	جمع
فاریاب	۲۰۰	۶۰	۲۶۰
دیم	۱۱۰۰	۱۳۰	۱۲۳۰
جمع	۱۳۰۰	۱۹۰	۱۴۹۰

کمبود آب بزرگترین مشکل در بحران آب است. رودخانه‌های بزرگ، دیگر به دریاها نمی‌پیوندند. کیفیت آب رودخانه‌ها تخریب شده است. چاه‌ها رو به خشک شدن گذارده‌اند. تعداد کشورهای در حال تنش آبی در حال افزایش است.

کیفیت آب‌ها نیز در حال تخریب است. جمعیت جهان در قرن گذشته افزایش بیش از حدی یافته است. تا سال ۲۰۲۵ حدود دو میلیارد نفر به جمعیت جهان افزوده خواهد شد. برای تغذیه این افراد و حدود ۸۰۰ میلیون گرسنه‌ای که در حال حاضر وجود دارد، فشار مضاعفی به منابع طبیعی و به ویژه آب و خاک کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته که صادرکننده تولیدات کشاورزی هستند وارد خواهد شد. هم اکنون بسیاری از نقاط جهان با مشکلات شدید زیست محیطی ناشی از روش‌های کشاورزی مواجهند. با این روند، به یقین نظام‌های کشاورزی پایدار نیستند.

ماندابی شدن اراضی، به همراه شوری، بسیاری از طرح‌های آبیاری را تحت تأثیر قرار داده و موجب کاهش تولید شده است. علاوه بر رقابتی که بین بخش کشاورزی و بخش‌های شرب و صنعت از نظر تخصیص آب وجود دارد، در آینده آب مورد نیاز برای بازسازی اکوسیستم‌ها نیز از آب تخصیص یافته به کشاورزی پیشی خواهد گرفت.

در مناطق مرطوب، چالش بزرگی در مورد زهکشی تالاب‌ها وجود دارد. در نظر است که زمین‌هایی که قبلاً به صورت تالاب بوده‌اند، با قطع زهکشی، به حالت اولیه خود باز گردند.

در حالی که هنوز نیاز شدیدی به اجرای طرح‌های توسعه آبیاری و زهکشی وجود دارد، ولی جهان، دیگر طرح‌هایی که مشکلاتی را از نظر محیط زیست و کشاورزی به وجود می‌آورند پذیرا نیست. رویکرد آتی، حرکت به سوی کشاورزی پایدار از نظر اقتصادی و با در نظر گرفتن ملاحظات زیست محیطی خواهد بود. برای رسیدن به این رویکرد باید به مدیریت منابع آب به صورت جامعی نگاه کرد. بنابه استراتژی اعلام شده بانک جهانی در مورد آب، حرکت به سوی جامعیت بخشی باید «هدفمند، با در نظر گرفتن اولویت‌ها، مستمر و پایدار، واقع‌بینانه و تدریجی و توأم با بردباری» باشد.

۴-۱- نگاهی واقع‌گرایانه‌تر به زهکشی

امروزه، جهان با چندگانگی در مورد زهکشی روبرو است. از سوئی، همه سیاستگزاران و مجریان به اهمیت زهکشی و نقشی که می‌تواند در افزایش تولید و بهبود کیفیت زندگی افراد بازی کند، واقفند. در عین حال، جهان با تخریب سالانه ۰/۵ تا یک میلیون هکتار از اراضی در اثر مشکلات زهکشی مواجه است. از سوی دیگر، زهکشی کم و بیش از گفتمان و توجه بین‌المللی حذف شده است؛ سیاستگزاری سازمان یافته‌ای در مورد آن انجام نمی‌گیرد؛ سرمایه‌گذاری در آن کاهش می‌یابد؛ و در کشورهای در حال توسعه، بخش خصوصی تمایل زیادی به انجام آن ندارد.

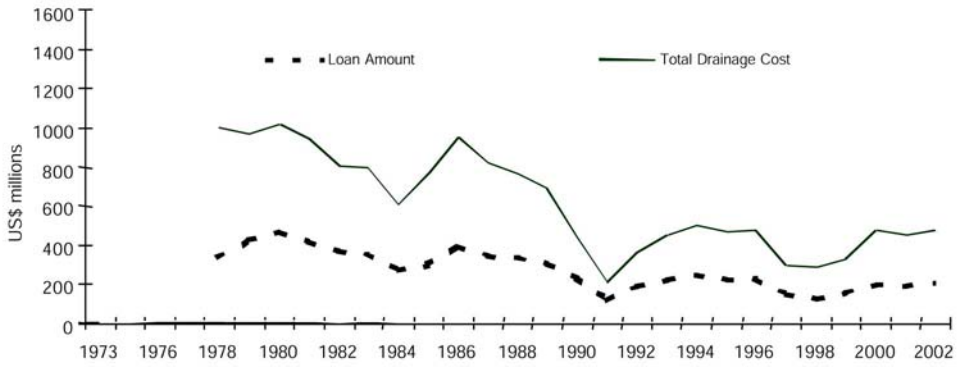
بانک جهانی در فاصله سال‌های ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۰، مجموعاً ۲۱۸ طرح آبیاری، زهکشی و توسعه کشاورزی به مبلغ ۳۸ میلیارد دلار را تأمین مالی کرده است. از این میان، تنها ۸/۵ میلیارد دلار (۲۲ درصد) به زهکشی اختصاص داشته است. سهم کشورهای خشک و نیمه خشک از این مبلغ، تنها ۴/۶ میلیارد دلار (۱۲ درصد) بوده است که به ۱۶ کشور اختصاص یافته است. میانگین اعتبارات پرداختی سالانه بانک جهانی به زهکشی حدود ۱۹۰ میلیون دلار در سال بوده است. جدول ۴ اعتبارات پرداختی بانک مذکور در مناطق خشک جهان را نشان می‌دهد.

جدول ۴- اعتبارات پرداختی بانک جهانی به مناطق خشک جهان به میلیون دلار (۱۹۹۹-۱۹۷۵)

کشور	هزینه	کشور	هزینه
پاکستان	۱۴۷۶	الجزایر	۵۰
مصر	۱۱۵۰	قزاقستان	۵۰
ترکیه	۶۴۴	مراکش	۳۰
مکزیک	۵۱۲	قرقیزستان	۲۴
چین	۲۷۲	تونس	۲۰
ایران	۱۴۰	افغانستان	۱۵
هند*	۱۱۶	آلبانی	۹
پرو	۷۰	آذربایجان	۱

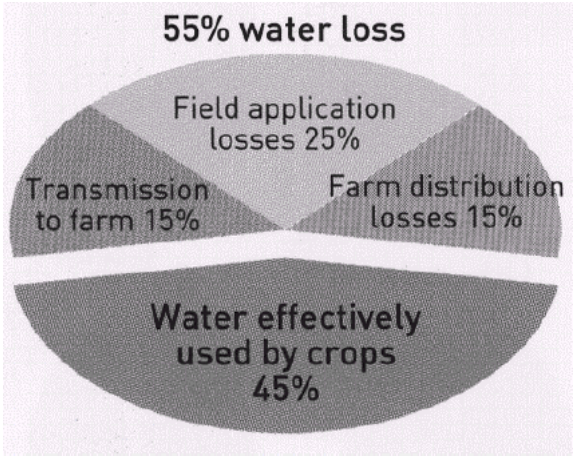
* غیر از اراضی مناطق با باران‌های موسمی‌که اعتبارات تخصیصی به آنها ۲۸۹ میلیون دلار بوده است.

در ربع قرن گذشته، پاکستان و مصر بیشترین اعتبارگیرندگان از بانک جهانی در مورد زهکشی بوده‌اند. ایران نیز حدود ۱۴۰ میلیون دلار برای اصلاح شبکه‌های آبیاری و زهکشی دریافت کرده است.
اعتبارات بانک جهانی در زهکشی در سال ۱۹۸۵ حدود ۱/۵ میلیارد دلار بود که در سال ۲۰۰۱ تنها به ۸۸ میلیون دلار رسیده است. شکل ۵ روند کاهش اعتبارات بانک جهانی در مورد زهکشی را در سال‌های اخیر نشان می‌دهد.



شکل ۵- میانگین متحرک ۵ ساله اعتبارات زهکشی بانک جهانی

به نظر می‌رسد که تمایل سیاست‌گذاران به سرمایه‌گذاری در امر زهکشی به شیوه‌های متداول کاهش یافته است. علیرغم کوشش‌های بسیاری که در زمینه بهبود راندمان‌های آبیاری صورت گرفته، هنوز حدود ۵۵ درصد از آب تخصیص یافته به بخش کشاورزی هدر می‌رود (شکل ۶).



شکل ۶- راندمان آبیاری و تلفات (میانگین جهانی) به نقل از یونسکو

به نظر می‌رسد که برای ایجاد انگیزه در مورد سرمایه‌گذاری در زهکشی باید در اندیشه تغییر تدریجی از شیوه‌های معمول به روش‌های سازگار با محیط زیست بود. در این حرکت تدریجی باید:

- تعریف جدیدی از زهکشی ارائه کرد؛
- کارآیی مصرف آب را افزایش داد؛
- به استفاده از زه‌آب‌ها و پساب فاضلاب‌ها توجه کرد؛ و
- به روش‌های جدید زهکشی سازگار با محیط، همانند Bio drainage، Dry drainage و زهکشی کنترل شده روی آورد.

۴-۲- تعریف زهکشی

تاکنون زهکشی تنها به خارج کردن آب اضافی از زمین اطلاق می‌شده است. بدیهی است که این کار در مناطق خشک و نیمه خشک توأم با خارج کردن نمک اضافی از خاک نیز بوده است.

هدف زهکشی به این موضوع منحصر نمی‌شود. در گذشته و حال، نقش زهکشی بیشتر جنبه فنی (راه، سد، ساختمان و...) و کشاورزی (افزایش محصول) داشته است. شاید بتوان گفت که نقش زهکشی در بخش آب کمتر بوده است. انسان به وسیله زهکشی در چرخه هیدرولوژیکی مداخله می‌کند زیرا که زهکشی، در مسیر جریان آب تغییر ایجاد می‌کند، از نظر زمانی موجب تأخیر در جریان آب می‌شود، سطح ایستابی را از حالت طبیعی تغییر می‌دهد و... از سوئی دیگر، انسان به وسیله زهکشی در چرخه زیست محیطی نیز تأثیر فراوان می‌گذارد. زهکشی با آبیاری، کنترل سیلاب، بهداشت عمومی، حفاظت محیط زیست و به ویژه حفاظت تالاب‌ها و... ارتباط دارد. بنابراین، باید تعریفی جامع‌تر از زهکشی ارائه کرد. تعریف بانک جهانی به شرح زیر است:

«زهکشی فرآیند خارج کردن آب سطحی اضافی و مدیریت سفره آب زیرزمینی کم عمق از طریق نگه داشت و دفع آب و مدیریت کیفیت آب برای رسیدن به منافع دلخواه اقتصادی و اجتماعی است، در حالی که محیط زیست نیز حفظ شود».

بدیهی است که به تدریج باید نگرش به سوی زهکشی، از تعریف ساده «خارج کردن آب اضافی زمین» به تحقق تعریف بالا گرایش پیدا کند. در این تعریف، به عوامل زیر توجه شده است:

- مدیریت سفره آب زیرزمینی کم عمق؛
- نگه داشت و دفع به موقع آب (به جای دفع آب)؛
- مدیریت کیفیت آب؛
- منافع اقتصادی و اجتماعی؛ و
- محیط زیست.

بیش از دو دهه است که در جهان اتحادیه‌های آب‌بران در حال تشکیل، سازماندهی و تقویت خود هستند. در زمینه منابع آب، آبیاری نقش مهمی‌داشته به نحوی که می‌توان گفت «آب سالاری» یا Hydrocracy هم اکنون در دست آب‌بران بخش کشاورزی است.

زهکشی باید در قالب «مدیریت جامع منابع آب»[1] جای خود را باز کند. «**مدیریت جامع منابع آب فرآیندی است که در اثر توسعهٔ متوازن مدیریت آب، زمین و منابع وابسته به آن موجب بیشینه کردن رفاه اقتصادی و اجتماعی می‌شود بدون اینکه به پایداری زیست بوم حیاتی آسیب برساند**».

توجه دقیق‌تر به تعریف «زهکشی» و تعریف «مدیریت جامع منابع آب» نشان از تشابه و نزدیکی دو تعریف به یکدیگر دارد.

زهکشی نیز باید بتدریج، بویژه در طراحی جنبه مشارکتی پیدا کند. در مشارکت: عدم تمرکز، نظرات طرف مقابل، ویژگی‌های منطقه‌ای و تعامل وجود دارد در حالیکه در شیوه‌های متداول طراحی: تمرکز، عدم لزوم توجه به نظرات طرف مقابل، استانداردها و نظرات کارشناسی حاکم است.

۴-۳- افزایش کارآیی مصرف آب

کارآیی مصرف آب (WUE) در ایران پائین است. ظاهراً، در این کشور به ازاری هر متر مکعب آب مصرفی، تنها حدود ۰/۷ کیلوگرم محصول تولید می‌شود. گفته می‌شود که برخی از کشورهای پیشرفته به ازای هر متر مکعب آب حدود ۳ تا ۴ کیلوگرم تولید دارند.

در سال‌های اخیر به کارآیی مصرف آب که به Crop per drop مشهور شده است، توجه زیادی مبذول می‌شود ولی هیچگاه صحبتی در مورد کیفیت قطره آب (drop) به میان نمی‌آید. آیا یک مترمکعب آبی که در ایران مصرف می‌شود، توان تولید یک مترمکعب آب در اروپای غربی را می‌تواند داشته باشد؟ آیا این دو دارای یک کیفیت هستند؟ و یک ارزش دارند؟

سئوال مهم این است که زهکشی که به ظاهر آب را «هدر» می‌دهد و «تلف» می‌کند، نسبت crop/drop را بالا می‌برد یا آن را کاهش می‌دهد؟ نقش آن در افزایش محصول به خاطر بهبود شوری، بهبود سدیمی‌بودن خاک، کاهش حالت ماندابی و... چقدر است؟ drop بیشتر که شوری را بهبود می‌بخشد، ماندابی شدن را کاهش می‌دهد و... ممکن است crop بیشتری تولید کند و این نسبت را همچنان بالا نگه دارد.

به نظر می‌رسد که باید در «کارآیی مصرف آب» یا crop per drop نیز تجدیدنظر کرد و نقش زهکشی را که مربوط به کیفیت drop است در آن ملحوظ داشت.

1- Integrated Water Resources Management (IWRM)

۴-۴- استفاده از زهاب‌ها

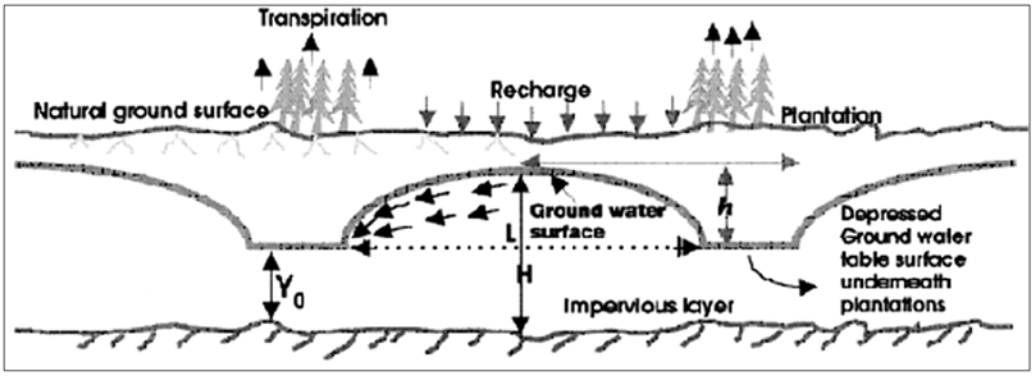
با محدودیت منابع آب، استفاده از زهاب‌ها و پساب فاضلاب نقش مهمی را در آینده بازی خواهند کرد. از زهاب می‌توان به صورت‌های زیر بهره‌گیری کرد:

- استفاده مستقیم از زهاب به عنوان تنها منبع آبیاری؛
- استفاده مخلوط آب زهکشی و آبیاری؛
- استفاده از آب آبیاری و زهاب بطور متناوب؛ و
- زهکشی کنترل شده و توأم کردن آبیاری و زهکشی

هر یک از این راه‌ها، مزایا و معایب خود را دارند و روش مناسب با در نظر گرفتن شرایط انتخاب می‌شود. به نظر می‌رسد که در ابتدای رشد، استفاده از آب آبیاری و سپس افزایش تدریجی زه‌آب به آب آبیاری روش مناسبی برای استفاده از زهاب باشد.

۴-۵- (BD) Biodrainage

BD عبارتست از زهکشی اراضی به کمک گیاهان. در این روش، گیاهانی که به شدت به شوری مقاومند در نوارهایی در مجاورت نوارهای زراعی کشت می‌شوند. این گیاهان به سبب تعرق، پتانسیل کمتری را در نیمرخ خاک منطقه ریشه خود و زیر آن بوجود می‌آورند و از این رو، زهاب زیرزمینی که پتانسیل بیشتری دارد به سمت نوار مذکور حرکت می‌کند و سطح آب در منطقه زراعی پائین می‌افتد. شکل ۷ نحوه عملکرد BD را نشان می‌دهد.



شکل ۷- Biodrainage و نحوه پائین انداختن سطح ایستابی در ناحیه زراعی

در مطالعات BD باید موضوعات زیر مورد بررسی قرار گیرند.

- تعادل آب (Water balance)؛
- تعادل نمک (Salt balance)؛
- سطح زمین‌هایی که باید به درخت‌کاری اختصاص یابد؛

- آب مورد نیاز درخت‌کاری (فقط آب زهکشی یا آب آبیاری؟)؛
- کیفیت آب زیرزمینی؛ و
- دامنهٔ تأثیر درخت‌کاری بر بهبود وضعیت کیفیت اراضی زراعی.

همانطور که گفته شد، درختان مقاوم به شوری در BD مورد استفاده قرار می‌گیرند. از میان این گیاهان می‌توان گونه‌های زیر را نام برد:

- گز Tamarix troupii
- آکاسیا Acasia nilotica
  Acasia tortilis
- اکالیپتوس Eucalyptus camaldulensis
- سایر انواع اکالیپتوس

برخی عقیده دارند (جوانشیر و...) که در صورت عدم برداشت شاخ و برگ گیاهانی مثل گز از روی زمین، در اثر ریزش برگ، نمک‌ها دوباره به زمین برمی‌گردند.

به علت تجمع نمک در BD همواره تردیدهایی در مورد پایداری درازمدت وجود دارد. امروزه پژوهش‌هایی در این مورد در جریان است. جدول شماره ۵ براساس نظر Kapoor (۲۰۰۳) امکانات و محدودیت‌های BD را نشان می‌دهد. روش‌های مناسب زهکشی متناسب با شرایط مختلف در این جدول اولویت‌بندی شده‌اند.

بطوریکه از این جدول برمی‌آید:

- چنانچه آب زیرزمینی کیفیت مناسبی داشته باشد، در تمامی‌شرایط، استفاده از BD امکانپذیر است؛
- چنانچه آب زیرزمینی دارای هدایت الکتریکی بیش از ۱۲ دسی زیمنس بر متر نباشد، در شرایط آب و هوائی خشک و یا مرطوب، استفاده از BD امکانپذیر است؛
- BD در کلیه شرایط، کم هزینه‌ترین روش زهکشی است؛
- BD با محیط زیست سازگار است؛
- در شرایط آب و هوای مرطوب، نیاز به اختصاص زمینی که بالقوه می‌تواند به زیر کشت گیاه مثمری برود وجود دارد. بنابراین یکی از معایب این روش بشمار می‌رود.
- در آب و هوای نیمه خشک و آب زیرزمینی نامناسب، تنها می‌توان از این روش هنگامی‌استفاده کرد که از آب سطحی برای آبیاری استفاده شود؛ و
- در بسیاری از شرایط BD در اولویت اول انتخاب روش‌های زهکشی قرار می‌گیرد.

جدول ۷- امکانات و محدودیت‌های Biodrainage و اولویت‌بندی روش‌های زهکشی در شرایط مختلف

	ویژگی‌های منطقه	امکانات و محدودیت‌های Biodrainage			اولویت روش زهکشی	
		امکان‌پذیری	امکانات	محدودیت‌ها	مناطق با آب مازاد	مناطق بدون آب مازاد
مرطوب	آب زیرزمینی خوب	امکان‌پذیر	کمترین هزینه، سازگار با محیط زیست	نیازمند زمین برای درخت‌کاری	۱-Biodrainage ۲- زهکشی افقی ۳- زهکش قائم	۱- زهکشی قائم دو منظوره ۲- Biodrainage ۳- زهکشی افقی
	آب زیرزمینی نامناسب	امکان‌پذیر به شرط نامناسب نبودن بیش از حد (>۱۲ds/m)	کمترین هزینه، سازگار با محیط زیست	نیازمند زمین برای درخت‌کاری	در مناطق ساحلی ۱- زهکشی افقی ۲- Biodrainage ۳- زهکشی قائم	دور از ساحل ۱- Biodrainage ۲- زهکشی قائم ۳- زهکشی افقی
نیمه خشک	آب زیرزمینی خوب	امکان‌پذیر	کمترین هزینه، سازگار با محیط زیست	بدون محدودیت	۱- زهکشی قائم دو منظوره ۲- Biodrainage ۳- زهکشی افقی	
	آب زیرزمینی نامناسب	امکان‌پذیر به شرط نامناسب نبودن بیش از حد (>۱۲ds/m)	کمترین هزینه، سازگار با محیط زیست	از آب رودخانه برای آبیاری استفاده شود	در مناطق ساحلی ۱- زهکشی افقی ۲- Biodrainage ۳- زهکشی قائم	دور از ساحل ۱- Biodrainage ۲- زهکشی قائم ۳- زهکشی افقی

همانطور که گفته شد، همواره تردیدهایی در مورد تجمع نمک در خاک در BD وجود داشته و دارد. آب‌های سطحی دنیا بطور **متوسط** ترکیب زیر را دارند (Rhoades and Bernstein, 1971):

EC=0.19 ds/m	Co_3H^-=0.96 meq/lit
TDS=120 mg/lit	So_4^{--}=0.23 meq/lit
Ca^{++}=0.75 meq/lit	Cl^-=0.22 meq/lit
Mg^{++}=0.34 meq/lit	No_3^-=0.02 meq/lit
Na^+=0.27 meq/lit	SAR=0.4
K^+=0.06 meq/lit	$Ca^{++}+Mg^{++}+Na^+K^+$=28mg/lit

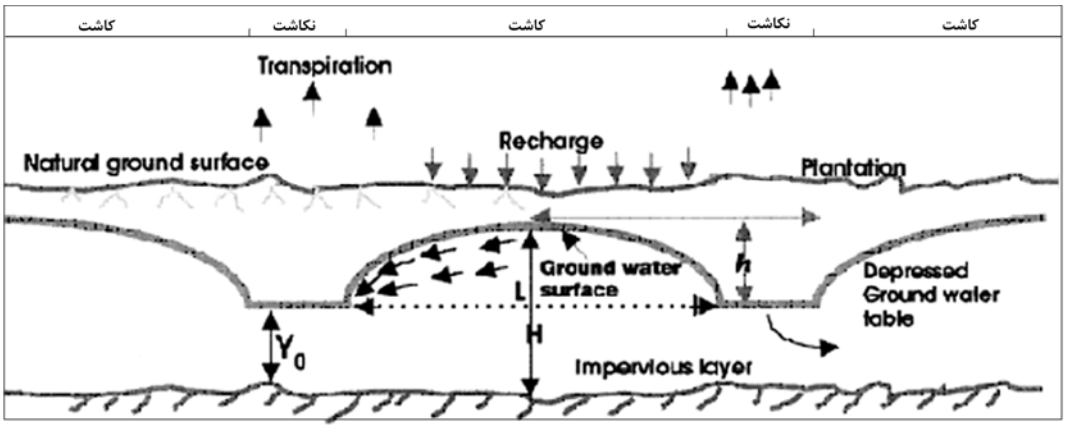
اگر گیاه به ۵۰۰۰ مترمکعب آب در هکتار نیازمند باشد، ورودی کل نمک به خاک ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار (۱۲۰×۵۰۰۰) و ورودی مجموع یون‌های کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار (۲۸×۵۰۰۰) خواهد بود.

اگر فرض شود که تنها راه خروج نمک از خاک، برداشت بوسیله گیاه باشد، و چنانچه فرض شود که ۵ تن در سال ماده «تر» از نوارهای درخت‌کاری شده، خارج شود، به فرض اینکه نمک‌ها ۵ درصد ماده تر باشد نمک خارج شده توسط گیاه ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار خواهد بود. براساس مطالعات، مجموع یون‌های کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم به ۳/۳ درصد ماده تر بالغ می‌شود. به این ترتیب ۱۵۵ کیلوگرم در هکتار (۱۰۰ ÷ (۳/۳×۵۰۰۰)) از این یون‌ها توسط شاخ و برگ گیاهی خارج می‌گردد. با توجه به مطالب مذکور، سطح اراضی درخت‌کاری شده به سطح نوار زراعی باید حدود ۱/۶ برابر باشد (۱/۶ ÷ ۲۵۰/۱۵۵).

(DD) Dry drainage -۶-۴

DD عبارتست از زهکشی نوارهایی از اراضی زراعی به کمک نوارهای کاشته نشده مجاور. در این روش، نوارهایی به صورت موازی (با عرض معین) ایجاد می‌شود و بطور متناوب کشت می‌شود. به عبارت دیگر، DD همانند BD است با این تفاوت که به جای کشت درخت، نوارهایی به صورت نکاشت باقی می‌ماند.

در این روش، به جای تبخیر و تعرق از گیاه، تبخیر تنها از سطح خاک صورت می‌گیرد. بدیهی است که در این روش، در بسیاری موارد، سطح اراضی نکاشت باید بیشتر از BD باشد. در BD مقداری از نمک بوسیله شاخ و برگ گیاه برداشت می‌شود، در حالیکه در DD نمک، تنها در خاک سطحی تجمع می‌یابد. از این رو لازم است که هر از چندگاهی یکبار نمک‌ها از سطح خاک جمع‌آوری شوند. شکل ۸ نحوه پائین انداختن سطح ایستابی در ناحیه زراعی را در DD نشان می‌دهد.



شکل ۸- Dry drainage و نحوه پائین انداختن سطح ایستابی در ناحیه زراعی

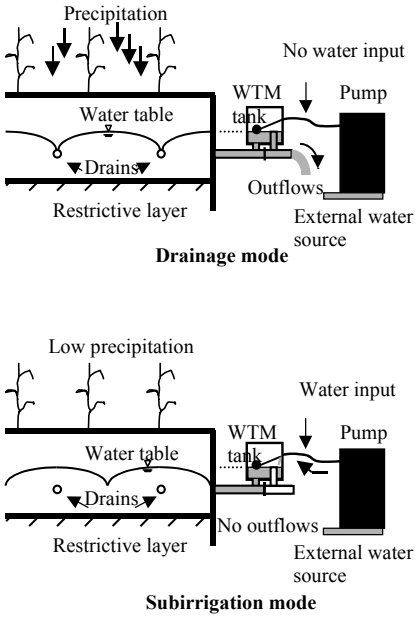
۷-۴- زهکشی کنترل شده

زهکشی کنترل شده، تلفیق آبیاری و زهکشی است. با باز و بسته کردن خروجی زهکش، می‌توان سطح آب را در داخل خاک در حدی مطلوب حفظ کرد به طوری که گیاه بتواند به کمک نیروی موئینه‌ای از آب استفاده کند و در عین حال، به گیاه آسیبی از نظر ماندابی شدن وارد نگردد. زهکشی کنترل شده می‌تواند نقش مهمی‌در حفظ آب، بالابردن راندمان آبیاری، حفظ مواد غذایی خاک و در نهایت، حفظ کیفیت آب پائین دست داشته باشد. رویکرد جدید زهکشی این است که زهشکی مصنوعی تنها در صورتی انجام شود که ضرورت آن کاملاً محسوس باشد.

زهکشی کنترل شده سالهاست که در برخی کشورها نظیر هلند، ایالات متحده و مصر، مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعاتی که اخیراً به عمل آمده نشان می‌دهد که این روش می‌تواند در بسیاری از کشورهای دیگر نیز مورد بهره‌برداری قرار گیرد. در صورتی که مطالعات بعدی، امکان‌پذیری استفاده از آن را در ایران تایید کند، راندمان آبیاری و کیفیت آب پائین دست طرحهای دارای شبکه زهکشی زیرزمینی، بهبود خواهد یافت.

عکس شماره ۱- زهکشی کنترل شده به کمک بالا وپایین بردن سرریز

زهکشی کنترل شده می‌تواند با آبیاری زیرزمینی توأم باشد و یا اینکه به تنهایی کار کند. چنانچه زهکشی کنترل شده با آبیاری زیرزمینی توأم باشد. می‌توان با معکوس کردن جریان زهکشی به آبیاری اراضی پرداخت. در زهکشی کنترل شده بدون آبیاری زیرزمینی، آبیاری به روشهای سطحی صورت می‌گیرد و آب در درون خاک تنها از سمت بالا به پائین حرکت دارد. (شکل ۹).



شکل ۹- زهکشی کنترل شده که می‌تواند همراه با آبیاری زیرزمینی یا بدون آن باشد

زهکشی کنترل شده باعث:

- افزایش راندمان مصرف آب (WUE) می‌شود.
- باعث هدر رفت کمتر فسفر و نیتروژن می‌گردد و نه تنها آسیب به محیط زیست را کاهش می‌دهد، بلکه حاصلخیزی خاک ر ا نیز حفظ می‌کند.
- تالابها و مناطق حساس به آب را حفاظت می‌کند و یا در خطر کمتری قرار می‌دهد.
- موجب تعادل آب در مناطقی می‌شود که برای دوره‌های کوتاه مدت دچار کمبود آب هستند.
- در دشتهایی که در آنها برنج، گیاه اصلی را در تناوب زراعی تشکیل می‌دهد و آب برگشتی کیفیت نامناسبی دارد، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

برای زهکشی کنترل شده، وجود شرایط زیر الزامی است:

- اراضی کشاورزی نسبتاً مسطح؛
- استفاده از روش آبیاری سطحی؛
- دارا بودن سامانه زهکشی مصنوعی (روباز یا بسته)؛
- وجود چاهکهای بازرسی یا سایر سازه‌هایی که بتوان سطح آب را در زهکشها کنترل کرد؛
- وجود علاقمندی در کشاورزان؛
- یکپارچگی در اراضی وسیع؛ و
- عدم کشت محصولات مختلف

بررسی‌های بعمل آمده نشان می‌دهد که برخی از کشورهای منطقه از جمله پاکستان، عراق، ترکمنستان و تاجیکستان می‌توانند این روش را مورد بهره‌برداری قرار دهند. در ایران نیز احتمالاً می‌توان از این روش برای زهکشی مزارع برنج و نیشکر استفاده کرد. تحقیقات بعدی وضعیت را بیش از این مشخص خواهد کرد.

مراجع

۱- نگرشی بر مسائل و مشکلات مطالعات و اجرای زهکشی زیرزمینی در ایران، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۸۱

۲- مجموعه مقالات اولین کارگاه آموزشی مبانی طراحی در تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری، ۱۳۸۱

3- CL Abbott et. Al., Review of the Potential for Controlled Drainage Around the World, 2002

4- W.F. Vlotman and H.C. Jansen, Controlled Drainage for Integrated Water Management, 2003

5- R.W. Skaggs and J.van Schilfgaarde, Agricultural Drainage, 1999

6- A. S. Kapoor, Bio Drainage-Potential and Limitations, 2003
7- R. Ardakanian, Integrated Drainage and Irrigation in Arid and Semi-Arid Regions, 2003
8- D. De Wrachien, and R. Feddes, Drainage Development in Changing Environment: Overview and Challenges, 2003
9- Safwat Abdel-Dayam et. al. Reclaiming Drainage, Toward on Integrated Approach, World Bank, 2004