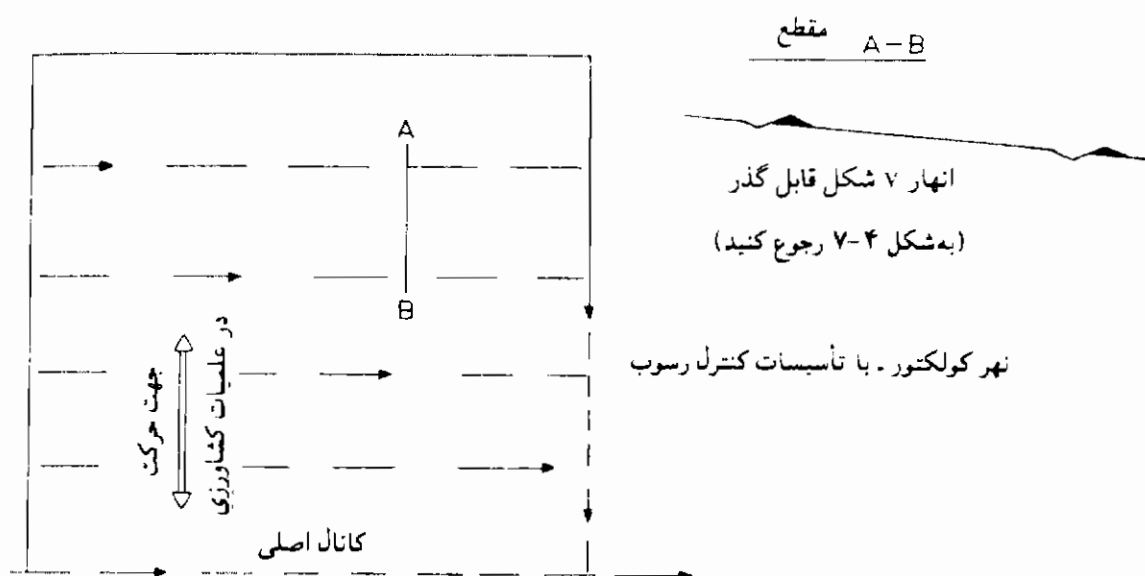


شکل (۴-۵) نمونه ای از سیستم زهکشی سطحی



شکل (۶-۴) سیستم آبروهای عرضی

نهرهای قابل گذر را می توان با ماشین آلات معمولی از قبیل بولدوزر ، گریدر و اسکرپر ساخت و اگر نهری کوچک باشد نهر کن ساده که با تراکتور کشیده می شود کفایت خواهد کرد . در شکل (۷-۴) تپهای مختلف زه کش و کولکتورهای روباز قابل گذر نشان داده شده است . در شکل (۸-۴) نیز یک تراکتور مجهز به نهر کن روتاری (دورانی) مشاهده می گردد .

جریان سطحی

مازاد آب سطحی زمانی خواهد توانست خود را به زه کش برساند که زمین شیب مناسب و یکنواختی به طرف آن داشته باشد . بنابراین اگر وضع توپوگرافی زمین چنین شرایطی را فراهم نمی کند باید نسبت به هموار کردن یا شکل دادن به زمین اقدام نمود . هرچه این شرایط بهتر فراهم باشد می توان فاصله نهرها را زیادتر گرفت . در شرایط مناسب فاصله نهرها از یکدیگر تا ۲۰۰ متر نیز می رسد .

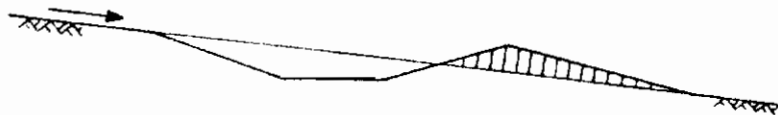
شکل (الف) نهر - ۷



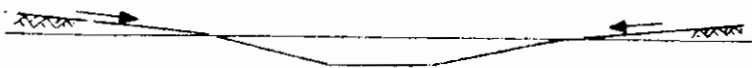
	نهر كوچك	نهر بزرگ
عمق (m)	0.15-0.30	0.30-0.50
شیب جانبی	1:6	1:10



شکل (ب) نهر با کف مسطح



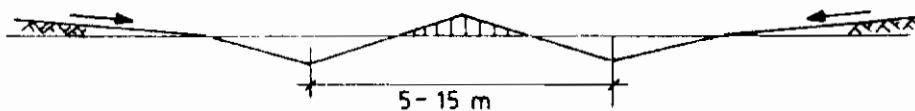
عمق	0.25-0.50 m
عرض کف	2.0-2.5 m
شیب جانبی	min. 1:10



شکل (ج) نهر - W

خاك اضافی طوری در کنار جویها ریخته می شود

که مانع ورود آب نشود



شکل (۴-۷) تیپهای مختلف زه کشهای كوچك و كولكتورهای قابل گذر
(این انهار معمولاً مانند بقیه زمین زیر کشت قرار می گیرند ولی قبل از فصل
زه کشی باید به وسیله نهرکن آنها را تمیز کرد . بهتر است برای اطمینان از خشك
شدن نهر و عبور ماشین آلات شیار كوچکی در وسط آنها ایجاد گردد) .



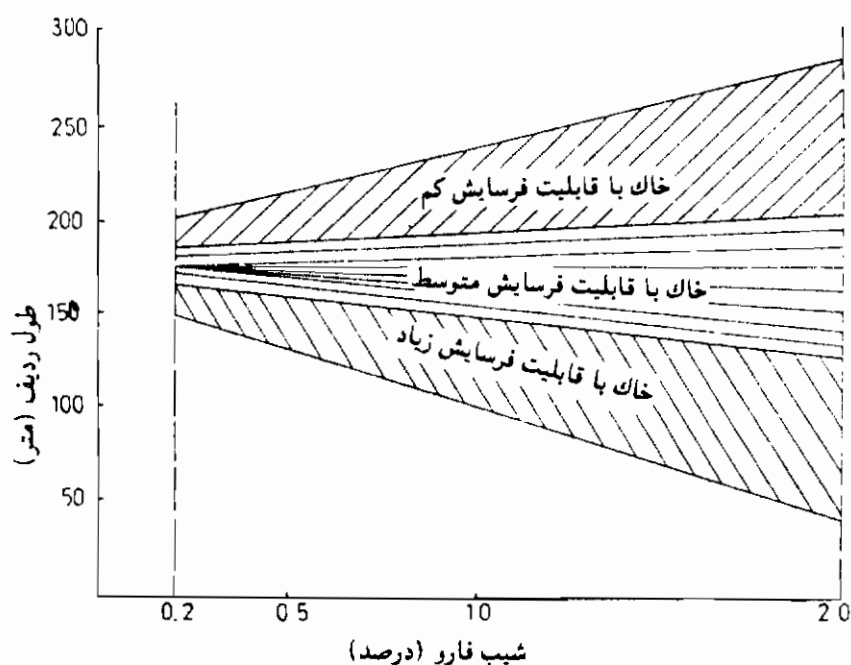
شکل (۴-۸) نه‌رکن دورانی . يك تراكتور به قدرت ۴۰ تا ۵۰ اسب بخار قادر به کشیدن آن می‌باشد .

زه کشی از طریق ایجاد فاروها (شیارها)

یکی از روشهای زه کشی ، خارج ساختن آب سطحی از طریق فاروهایی است که برای زراعت احداث می گردد . در زراعتهای ردیفی که گیاه روی پشته ها کشت می شود بین دوردیف گیاه را شیار تشکیل می دهد که می تواند برای خارج ساختن زه آب مورد استفاده قرار گیرد . برای این منظور فاروها باید طوری ساخته شوند که حداکثر شیب مورد نظر را داشته باشد . برای آن که آب بخوبی از داخل فارو عبور کند حداقل شیب مورد نیاز در فاروهای تمیز و صاف ۱/۰ تا ۲/۰ درصد و در فاروهای نامرتب ۲/۰ تا ۲۵/۰ درصد است . از نظر کشاورزی هرچه فاروها طولانی باشند مناسبتر است ولی این خطر نیز وجود دارد که فاروها در نقاط

مختلف بسته شده و جریان آب متوقف گردد . معمولاً طول ۱۵۰ تا ۲۰۰ متر بسیار مناسب است . قابلیت فرسایش خاک نیز باید در نظر گرفته شود . در بعضی خاکها شیب فارو می تواند تا دو درصد نیز باشد حال آن که برخی دیگر از خاکها به سختی قادرند شیبهای بیش از ۰/۵ را تحمل نمایند . در شیبهای زیاد باید طول فارو را نیز متناسب با آن تغییر داد تا باعث فرسایش نگردد . برای این منظور می توان از شکل (۴-۹) به عنوان راهنما کمک گرفت . در این شکل رابطه بین شیب و طول فارو برای خاکهای مختلف داده شده است .

آبی که در داخل فاروها به جریان می افتد به وسیله زه کشهای مزرعه که عمود بر آنها حفر می شود جمع آوری و سپس از طریق کولکتورها خارج می گردد . در برخی شرایط آب در داخل گودیهای مزرعه جمع و سپس به طرق مختلف به بیرون هدایت می گردد .



شکل (۴-۹) روابط بین طول و شیب فارو برای زه کشی به توسط فاروها

خاکهای اضافی

معمولی ترین عامل انسداد و گرفتگی نهادهای زه کش خاکهای اضافی است که در هنگام حفر نهر در حاشیه آنها به جا مانده و سپس همراه با رواناب سطحی دوباره به داخل نهر انتقال می یابد . برای جلوگیری از این مسأله توصیه می شود این خاکها حتی المقدور از حاشیه نهر

دور برده شده و به مصرف پر کردن گودالهای مزرعه برسد . اگر بنا به دلایلی ، مثلاً وجود محصول در سطح زمین ، امکان دور کردن این مواد وجود نداشته باشد بهتر است نهر مطابق شکل (۷-۴) به شکل W ساخته شود .

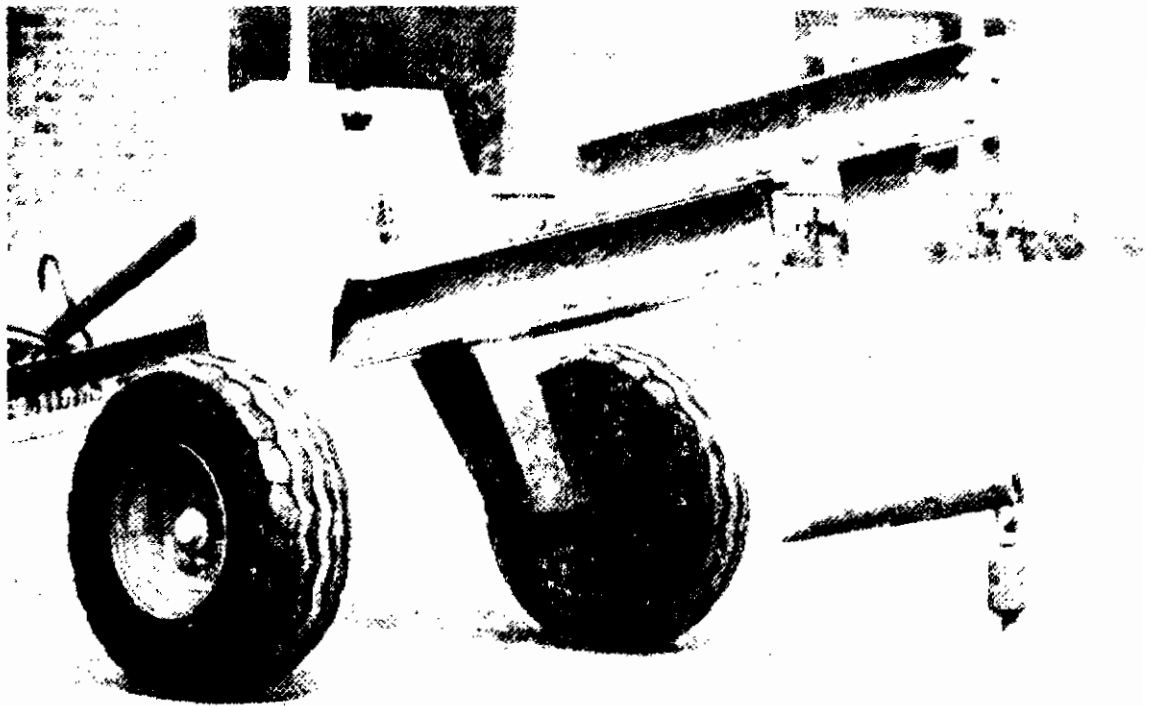
۲-۳ سیستمهای زه کشی لانه موشی (Mole)

در این روش جریانه‌های زیربستری به توسط حفر تونلهای کوچک در زیر سطح خاک تقویت می گردد . تونل از طریق وصل کردن یک میله مخروطی شکل به تیغه عمودی گاوآهن و کشیدن آن به وسیله تراکتور در زمین ایجاد می گردد . گلوله ای که به انتهای میله متصل شده است تونل را بیشتر توسعه می دهد . تونلهایی که به این طریق ایجاد می شوند به قطر ۵ تا ۱۰ سانتی متر بوده و فاصله آنها از یکدیگر ۱/۵ تا ۳ متر می باشد . عمق تونل از سطح زمین ۴۰ تا ۶۰ سانتی متر است .

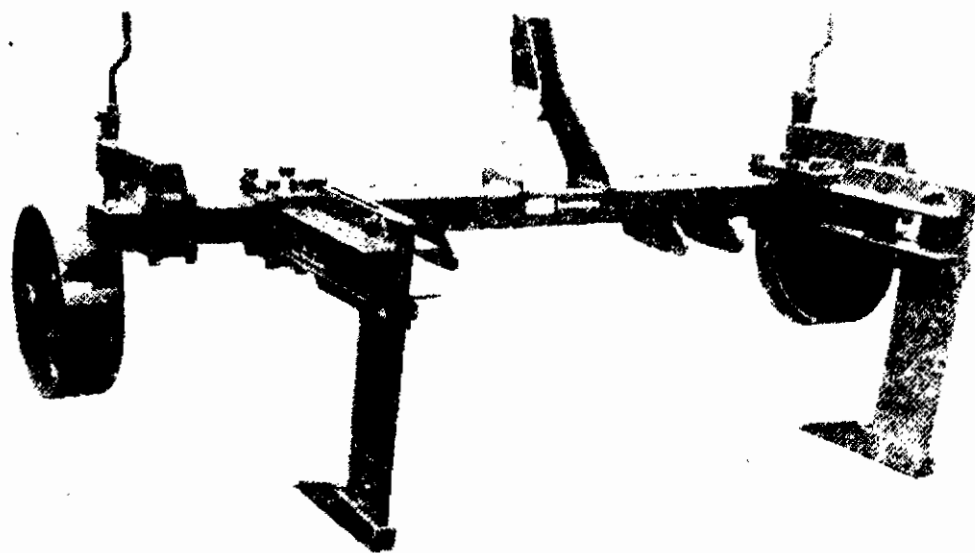
برای کشیدن گلوله نیاز به تراکتورهای پر قدرت می باشد . سرعت کار این تراکتورها حدود ۵ کیلومتر در ساعت است . به این ترتیب یک تراکتور قادر است در یک روز برای ۵ تا ۱۰ هکتار زمین زه کش لانه موشی حفر نماید (شکل ۴-۱۰) .

احداث زه کشهای لانه موشی

موفقیت زه کشهای لانه موشی بستگی به نحوه شکسته شدن خاک در هنگام عبور گاوآهن از زمین دارد که از دو اصل مکانیک خاک پیروی می کند . وقتی یک تیغه آهنی در یک خاک چسبنده کشیده شده و در عمق کمی در حرکت باشد خاک در سه جهت جلو ، طرفین و بالا جابجا می شود و در امتداد صفحات مشخصی که با سطح افق زاویه تقریباً ۴۵ درجه می سازد شکسته می شود (شکل ۴-۱۱) . این امر باعث ایجاد درز و ترك و افزایش ضریب هدایت هیدرولیکی و تخلخل خاک می گردد . ولی چنانچه عمق حرکت افزایش یافته و به نقطه ای که اصطلاحاً به آن عمق بحرانی گفته می شود برسد ، خاکی که در زیر تیغه قرار گرفته است فشرده می شود یعنی تخلخل و ضریب هدایت هیدرولیکی آن تقلیل پیدا می کند .



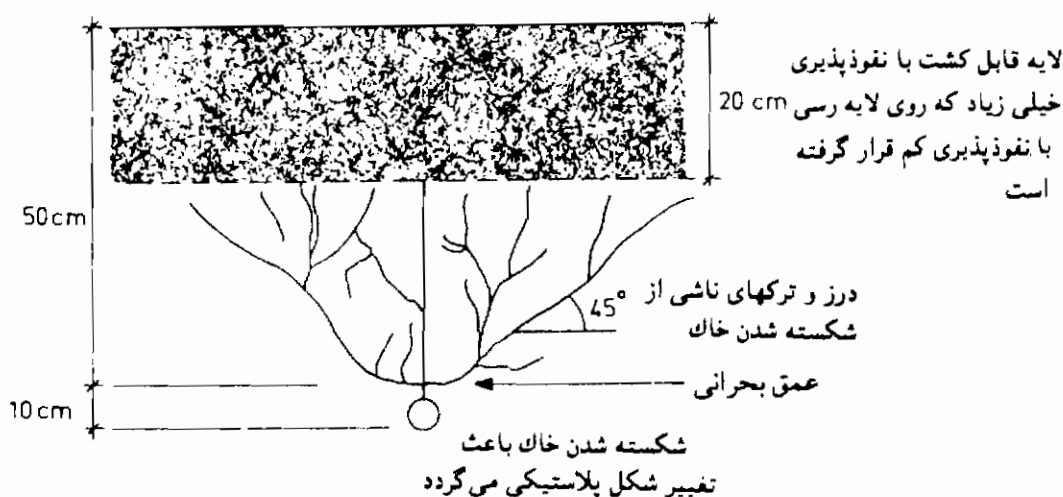
گاواهن لانه موشی



گاواهن زیرکن

شکل (۴-۱) نمونه‌ای از گاواهن زیرکن و گاواهن لانه موشی

عمق بحرانی ، همان طور که قبلاً نیز به آن اشاره شد ، بستگی به نسبت وضع تیغه دارد . هرچه خاک مرطوبتر باشد این عمق کوچکتر خواهد بود . تونل مربوط به زه کش لانه موشی باید درست زیر عمق بحرانی احداث شود تا با درز و ترکهای اطراف و بالای خود در تماس بوده و آب به داخل آن هدایت شود .



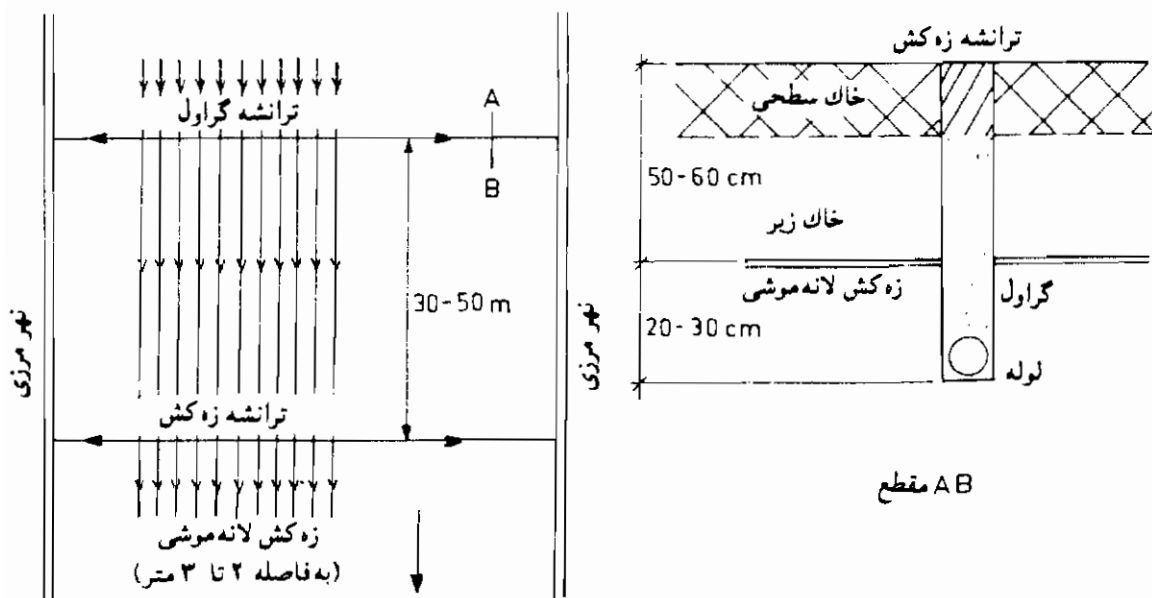
شکل (۴-۱۱) حرکت آب به داخل زه کشهای لانه موشی

زه کش لانه موشی بیشتر مناسب خاکهای رسی است ، به طوری که مقدار رس آنها حداقل به ۳۰ درصد برسد . چنانچه درصد رطوبت در هنگام احداث زه کشهای لانه موشی (در عمقی که زه کش احداث می شود) نزدیک به حد پایین پلاستیک خاک باشد منافذ اطراف تونل مسدود شده و آب زیادی وارد آن نخواهد شد . همچنین زه کشهای ایجاد شده در خاکهای خشک همواره در معرض فروریختگی و تخریب می باشند . بهترین زمان برای احداث زه کش لانه موشی بلافاصله پس از برداشت محصول است که سطح خاک تا اندازه ای خشک شده باشد .

طول ، شیب و خروجی زه کش لانه موشی

طول زه کشهای لانه موشی بستگی به نوع خاک و در واقع درجه پایداری تونل دارد و مقدار آن حدوداً ۲۰ تا ۸۰ متر است . در بعضی شرایط (خاکها رسی آهکی) مشاهده شده است که تونلهای ایجاد شده با گاوآهن لانه موشی تا ۲۰ سال به خوبی کار کرده اند ولی توصیه می شود این کار هر ۳ تا ۷ سال یک بار انجام گردد .

اگر آب در داخل تونل بدون حرکت به ایستد خطر ریزش دیواره و مسدود شدن آن وجود خواهد داشت. برای جلوگیری از این مشکل باید تونل شیبی در حدود $0/2$ تا 3 درصد داشته باشد. شیب این زه کشها در جهت شیب اصلی زمین بوده و مستقیماً به داخل نهرهای روباز می‌ریزند. محل اتصال تونل‌های لانه موشی به نهر بدون حفاظ بوده و یا به وسیله فرو کردن لوله‌های ۱ تا ۲ متری به داخل تونل محافظت می‌گردند. روش بهتر این است که مطابق شکل (۴-۱۲) در فواصل مناسب ترانشه‌های زه کش حفر شده و جریان آب تونل‌های لانه موشی وارد این ترانشه‌ها شده و از محل خارج گردد. برای این کار ابتدا ترانشه‌های زه کش احداث شده و سپس زه کش لانه موشی در جهت عمود بر آنها کشیده می‌شوند. ترانشه‌ها موازی و با فواصل مساوی از یکدیگر قرار می‌گیرند. هر ترانشه از یک لوله زه کش درست شده است که روی آن تا ارتفاعی که بالای تونل قرار گرفته است از گراول پر شده است. گراول باید تمیز و بدون خاک بوده و حداقل اندازه دانه‌های تشکیل دهنده آن ۳ تا ۵ میلی متر باشد.



شکل (۴-۱۲) وارد شدن آب زه کش لانه موشی به داخل ترانشه‌های زه کش

بهبود وضع فیزیکی خاک

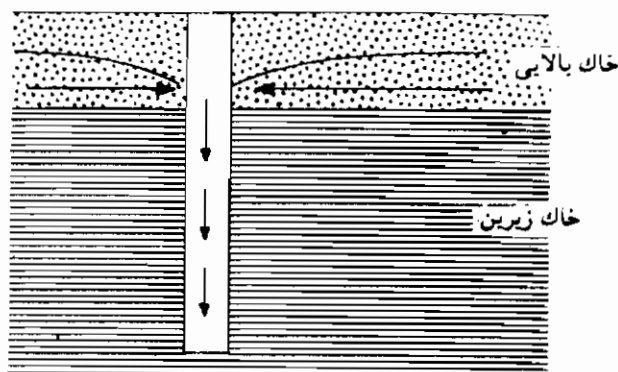
نکته‌ای که در زه کشی لانه موشی باید به آن توجه کرد این است که نباید این نوع زه کشی را به عنوان روش ساده سطحی و ارزان قیمت زه کشی لوله‌ای در نظر گرفت بلکه زه کشی نوع لانه موشی خود یک روش زه کشی نسبتاً عمقی است که یکی از هدفهای اصلی آن بهبود شرایط

فیزیکی خاک برای رشد گیاه است و اگر چه در این نوع زه کشی خاک بالای تونلها ممکن است بخوبی زه کشی نشود ولی شکستگی و درز و ترکهای ایجاد شده در خاک خود باعث بهتر شدن شرایط رشد می گردد . چنانچه عمق زه کشهای لانه موشی بتدریج در طی سالهای مختلف افزایش یابد (مثلاً در طی ۲۰ سال به ۷۰ سانتی متر برسد) این خود باعث عمیقتر شدن و بهبود شرایط فیزیکی خاک می گردد .

۴-۲ سیستمهای زه کشی لوله ای

زه کشهای لوله ای به ندرت در خاکهای رسی از نظر پایین آوردن سطح ایستابی مفید خواهند بود . زیرا آبی که باید وارد این زه کشها گردد توسط حرکت آبهای زیرزمینی تأمین می شود و این حرکت در خاکهای رسی بسیار کند است . در این شرایط زه کشهای لوله ای به صورت نهادهای زیرزمینی (پرهزینه) عمل نموده (شکل ۴-۱۳) و مشابه آنچه در سیستمهای پشته بندی و انهار کم عمق گفته شد جریان آب آنها از سطح زمین تأمین می شود و این وضع تا زمانی برقرار است که خاکی که روی لوله ریخته شده است از قابلیت نفوذ خوبی برخوردار باشد . در هر حال زه کشی لوله ای می تواند در اراضی سنگین نیز مفید واقع گردد به شرط آن که در زیر لایه نفوذ ناپذیر رسی ، خاک نسبتاً نفوذپذیری واقع شده باشد (خاک کف) و عمق رسیدن به آن نیز از ۱ تا ۱/۵ متر (که عمق معمولی نصب لوله های زه کش می باشد) تجاوز نکند (به شکل ۴-۴ رجوع کنید) . اگر ترانشه ای چنان حفر شود که از لایه نفوذ ناپذیر رسی گذشته و به خاک نفوذ پذیر کف برسد علاوه بر ایفای عمل خود به عنوان نهـر کم عمق روباز ، پتانسیل هیدرولیکی کمی نیز برقرار نموده و باعث تقویت جریان عمودی آب در لایه رویی می گردد (شکل ۴-۱۴) . جریان آب زمانی حداکثر است که سطح ایستابی در لایه خاک سطحی قرار گیرد و فشار آب خاک در لایه کف (در عمق زه کش) حدوداً مساوی صفر باشد . این شرایط زمانی برقرار می شود که زه کشها به فواصل کمی از یکدیگر قرار گیرند به نحوی که مقدار افت بار در خاک قابل نفوذ کف برای جریانهای افقی و شعاعی ناچیز باشد ، در این وضعیت تمام انرژی صرف جریان عمودی در لایه رسی می گردد . در این شرایط گرا دیان هیدرولیکی به حداکثر خود ، یعنی یک ، نزدیک شده و مقدار جریان تقریباً برابر هدایت هیدرولیکی خاک لایه کف می شود (مثلاً در شکل ۴-۱۴ حدود ۳ تا ۴ میلی متر در روز) . این مقدار گرچه از نظر کمی رقم زیادی نیست ولی تقریباً معادل تبخیر روزانه از سطح خاک بوده و به همان اندازه

در رساندن خاک به مرحله گاو رو شدن که پس از بارندگی بتوان روی زمین کار کرد مؤثر می باشد .
از طرف دیگر این جریان ، نسبت به زه کشی سطحی به مدت طولانی تری ادامه داشته و
در مجموع زه کشی خاک به این طریق بیشتر و عمیقتر صورت می گیرد .



شکل (۴-۱۳) طرز عمل زه کش لوله ای در يك خاک سنگین

جریان جانبی آب از لایه سطحی خاک ممکن است به ۲۰ تا ۲۵ میلی متر در روز برسد
این امر ایجاب می کند که ضریب هدایت هیدرولیکی موادی که ترانشه با آن پر می شود
جوابگوی مقدار آبی که وارد ترانشه می شود باشد . در شرایط معمولی که ترانشه ها بفواصل ۱۵
تا ۲۰ متر از همدیگر واقع بوده و عرض آنها ۲۰ سانتی متر باشد حداقل ضریب هدایت
هیدرولیکی برای موادی که ترانشه با آن پر می شود باید ۱ تا ۱/۵ متر در روز باشد . در روزهای
اوآل که ترانشه با خاک پر می شود از این جهت مشکلی وجود نخواهد داشت ولی بتدریج خاک
داخل ترانشه تحکیم شده و ضریب هدایت هیدرولیکی آن کاهش می یابد . واضح است که
استفاده از ماشین آلات لوله گذاری بدون حفر ترانشه در این شرایط مفید نخواهد بود .

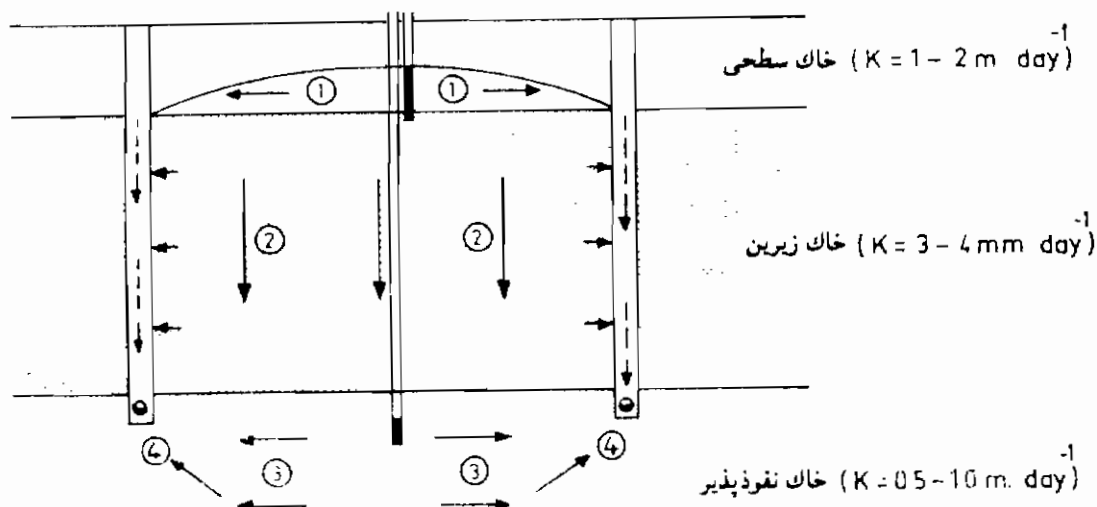
۲-۵ اقدامات تکمیلی

به منظور بهتر کردن شرایط خاک از نظر جریان آب و افزایش کارایی سیستمهای زه کشی
سطحی (و تا اندازه ای زیرزمینی) اقدامات تکمیلی زیر باید انجام پذیرد .

الف - شخم با گاوآهن زیرکن

استفاده از گاوآهن زیرکن (Subsoiler) گلوله گاوآهن لانه موشی هر دو موجب پوك شدن
لایه خاک سطحی می گردند .

شخم با گاوآهن زیرکن برای خاک‌هایی به کار می‌رود که در آنها ضریب هدایت هیدرولیکی در سرتاسر لایه سطحی کم است. در این شخم تیغه‌هایی در داخل خاک کشیده می‌شود و حرکت این تیغه‌ها باعث شکسته شدن، تکان خوردن و نرم شدن خاک می‌گردد (شکل ۴-۱۰). معمولاً تعدادی از این تیغه‌ها روی شاسی سوار شده و همگی با هم در داخل خاک کشیده می‌شوند. برای شخم نسبتاً کم عمق تعداد ۴ تا ۵ تیغه که هر کدام به فاصله ۵۰ سانتی متر از دیگری قرار گرفته‌اند کفایت می‌کند. برای عمق ۶۰ تا ۸۰ سانتی متر تعداد ۲ تا ۳ تیغه به فاصله معمولی ۷۵ سانتی متر به کار می‌رود. همین طور که در شکل (۴-۱۵) مشاهده می‌شود قاعده مثلث خاک نرم شده حدوداً برابر عمق کار گاوآهن است. بنابراین فاصله تیغه‌ها حدوداً معادل عمق کار آنها تنظیم می‌گردد تا کلیه خاک لایه سطحی نرم شود.



- ۱ جریان جانبی سطحی از خاک بالایی
- ۲ جریان عمودی از خاک زیرین
- ۳ جریان افقی از لایه کف
- ۴ جریان شعاعی در لایه کف

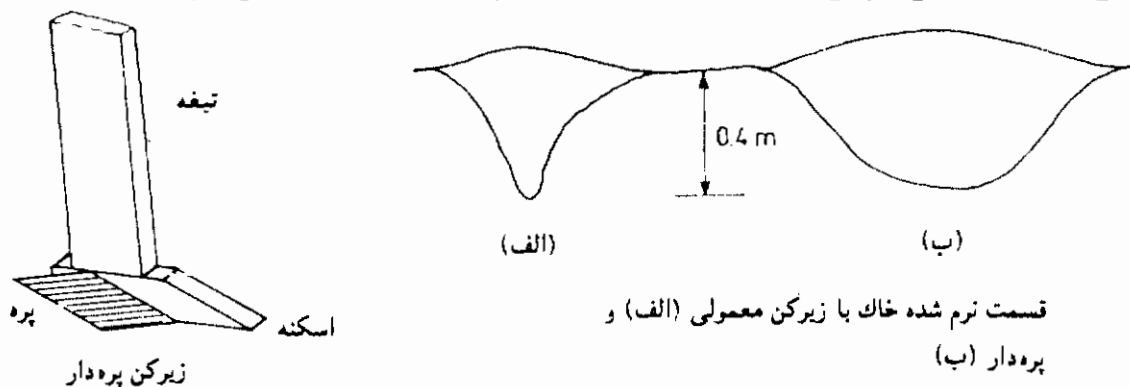
شکل (۴-۱۴) طرز کار زه‌کش لوله‌ای در خاک‌های سنگین با لایه نفوذپذیر سطحی

در خاک‌های سنگین رسی، به جای احداث زه‌کش لانه‌موشی، می‌توان از شخم با گاوآهن زیرکن استفاده کرد. در این مورد باید عمق کار همواره کمتر از عمق بحرانی باشد (به بخش ۴-۳ رجوع کنید). عمق بحرانی نیز همان طور که گفته شد بستگی به عرض تیغه و شرایط رطوبتی خاک دارد.

تیغه باید نسبتاً ضخیم و مایل باشد (به طوری که زاویه آن از ۲۵ تا ۳۰ درجه کمتر نباشد).

تیغه های نازک با زاویه انحراف کم که در کارهای کوچک از آن استفاده می شود کارایی زیادی ندارند . هرچه تیغه ضخیمتر و زاویه آن کمتر باشد نیروی زیادتری برای کشیدن آن مورد لزوم خواهد بود . اگر تیغه مطابق شکل (۴-۱۵) مجهز به بالهای جانبی (پره) نیز باشد نیروی مورد نیاز افزایش خواهد یافت .

استفاده از گاوآهن زیرکن و نرم کردن خاک بدون انجام زه کشی مثل آن است که در مزرعه وان حمام درست کرده باشیم زیرا تمامی آب به سرعت به داخل خاک نفوذ می کند ولی قادر به خارج شدن از آن نمی باشد . همزمان با این کار باید به زه کشی سطحی و زیرزمینی نیز اقدام کرد . زه کشی زیرزمینی برای زمانی است که خاک زیرین قابلیت نفوذ مناسبی داشته و خاک سطحی هم با گاوآهن زیرکن نرم شده باشد و زه کشی سطحی برای زمانی که خاک زیرین نسبتاً نفوذ ناپذیر است و زیرکن فقط لایه سطحی را نرم نموده باشد . توأم با زه کشی لوله ای نیز می توان از گاوآهن زیرکن استفاده نمود تا جریان جانبی آب را در لایه سطحی تقویت نماید .



شکل (۴-۱۵) الگوی نرم شدن خاک به وسیله زیرکن معمولی و زیرکن پره دار

ب- شخم عمیق با گاوآهن معمولی

شخم عمیق ، حتی بیشتر از زیرکنی ، در بهبود شرایط فیزیکی خاک مؤثر است . این کار باعث تقویت جریان عمود آب اضافی می شود . علاوه بر آن شرایط رطوبتی و دیگر خصوصیات فیزیکی و مکانیکی خاک که در رابطه با رشد گیاه می باشد بهبود یافته که آن خود باعث افزایش محصول می گردد . در خاکهای سنگین ، رشد گیاه بنا به شرایط نامطلوب زه دار بودن زمین از یک طرف و بر اثر خشکی از طرف دیگر صدمه می بیند که این هر دو به دلیل محدود شدن رشد ریشه در اثر وضع نامطلوب زه کشی زمین است . شخم عمیق (و همچنین زیرکن) می تواند در رفع این مشکل بسیار مؤثر باشد .

ج - استفاده از مواد شیمیایی و آلی

این مواد را می توان همراه با شخم عمیق به زمین داد و یا آن که به طور مستقل به خاک اضافه نمود . تأثیر آهک و مواد آلی در بهبود شرایط فیزیکی خاک به خوبی شناخته شده است . در خاکهای سدیمی پراکنده شدن ذرات رس باعث کاهش ضریب هدایت هیدرولیکی می گردد . افزایش گچ و مواد آلی به چنین خاکها این نقص را برطرف نموده و بر رابطه ظرفیت زراعی و حد پایین پلاستیک (FC/LPL) نیز تأثیر مثبت دارد .

منابع

- BOWLER, DG 1980: *The Drainage of Wet Soils*, Hodder and Stoughton, Auckland
- CONCARFET, J *et al* 1981: *Drainage Agricole*, Chambre Régionale d'Agriculture de Bourgogne, Dijon (in French)
- DIVIS, J and J DVORAK (eds.) 1966. *Proceedings of the Symposium on Hydrological and Technical Problems of Land Drainage*, Czechoslovak Scientific and Technical Society, Agriculture and Forestry Section, Prague (two volumes)
- EGGELSMANN, R 1981: *Dränanleitung*, Paul Parey, Hamburg (in German; English translation: *Subsurface Drainage Instructions*, 1978)
- FAO 1971: 'Drainage of heavy clay soils', Irrigation and Drainage Paper no 6, Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome
- VAN HOORN, JW 1974: 'Drainage of heavy clay soils'. In: *Drainage Principles and Applications*, publication 16, volume IV, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen
- HUDSON, AW *et al* 1962: The draining of farm lands, Bulletin 18, Massey Agricultural College, Palmerston (New Zealand)
- ILRI 1979: *Proceedings of the International Drainage Workshop*, J Wesseling (ed.), publication 25, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen
- LUTHIN, JN 1957 (ed): *Drainage of Agricultural Lands*, Agronomy Monograph no 7, American Society of Agronomy, Madison Wisconsin
- RAADSMA, SR and FE SCHULZE 1974: 'Surface field drainage systems'. In: *Drainage Principles and Applications*, volume IV, publication 16, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen
- SCHWAB, GO, RK FRIEVERT, TW EDMISTER and K K BARNES 1966: *Soil and Water Conservation*, Wiley, New York
- SCHULTE, KARING, H 1968: 'Die Unterbodenmelioration', Landes Lehr- und Versuchstation, Ahrweiler (in German)
- SOIL CONSERVATION SERVICE 1971: *Drainage of Agricultural Land*, National Engineering Handbook, section 16, US Department of Agriculture, Washington DC
- SPOOR, G 1979: 'Soil disturbance with deep working field implements in field drainage situations'. In: *Proceedings of the International Drainage Workshop*, J. Wesseling (ed.), publication 25, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen

فصل پنجم

سیستمهای زه کش اصلی

زه کش اصلی آب را از سیستم زه کشهای مزرعه دریافت می دارد . در طرحهای کوچک ممکن است سیستم یا شبکه زه کش مزرعه یکنواخت بوده و زه کش اصلی فقط از یک نوع زه کش تغذیه شود حال آن که در طرحهای وسیع ، شبکه اصلی از انواع و اقسام زه کشها آب دریافت داشته و حتی رواناب سطحی و بعضاً فاضلابهای مناطق مسکونی نیز بدان می ریزند . وظیفه عمده زه کش اصلی این است که تمام آبها را به نقطه خروجی مشخص برساند . زه کش اصلی از سطح مزرعه نیز مقدار زیادی آب دریافت می دارد . به خصوص آن که مسیر زه کش اصلی علی القاعده از نقاط گود مزرعه و یا حاشیه پایینی مزرعه می گذرد .

۵-۱ کلیات

آنچه در شکل (۵-۱) مشاهده می گردد تیپ معمولی یک شبکه زه کش اصلی است . در این شبکه زمینی به وسعت ۸۰۰۰ هکتار و نیز دو منطقه مسکونی زه کشی می گردد .

طرح این شبکه براساس موقعیت جغرافیایی و توپوگرافی منطقه (پستی و بلندی) پیاده شده است و مانند هر سیستم دیگر تقارب کانالها به سمت نقطه خروجی است . اندازه کانالها

در ابتدا کوچک و پس از پیوستن به همدیگر بزرگتر می‌شود. طرح هیدرولیکی کانالها مطابق روشهایی صورت می‌گیرد که در فصل ۹ بحث شده است.

ابعاد هر یک از قطعات اراضی کشاورزی (پلات) از کمتر از ۱ هکتار تا ۲۰ الی ۳۰ هکتار تغییر می‌کند. زه‌کشی داخل هر قطعه مطابق آن چه در فصول ۳ و ۴ بیان گردید صورت می‌پذیرد. این قطعات از یک یا چند طرف به وسیله کانالهای اصلی (از درجات پایین، مانند کانال درجه ۳ یا نهر کولکتور) محصور شده که زه‌آب سیستم زه‌کش مزرعه به آن وارد می‌شود. در شکل (۵-۱) فقط کانالهای درجه ۲ که هر کدام زه‌آب مربوط به چند صد هکتار تا چند هزار هکتار را دریافت می‌دارند نشان داده شده است.

ترکیب رده‌بندی کانالهای زه‌کش بستگی به شرایط توپوگرافی و دیگر خصوصیات مزرعه دارد. مثلاً در برخی شرایط ممکن است کانالهای درجه ۳ مستقیماً به کانال اصلی متصل شوند و نیازی به کانال درجه ۲ نباشد و در شرایط دیگر تمام رده‌های کانال وجود داشته باشد.

در هنگام طراحی شبکه‌های زه‌کش ابتدا باید حوضه را به تعدادی زیر حوضه مجزا تقسیم‌بندی نمود. این تقسیم‌بندی براساس توپوگرافی زمین صورت می‌گیرد. بدین ترتیب ابتدا مسیر کانالهای درجه ۱ یا کانالهای اصلی مشخص می‌گردد. پس از آن شبکه کانالهای درجه ۲ و سپس شبکه کانالهای درجه ۳ و مسیر آنها روی نقشه مشخص می‌گردد. در این رابطه عوامل زیادی دخالت دارند که از همه مهمتر توپوگرافی، حدود زمین از نظر مالکیت، خاک و نحوه مدیریت مزرعه می‌باشد.

۵-۱-۱ حوضه زه‌کشی

حوضه یا مساحتی که به وسیله سیستم زه‌کش اصلی تخلیه می‌شود باید حتی الامکان یک واحد هیدرولوژیکی مستقل باشد. چنانچه زمین در قسمتی از یک حوضه مستقل قرار گرفته باشد باید تمهیدات لازم از نظر رهایی از زه‌آب مناطق همجوار در نظر گرفته شود. معمولاً زه‌کشی یک قطعه زمین که در داخل حوضه‌ای واقع شده باشد ممکن است به سادگی زه‌کشی تمام آن حوضه نباشد. مثلاً اگر قرار باشد فقط قسمت بالای یک حوضه آبریز زه‌کشی شود باید به این نکته توجه شود که عبور کانال اصلی و انتقال زه‌آب به محل خروجی، وضعیت زه‌کشی مناطق پایین دست را با مشکل مواجه نسازد. سیستم زه‌کش اصلی به ندرت تمام حوضه آبریز رودخانه را دربر می‌گیرد و اکثراً زه‌آب زیر حوضه‌های مختلف به آن می‌ریزد. در دشتهای

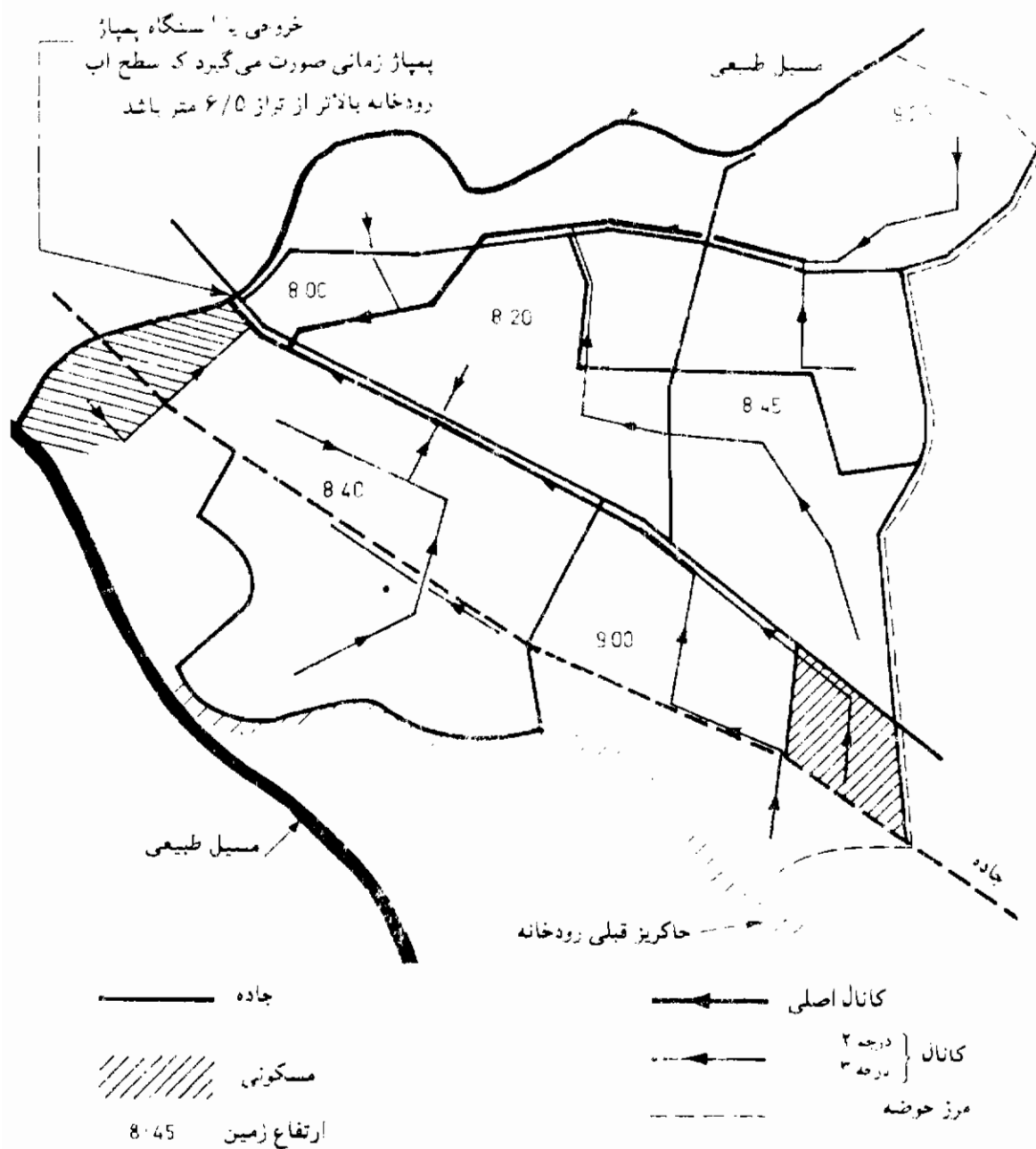
ساحلی و رودخانه ای و دلتاها به سختی می توان مزره های هیدرولوژیکی یا حوضه های مستقل آبریز را مشخص کرد و تقسیم بندیهای هیدرولوژیکی مرتب در حال تغییر می باشند . این تقسیم بندی منجر به تشکیل واحدهایی به نام پولدر (Polder) می گردد که بعداً در مورد آن توضیح داده خواهد شد .

وسعت حوضه های زه کشی از ۱۰۰ هکتار (که یک یا چند مزرعه را در بر می گیرد) تا متجاوز از ۱۰۰۰۰۰ هکتار تغییر می کند . در اراضی پست و مسطح وسعت این حوضه ها زیاد است ولی علی الاصول وسعت حوضه بستگی به این دارد که سیستم زه کشی طبیعی زمین چقدر در این مورد کمک کننده باشد . از نظر فنی تا جایی که زمین از یک واحد هیدرولوژیکی مستقلی تشکیل شده باشد محدودیتی برای وسعت طرحهای زه کشی وجود ندارد ولی حد مطلوب وسعت زمین در طرحهای زه کشی از حداقل ۱۰۰۰۰-۵۰۰۰۰ هکتار تا حداکثر ۵۰۰۰۰-۳۰۰۰۰۰ هکتار متغیر است . طرحهای بزرگ اکثراً به وسیله بخش دولتی اجرا می شود ولی تقسیم بندی آن به واحدهای کوچکتر نیز عملی می باشد تا بخش خصوصی نیز در آن مشارکت داشته باشد .

۵-۱-۲ الگو و مسیر کانالهای زه کش اصلی

زه کشهای اصلی علی الاصول به صورت کانالهای روباز ساخته می شوند . زیرا این روش هنوز از نظر اقتصادی برای انتقال مقادیر زیاد آب بیشتر حائز اهمیت است . در بعضی شرایط قابلیت ذخیره موقت آب در داخل کانال نیز مورد نظر می باشد . از لوله ها فقط در شرایط خاص (آن هم برای کانالهای کوچکتر) ممکن است استفاده شود . نمونه های این موارد در مزارع بسیار مکانیزه به چشم می خورد که در آن به جای کولکتورهای روباز از کولکتورهای لوله ای استفاده می شود تا از ایجاد اختلال در سیستم رفت و آمد مزرعه جلوگیری به عمل آید . همچنین فرسایش جدار کانالهای روباز ، بخصوص اگر خاک ناپایدار باشد ، یکی از مشکلاتی است که توجه به کاربرد لوله ها را بیشتر می سازد .

سرعت آب در کانالهای خاکی تا حد ممکن پایین نگهداشته می شود تا از فرسایش خاک جلوگیری شود . هر جا ایجاب نماید باید بدنه کانال را محافظت نمود . در کانالهای درجه ۳ کوچک (با ظرفیت ۱ تا ۲ متر مکعب در ثانیه) می توان زاویه پیچها را ۹۰ درجه گرفت ولی برای کانالهای بزرگ تغییر مسیر کانال حتماً باید با انحنای صورت گیرد . شعاع انحنای کانالهای بزرگتر (تا ظرفیت ۱۰ متر مکعب در ثانیه) حدوداً ۵ تا ۱۰ برابر عرض کف در نظر گرفته می شود .



شکل (۵-۱) نمونه ای از يك سیستم زه کش اصلی (مقیاس ۱:۵۰۰۰۰)

در انتخاب مسیر کانالهای اصلی باید به دو نکته اساسی توجه شود ؟

الف - زه کش اصلی حتی الامکان از نقاط پست زمین گذشته و در حاشیه پایین زمین جریان داشته باشد . شرط این است که بزرگترین کانال از گودیهای اصلی یا پایین ترین حاشیه زمین بگذرد و کانالهای کوچکتر به ترتیب از دیگر گودیهای و حواشی عبور نمایند . این نحوه

کانال کشی بهترین شیب را از نظر تخلیه زه کشها و کولکتورها به کانالهای درجه ۳ و کانال درجه ۲ به کانال درجه ۱ و سپس به داخل کانال درجه ۱ و سرانجام به طرف نقطه خروجی فراهم می سازد . از طرف دیگر این الگو خود بهترین کولکتور مازاد آب خراشد بود . به طور کلی پستی و بلندیهای بزرگ و کوچک روی زمین خود مشخص کننده مسیر کانال اصلی می باشد .

ب - معمولاً حاشیه زمین یا مزرعه به وسیله کانالهای درجات پایین زه کش (کانالهای درجه ۳ یا ۲) که زه کشها بدان تخلیه می شود شکل می گیرد . بنابراین در طرح آنها باید دقت کافی صورت گیرد تا بعداً عملیات کشاورزی از کارآیی معقولی برخوردار باشند . مثلاً با احداث کانالهایی از نوع مستطیلی یا دوزنقه ای و با ابعاد متناسب زمین به قطعاتی که عرض آنها بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر و طولشان بین ۳۰۰ تا ۵۰۰ متر است تقسیم بندی خواهد شد .

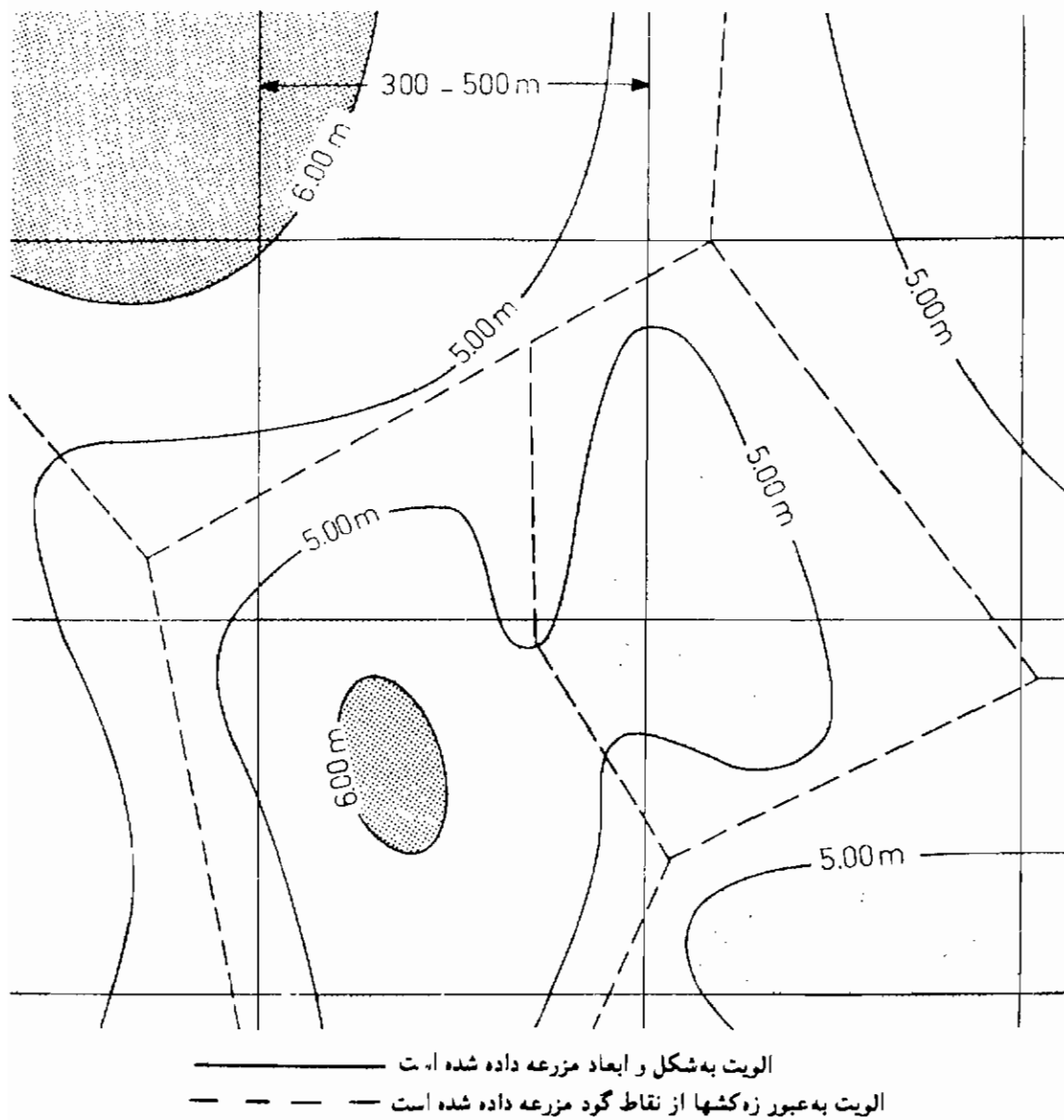
البته نباید انتظار داشت که این دو مقصود همواره به طور هماهنگ برآورده شوند بلکه باید دید وضعیت توپوگرافی و دیگر شرایط مزرعه چگونه است . گاهی اوقات می توان گودالهای کوچک را پر نمود و یا اگر گودالهای بزرگ به طور نامنظم در سطح مزرعه پراکنده اند باید تصمیم گرفت که آیا زمین را به قطعات منظمی که هر کدام ممکن است حاوی چند گودی بزرگ باشند تقسیم بندی نمود یا این که زمین را به قطعات نامنظم کوچک یا بزرگ (مطابق شکل ۵-۲) تقسیم کرد . این موضوع بیشتر در مورد کانالهای کوچک مطرح است زیرا مسیر کانال درجه ۱ همواره باید براساس توپوگرافی زمین تعیین گردد .

از عوامل دیگری که در انتخاب مسیر کانال اصلی مؤثرند وجود تأسیسات و ابنیه های موجود در سطح مزرعه است . (جاده ، پل ، آبگذرها ، غیره) همچنین مالکیت اراضی اطراف نیز در این امر دخالت دارد . این عوامل ممکن است باعث انحراف و تغییر مسیر کانال گردند .

در صورت امکان باید از زه کشهای موجود در زمین استفاده نمود . برای این منظور می توان زه کشهای طبیعی را مورد استفاده قرار داده یا زه کشهای قبلی را مجدداً حفاری نمود . لذا می توان از آن به عنوان زه کش اصلی استفاده کرد . البته برای این کار لازم خواهد بود اصلاحاتی در ابعاد ، مسیر و یا شیب آنها به عمل آورد . در تمام این موارد نباید موقعیت و محل نقطه خروجی را از نظر دور داشت زیرا محل این نقطه است که آرایش اصلی تمام کانالها و بخصوص کانال درجه یک را مشخص می سازد . اما باید تا حد امکان کوتاهترین راه را نسبت به نقطه خروجی انتخاب نمود .

۳-۱-۵ خروجیها و تراز آب

نقطه خروجی (Outlet) یک سیستم زه‌کش معمولاً پایین‌ترین نقطه ای است که در حوضه وجود دارد. این نقطه غالباً رودخانه، دریاچه، دریا و یا هر محل دیگری است که زه‌آب بتواند وارد آن شود.



شکل (۵-۲)، طرز قرار گرفتن زه‌کشی در رابطه با شکل قطعات زمین

اگر نقطه خروجی یک سیستم زه کش روی رودخانه باشد لازم است توجه شود که این نقطه تا حد امکان در پایین دست رودخانه انتخاب شود تا برای حرکت ثقلی آب، گرادیان کافی وجود داشته باشد. عوامل دیگر از قبیل پایداری محل، دستیابی و تعارض با سایر ابنیه ها نیز باید در انتخاب محل خروجی در نظر گرفته شود. در مناطق مرطوب که زه کشهای طبیعی بخوبی مشخص می باشند، انتخاب نقطه خروجی چندان مشکل نمی باشد ولی در نواحی خشک و نیمه خشک، بخصوص اگر شیب طبیعی زمین زیاد نباشد، زه کشهای طبیعی هنوز تکامل پیدا نکرده و لذا در تعیین خروجی باید دقت لازم به عمل آید. در بعضی جاها نقطه خروجی گودال یا منطقه وسیعی را تشکیل می دهد که زه آب وارد آن شده و مستقیماً تبخیر می گردد. در شرایط خاص نیز خروجیهای عمودی مورد استفاده قرار می گیرند: در این نوع خروجی زه آب وارد حوضچه ای شده که از آن جا پمپاژ و به خارج منتقل می گردد.

اختلاف ارتفاع بین سطح آب در محل خروجی و سطح آب در زه کشهای داخل مزرعه انرژی لازم را برای حرکت آب به وجود می آورند ($P_1 - P_3$ در شکل ۵-۳).

ارتفاع سطح آب زه کش (در داخل مزرعه) باید به اندازه کافی پایین باشد تا کار جمع آوری آب اضافی در زمین به خوبی صورت گیرد. برای این منظور رقوم مبنای زه کشی (سطح آب در زه کش) بین ۳۰ تا ۴۰ سانتی متر (در مورد زه کشهای سطحی) و ۱۲۰ تا ۲۰۰ سانتی متر (در مورد زه کشهای زیرزمینی) زیر سطح زمین قرار می گیرد. از این تراز (P_1 در شکل ۵-۳) شروع کرده و براساس خط شیب گرادیان هیدرولیکی که برای کانال اصلی زه کش در نظر گرفته شده است، تراز آب در محل خروجی به دست می آید (در قسمت داخلی آن). اگر تراز آب در محل خروجی (P_2) و تراز مبنای زه کشی (P_1) و تلفات انرژی H باشد، بین آنها رابطه زیر برقرار است،

$$P_2 = P_1 - H$$

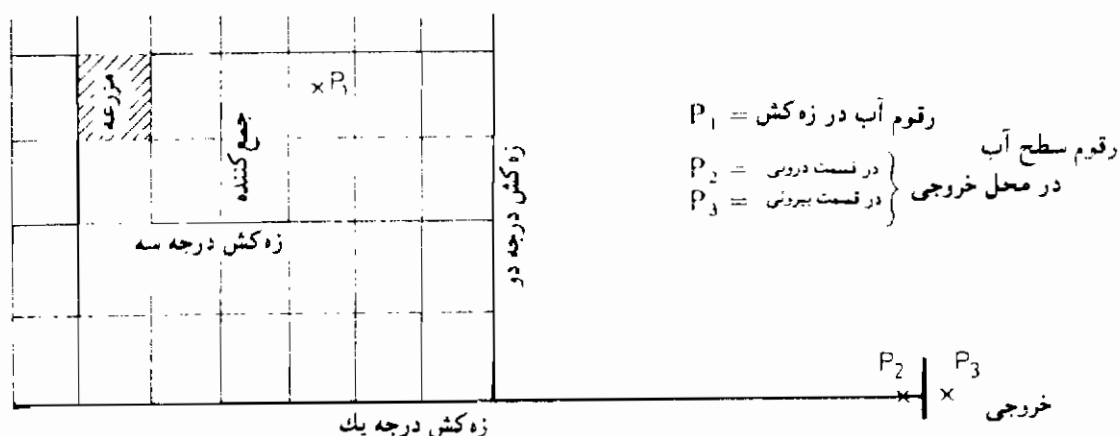
که:

$H = h_1 + h_2 + \dots =$ (مشمول بر تأسیسات) سه و غیره

اگر $P_2 > P_3$ باشد از خروجیهای ثقلی استفاده می شود ولی چنانچه $P_2 < P_3$ باشد استفاده از پمپ اجتناب ناپذیر است.

غالباً سطح آب در قسمت بیرونی تأسیسات خروجی مرتب در حال تغییر است. بخصوص در مورد رودخانه ها و یا خروجیهای که به دریا می ریزند. در تمام این موارد باید

نوسانات سطح آب در قسمت بیرونی به طور دقیق مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد تا روشن شود که برای خارج ساختن آب از روش ثقلی باید استفاده شود یا پمپاژ و یا ترکیب این دو .



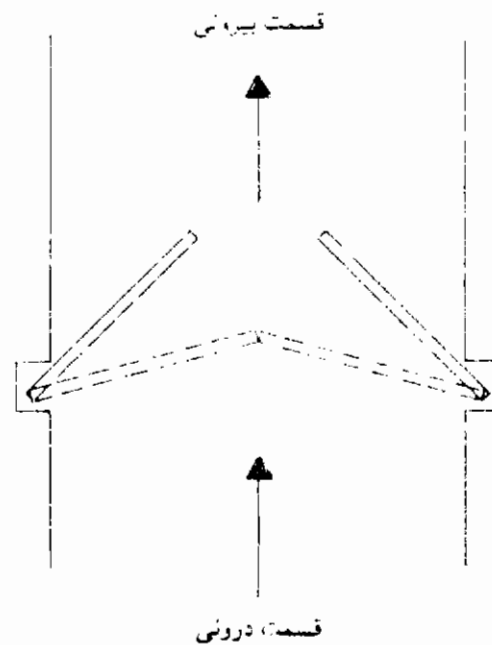
شکل (۳-۵) ترازهای مهم سطح آب در شبکه زه کش

ابنیه های محل خروج آب

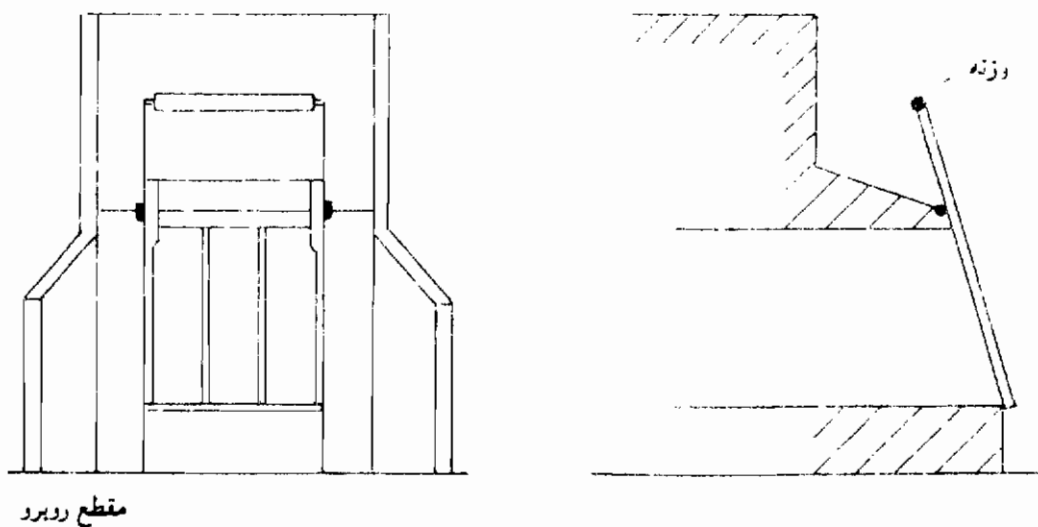
ابنیه های محل شبکه زه کش به انواع مختلف ساخته می شوند (شکلهای ۴-۵ ، ۵-۵ و ۶-۵) . اگر سطح آب در قسمت بیرونی این ابنیه ها در تمام اوقات پایین تر از سطح آب در قسمت درونی باشد خروجی آزاد و مانند یک آبشار ساده درست می شود . برای جلوگیری از ورود آب به داخل شبکه زه کش ، در زمانی که ممکن است سطح آب در قسمت بیرونی تأسیسات خروجی بالا باشد ، تدابیر مختلف به کار می رود . استفاده از دریچه های یک طرفه معمولی ترین روشی است که به کار گرفته می شود . در این دریچه ها آب می تواند از زه کش خارج گردد ولی امکان ورود آب از بیرون به داخل زه کش وجود ندارد . بالا رفتن سطح آب در قسمت بیرونی موجب می شود که دریچه بسته نگه داشته شود . دریچه های یک طرفه یا به طور ساده ساخته شده و یا داخل آبگذر کار گذاشته می شود (شکل ۵-۵) . در شرایط اخیر دریچه معمولاً در انتهای بیرونی آبگذر قرار می گیرد . با توجه به شیب دیواره ، دریچه نیز ممکن است از همان شیب تبعیت نموده و یا آن که به طور عمودی کار گذاشته شود .

در خروجیهای جزر و مدی توصیه می شود از دریچه های خودکار استفاده شود . در رودخانه های فصلی ، چون بالا و پایین رفتن سطح آب زیاد اتفاق نمی افتد ، استفاده از دریچه هایی که با دست تنظیم می شوند امکان پذیر است ولی بالا و پایین رفتن سطح آب دریا

هر روز تکرار شده و لذا بهتر است تنظیم دریچه به طور خودکار صورت گیرد.



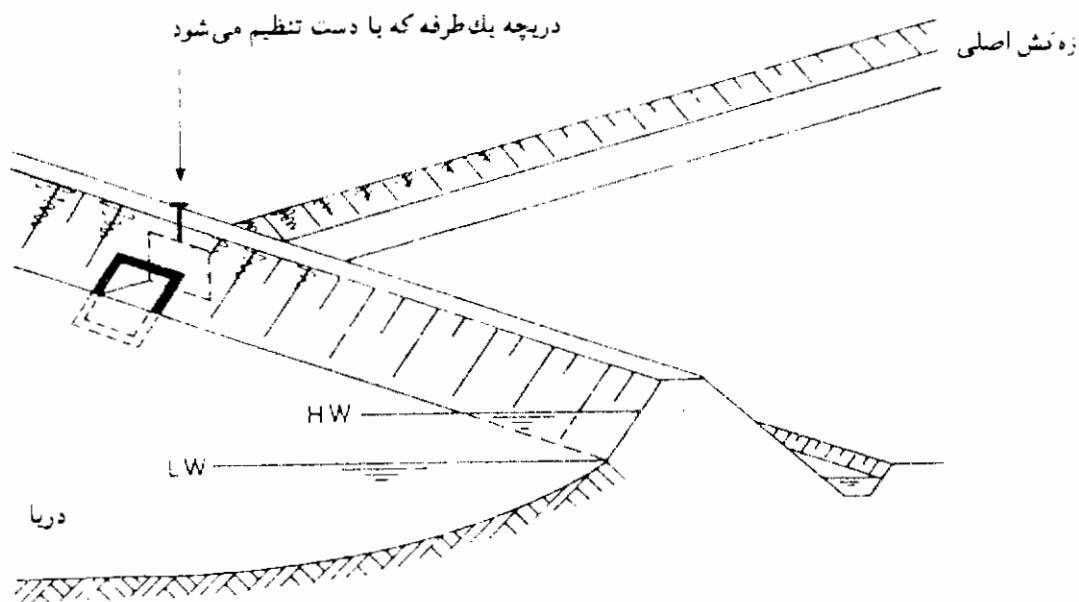
شکل (۴-۵) یک دریچه کوچک خروجی با درهای عمودی



شکل (۵-۵) دریچه یک طرفه

خروجیهای بزرگ مستلزم ساختن تأسیسات بزرگ و محکمتری است که ممکن است دارای یک یا چند دریچه باشد. در بعضی شرایط از سیفون نیز برای خارج نمودن زه آبها استفاده می شود. بدین ترتیب که سیفون از روی خاکریز گذشته و آب را به طرف دیگر منتقل می نماید.

مریت استفاده از سینون در این است که نیازی به ساختن دریچه روی خاکریز نیست . این روش در عمل کمتر مورد استفاده قرار می گیرد .



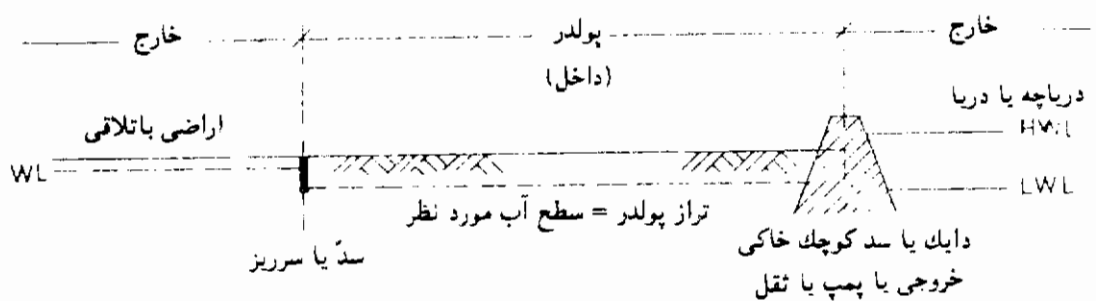
شکل (۵-۶) دریچه يك طرفه كه همراه با آبگذر در داخل دیواره کوتاه كار گذاشته است

در صورت لزوم همان طور که قبلاً تشریح شد ، برای خارج ساختن زه آبها باید از پمپ استفاده نمود (خروجیهای عمودی) . در مقیاس کوچک از پمپهایی که ظرفیت آنها ۲۰ تا ۵۰ لیتر در ثانیه است استفاده می گردد . در طرحهای بزرگ ایستگاه پمپاژ مرکب از یک تا چند دستگاه پمپ است که می توانند مقدار ۱۰ تا ۲۰ متر مکعب در ثانیه را تخلیه نمایند . غالباً خروجیهای ثقلی و عمودی با همدیگر به صورت تلفیقی به کار گرفته می شوند . بدین صورت که در شرایط معمولی آب به طریقه ثقلی خارج می شود و فقط زمانی که حالت ماندابی به درازا می کشد از پمپ استفاده شده و زه آب بسرعت تخلیه می گردد . خصوصیات اصلی پمپها در فصل نهم تشریح شده است .

۵-۲ پولدر

به طور کلی پولدر به محدوده ای از یک زمین گفته می شود که در داخل آن سطح آب را مصنوعاً مستقل از سطح آب مناطق همجوار کنترل نمود . پولدرها در مناطقی به کار گرفته می شوند که تراز مبنای زه کشی بالا بوده و نمی توان از آن برای هدفهای زه کشی استفاده نمود .

بالا بودن تراز مبنای زه کشی با به طور دائم است (باتلاقها، و کف دریاها و دریاچه ها) و یا موقت (اراضی پست و دشتهای سیلابی). ایجاد پولدر به وسیله جدا کردن هیدرولوژیکی زمین از مناطق همجوار صورت می گیرد. برای این منظور دور زمین به وسیله دیواره کوچکی که آن را از ورود سیلابها و آبهای مناطق همجوار ایمن می سازد محصور می گردد، اگر سطح آب در خارج پولدر همواره بالاتر از سطح آب داخل پولدر باشد برای خارج کردن آب اضافی ناگزیر به استفاده از پمپ خواهیم بود ولی در شرایط دیگر (مثلاً زمان که سطح آب دریا پایین بوده و یاجریان آب رودخانه کم است) می توان به طریق ثقیل آب داخل پولدر را خارج ساخت (شکل ۵-۷).



شکل (۵-۷) خصوصیات اصلی پولدر معمولی

۵-۲-۱ خصوصیات پولدرهای جدید

در شکل (۵-۸) نمونه ای از طرح یک پولدر جدید که از آن برای زراعت آبی استفاده می شود مشاهده می گردد. نقطه خروجی در گوشه جنوب غربی زمین و نزدیک دریا واقع است. شیب زمین ۰/۰۱ تا ۰/۰۲ درصد و از شمال شرقی به طرف نقطه خروجی است.

سطح آب در پولدر

ارتفاع مورد نظر برای سطح آب آزاد در داخل پولدر را **تراز پولدر** گویند. این تراز به عنوان مبنا برای عملیات خروج آب مورد استفاده قرار می گیرد. تراز پولدر براساس معیارهای کشاورزی تعیین می شود و باید به اندازه کافی عمیق باشد تا از نظر تخلیه زه کشهای مزرعه مشکلی به وجود نیاید. در دوره تخلیه، سطح واقعی آب در کانالی که در قسمت بالای پولدر واقع شده است به اندازه ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر بالاتر و در نزدیکیهای نقطه خروجی سطح آب به اندازه ۳۰ تا ۴۰ سانتی متر پایین تر از تراز پولدر قرار می گیرد. در نتیجه شیب هیدرولیکی از

بالا به پایین برقرار می باشد . در فصل خشک ، تبخیر مداوم باعث می شود که سطح آب نسبت به تراز پولدر پایین تر باشد مگر آن که از خارج پولدر آب وارد آن گردد . گاهی اوقات کانالها در فصل تابستان پر از آب می شوند تا جریان جانبی آب از کانالها به طرف زمینهای اطراف برقرار شده و زمین به صورت زیرزمینی آبیاری شود .

پولدرها را می توان به قسمتهای مختلف که هر کدام تراز جداگانه ای دارند تقسیم بندی نمود . این تقسیم بندی برای زمانی است که بخواهیم تراز پولدر در قسمتهای مختلف آن با همدیگر متفاوت باشد .

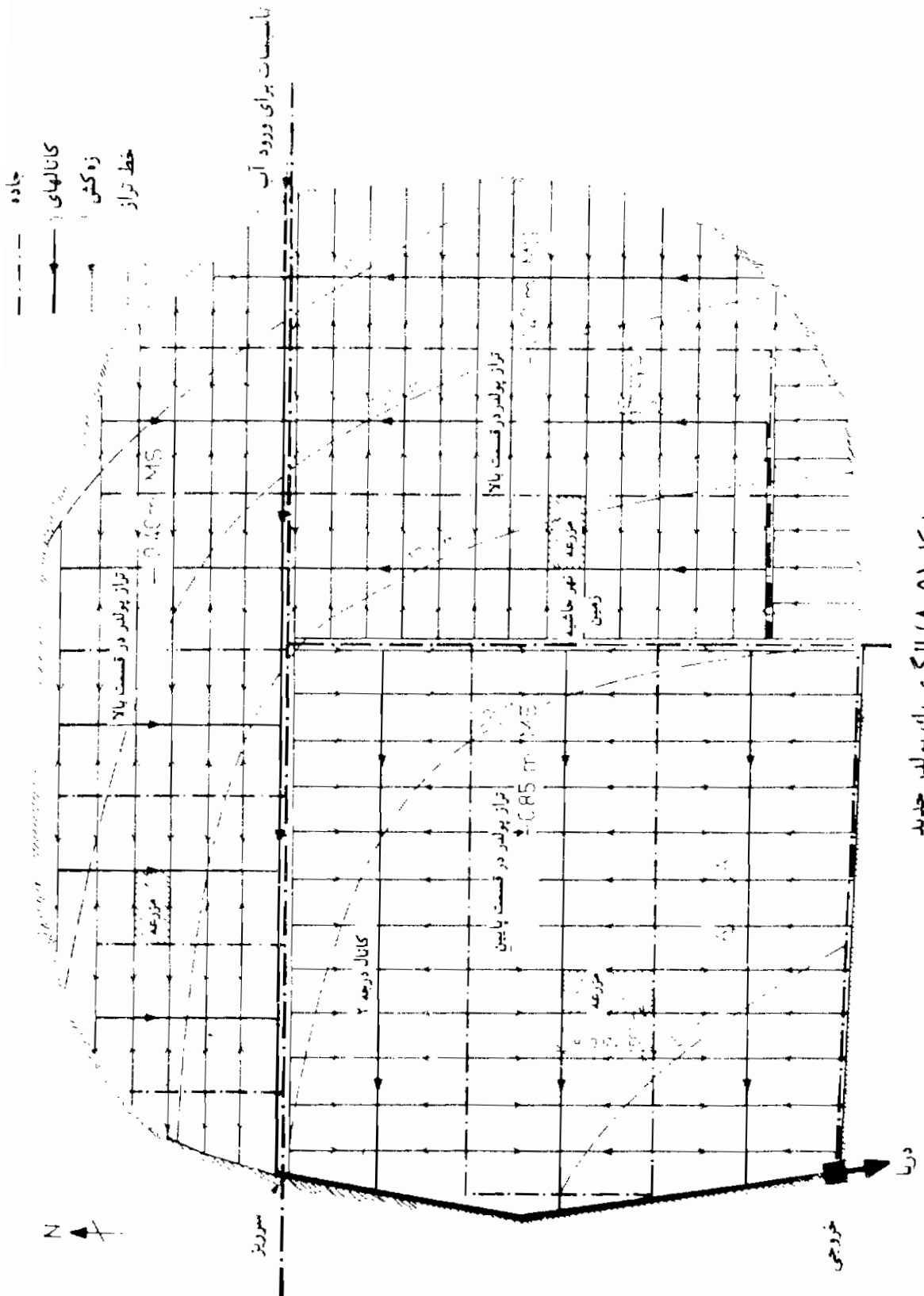
در فصل خشک ، تمام آنها به طرف پایین ترین قسمت پولدر حرکت کرده و در آنجا جمع می شود . در این زمان کانال بالایی پولدر خشک می شود و اگر بخواهیم این کانال برای منظورهای مختلف ، مثلاً شرب احشام ، دارای آب باشد از طریق نصب سرریز در طول مسیر کانال مانع از جریان تمامی آب به طرف نقطه خروجی می شویم . سرریزی که در شکل (۵-۷) مشاهده می گردد پولدر را به دو قسمت بالا و پایین تقسیم می کند . رقوم تاج سرریز و عرض آن طوری تعیین می شود که وقتی دبی طرح (مقدار جریانی که به ازای آن سرریز را طراحی کرده ایم) از روی آن عبور کند ، تراز آب در بالا دست آن قدر بالا نباشد که مانع از تخلیه آزاد زه کشها گردد و در فصل خشک نیز (که سطح آب در کانال هم تراز با تاج سرریز می گردد) به اندازه کافی آب در کانال وجود داشته باشد .

ابعاد و شکل مزرعه

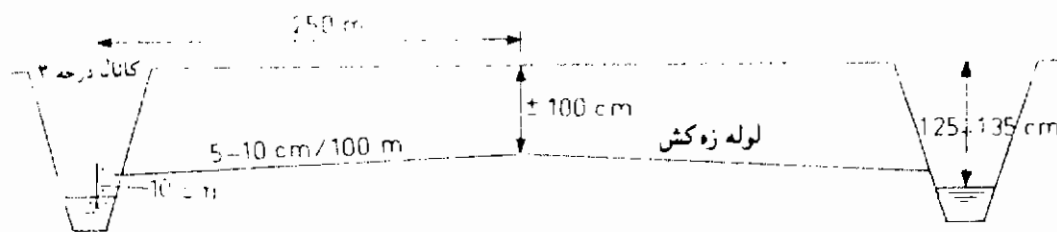
در طراحی پولدرهای مسطح گرادیان هیدرولیکی کانالها طوری در نظر گرفته می شوند که با شکل و ابعاد مزرعه هماهنگی داشته باشد . در شکل (۵-۸) کانالها و جاده ها به نحوی انتخاب شده اند که هر قطعه از اراضی ۴۰۰ تا ۵۰۰ متر عرض و ۸۰۰ الی ۱۲۰۰ متر طول داشته باشد . یعنی وسعت آنها بین ۳۲ تا ۶۰ هکتار باشد . اگر سیستم زه کشی زمین از نوع لوله ای منفرد یا ساده باشد (مانند آنچه در شکل ۵-۹ مشاهده می گردد) عرض زمین نباید از ۶۰۰ متر تجاوز کند زیرا :

وسایل شستشوی لوله ها برای طولهای بزرگتر از ۳۰۰ متر وجود ندارد .

در لوله های طویل ، با گرادیان معمولی ، تفاوت عمق لوله زه کش در ابتدا و انتهای لوله زیاد خواهد شد .



شکل (۸-۵) الگوی يك پولدر جديد



شکل (۵-۹) مقطع عرضی مزرعه (A - A) در شکل (۵-۸)

۵-۲-۲ پولدرهای رودخانه‌ای

در مسیر یک رودخانه نیز گاهی اوقات مسایل زه کشی اتفاق می افتد . البته این مشکل در بخشهای علیا و میانی رودخانه ها به ندرت رخ می دهد و حتی در این قسمتها به دلیل بالا بودن گرادیان هیدرولیکی غالباً موضوع نگهداری یا جلوگیری از هدر رفتن آب مطرح است نه خارج کردن آب اضافی از زمین . ولی در محل ریختن رودخانه به دریا یا دریاچه (دلتاها) شیب طبیعی اراضی بسیار کم و سطح ایستابی معمولاً در عمق کمی نسبت به سطح زمین و حتی در روی آن قرار می گیرد . در این جاها است که مسایل زه کشی اتفاق افتاده و شرایط خاصی از پولدرها را به وجود می آورد .

در شکل (۵-۱۰) مشکلات ناشی از تخلیه زه آبها در بخشهای میانی و انتهایی یک رودخانه نشان داده شده است . شیب طولی رودخانه معمولاً در این نواحی ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر در هر کیلومتر است . در این نواحی معمولاً یک سری پشته های طبیعی که بقایای مسیر قبلی آب می باشد در مجاورت رودخانه به وجود می آید و حوضچه هایی تشکیل می گردد که به توسط پشته های طبیعی و اراضی تراس بندی شده ای که با رودخانه همجوار می باشند محصور می شوند این حوضچه ها با شیب بسیار کمی در جهت خروجی رودخانه و به موازات مسیر رودخانه آب را هدایت می کنند . شیب این حوضچه های کمتر از شیب رودخانه اصلی است و فقط زمانی که ارتفاع آب به اندازه ای شد که بتواند پشته های طبیعی را خراب نماید آب از این قسمتها وارد رودخانه اصلی می شود معمولاً چند شاخه رودخانه بهم متصل می شود تا مجموعاً وارد شاخه اصلی شود . در مورد شکل ۵-۱۰ شاخه I در حدود ۵۰ کیلومتر پایین دست نقطه ای که وارد دشت می شود به رودخانه اصلی می ریزد . برای تأمین شیب کافی ، شاخه هایی که وارد دشت می شوند منحرف می شود تا به شاخه دیگر متصل گردد . بهتر است اطراف این شاخه ها نیز

خاکریزی شود تا در هنگام جریان دبیهای زیاد سرریز ننمایند . همان طور که در این شکل ملاحظه می شود شاخه ۱ منحرف و به شاخه شماره ۲ می ریزد همچنین شاخه شماره ۳ با انحراف آب به شاخه ۴ می پیوندد . بدین ترتیب بین شاخه ۲ و ۴ یک پولدر به وجود می آید (پولدر ۱) پولدر شماره ۲ نیز در حدفاصل شاخه ۲ و رودخانه اصلی تشکیل می گردد . پولدر شماره ۳ در انتها الیه مسیر به وجود می آید . در صورتی که تراز آب اجازه دهد آب پولدرها به رودخانه اصلی تخلیه می شود (با استفاده از دریچه های یک طرفه) . در غیر این صورت لازم است برای تخلیه آب از پمپ استفاده شود . اگر شرایط محلی ایجاب نموده و اراضی پست و غیر قابل استفاده ای وجود داشته باشد که بتوان از آن به عنوان مخزن استفاده نمود شرایط برای پمپاژ بسیار مناسب می باشد .

۵-۳ جنبه های مدیریتی و تشکیلاتی طرحهای زه کشی

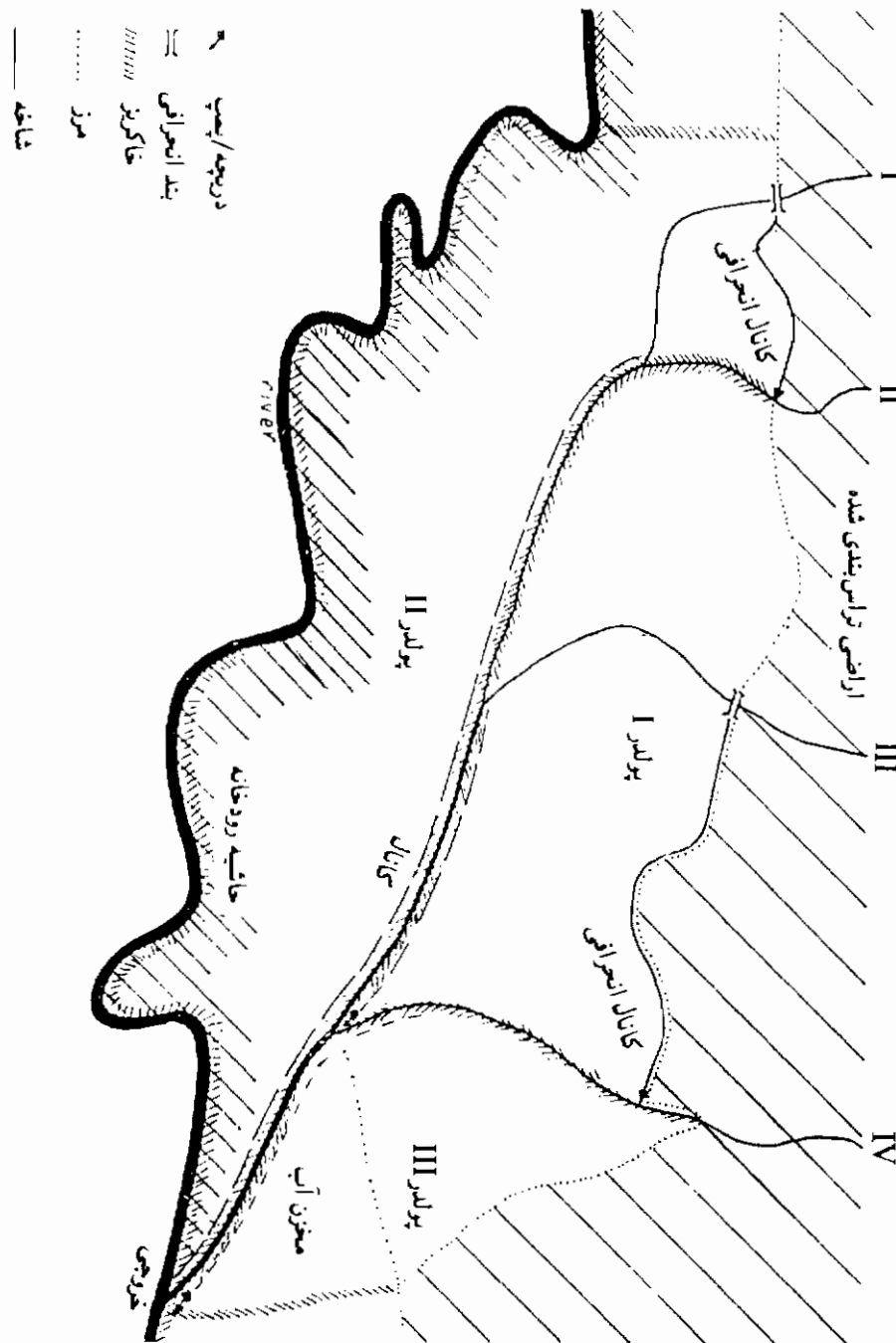
زه آب را می توان یک نوع فاضلاب و آب ناخواسته به حساب آورد . به همین دلیل رهایی از دست آن نباید به زیان و ضرر دیگری واقع گردد . در این رابطه در کشورهای مختلف قوانین و مقررات متفاوتی وجود دارد که طرحهای زه کش نیز باید بر مبنای آن طراحی و اجرا شوند .

۵-۳-۱ چارچوبهای قانونی

در بسیاری از کشورها ، صاحبان اراضی (چه دولت و چه بخش خصوصی) از نظر دفع زه آبهای دارای حقوق معین و محدودیتهای مشخصی می باشند . در این رابطه دو مکتب وجود دارد . الف - مکتب یا قانون روم (Roman law) . که در آن به صاحبان اراضی که در بالا دست (سر آب) تملک دارند اجازه می دهد زه آب خود را بدون توجه به عواقب و اثراتی که برای ساکنین و یا مالکین پایین دست دارد در رودخانه و یا مسیل رها نمایند ب - مکتب یا قانون انگلیس (English law) . به موجب این مکتب ، آب مازاد یک دشمن عمومی به حساب آمده و مالیکن اراضی بالادست ، به جز آنچه به صورت طبیعی در زمین جاری می شود مجاز نیستند چیزی به آن اضافه نمایند .

این قوانین بیشتر در مورد زه آبهای طبیعی بوده و کمتر برای طرحهای زه کشی که به طور مصنوعی توسط انسان اجرا می شود مصداق پیدا می کند . به همین دلیل زیاد مورد تفسیر قرار گرفته است . به هر حال آنچه از این قوانین نتیجه می شود این است که کسانی که

در بالادست قرار گرفته‌اند از موقعیت طبیعی بهتری برخوردارند . ولی کسانی که جریان طبیعی آب را چه به لحاظ کیفی و چه به لحاظ کمی تغییر می‌دهند و این تغییر در وضعیت همسایگان تأثیر منفی دارد مسؤول آن بوده و لازم است حدود آزادی آنها به وسیله قوانینی مشخص گردد .



شکل (۵-۱۰) نمونه‌ای از یک پولدر رودخانه‌ای

زه آبها سرانجام وارد رودخانه ها و مسیلهای طبیعی شده و به نقطه خروجی (که آن هم ممکن است دریاچه ، دریا و یا نقطه کویری باشد) می رسد و این منابع در بسیاری از کشورها در اختیار و کنترل دولت می باشد ، طرحهای زه کش نیز به وسیله دولت طراحی و اجرا می شود و یا حداقل مجموعه ای از افراد محلی به صورت مشترک آن را اداره می کنند .

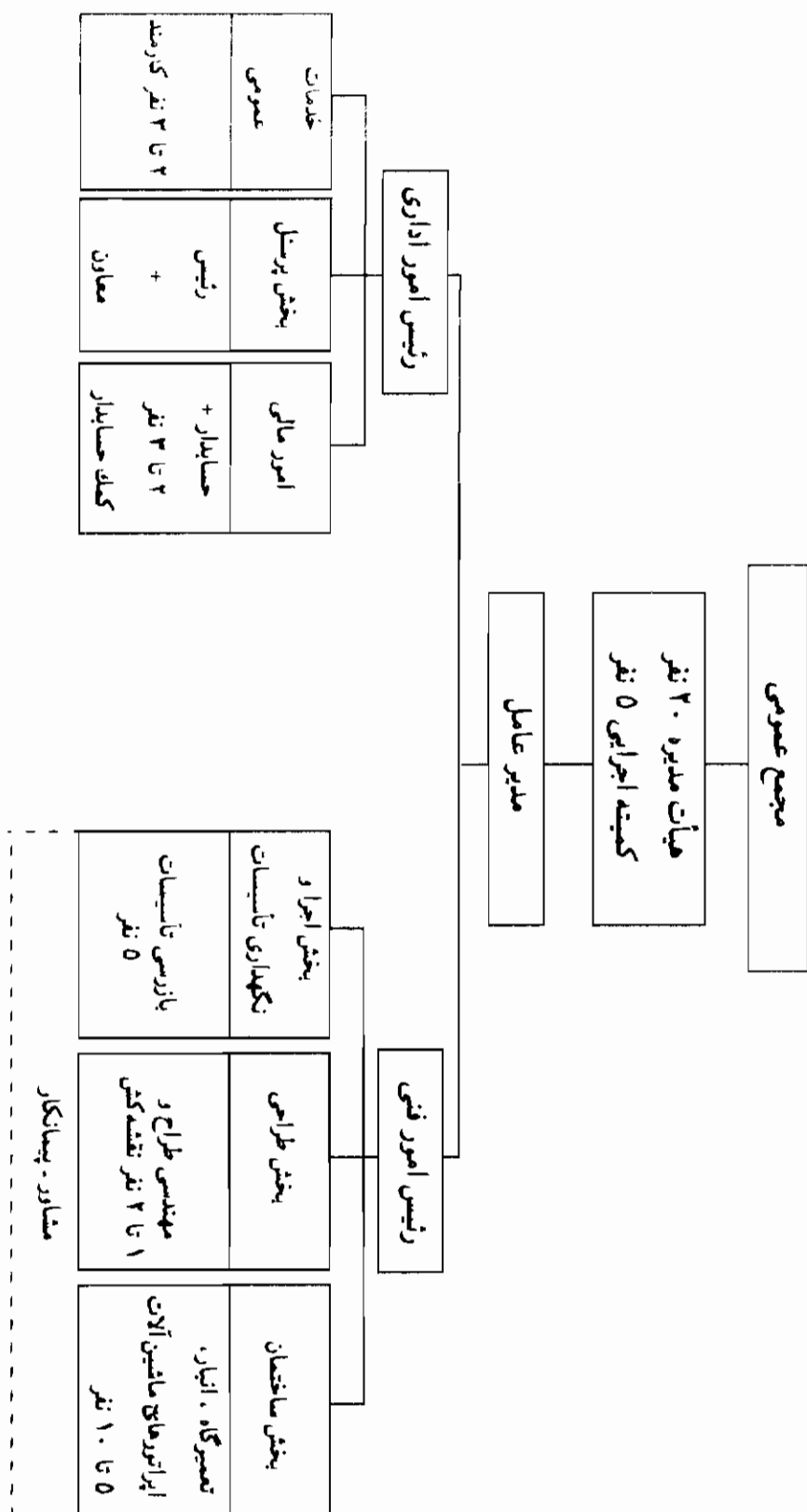
۵-۳-۲ سازمانهای عمومی

سازمانهای مربوط به دفع زه آبها از اراضی کشاورزی در کشورهای مختلف متفاوت است . در این تشکیلات طرفهای ذینفع عبارتند از ، صاحبان اراضی کشاورزی ، صنایع و در بعضی جاها شهرداریها .

به صورت بسیار ساده ، گروهی از زارعین می توانند دور هم جمع شده و در مورد نحوه دفع زه آبها با هم به توافق برسند و یا آن که تعدادی از طرفهای ذینفع به عنوان هیأت مؤسس مقدمات تأسیس شرکت سهامی زه کشی را فراهم آورده و سپس از عموم افراد ذینفع دعوت شود تا در مجمع عمومی شرکت نمایند . از نمونه های این گونه شرکتها می توان سازمانهای ناحیه ای زه کشی در امریکا (که به سیله بخش خصوصی به وجود می آید) ، سازمانهای ناحیه ای مدیریت آب در هلند (که به وسیله حکومتهای ناحیه ای احداث می شود) و یا سازمانهای آب در انگلستان (که دولتی می باشند) را نام برد . گرچه این سازمانها بدو برای کارهای مربوط به کنترل سیلابها به وجود آمده اند ولی در حال حاضر به عنوان هسته اولیه در طرحهای زه کشی هم فعالیت دارند .

تشکیلات مربوط به طرحهای زه کشی به وسیله یک هیأت مدیره که اعضاء آن در جلسه مجمع عمومی طرفهای ذینفع انتخاب می شوند اداره می شود . برخی از اعضاء نیز به وسیله دولت تعیین می شوند . هیأت مدیره در جلسات خود مدیر عامل و اعضاء تشکیلات اداری و فنی را مطابق چارت سازمانی خود که نمونه ای از آن در شکل (۵-۱۱) نشان داده شده است برگزیده و سازمان مطابق با آن به کار خود ادامه می دهد .

در کشورهای در حال رشد چنین تشکیلات عمومی کمتر مشاهده می شود . طرحهای زه کشی غالباً به وسیله مالکین بزرگ و یا دولت (وزارت کشاورزی ، وزارت آبیاری و یا آب و برق و نیرو و غیره) سرمایه گذاری و اجرا می شود و بخش خصوصی کمتر در آن دخالت دارند .



شکل (۱۱-۵) چارت سازمانی برای یک طرح زه کشی (با وسعت متوسط) که در آن عموم مردم مشارکت دارند .

۵-۳-۳ نگهداری

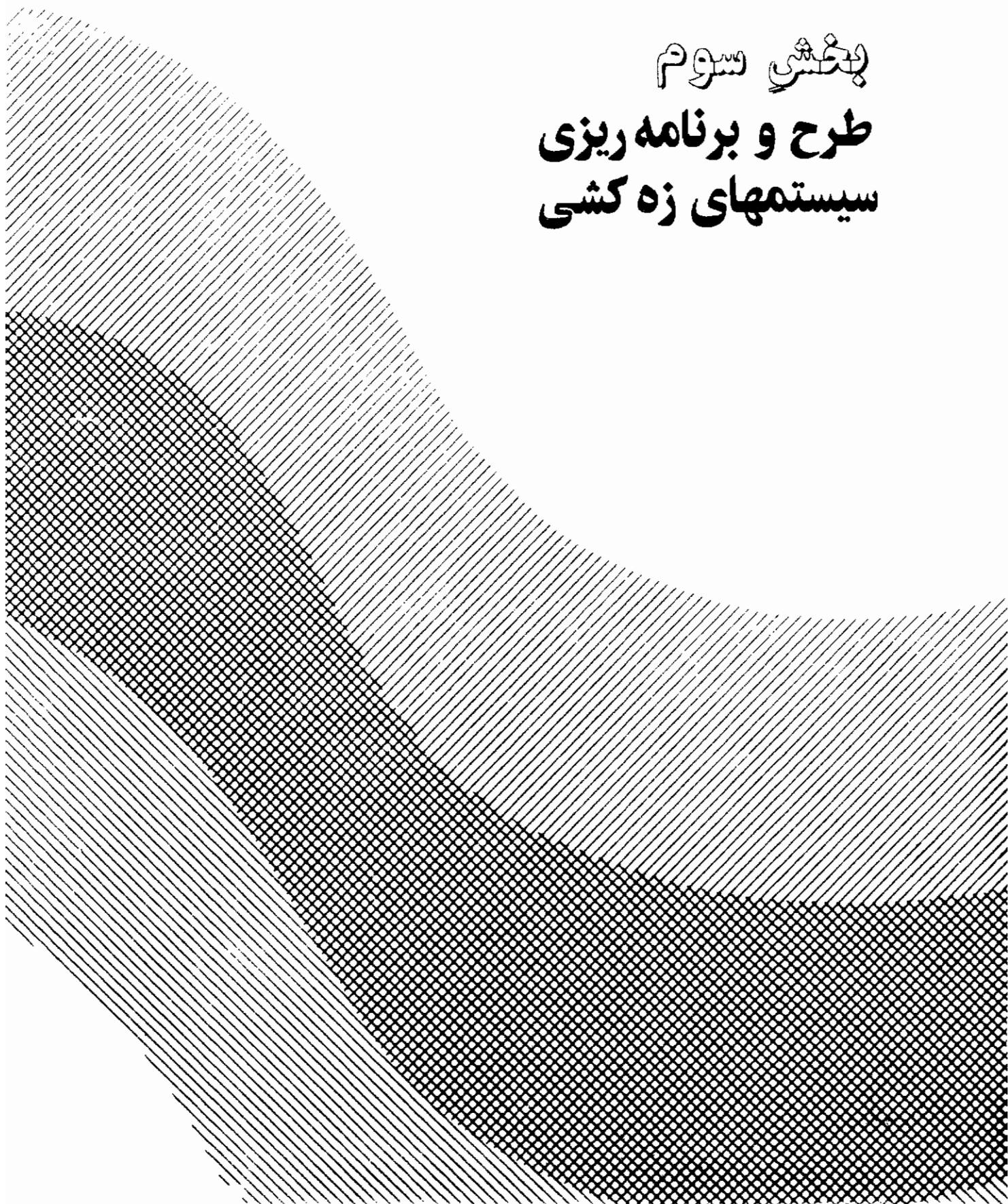
فرمول شزی - مانینگ که بعداً در فصل ۹ مورد بحث قرار می گیرد نشان می دهد که میزان جریان در کانالها بستگی به ضریب زبری جدار (K_m) دارد و اگر این ضریب به دلیل عدم نگهداری و تمیز کردن به موقع کانال مثلاً به نصف تقلیل یابد ، مقدار آبی که می تواند از کانال عبور کند نیز به نصف کاهش پیدا می کند . حال آن که برای افزایش همین مقدار جریان باید شیب هیدرولیکی را چهار برابر کرد و این می رساند که ضریب مذکور تا چه اندازه در میزان کشش کانال مؤثر است در طرحهای ملی ، لایروبی و تعمیر کانالهای اصلی برعهده سازمان است ولی زارعین موظف به حفظ و نگهداری و لایروبی زه کشها و کولکتورهای داخل مزرعه خود و حتی قسمتهای پایین دست مسیر می باشند و سازمان باید دقت و مراقبت کند که این امر به خوبی و به موقع صورت گیرد .

کندن علفهای هرزی که در کف و بدنه کانالها می روید هر سال یک یا چند بار باید صورت گیرد . لای و سیلتی که بتدریج وارد آن شده و در جدار کانال رسوب می کند با دست و در مورد کانالهای بزرگتر با لجن کش تخلیه می شود . کانالهای پوشش شده ممکن است به تعمیر زیادی نیاز نداشته باشند ولی شکل دادن مجدد به کانالهای خاکی از عملیاتی است که هر ساله باید اجرا گردد . برای این منظور لازم است (به خصوص در کانالهای بزرگ) وسایل رفت و آمد و جاده های سرویس در نظر گرفته شود تا دسترسی به کانالها و تأسیسات زه کشی به آسانی صورت گیرد .

منابع

- GREGORY, KJ and DE WALLING 1973: *Drainage Basin, Form and Process*, Edward Arnold, London
- ILRI 1964: 'The design of open watercourses', Bulletin 7, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen
- ILRI 1982: *Proceedings of the International Symposium 'Polders of the World'*, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen
- LUTHIN, JN 1966: *Drainage Engineering*, Wiley, New York
- SCHROEDER, G 1968: *Landwirtschaftlicher Wasserbau*, Springer, Berlin (in German)
- SOIL CONSERVATION SERVICE 1971: *Drainage of Agricultural Land*, National Engineering Handbook, section 16, US Department of Agriculture, Washington DC
- SOIL CONSERVATION SERVICE 1977: 'Design of open channels' Technical Release no 25, US Department of Agriculture, Washington DC
- THORN, RB *et al* 1959: *The Design of Land Drainage Works*, Butterworths, London
- VOLKER, A 1981: 'Reclamation and polders', Lecture Notes, International Institute for Hydraulic and Environmental Engineering, Delft

بخش سوم
طرح و برنامه ریزی
سیستمهای زه کشی



فصل ششم

اصول و عملیات زه کشی

هدف از طراحی در طرحهای زه کشی ارائه راه حلی است تا از طریق اجرای آن بتوان مشکلات ناشی از مازاد آب را برطرف نمود . هر طرح زه کشی مشتمل بر یک سلسله تمهیدات و اقداماتی است که باید صورت پذیرد . مثلاً در بعضی شرایط ممکن است بهترین راه حل جلوگیری از خطرات آب مازاد ، تغییر نحوه استفاده از زمین و یا تغییر در عملیات کشاورزی باشد تا از حساسیت گیاهان زراعتی به رطوبت کاسته شود . ولی در بسیاری موارد طرحهای زه کشی ، احداث تأسیسات و ابنیه های جدید را به دنبال دارد . تهیه نقشه های مربوط به این تأسیسات در محدوده کار مهندسان بوده و به عملیات تهیه آن طوایف گفته می شود .

۶-۱ عملیات صحرایی

برای مشخص کردن مبانی طرح در طرحهای زه کشی لازم است اطلاعات وسیعی از منطقه جمع آوری گردد . این اطلاعات به دو منظور مورد استفاده قرار می گیرد ؛

الف - شناخت مسأله زه کشی و بررسی راه حلهای ممکن .

ب - تهیه طرح و برنامه

تشخیص مسأله

قبل از هر چیز باید مسأله زه کشی به خوبی شناخته شود. به عبارت دیگر اولین کاری که در طرح صورت می گیرد بررسی و شناخت ابعاد مسأله است. این بررسیها شامل قسمتهای زیر است؛

- علت مسأله و ماهیت آن (بالا بودن سطح ایستابی، سد شدن نفوذ آب، منبع آب اضافی، وجود گلوگاهها در سیستم جمع آوری و دفع آبهای مازاد و غیره).
- اثرات منفی (مناطق که تحت تأثیر قرار گرفته اند، فراوانی وقوع و دوره ای که آب مازاد در زمین وجود دارد، اثرات زیان آور آن بر گیاهان و عملیات زراعتی و غیره).

غالباً شناخت اولیه از طریق بررسی اطلاعات موجود و بازدید از محل حاصل می گردد. در این مرحله نقشه های متفاوتی مورد لزوم خواهد بود. نقشه های جغرافیایی، هیدرولوژیکی، خاک، و غیره می توانند اطلاعات لازم را درباره عوارض، خصوصیات پستی و بلندی، وضع شبکه های زه کش موجود، تپه های مختلف خاک، نحوه استفاده از زمین، مسیر جاده ها، راه آهن، کابل های برق و غیره در اختیار قرار دهد. عکسهای هوایی نیز در این باره کمک مؤثری می باشند. بررسی وضعیت خروجیها و یا دخالت داشتن مناطق دیگر در زه آب منطقه نیاز به این دارد که مناطق وسیعتری نسبت به سطح پروژه مورد بررسی قرار گیرند.

پس از انجام بررسیهای مقدماتی برنامه مطالعات و تهیه طرح بر مبنای نتایج حاصله از آن تدوین می گردد.

تهیه برنامه کار

بعد از شناخت مسأله می توان برای حل آن برنامه ریزی کرد. همزمان با برنامه ریزی باید مطالعات تکمیلی در جهت شناخت مسایل محیطی، فنی، اجتماعی-اقتصادی و مدیریت پروژه به عمل آید. این اطلاعات به عنوان معیار و شاخص برای طرح و برنامه ریزی مورد استفاده قرار می گیرند.

۶-۲ مراحل تهیه طرح

مطالعه طرحهای زه کشی معمولاً مرحله به مرحله انجام می شود. این مراحل به ترتیب افزایش شدت و تراکم مطالعات و جزئیات طرح بوده و هرچه طرح پیشرفت نماید از کلیات آن

کاسته شده و برج‌زئیات افزوده می‌شود. به عبارت دیگر با پیشرفت مراحل انجام طرح بتدریج مشخص می‌شود که عملاً چه کاری قرار است روی زمین انجام شود. معمولاً در طرح‌های زه‌کشی مراحل چهارگانه زیر به ترتیب انجام می‌شود. ولی ممکن است برخی از این مراحل حذف و یا بعضی در هم‌دیگر ادغام شوند؛

۱ - مرحله مقدماتی

- در این مرحله هیچ‌گونه تحلیل یا اندازه‌گیری صورت نمی‌گیرد بلکه براساس اطلاعات موجود و بازدیدهای محلی ابعاد مسأله بررسی و در یک گزارش شناخت ارائه می‌شود.

۲ - مرحله شناسایی

- اطلاعات مورد لزوم به صورت کلی جمع‌آوری می‌شود که عبارتند از :
 - شناخت مقدماتی مسأله زه‌کشی .
 - ارائه کلی راه حل یا راه‌حلهای ممکن .
 - مشخص کردن محدوده طرح (تهیه نقشه‌های مورد لزوم با مقیاس ۵۰۰۰۰ : ۱ تا ۱۰۰۰۰ : ۱) .

۳ - مرحله نیمه تفصیلی

- اطلاعات بر مبنای بررسیهای نیمه تفصیلی به دست آمده و نقشه‌های ۵۰۰۰۰ : ۱ تا ۱۰۰۰۰ : ۱ تهیه می‌گردد. کارهایی که انجام می‌پذیرد عبارت است از :
 - ارائه برنامه مورد نظر با جزئیات به نحوی که از نظر فنی قانع‌کننده بوده و بتوان براساس آن هزینه و مخارج پروژه را با تقریب ۱۰ درصد برآورد کرد .
 - اثبات این که پروژه یا گزینه ارائه شده بهترین راه حل است .

۴ - مرحله نهایی یا تفصیلی

- جمع‌آوری اطلاعات از طریق بررسیهای دقیق صحرایی .
 - رسم نقشه جزئیات هر یک از ساختمانها و ابنیه‌های طرح ، تهیه فهرست اقلام مورد نیاز

بر آورد هزینه ها و مخارج و ارائه نحوه مدیریت شبکه .
 بسته به کوچکی و بزرگی طرح زه کشی مطالعات تا مرحله نیمه تفصیلی می تواند به وسیله یک نفر مهندس زه کشی یا تیم کوچکی مرکب از سه نفر (مهندس فنی ، مهندس کشاورزی ، و متخصص امور اقتصادی) انجام پذیرد : انجام کار تا این مرحله چندان به درازا نخواهد کشید و برای آن از چند ماه تا حداکثر یک سال (در طرح های نسبتاً بزرگ) وقت لازم است . ولی انجام مطالعات نهایی نیاز به وقت زیادتری داشته علاوه بر آن باید این کار توسط گروهی از متخصصان فن و یا مهندسان مشاور صورت گیرد که در آن مجموعه ای از تخصصهای مختلف دخالت دارند .

۳-۶ طرح و برنامه ریزی

در طراحی زه کشی باید سه موضوع را به روشنی مشخص نمود ؛
 الف - خصوصیات فیزیکی سیستم زه کش ، انتخاب نوع مناسب زه کش و ابنیه های فنی وابسته ، تعیین مسیر زه کشها ، عمق و فاصله و ظرفیت آنها ، و نوع موادی که در ساختن طرح به کار برده خواهد شد .
 ب - چگونگی بهره برداری از اراضی ، نحوه زراعت ، سیستم آبیاری و غیره .
 ج - مدیریت طرح ، نحوه اداره سیستم زه کش در رابطه با مسائل مالی و مدیریت طرح .
 بسیاری از پارامترهای فوق در ارتباط با همدیگر هستند مثلاً نوع زه کشها بستگی به نحوه زراعت دارد و یا آن که فاصله زه کشها تابعی از عمق آنها است . تداخل این پارامترها در یکدیگر موجب می شود که از بین گزینه ها یا راه حل های ممکن مطلوبترین آن انتخاب گردد .

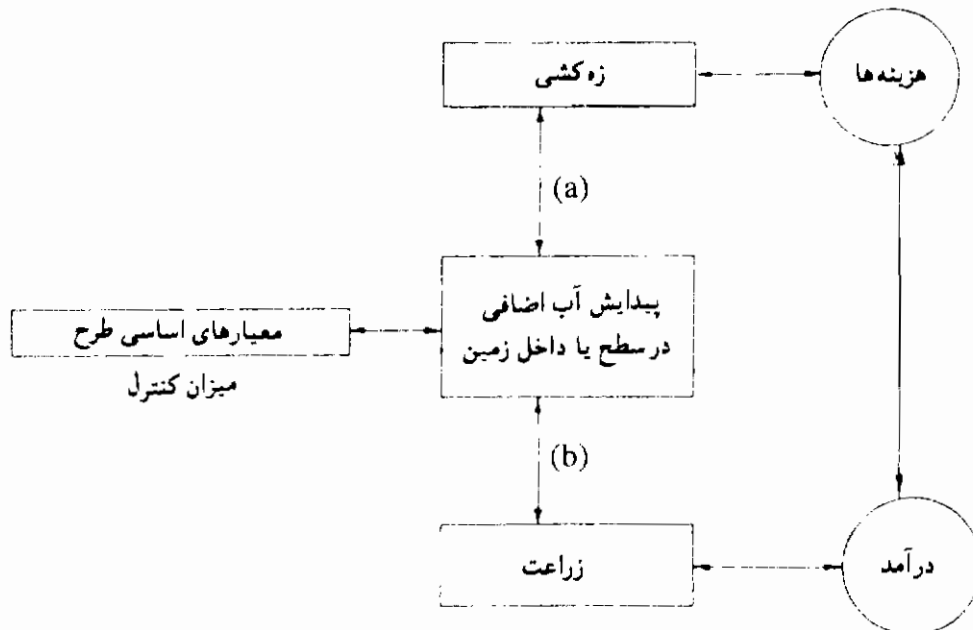
۲-۶ معیارهای اساسی طرح

در شکل (۱-۶) روابط اساسی که در طرح های زه کشی باید در نظر گرفته شود نشان داده شده است .

مشخص کردن روابط (a) در شکل (۱-۶) نسبتاً ساده است زیرا این روابط بیشتر جنبه فیزیکی دارند ولی روابط (b) پیچیده بوده و در شناخت آنها باید دقت بیشتری به عمل آید . معیارهای اصلی طرح نیز در مورد زه کشهای زیرزمینی و زه کشهای سطحی متفاوت است .

الف - زه‌کشهای زیرزمینی

مهمترین معیار طراحی در زه‌کشهای زیرزمینی، در نواحی مرطوب، بارندگی است. زیرا وجود بارانهای شدید است که موجب بالا آمدن سطح آب زیرزمینی می‌گردد. در مناطق خشک معیار طراحی مقدار آبی است که از طریق آبیاری یا نفوذ از مناطق دیگر به زمین وارد می‌شود. کنترل سطح ایستابی به دو طریق ماندگار و غیر ماندگار مورد بررسی قرار می‌گیرد. در شرایط ماندگار معیار طراحی این است که بخواهیم سطح ایستابی با چه سرعتی پایین آورده شود.



شکل (۶-۱) روابط اساسی که در طرحهای زه‌کشی باید در نظر گرفته شود

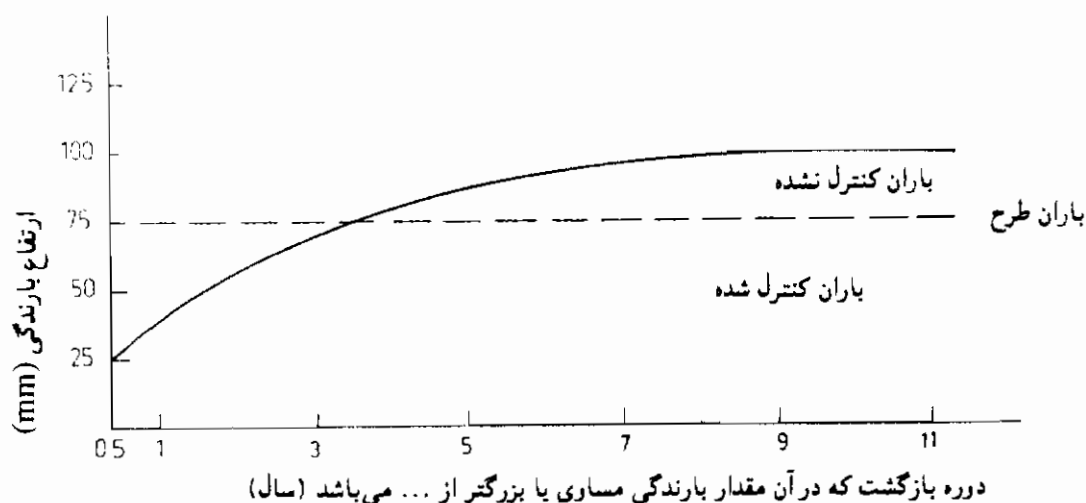
ب - زه‌کشهای سطحی

در زه‌کشهای سطحی، خارج کردن روانابی که به دلیل بارندگی یا آبیاری در سطح زمین به وجود می‌آید حائز اهمیت است. معیار طراحی در این سیستم آن است که به خواهیم آب اضافی را در چه زمانی از زمین خارج نماییم. البته این معیار برای طراحی زه‌کشهای مزرعه است و زه‌کشهای کولکتور و اصلی براساس مقدار آبی که از زه‌کشهای مزرعه دریافت می‌دارند طراحی می‌شوند.

۵-۶ باران طرح

هرچه مقدار بارندگی افزایش یابد ، فراوانی وقوع آن کاهش می یابد . این رابطه در مورد تمام بارندگیها اعم از روزانه ، ماهانه و یا سالانه صادق است . رابطه بین مقدار بارندگی و فراوانی وقوع از طریق تجزیه و تحلیل داده های بارندگی در یک دوره مثلاً ۲۰ تا ۳۰ ساله به دست می آید . منحنیهای حاصله را «منحنی فراوانی» گویند . در شکل (۶-۲) نمونه ای از این منحنیها نشان داده شده است . به طوری که در این شکل ملاحظه می گردد باران ۴۸ ساعته ای که مقدار آن بیش از ۴۰ میلی متر باشد به طور متوسط یک بار در هر سال اتفاق می افتد (۱ × ۱ سال) ولی بارانی که مقدار آن ۸۵ میلی متر یا بیشتر باشد در ۵ سال یک دفعه به وقوع می پیوندد (۱ × ۵ سال) .

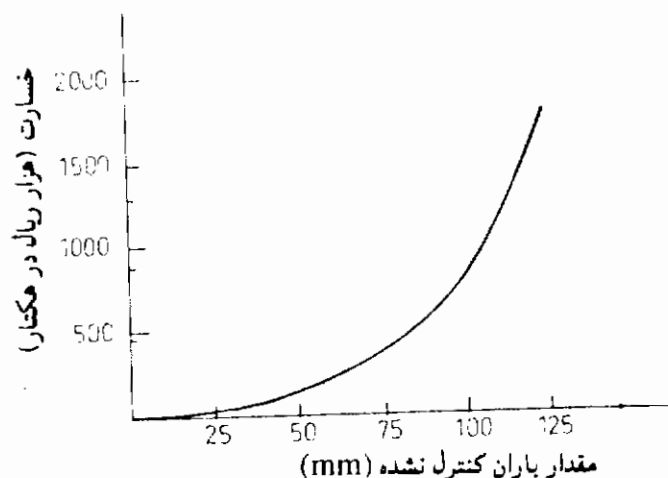
باران طرح بحرانی ترین بارانی است که سیستم زه کش باید آن را تخلیه نماید . البته ممکن است بارانهای شدیدتری نیز رخ دهد که سیستم برای آن طراحی نشده باشد که مسلماً سیستم از این گونه بارانها صدمه خواهد دید . وقوع چنین بارانهایی نادر است ولی در صورت وقوع باید خسارات ناشی از آن را پذیرفت .



شکل (۶-۲) نمونه منحنی فراوانی وقوع بارانهای ۴۸ ساعته

خسارت و درآمد

اگر یک سیستم زه‌کش مثلاً برای بارانهای ۴۸ ساعته‌ای که مقدار آن ۷۵ میلی‌متر باشد طراحی گردد، این سیستم قادر خواهد بود هر باران ۴۸ ساعته‌ای را که مقدارش کمتر از ۷۵ میلی‌متر باشد مهار نماید و از این بابت منفعتی عاید زارع می‌گردد. ولی این سیستم نخواهد توانست بارانهای بیش از ۷۵ میلی‌متر را کنترل کند که در این صورت باران مازاد بر ۷۵ میلی‌متر خسارتی به زمین و گیاه وارد می‌سازد. رابطه بین مقدار باران کنترل نشده و خسارت وارده بسیار پیچیده است. ولی چنین تصور می‌رود که هرچه مقدار آب کنترل نشده افزایش یابد خسارت وارده به صورت نمایی افزایش پیدامی‌کند و باید رابطه‌ای مشابه شکل (۳-۶) داشته باشد.



شکل (۳-۶) رابطه بین مقدار باران کنترل نشده و خسارات ناشی از آن

از طرف دیگر منفعتی که عاید زارع می‌گردد به دلیل کنترل باران است. هرچه سیستم برای بارانهای بزرگتری طراحی شده باشد شانس وقوع بارانهای کنترل نشده کم و منافع طرح بیشتر خواهد بود ولی باید در نظر داشت که با افزایش ظرفیت سیستم زه‌کش هزینه‌های آن نیز افزایش می‌یابد. بنابراین باران طرح یا بارانی که باید برای طراحی سیستم انتخاب شود یک پارامتر اقتصادی است که از طریق بهینه‌سازی نسبت درآمد به هزینه حاصل می‌گردد، روش به دست آوردن حد مطلوب (بهینه) به طور ساده در جدولهای (۱-۶) و (۲-۶) نشان داده شده است. این شکل نشان می‌دهد که هزینه‌های کل شامل دو جز است، یکی هزینه‌های احداث سیستم زه‌کش و دیگری زیانهایی که حتی در زمان بودن سیستم از آبهای کنترل نشده متوجه می‌گردد. هزینه‌های کل در نقطه A حداقل است. این نقطه نشان می‌دهد که باران طرح باید

۶۵ میلی متر در نظر گرفته شود .

جدول (۶-۱) تجزیه و تحلیل فراوانی وقوع بارانهای ۴۸ ساعته

R	دوره بازگشت بارندگی	تعداد دفعاتی که در	دامنه بارندگی	تعداد دفعات بارندگی
مقدار باران ۴۸ ساعته	$\geq R$	سال بارندگی بیش	(میلی متر)	در سال در هر دامنه
(میلی متر)	(سال) ①	از $\geq R$ است		②
25	0.5	2.00	0-25	180.5
50	1.5	0.67	25-50	1.33
75	3.5	0.28	50-75	0.39
100	10.0	0.10	5-100	0.18
125	50.0	0.02	100-125	0.08
			> 124	0.02

۱- دوره بازگشت براساس منحنی (۶-۲) .

۲- در هر سال $\frac{365}{4}$ یا $182/5$ دوره ۴۸ ساعته وجود دارد . در ۲ تا از این دوره ها بارندگی ≥ 25

mm است لذا در $180/5$ واقعه دیگر بارندگی بین صفر تا ۲۵ میلی متر است . به همین روش

$1/33 = 67/20$ واقعه وجود دارد که در آن بارندگی بین ۲۰ تا ۵۰ میلی متر است و الخ .

در طرح های زه کشی کشاورزی معمولاً فرض بر این است که نقطه مطلوب زمانی به دست می آید که طرح براساس بارانهای ۲ تا ۵ ساله (یک بار در هر ۲ تا ۵ سال) طراحی شده باشد . چنین سیستمی قادر خواهد بود که تمام بارانهایی را که شانس وقوع آنها زیاد است مهار نماید ولی قادر به کنترل بارانهای شدید نخواهد بود . اگر شرایط طوری باشد که مثلاً یا ارزش زمین زیاد باشد یا قیمت محصولات تولیدی ، می توان سرمایه گذاری را زیاده تر نموده و طرح را برای مهار بارانهای شدیدتر طراحی نمود (مثلاً بارانهای ۱۰ ساله یا بیشتر) ولی در شرایط معمولی طراحی برای بارانهای شدید نخواهد توانست اجرای طرح را از نظر اقتصادی توجیه نماید . معمولاً طرح های زه کشی سطحی در مقایسه با زه کشهای زیرزمینی برای دوره های بالاتر طراحی می شوند (۲ تا ۵ ساله در قیاس با ۱ تا ۲ ساله) . به همین طریق در زه کشهای اصلی دوره بازگشت نسبت به زه کشهای کولکتور و زه کشهای داخل مزرعه طولانی تر گرفته می شود (۵ تا ۲۵ سال در قیاس با ۱ تا ۵ سال) .

جدول (۲-۶) تجزیه و تحلیل هزینه‌ها و درآمدهای سالانه پروژه زه‌کشی

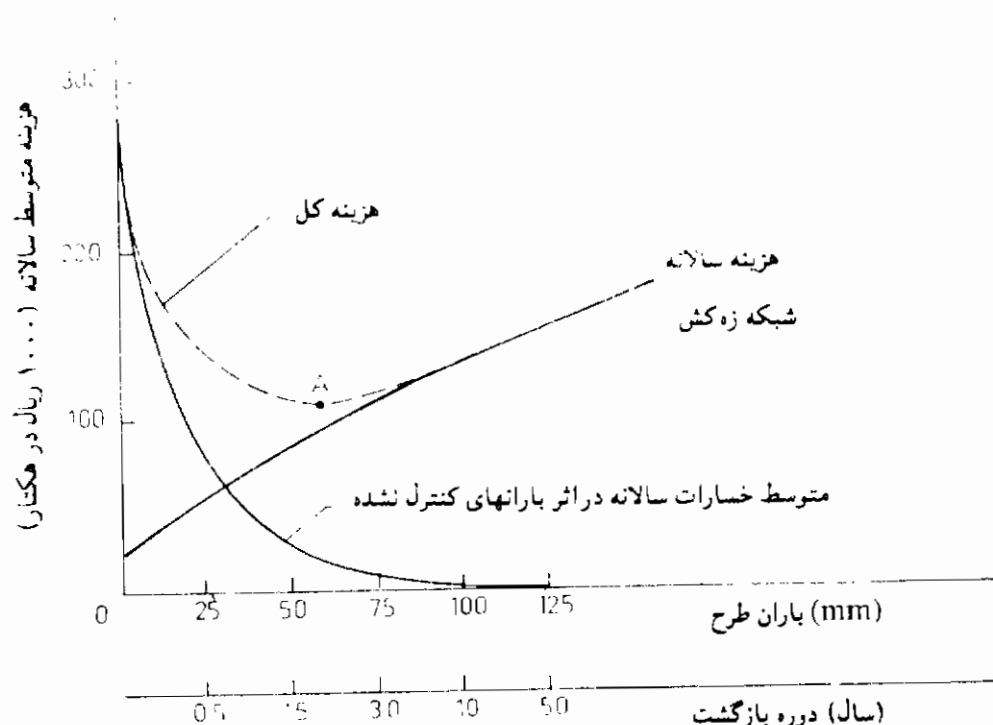
از جدول (۱-۶)		بدون زه‌کشی		بازه‌کشی و در نظر گرفتن باران طرح به مقدار			
				25 mm.day ⁻¹	50 mm.day ⁻¹	75 mm.day ⁻¹	100 mm.day ⁻¹
دامنه بارندگی	تعداد وقوع در هر سال	خسارت خسارت	خسارت خسارت	خسارت خسارت	خسارت خسارت	خسارت خسارت	خسارت خسارت
(mm)		①	②	①	③	①	①
0-25	180.5	0	0	0	0	0	0
25-50	1.33	40	53	0	0	0	0
50-75	0.39	120	47	40	0	0	0
75-100	0.18	300	54	120	40	0	0
100-125	0.08	700	56	300	120	40	0
> 125	0.02	1500	30	700	300	120	40
متوسط هزینه ناشی از خسارت سالانه		240		76	23	5.4	0.8
درآمد متوسط سالانه ④				164	53	17.6	4.6

۱- خسارت هر باران (بر اساس شکل ۶-۳) برحسب هزار ریال در هکتار .

۲- خسارت سالانه در اثر ۱۳۳ باران در دامنه ۲۵ تا ۵۰ میلی متر برابر است با $۱۳۳ \times ۴۰ = ۵۳۲۰$.

۳- با باران طرح ۵۰ میلی متر در روز از ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ میلی متر باران در ۲۸ ساعت بخش کنترل نشده آن عبارت است از ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۵۰ میلی متر که خسارت ناشی از آنها عبارت خواهد بود از ۴۰، ۱۲۰، ۳۰۰ و ۳۰۰ هزار ریال در هکتار .

۴- برابر است با درآمد (در صورتی که باران طرح یک قدم بیشتر در نظر گرفته شود) .



شکل (۴-۶) هزینه های سالانه زه کش

بارندگی بحرانی

در طرح های مختلف زه کشی بارانی که به عنوان بحرانی ترین بارندگی در نظر گرفته می شود متفاوت است. در زه کشی زیرزمینی، باران هایی که شدت آنها متوسط ولی دوام آنها ۳ تا ۵ روز می باشند به عنوان بحرانی ترین بارندگیها محسوب می شود. قسمت اعظم این بارندگی در زمین نفوذ می کند و اگر زمان ریزش مصادف با فصل بارندگی باشد، در این ایام رطوبت زمین تقریباً در حد ظرفیت زراعی بوده و این امر باعث اشباع شدن خاک و بالا آمدن سطح ایستابی می گردد، برعکس در مورد زه کش های سطحی، باران های کوتاه مدت (۱۲ تا ۴۸ ساعته) و شدید دارای اهمیت بیشتری است.

اگر شبکه زه کش اصلی عمدتاً از طریق جریان های زیرزمینی تغذیه شود، بارندگی بحرانی (که در طراحی آنها در نظر گرفته می شود) مشابه بارانی است که برای زه کش های مزرعه در نظر گرفته شده است. در اراضی شیب دار و جاهایی که هدف خارج ساختن مازاد آب های سطحی باشد، بحرانی ترین بارندگی بارانی است که مدت آن برابر زمان تمرکز حوضه باشد.

بسته به خصوصیات حوضه مدلت بهرانی برای این گونه بارندگیها بین ۵/۰ تا ۶ ساعت است (به فصل ۸ رجوع کنید) .

بدون شک زمان وقوع بارندگی نیز از جمله مسایل بسیار مهمی است که در طراحی باید ملحوظ گردد . طراحی باید براساس بارانهایی باشد که زمان وقوع آنها مصادف با حساس ترین دوره زراعت باشد (مرحله تهیه زمین ، مرحله کشت و غیره) .

۶-۶ طرح سیستمهای زه کش مزرعه

مراحلی که در طرح سیستمهای زه کش مزرعه باید طی شود در فصلهای ۷ و ۸ تشریح شده است . این مراحل در مورد زه کشهای زیرزمینی و سطحی به اختصار عبارتند از :

- الف - تیپ و الگوی سیستم .
 - ب - ظرفیت سیستم از نظر دبی جریان آب (q) .
 - ج - عمقهای سطح ایستابی (نسبت به سطح زمین) که باید در نقاط مختلف زمین در زه کشها تثبیت گردد (H) .
 - د - عمق مبنای زه کشی (W) یعنی عمق نصب لوله ها یا رقوم سطح ایستابی که باید در زه کشها تثبیت گردد .
 - هـ - فاصله زه کشها نسبت به هم (L) .
- در فصل ۳ تیپهای مختلف شبکه های زه کش زیرزمینی از نظر قرار گرفتن لوله ها در زمین مورد بحث قرار گرفته است بقیه مطالب مربوط به آن نیز در فصل ۷ تشریح شده است . گرچه روی زه کشهای لوله ای به لحاظ بیان مطالب تأکید زیادی شده است ولی اکثر معیارهای آن در مورد انهار زه کش نیز مصداق دارد .

سیستم زه کش سطحی : در این جا نیز متغیرهایی که باید مشخص شوند عبارتند از ؛

- الف - تیپ و الگوی سیستم .
- ب - ظرفیت سیستم از نظر دبی جریان آب (q) .
- ج - عمق مبنای زه کشی (W) یعنی رقوم سطح آب که باید در زه کشهای داخل مزرعه تثبیت گردد .

موارد الف و ج در فصل ۴ بحث شده اند و چون اغلب معیارها به صورت استاندارد شده می باشد تغییرات کمی در آنها انجام می شود . فقط کافی است که بین گزینه های مختلف

از نظر اقتصادی و کارآیی تجزیه و تحلیل صورت گیرد .

۶-۷ تعیین معیارهای طرح

برخی از معیارهای طراحی براساس نظریه های علمی و برخی دیگر برحسب تجربه تعیین می گردند . مبانی علمی و نظری جنبه های مختلف زه کشی در فصلهای ۷ و ۸ و ۹ بحث شده است . معیارهای تجربی نیز در قالب فرمولهای مختلف و قوانین ساده که در پاره ای موارد به کار برده شده است تجلی پیدا می کند . هر طرح جدید که برای اولین بار در یک محل به اجرا درمی آید تا حد زیادی بر تجارب به دست آمده از دیگر طرحها استوار است .

غالباً اگر بخواهیم معیارهای طرح را از طریق مشاهدات محلی و یا مزارع آزمایشی به دست آوریم ۳ تا ۵ سال وقت لازم خواهد بود لذا (حداقل در مرحله مقدماتی و شناسایی طرح) برای بعضی از معیارها مجبور به حدس و گمان خواهیم بود .

طرح در اکثر مراحل باید جنبه های اقتصادی را در نظر بگیرد . به خصوص در انتخاب دبی که عامل اصلی تعیین کننده ابعاد کانالها و ظرفیت پمپها خواهد بود . در زمینه احداث ساختمانهای وابسته به طرح مصالح و مهارتهای محلی از معیارهای مهم به شمار می رود . از همه مهمتر مسأله اداره طرح پس از احداث است . طرح باید به نحوی انجام شود که بتوان در آتیه آن را اداره و مورد بهره برداری قرار داد . طرحی که بنا به دلایل اقتصادی ، اجتماعی و فنی نتواند به خوبی مورد استفاده قرار گیرد مثل آن است که به خوبی طراحی و ساخته نشده است .

منابع

- BURAS, N 1970: *Scientific Allocation of Water Resources*, American Elsevier, New York
- HALL, W A and J A DRACUP 1970: *Water Resources System Engineering*, McGraw-Hill, New York
- JAMES, L D and R R LEE 1971: *Economics of Water Resources Planning*, McGraw-Hill, New York
- LINSLEY, R K and J B FRANZINI 1979: *Water Resources and Environmental Engineering*, McGraw-Hill, New York
- MAAS, A et al 1962: *Design of Water Resource Systems*, Harvard University Press, Cambridge Mass

فصل هشتم

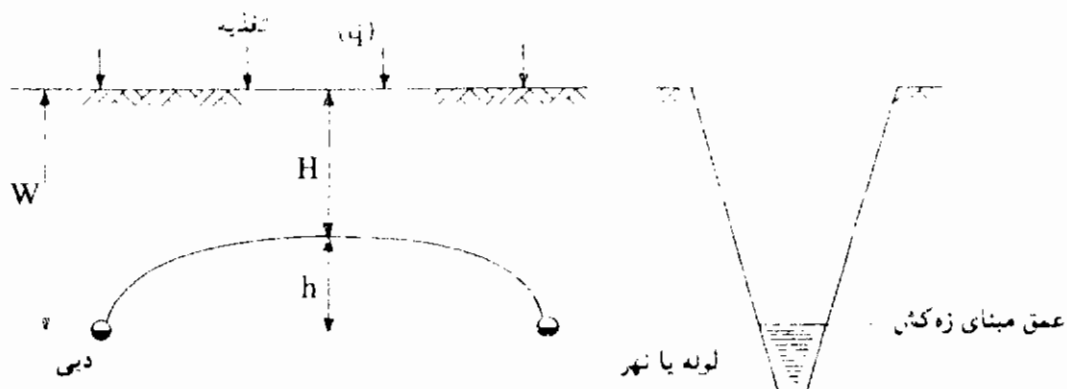
طرح سیستمهای زه کش لوله ای به منظور کنترل سطح آب زیرزمینی

زه کشی زیرزمینی ، از طریق لوله هایی که در زیرزمین قرار داده می شود ، از موضوعاتی است که بسیار مورد مطالعه قرار گرفته و می توان ادعا کرد که روابط بین پارامترها و متغیرهای آن به خوبی شناخته شده است . بنابراین مسایلی که در طراحی این گونه سیستمها وجود خواهد داشت بیشتر مربوط به تغییرات موضعی است که از نظر نوع خاک ، توپوگرافی زمین ، انتخاب نوع مصالح مصرفی و طرز نصب لوله ها وجود دارد و گر نه اساس کار و اصولی که به کار گرفته می شود ثابت است .

۷-۱ فاصله بین زه کشها

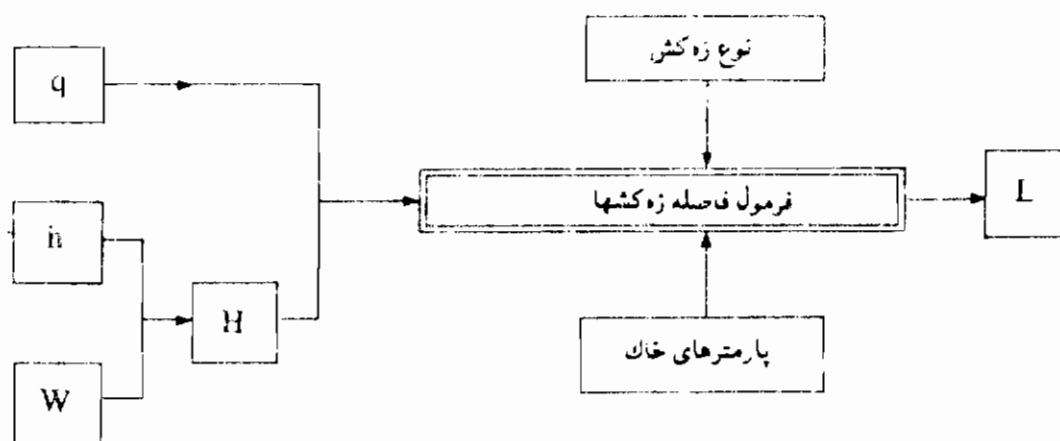
طراحی سیستم لوله های زه کش عمدتاً براساس میزان دبی تغذیه آب زیرزمینی (q) و عمقی که قرار است سطح آب زیرزمینی در آن حد تثبیت شود (H) می باشد . برای این منظور لازم است برای عمق مبنای زه کشی در مزرعه (W) مقدار مناسبی ، مطابق آنچه در بخشهای بعدی بحث خواهد شد ، در نظر گرفته شود . اختلاف بین H و W بار سطح ایستابی را مشخص می سازد ($h = W - H$) . (به شکل ۷-۱ مراجعه شود) . با داشتن این پارامترها و استفاده از یکی

از فرمولهایی که بعداً ارائه می شود می توان فاصله بین زه کشها L را محاسبه نمود (شکل ۷-۲).



شکل (۷-۱) متغیرهای اصلی در طرح سیستم زه کش زیرزمینی

فرمول فاصله زه کشها برای دو حالت در نظر گرفته می شود، یکی فرمول در حالت ماندگار و دیگری فرمول در حالت غیرماندگار. در فرمول ماندگار فرض می شود که جریان آبی که از خاک عبور می کند مقداری ثابتی باشد. در این صورت دبی خروجی از زه کش با دبی تغذیه برابر بوده و h مقدار ثابت می باشد. در حالت غیرماندگار کلیه این پارامترها نسبت به زمان در تغییر است.



شکل (۷-۲) طرز محاسبه فاصله زه کشها در سیستم زه کشهای موازی (حالت ماندگار)

غالباً در طرحهای زه کشی، طراحی براساس حالت ماندگار و به کار گرفتن یکی از چندین فرمولی که برای این موارد ارائه شده است انجام می گیرد. در این جا فرمول هوخات