۱۶ دی ماه ۱۳۸۸

ششمین کارگاه فنی زهکشی و محیط زیست

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران ■ سازمان آب و برق خوزستان ■ کمیته منطقه‌ای آبیاری و زهکشی خوزستان

عنوان:

مبانی طراحی زهکش‌های زیرزمینی در ایران

نویسنده:

علیرضا مریدنژاد[1]

چکیده

اجرا و بهره‌برداری از میلیون‌ها هکتار شبکه زهکشی زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان مانند کشورهای مصر و پاکستان، توسعه زهکشی در مناطق مرطوب و نیمه مرطوب، مانند کشورهای اروپائی با نگاهی ویژه به مسائل زیست محیطی، احداث شبکه های زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری شرق آسیا خصوصاً کشور ژاپن، تجربیات عظیمی را در اختیار ما قرار داده و زمینه اصلاح و بهبود بسیاری از نظرات و باورهای قبلی کارشناسان ما را در زمینه زهکشی زیرزمینی فراهم نموده است.

در این تحقیق با عنایت به تجربیات جهانی و تجربات ناشی از اجرا و بهره برداری از شبکه‌های زهکشی زیرزمینی در داخل کشور مبانی طراحی زهکشهای زیرزمینی مورد ارزیابی و بازنگری قرار گرفته و مبانی جدید پارامترهای طراحی مانند ضریب زهکشی، عمق نصب زهکشها، عمق مناسب آب زیرزمینی، پوششهای زهکشی، لوله های زهکشی، زهکشی کنترل شده، لایه بندی، اندازه گیری ضریب آبگذری و نحوه محاسبه فاصله زهکشها با نگاه ویژه به مسائل زیست محیطی و مدیریت یکپارچه منابع آب جهت کاربرد در طرحهای زهکشی کشور ارائه شده است.

با توجه به وسعت کم طرحهای اجرا شده زهکشی زیرزمینی و به تبع آن تجربه محدود کارشناسان در طراحی، اجرا و بهره برداری از شبکه های زهکشی زیرزمینی و تجربیات بسیار اندک در زمینه زهکشی اراضی شالیزاری و تنوع شرایط آب و هوائی و خاکهای کشور، با توسعه شبکه های زهکشی زیرزمینی، مبانی طراحی بتدریج کاملتر خواهد شد.

۱- فوق لیسانس آبیاری و زهکشی و مدیرعامل مهندسین مشاور سامان آبراه.

مقدمه

توسعه شبکه‌های زهکشی زیرزمینی در نیمه دوم قرن بیستم و در پی آن افزایش سطح و تراکم کشت در اراضی زهکشی شده تأثیر بارزی در افزایش تولیدات کشاورزی جهان داشته است. در کشور ما در سالهای اخیر توجه به زهکشی ابعاد تازه ای گرفته و برنامه اجرای طرحهای توسعه زهکشی توسط وزارت جهاد کشاورزی و در پاره ای مناطق حتی توسط وزارت نیرو نیز در دستور کار قرار گرفته است. جهت ارتقاء مطالعات، اجرا و بهره برداری از شبکه های زهکشی استفاده از تجربیات جهانی و تجربیات داخلی که در نتیجه ارزیابی طرحهای در دست بهره برداری بدست آمده است ضرورتی انکارناپذیر است. خوشبختانه در سه دهه اخیر اجرای میلیونها هکتار طرحهای زهکشی در کشورهائی که دارای شرایط آب و هوائی تا حدودی نزدیک به شرایط آب و هوائی کشور ما هستند امکانی را برای طراحان و مجریان طرحهای زهکشی بوجود آورده است تا از تجربیات طراحی، اجرائی و بهره برداری از شبکه های زهکشی در این کشورها در طرحهای زهکشی کشور بهره مند شوند. به همراه کسب تجربه از طرحهای زهکشی در مناطق خشک و نیمه خشک، توسعه زهکشی در کشورهای اروپائی نکات جدیدی را پیش روی ما قرار داده است و به ما گوشزد می‌کند که چنانچه طرحهای زهکشی بدون ملاحظات زیست محیطی اجرا گردند هر چند به ظاهر در کوتاه مدت عوایدی را نصیب ما خواهد نمود ولی در دراز مدت ضرر و زیان زیادی را به محیط اطراف و آبهای جاری و نقاط تخلیه زه آب ایجاد خواهد نمود که در مواردی جبران ناپذیر می‌باشد. بنابراین طرحهای زهکشی قبل از هر چیز بایستی از نظر اثرات دراز مدت زیست محیطی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته واز این زاویه توجیهات لازم را داشته باشند. لذا بحث در مورد لزوم اصلاح ضوابط طراحی تنها بعد اقتصادی و بهره برداری نداشته و بعد زیست محیطی آن در اولویت می‌باشد. برای مثال هر چند محاسبات اقتصادی ما را به عمق نصب زهکشهای زیرزمینی در ۲ تا ۲/۵ متری می‌رساند ولی ملاحظات زیست محیطی در راستای کاهش حجم زه آب خروجی و افزایش کیفیت آن به حداقل عمق نصب زهکشها اعتقاد دارد. بنابراین با قبول هزینه بیشتری لازمست ملاحظات زیست محیطی را در اولویت قرار دهیم. در خصوص استفاده از فیلترهای مصنوعی بجای طبیعی و تخریب کمتر طبیعت، آرایش شبکه های زهکشی، زهکشی کنترل شده و سایر مبانی طراحی، علاوه بر ملاحظات فنی و اقتصادی، ملاحظات زیست محیطی در اولویت قرار داشته و هر نوع بازنگری و تغییر و اصلاح ضوابط فنی با لحاظ نمودن ملاحظات زیست محیطی دارای توجیه دراز مدت خواهد بود. بر این اساس مبانی جدید شبکه های زهکشی زیرزمینی کشور تعیین و ارائه گردیده است.

روش تحقیق

این تحقیق، براساس تجربیات ناشی از طرحهای زهکشی اجرا شده و در دست بهره‌برداری در ایران و تجربیات ناشی از اجرا و بهره‌برداری از شبکه زهکشی در کشورهای دیگر با شرایط مشابه آب و هوائی با کشور ما صورت گرفته است. با توجه به اهمیت مسائل زیست‌محیطی در کشورهای غربی، در بخش مسائل زیست‌محیطی به تحقیقات انجام شده در این کشورها که نتایج آنها در قالب مقالات علمی منتشر شده استناد گردیده است. بعلاوه نتایج و تجربیات جهانی مندرج در آخرین نشریات آبیاری وزهکشی FAO، ILRI و سایر کتب و نشریات مؤسسات معتبر در تدوین مبانی زهکشهای زیرزمینی در کشور بکار گرفته شده است.

بخش اول - مبانی طراحی شبکه های زهکشی اراضی کشور (خشکه زاری)

۱- ضریب زهکشی (q)

ضریب زهکشی عبارت است از میزان زه‌آب زیرزمینی که درنتیجه تلفات نفوذ عمقی آب آبیاری، بارندگی، تلفات و نشت از کانالها، نشت آب زیرزمینی از اراضی اطراف و نشت آب از لایه‌های تحت‌فشار و آرتزین زیرین در مدت زمان معینی به زهکشهای زیرزمینی میرسد. با توجه به عوامل مؤثر در تعیین ضریب زهکشی، بهترین راه‌حل جهت تعیین ضریب زهکشی، محاسبه بیلان آب زیرزمینی است که این امر متضمن صرف وقت زیادی می‌باشد و نیاز به اطلاعاتی دارد که تهیه آنها براحتی امکان‌پذیر نیست.

تجربیات در کشور ما و برخی کشورهای دیگر نشان میدهد که ضرائب زهکشی محاسبه شده در طرحها بطورکلی بیش از مقدار موردنیاز بوده و این امر موجب محاسبه فاصله کمتر زهکشها و افزایش هزینه‌های اجرایی طرح‌ها گردیده است. در کشورهای مصر و پاکستان، ضریب زهکشی محاسبه شده در طرحهای زهکشی زیرزمینی بمراتب بیشتر از ضریب زهکشی اندازه‌گیری شده بوده و در مواردی بیش از دو برابر گزارش شده است. بنابراین در برآورد ضریب زهکشی علاوه بر انجام محاسبات لازم، استناد به تجربیات داخلی و سایر کشورها دارای اهمیت زیادی می‌باشد.

در راستای مدیریت یکپارچه منابع آب و کاهش حجم زه‌آب خروجی طرحها و زهکشی کنترل شده که موجب به حداقل رساندن زه‌آب خروجی خواهد شد، کاهش ضریب زهکشی مورد تأکید می‌باشد. بر این اساس برای شبکه‌های زهکشی زیرزمینی کشور ضرائب در جدول زیر مشاهده می‌گردد.

ضرائب زهکشی زیرزمینی در کشت‌های مختلف

شرح	ضریب زهکشی(میلیمتر در روز)
کشتهای زراعی و باغی	۲ – ۱
کشتهای ویژه و پرمصرف در مناطق خشک مانند نیشکر	۳ – ۲

کاهش تدریجی ضریب زهکشی در ۴ پروژه کشور پاکستان و ضرایب زهکشی در کشورهای مصر و ایران در سال‌های اخیر

کشور	نام پروژه	ضریب زهکشی (میلیمتر در روز)
پاکستان	خیارپور	۳/۵
	مردان	۳ – ۳/۵
	فیصل آباد	۲ – ۳
	خوشاب	۱ – ۱/۵
مصر	اغلب طرح‌ها	۱ – ۲
ایران	طرحهای زهکشی در دشت مغان	۲/۸
	طرح زهکشی بهبهان	۲/۵
	طرح زهکشی شمال خرمشهر	۲ *

۲- عمق آب زیرزمینی متناسب با ریشه گیاهان

عمق مناسب تثبیت آب زیرزمینی در طرحهای زهکشی زیرزمینی جهت رشد ریشه گیاهان مختلف زراعی و باغی بستگی به نوع گیاه، نوع خاک، شرایط آب و هوائی و مدیریت آبیاری در مزرعه دارد. در طول دوره رشد گیاهان، بهتر است آب زیرزمینی وارد ناحیه فعالیت ریشه گیاهان نشود ولی چنانچه بهر دلیلی آب زیرزمینی در دوره کوتاهی وارد این ناحیه گردد اثر چندانی بر روی رشد و باردهی گیاه ندارد. چنانچه آب زیرزمینی مدت زمان زیادی و به تناوب وارد ناحیه ریشه گیاه شود اثرات سوئی بر عملکرد خواهد گذاشت.

نوع گیاه نیز عامل اصلی در تعیین عمق مناسب آب زیرزمینی است. پاره ای گیاهان دارای عمق ریشه زیاد و عمیق و پاره ای نیز دارای عمق ریشه محدودی هستند. از طرفی گیاهان یک ساله با باغات دائمی نیز دارای عمق ریشه یکسانی نیستند و معمولاً درختان دائمی دارای ریشه عمیق تری می باشند. با توجه به کلیه عوامل و مسائل مؤثر و مرتبط، عمق آب زیرزمینی در طرحهای زهکشی بصورت زیر می‌باشد:

عمق آب زیرزمینی متناسب با ریشه گیاهان

عمق مناسب آب زیرزمینی برای بسیاری از گیاهان زراعی ۰/۸ متر
عمق مناسب آب زیرزمینی برای گیاهان با ریشه عمیق و باغات دائمی یک متر

۳- عمق بحرانی جهت جلوگیری از تبخیر آب زیرزمینی

چنانچه الگوی بهره برداری از اراضی کشت دائمی مانند نیشکر و یا باغ مانند نخیلات و مرکبات باشد، بعلت آبیاری مداوم در طول سال، نیازی به رعایت عمق بحرانی آب زیرزمینی نمی باشد. از طرفی اراضی زهکشی شده دارای آب کافی و شرایط آب و هوائی مناسب هستند و حداقل دوبار در سال کشت می‌شوند و تنها زمانهای کوتاهی بین کشتها بصورت نکاشت باقی می‌مانند. و در اغلب اراضی دشتهای رسوبی، با قطع آبیاری، عمق آب زیرزمینی پائین تر از عمق نصب زهکشها نزول می‌کند. بنابراین در تعیین عمق نصب زهکشها، صعود آب زیرزمینی و عمق بحرانی تعیین کننده نمی‌باشد.

عمق بحرانی جهت جلوگیری از تبخیر آب زیرزمینی

بعلت بهره برداری دائمی از اراضی زهکشی شده نیاز به پیش بینی تدابیر خاصی جهت جلوگیری از تبخیر آب زمینی در طرحهای زهکشی وجود ندارد.

۴- عمق نصب زهکشهای زیرزمینی

عمق مبنا یا عمق پایه زهکشهای زیرزمینی عمقی است که با نصب لوله ها در این عمق کلیه اهداف شبکه زهکشی زیرزمینی با صرف حداقل هزینه اجرائی تأمین گردد. عواملی که در تعیین عمق پایه زهکشهای زیرزمینی مؤثرند عبارتند از:

- حداقل عمق سطح ایستابی موردنیاز رشد ریشه گیاهان
- حداقل عمق بحرانی سطح ایستابی جهت کنترل شوری خاک و جلوگیری از صعود موئینگی
- نوع جریان آب بطرف زهکشهای زیرزمینی(ماندگار یا غیرماندگار)
- لایه بندی، بافت و ساختمان خاکها
- نوع ماشین آلات و تکنیکهای اجرائی شبکه زهکشی
- عوامل اقتصادی در راستای حداقل نمودن هزینه ها
- مسائل خاص اراضی مانند وجود لایه های ریزشی و یا لجنی
- الگوی کشت زراعی و یا باغی اراضی
- نوع لوله های زهکشی
- عمق حداقل جهت کاهش حجم زه آب خروجی در دوران آیش با هدف کاهش مشکلات زیست محیطی ناشی از خروج آلاینده ها، اعمال زهکشی کنترل شده و تأمین بخشی از نیاز آبی گیاهان

در دهه‌های گذشته که مسائل زیست محیطی به شدت سالهای اخیر مطرح نبود عمق نصب زهکشها با هدف تأمین نیازهای زهکشی منطقه بگونه‌ای تعیین می‌شد که هزینه‌های شبکه زهکشی به حداقل برسد. نصب زهکشها در عمق بیشتر از طرفی موجب افزایش هزینه‌های نصب و از طرف دیگر باعث افزایش فاصله لوله‌های لترال زهکشی وکاهش هزینه‌ها می‌شد و محدوده اپتیمم این روند معمولاً بین عمق نصب ۲ تا ۲/۵ متر قرار می‌گرفت.

در سال‌های اخیر بدلیل اوج‌گیری مسائل و مشکلات زیست محیطی و ضرر و زیان ناشی از عدم توجه به این امر و کاهش منابع آب و تقاضای روز افزون برای منابع محدود کنونی، لزوم تجدید نظر در عمق نصب زهکشها در دستور کار متخصصین و محققین زهکشی قرار گرفت. از دیدگاه حفظ محیط‌زیست و مدیریت یکپارچه منابع آب و صرفه جوئی در مصرف، زهکشهای زیرزمینی بایستی در عمقی نسب شوند که :

- کمیت زه آب خروجی تا حد امکان کاهش یابد.
- کیفیت زه آب تا حد امکان بهبود یابد.
- با مدیریت بر آب زیرزمینی کم عمق، علاوه بر کاهش حجم زه آب خروجی، بخشی از نیاز آبی گیاهان با آبیاری زیرزمینی نیز تأمین شود.

با عنایت به تأثیر کلیه عوامل مرتبط، عمق نصب زهکشهای زیرزمینی در کشور در جدول زیر آورده شده است.

عمق نصب زهکش‌های زیرزمینی

شرح	عمق (متر)
مناطق معتدل مانند دشت مغان	۱/۲۰ – ۱/٤۰
مناطق گرم و خشک مانند استان خوزستان	۱/٤۰ – ۱/٦۰

عمق نصب زهکش‌ها در برخی از کشورهای جهان

ردیف	نام کشور	شرایط آب و هوائی	عمق زهکش (متر)
۱	هلند	مرطوب	۱/۲
۲	کانادا	مرطوب	۱ – ۱/٤
۳	فرانسه	مرطوب	۱/۲ – ۱/۵
٤	چین	مرطوب	۱ – ۱/۵
۵	اسپانیا	معتدل	۱ – ۲
٦	ترکیه	معتدل	۱/۵ – ۱/۷
۷	مصر	خشک	۱/۵
۸	مکزیک	خشک	۱/۵ – ۱/٦
۹	هند	خشک	۱/۲ – ۲
۱۰	چین	خشک	۱/۵ – ۲/۲
۱۱	آمریکا	خشک	۲
۱۲	پاکستان	خشک	۲ – ۲/۲

۵- پوشش‌های شن و ماسه

بدون شک فیلترهای شن و ماسه بهترین نوع فیلتر در شبکه‌های زهکشی زیرزمینی هستند. فیلترهای شن و ماسه ازآغاز طرحهای زهکشی زیرزمینی کاربرد داشته و درحال حاضر نیز در بسیاری از کشورهای جهان از جمله کشور ما کاربرد وسیعی دارد. فیلترهای شن و ماسه بطور کلی در کارهای آبی زیر کاربرد دارند:

- سازه‌های هیدرولیکی
- اطراف لوله چاه‌های آب
- اطراف لوله‌های لترال زهکشی زیرزمینی

طراحی فیلترهای شن و ماسه اولین بار در سال ۱۹۲۲ میلادی توسط آقای ترزاقی(Terzaghi) شروع و ضوابط اولیه آن ارائه شد و در سال ۱۹۴۰ توسط آقایان Terzaghi و Bertron کاملتر گردید. در سال ۱۹۷۱ سازمان SCS ضوابط جدیدی برای طراحی فیلترهای اطراف لوله های زهکشی پیشنهاد نمود و در سالهای ۱۹۸۸ ، ۱۹۹۱ و ۱۹۹۴ آنرا تکمیل نمود. USBR نیز در سالهای ۱۹۷۸ و ۱۹۹۳ ضوابطی برای طراحی فیلترهای شن و ماسه ارائه نمود. با کاربرد وسیع فیلترهای SCS و USBR در طرحهای زهکشی جهان خصوصاً کشورهای مصر و پاکستان و شناسائی پاره‌ای مسائل و مشکلات این نوع فیلترها، در سال ۲۰۰۰ ترکیب جدیدی از فیلترهای شن و ماسه توسط مؤسسه ILRI هلند پیشنهاد شد که دارای تفاوتهائی با فیلترهای مورد استفاده SCS و USBR است. بنابراین تکامل ضوابط طراحی فیلترهای شن و ماسه را به سه دوره می‌توان تقسیم نمود:

- سالهای ۱۹۷۱ – ۱۹۲۲ طراحی براساس ضوابط ارائه شده توسط آقایان Terzaghi و Bertron و دیگران برای سازه‌های هیدرولیکی، چاهها و زهکشهای زیرزمینی.
- سال‌های ۲۰۰۰ – ۱۹۷۱ طراحی فیلترهای شن و ماسه براساس ضوابط ارائه شده SCS و USBR بـرای زهکشهای زیرزمینی.
- سال ۲۰۰۰ به بعد طراحی فیلترهای شن و ماسه با استفاده از ضوابط ارائه شده توسط ILRI

ضوابط طراحی فیلترهای شن و ماسه ILRI برای زهکشهای زیرزمینی به شرح جدول زیر می‌باشد.

ضوابط طراحی پوشش های شن و ماسه زهکشی زیرزمینی

- نقاط کنترل منحنی دانه بندی ذرات درشت دانه فیلتر	
۱- فیلتر، معیارجلوگیری از ورود ذرات خاک	$D_{15c} < 7\, d_{85\,f}$
۲- راهنما جهت ترسیم منحنی دانه بندی	$D_{60c} = 5\, D_{15\,c}$
۳- معیارجلوگیری از بهم خوردن دانه بندی مخلوط(در صورت استفاده از شن شکسته)	$D_{100} < 9/5$ mm
۴- معیارجلوگیری از بهم خوردن دانه بندی مخلوط(در صورت استفاده از مخلوط رودخانه ای)	$D_{100} < 19$ mm
- نقاط کنترل منحنی دانه بندی ذرات ریزدانه فیلتر	
۴-۱-معیار هیدرولیکی	$D_{15f} > 4\, d_{15c}$
۴-۲- منحنی راهنمای دانه بندی(پهنای باند)	$D_{15f} > D_{15c} / 5$
۵- معیارهای هیدرولیکی	$D_5 > 0/074$ mm
۶- منحنی راهنمای دانه بندی(پهنای باند)	$D_{60f} > D_{60c} / 5$
۷- معیارهای حفاظتی	$D_{85} > D_{opening}$
معیارهای ساختمانی	ke<300 m/d

توضیحات

- D مربوط به ذرات فیلتر و d مربوط به ذرات خاک است
- C منحنی دانه بندی ذرات درشت و f منحنی دانه بندی ذرات ریز فیلتر
- مواد شن و ماسه فیتلر نبایستی حاوی ذرات قابل فرسایش و حلال با آب باشد
- ضخامت پوشش شن و ماسه دور لوله زهکشی ۸ تا ۱۰ سانتیمتر است

۶- پوشش‌های مصنوعی

پوشش‌های مصنوعی از جنس پلی‌پروپیلن، پلی‌استر، پلی‌اتیلن و پلی‌آمید تهیه می‌شوند و نام تجاری تمامی آنها ژئوتکستایل است. ژئوتکستایل‌ها موادپلاستیکی و پلی‌مری هستند که در داخل خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند و یکی از ویژگیهای بارز آنها خلل و فرج و نفوذپذیری آنها در مقابل آب است. کاربرد ژئوتکستایلها بعنوان پوشش اطراف لوله‌های زهکشی از سال ۱۹۵۰ درکشور هلند شروع شد و بتدریج توسعه یافت و درحال حاضر درکشورهای اروپایی و بسیاری کشورهای دیگر جهان در طرحهای زهکشی زیرزمینی استفاده می‌گردد. فیلترهای مصنوعی زهکشی زیرزمینی بصورت‌های مختلف تولید و دور لوله‌ها قرار می‌گیرند. بصورت الیاف بافته شده، بافته نشده، بافته شده گره‌دار و نوع PLM و با ضخامتهای مختلف دور لوله زهکشی پیچیده شده و به همراه لوله کارگذاری می‌گردند. کاربرد فیلترهای مصنوعی در زهکشی زیرزمینی دارای مزایای زیر است:

- هزینه تهیه آنها کمتر از فیلترهای شن و ماسه است.
- نصب آنها به همراه لوله بسیار ساده است.
- سرعت نصب لوله با پوشش مصنوعی زیادتر از سرعت نصب لوله با فیلتر شن و ماسه است.

برخی مشکلات فیلترهای مصنوعی و ژئوتکستایلها به شرح زیر است:

- در اثر فشار خاک خصوصاً در اعماق زیاد نفوذپذیری آنها سریعاً کاهش می‌یابد.
- در مقابل نور آفتاب بسیار حساس هستند و برخی از انواع آنها حتی کمتر از یک ماه در برابر نور آفتاب دچار آسیب جدی می‌شوند.
- ظریف و حساس هستند و ممکن است در جریان حمل و نقل و کارگذاری دچار آسیب شوند

پوشش نوع PLM چنانچه اطراف زهکشهای زیرزمینی با عمق ۱/۰ تا ۱/۲ متر نصب گردد دچار مشکل فشردگی و کاهش نفوذپذیری چندانی نخواهند شد ولی در اعماق بیشتر احتمال بروز مشکل وجود دارد. جهت ارزیابی و تعیین کارآئی پوششهای مصنوعی چهار معیار زیر مطرح است.

۱- معیار نگهداری: معیار نگهداری مربوط به خصوصیات خلل و فرج پوشش جهت جلوگیری از حرکت ذرات خاک است.

۲- معیار هیدرولیکی: خصوصیات هیدرولیکی پوشش در ارتباط مستقیم با اندازه خلل و فرج، درصد خلل و فرج نسبت به سطح کل پوشش، تراکم پذیری و نفوذپذیری در جهت عمومی به پوشش می‌باشد.

۳- معیار ضد گرفتگی: معیار ضد گرفتگی نسبت اندازه ذرات پوشش(O90) به اندازه ذرات خاک (d90) است.

۴- معیارهای مکانیکی: شامل تراکم پذیری، مقاومت در برابر خراش و سایش، مقاومت کششی، مقاومت در برابر سوراخ شدن، مقاومت در برابر فرسایش و تخریب می‌باشد.

معیار نگهداری و جلوگیری از حرکت ذرات خاک به داخل لوله زهکشی بعنوان معیار اصلی و درجه یک و معیارهای مکانیکی دارای درجه اهمیت کمتری هستند.

ضوابط طراحی پوشش‌های مصنوعی زهکشی

ضابطه نگهداری و جلوگیری از ورود خاک به داخل فیلتر و لوله زهکشی	
$Tg \le 1mm$	$\frac{O90}{d90} < 2.5$
$1 < Tg \le 3mm$	$\frac{O90}{d90} \le 3$
$3 < Tg \le 5mm$	$\frac{O90}{d90} \le 4$
$5 < Tg \quad mm$	$\frac{O90}{d90} \le 5$
ضابطه هیدرولیکی	$O90 > 200\ \mu\ m$
- برای شرایط معمولی	$Ke \ge Ks$
- برای مواقعی که احتمال برگشت آب به زهکشها وجود دارد(اولویت)	$Ke \ge 10\ Ks$
ضابطه ضد گرفتگی و انسداد	$O90 > 200\ \mu\ m$
ضابطه مقاومت مکانیکی	$\frac{O90}{d90} > 1$
- نسبت اندازه خلل و فرج پوشش به خاک	$1 \le \frac{O90}{d90} \le 5$
- وزن در واحد سطح	$> 200\ g/m^2$
- مقاومت کششی	$> 6\ KN/m$
- سایر مشخصات مانند تراکم پذیری، مقاومت در برابر خراش، سایش و .... طبق استاندارد	

توضیحات

$O90$ – اندازه خلل و فرج پوشش که ۹۰ درصد خلل و فرج از آن ریزتر باشند.

$d90$ – اندازه قطر ذرات خاک بر روی منحنی دانه بندی که ۹۰ درصد ذرات دارای قطر کمتری از آن باشند.

Tg – ضخامت پوشش مصنوعی

Ke – هدایت هیدرولیکی پوشش زهکشی

Ks – هدایت هیدرولیکی خاک اطراف لوله زهکشی

۷- لوله‌های زهکشی زیرزمینی

لوله‌های زهکشی زیرزمینی شامل لوله های لترال و کلکتور در ابتدا از جنس سفال و پس از آن در برخی مناطق بصورت لوله‌های سیمانی ساخته می‌شد. از حدود چهار دهه پیش استفاده از لوله‌های ترموپلاستیک در زهکشی زیرزمینی رواج یافت و بتدریج توسعه پیدا نمود. این امر بدلیل محاسنی مانند قیمت کمتر و سهولت نصب است که این نوع لوله‌ها نسبت به لوله‌های قبلی دارند. لوله‌های ترموپلاستیک مصرفی در شبکه‌های

زهکشی زیرزمینی شامل لوله‌های پلی‌اتیلن وPVC می‌باشند.لوله پلی‌اتیلن بصورت جدارصاف و لوله‌های PVC به صورت جدار صاف و موجدار(خرطومی) تولید می‌شوند. بدلیل توان باربری بیشتر لوله‌هایPVC موجدار نسبت به سایر لوله‌های پلاستیکی، مصرف لوله‌های PVC موجدار در اولویت قرار گرفته و هر روز بیشتر می‌شود. این نوع لوله‌ها معمولاً در قطرهای ۵۰ تا ۲۰۰ میلیمتر تولید شده و بعنوان لترال و کلکتور زهکشی زیرزمینی مورداستفاده قرار می‌گیرند.

لوله های لترال و کلکتور زهکشی زیرزمینی PVC موجدار

- شیب کارگذاری لوله های زهکشی - شیب مناسب نصب لوله های لترال زهکشی یک در هزار و یا بیشتر - حداقل شیب لترالها در اراضی مسطح ۰/۷ در هزار - حداکثر شیب لترالها در اراضی با شیب زیاد ۵ در هزار - شیب مناسب نصب کلکتور زهکشهای زیرزمینی یک در هزار - حداقل شیب لوله های کلکتور ۰/۵ در هزار - حداکثر شیب نصب کلکتور ۵ در هزار
- قطر لوله های زهکشی - قطر لوله های لترال زهکشی ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۶۰ میلیمتر - قطر لوله های کلکتور زهکشی ۱۰۰، ۱۲۵، ۱۶۰ و ۲۰۰ میلیمتر - لوله‌های کلکتور زهکشی با قطر بالاتر از ۲۰۰ میلیمتر از نوع پلی‌اتیلن دوجداره و یا لوله ای بتنی
- طول لوله های زهکشی - در مزارع خرد طول لوله های لترال زهکشی حداکثر ۳۰۰ متر و یا کمتر - در مزارع بزرگ و کشت صنعتها طول لترالها با توجه به آرایش مزارع - طول مناسب جمع کننده زیرزمینی حداکثر۱۰۰۰ متر بصورت مستقیم
- سرعت آب در لوله‌های زهکشی - در صوریتکه لترال‌ها و کلکتورهای **PVC** با شیب مناسب نصب شوند نیازی به کنترل سرعت نمی‌باشد. - سرعت آب در جمع کننده های با قطر بالاتر از ۲۰۰ میلیمتر و بدون منافذ زهکشی حداقل سرعت ۰/۳ تا ۰/۴ و حداکثر یک متر بر ثانیه

۸- پیش بینی زهکشی کنترل شده

زهکشی کنترل شده و یا کنترل سفره کم عمق آب زیرزمینی زیر ریشه گیاهان، در اراضی زهکشی شده‌ای کاربرد دارد که آب زیرزمینی سفره کم عمق دارای کیفیت مناسبی بوده و خاک دارای نفوذپذیری قابل قبولی باشد. معمولاً چنین شرایطی در مناطق مرطوب وجود دارد ولی در مناطق خشک و نیمه خشک با آب زیرزمینی بسیار شور ممکن است شرایط استفاده از زهکشی کنترل شده پس از سالها بهره‌برداری از شبکه زهکشی فراهم گردد.

در این مناطق پس از اصلاح اراضی و شستشوی املاح و بهبود کیفیت آب زیرزمینی، بوسیله ابنیه زهکشی کنترل شده می‌توان با مدیریت سفره آب زیرزمینی و کنترل زه آب، مصرف آب آبیاری و حجم زه آب خروجی را کاهش داد و علاوه بر کاهش اثرات منفی زیست محیطی زه آب، در مصرف آب آبیاری نیز صرفه جوئی نمود. زهکشی کنترل شده عمدتاً با دو هدف صورت می‌گیرد:

۱- با هدف کاهش کمی زه‌آب و به حداقل رساندن مسائل مربوط به کیفیت آب و مشکلات آلاینده ها.

۲- با هدف استفاده از آب زیرزمینی بعنوان آبیاری زیرزمینی و تأمین بخشی از نیاز آبی گیاهان.

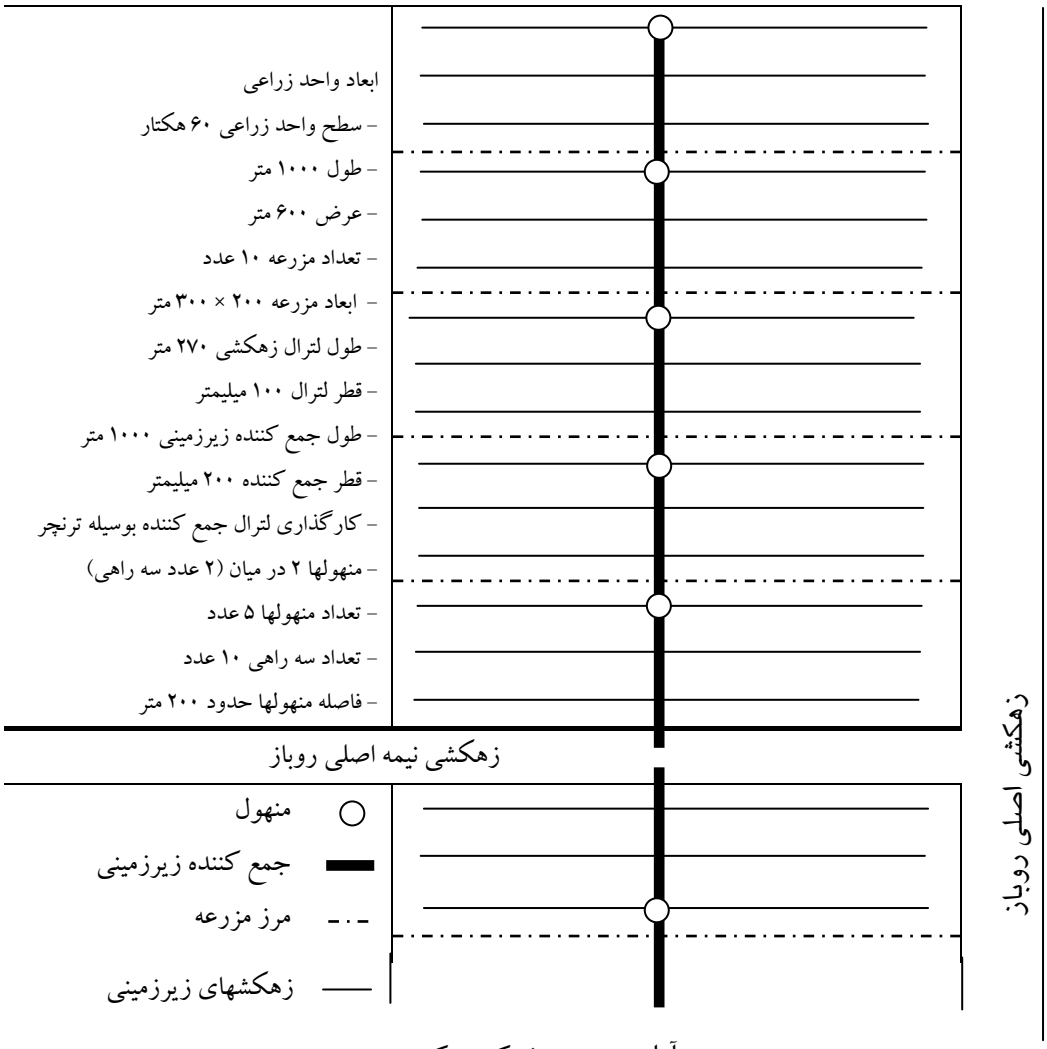
بطور کلی در صورتی که آب زیرزمینی دارای کیفیت مطلوب و آبیاری پیوسته و در تمامی سال ادامه داشته باشد شرایط مناسب برای زهکشی کنترل شده و آبیاری زیرزمینی و تأمین بخشی از نیاز آبی گیاهان وجود دارد.

در مناطق گرم و خشک در اراضی که تحت کشت قرار ندارند نبایستی زهکشی کنترل شده اعمال شود. در این شرایط بهتر است عمق آب زیرزمینی در عمق زیادتری تثبیت شود که باعث شوری خاک نگردد.

پیش بینی های لازم در شبکه های زهکشی زیرزمینی برای اعمال زهکشی کنترل شده

۹- آرایش شبکه‌های زهکشی زیرزمینی در اراضی خرد

توسعه ساخت و بهره‌برداری از شبکه‌های زهکشی زیرزمینی کشور و تجربیات بدست آمده از شبکه های زهکشی در سایر کشورها لزوم بهینه کردن پلان شبکه‌های زهکشی را مطرح نموده است. آرایش شبکه‌های زهکشی با توجه به نوع بهره برداری از اراضی متفاوت است. شبکه‌های زهکشی قبلی کشور بطور عمده در اراضی کشت و صنعتها احداث شده است ولی شبکه های جدید عمدتاً در اراضی خرده مالکی در دست طراحی و احداث می‌باشد. بنابراین پلان شبکه زهکشی زیرزمینی برای اراضی خرده مالکی کشور بصورت زیر پیشنهاد می‌گردد.



آرایش بهینه شبکه زهکشی زیرزمینی

در محل برخورد زهکشهای لترال زیرزمینی با جمع‌کننده لوله‌ای دوراه حل وجود دارد. میتوان منهول نصب نمود و یا با استفاده از سه‌راهی لترالها را مستقیماً وارد جمع‌کننده‌های زیرزمینی نمود. در این ارتباط دو مسئله زیر وجود دارد:

- ساخت منهولها هزینه زیادی دارد.
- برای شستشوی جمع کننده ها و زهکشی کنترل شده احداث منهول ضروری می‌باشد.

با توجه به ضرورت احداث منهولها و با عنایت به فاصله زهکشها و طول شلنگ دستگاه شستشو دهنده، منهولها را می‌توان دو در میان یعنی(دو عدد سه راهی و یکعدد منهول) احداث نمود تا هر دو منظور تأمین گردد.

۱۰- لایه بندی و تعیین عمق لایه کم نفوذ و یا غیرقابل نفوذ

عمده دشتهای بزرگ کشاورزی ایران و جهان دشتهای رسوبی هستند که بوسیله فعالیت رودخانه ها بتدریج در طول میلیونها سال بوجود آمده اند. خاک دشتهای رسوبی دارای لایه های متنوعی است و در جهت عمود بر رودخانه ضخامت و بافت لایه‌های آنها تغییر می‌کند. در اغلب این دشتها خاک سطحی دارای نفوذپذیری و شرایط زهکشی نسبتاً مناسبی هستند ولی خاک لایه بعدی تا حدودی فشرده و کم نفوذ می‌باشد و لایه بعد از آن یا لایه سوم دارای بافت سبکتر و وضعیت زهکشی مناسبی می باشد. معمولاً لایه کم نفوذ دوم بین خاک سطحی و عمق نصب زهکشها قرارگرفته و مشکلاتی را برای شبکه های زهکشی زیرزمینی ایجاد می نماید. لایه های پائین تر که زیر عمق کارگذاری زهکشها قرار می‌گیرند نیز متنوع بوده و نقش آنها در هدایت زه آب بطرف زهکشها مشخص نیست. لذا در طرحهای زهکشی، شناخت دقیق لایه‌ها تا عمق حداقل ۶ متر ضرورت دارد. در دشتهای بزرگ علاوه بر لایه بندی و شناخت لایه ها تا عمق۶ متر، لازمست لایه های خاک و زمین تا اعماق بیشتری شناسایی شود. این امر معمولاً با استفاده از لوگ چاههای موجود منطقه صورت میگیرد.

تشخیص لایه غیرقابل نفوذ خاک یکی از مسائل حائز اهمیت است. عمق قرارگیری لایه غیرقابل نفوذ نسبت به سطح زمین از اهمیت زیادی در مطالعات صحرایی طرحهای زهکشی برخوردار بوده و نقش تعیین کننده‌ای در هدایت و حرکت زه آب بسمت زهکشها دارد. در کلیه فرمولهای زهکشی، محل قرارگیری لایه غیرقابل نفوذ نسبت به تراز نصب زهکشها شناسایی و تعیین می‌گردد. هرچند در برخی منابع علمی معیارهایی جهت تشخیص لایه غیرقابل نفوذ ارائه شده است ولی درنهایت تعیین و تمایز آن از سایر لایه‌ها بستگی بنظر کارشناسی داشته و توسط متخصصین مجرب صورت میگیرد. چنانچه عمق لایه غیرقابل نفوذ زیاد نباشد یکی از راههای تشخیص آن اندازه‌گیری نفوذپذیری سطحی با استفاده از استوانه‌های مضاعف و همچنین اندازه-گیری H.C لایه موردنظر است. براساس ضوابط موجود، چنانچه نفوذپذیری لایه‌ای ۵ تا۱۰ برابر کمتر از لایه-های بالای خود باشد، آن لایه نفوذناپذیر تلقی می‌شود.

۱۱- اندازه گیری ضریب آبگذری

بهترین و عملی‌ترین روش اندازه‌گیری ضریب آبگذری خاک روش چاهک ارنست است. این روش، نفوذپذیری افقی خاک را بدست میدهد و تا عمق۳ الی۴ متر کاربرد دارد و در مواقعی بکار گرفته می‌شود که آب زیرزمینی وجود دارد. درصورت عمیق بودن سطح آبهای زیرزمینی میتوان از روش پیزومتر استفاده نمود. چنانچه آب زیرزمینی وجود نداشته باشد روشهای دیگری مانند روش پورشه، روش چاهک کم عمق، روش پرمامترگلف و روشهای دیگری میتوانند مورد استفاده قرار گیرند.

تجربیات سالهای گذشته نشان میدهد که روشهائی مانند روش پورشه که ضریب آبگذری را در ناحیه خشک اندازه‌گیری می‌نماید نتایج مطمئنی بدست نمی‌دهد و ضریب آبگذری خاک را در مواردی بسیار کمتر از میزان واقعی اندازه‌گیری می‌نماید. سایر روشهائی که ضریب آبگذری را در ناحیه خشک اندازه‌گیری می‌کنند نیز تا حدودی دارای همین مشکل هستند. لذا میتوان ادعا نمود که تنها روشی که ضریب آبگذری خاکها را با دقت قابل قبول تعیین می‌نماید، روش چاهک ارنست است.

معمولاً در انجام مطالعات صحرائی زهکشی بخشهائی از اراضی فاقد آب زیرزمینی کم عمق بوده و امکان اندازه‌گیری ضریب آبگذری بوسیله روش چاهک ارنست را نمی‌دهد. در این صورت میتوان نتایج اندازه‌گیری H.C در سایر مناطق طرح با خاک مشابه را به این مناطق تعمیم داد و یا در صورت امکان در فصولی که آب زیرزمینی بالاست مبادرت به اندازه‌گیری ضریب آبگذری نمود.

۱۲- محاسبه فاصله زهکشهای زیرزمینی

فاصله زهکشهای زیرزمینی را می‌توان با استفاده از دو دسته از فرمولها در شرایط ماندگار و غیرماندگار محاسبه نمود. طی چند دهه گذشته در طرحهای زهکشی نقاط مختلف جهان فاصله زهکشها از فرمولهای گوناگون محاسبه شده و نتایج با هم مقایسه گردیده است. تقریباً در همه حالات نتایج محاسبه فاصله زهکشها با استفاده از فرمولهای ماندگار و غیرماندگار بهم نزدیک بوده است.

در رأس فرمولهای محاسبه فاصله زهکشها در شرایط ماندگار فرمول جاودانه هوگهات قرار دارد که در اغلب طرحهای زهکشی جهان، فاصله زهکشها بوسیله این فرمول محاسبه و نهائی شده است. در مورد فرمولهای غیرماندگار، فرمول گلور- دام مورد تأیید کارشناسان قرار دارد بنابراین جهت محاسبه فاصله زهکشهای زیرزمینی می‌توان از فرمول هوگهات فاصله ها را محاسبه نمود و با فرمول گلور– دام کنترل و نهائی کرد.

محاسبه فاصله زهکش‌های زیرزمینی

- محاسبه فاصله زهکشهای زیرزمینی بوسیله فرمول هوگهات
- کنترل و نهائی کردن فاصله زهکشها با استفاده از فرمول گلور- دام

بخش دوم - مبانی طراحی شبکه های زهکشی اراضی کشور (شالیزاری)

اراضی تحت پوشش کشت برنج در کشور غالباً به دو نوع اراضی تقسیم می‌شوند

۱- اراضی پست و آب گرفته ای که غیر از کشت برنج امکان کشت دیگری در آنها وجود ندارد و پس از برداشت برنج معمولاً بصورت اشباع باقی مانده و در مواقعی از سال ممکن است بعلت بارندگی زیاد آب در سطح آنها جمع شود مانند بسیاری از اراضی تحت پوشش برنج در استان گیلان به این نوع اراضی، "اراضی شالیزاری" گفته می‌شود. در این نوع اراضی با توجه به شرایط آب و هوائی، در عمق ۷۵ تا ۱۰۰ سانتیمتری از سطح زمین لایه خاک لجنی و نارس به رنگ خاکستری و تیره وجود دارد. این لایه نفوذناپذیر بوده و معمولاً فاقد بقایای ریشه گیاهی می‌باشد.

۲- اراضی مرتفعتر که ممکن است در برخی ماههای سال دچار آب گرفتگی شده و اشباع گردند و در سایر ماه‌ها زهدار بوده و عمق آب زیرزمینی در آنها به بیش از یک متر می‌رسد. این نوع اراضی در صورت زهکشی به اراضی معمولی تبدیل شده و علاوه بر برنج امکان هر نوع کشت در آنها وجود دارد.

زهکشی اراضی تحت پوشش برنجزارها با توجه به نوع اراضی به دو روش مختلف انجام می‌شود. در اراضی پست، آب گرفته به روش زهکشی **" اراضی شالیزاری "** و در اراضی مرتفع به روش معمولی و یا خشکه-زاری. مبانی طراحی شبکه‌های زهکشی در برنجزارهای مرتفع از نوع زهکشی معمولی است که در بخش اول ارائه گردید. در اینجا ضوابط طراحی شبکه‌های زهکشی زیرزمینی در"اراضی شالیزاری" ارائه خواهد شد. بیشترین توسعه زهکشی اراضی شالیزاری در جهان درکشور ژاپن صورت گرفته است. در کره جنوبی نیز سطوح محدودی از اراضی شالیزاری زهکشی زیرزمینی شده است. در سایر کشورها بدلیل هزینه های بالا، زهکشی زیرزمینی شالیزاری توسعه چندانی نداشته و در برخی کشورهای شرق آسیا مانند کشور تایلند بجای زهکشی، به دو بار کشت برنج در سال اکتفا نموده و یا با تغییر الگوی کشت، مبادرت به توسعه کشتهای دیگری هماهنگ با شرایط ماندابی نموده اند. در کشور ما نیز تجربیات قابل توجهی در زمینه زهکشی زیرزمینی اراضی شالیزاری وجود ندارد. بنابراین ضوابطی که در این بخش ارائه خواهد شد بعنوان **" ضوابط اولیه زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری کشور "** تلقی می‌شود. بدیهی است با توسعه اجرای شبکه‌های زهکشی زیرزمینی در مناطق مختلف، ضوابط طراحی شبکه های زهکشی در اراضی شالیزاری نهائی خواهد شد.

با اجرای طرحهای تجهیز و نوسازی مدرن در سالهای اخیر در اراضی شالیزاری شمال کشور و احداث زهکشهای سطحی، نیاز زهکشی برنج تا حدودی مرتفع گردیده ولی درصورت توسعه کشت دوم گیاهانی مانند کلزا، شبدر برسیم، سبزیجات و کشتهای مشابه در اراضی شالیزاری پست و آب گرفته، شبکه زهکشی سطحی طرحهای تجهیز و نوسازی جوابگو نبوده و احداث شبکه زهکشی زیرزمینی لوله‌ای ضرورت دارد. بنابراین شبکه زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری عمدتاً برای کشت دوم احداث خواهد شد و در فصول کشت برنج مسدود می‌شود.

- **ضریب زهکشی زیرزمینی شالیزارها**

ضریب زهکشی زیرزمینی عمق آبی است که در طول شبانه روز توسط لوله‌های زهکشی از پروفیل خاک خارج می‌شود و به میلیمتر در روز بیان می‌گردد. ضریب زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری بستگی به شدت بارندگی همزمان با کشت دوم و یا آب مازاد آبیاری در این دوره دارد. با توجه به شدت بارندگی همزمان با کشت دوم در اراضی شالیزاری شمال کشور و نشت عمقی اندازه گیری شده در برخی مزارع برنج ضریب زهکشی زیرزمینی اراضی شالیزاری بین ۴ تا ۵ میلیمتر در روز پیشنهاد می‌گردد.

ضریب زهکشی زیرزمینی اراضی شالیزاری معادل ۴ تا ۵ میلیمتر در روز

- **عمق نصب زهکشهای زیرزمینی**

عمق نصب زهکشهای زیرزمینی تحت تأثیر پارامترهای مختلفی قرار دارد و در ارتباط با فاصله زهکشها تعیین می‌گردد. عمق نصب زهکشها بستگی به لایه بندی خاک، عمق ریشه گیاهان، ماشینهای نصب لوله‌های زهکشی، آب و هوای منطقه و مسائل زیست محیطی دارد. عمق نصب زهکشها در اراضی شالیزاری باتوجه به لایه‌بندی خاک و عمق لایه غیرقابل نفوذ، حداکثر برابر یک متری از سطح زمین خواهدبود. بنابراین در اغلب

اراضی شالیزاری زهکشهای زیرزمینی را با توجه به عمق لایه لجنی زیرین میتوان در عمق ۰/۷۵ تا۱ متر از سطح زمین نصب نمود.

عمق نصب زهکشهای زیرزمینی شالیزاری ۰/۷۵ تا ۱/۰ متر در سطح زمین

- **لایه بندی و لایه غیرقابل نفوذ اراضی**

در اراضی شالیزاری بعلت انجام عملیات آماده‌سازی زمین برای برنجزارها، لایه کم نفوذ در عمق۲۰ سانتیمتری از سطح زمین تشکیل شده است ولی خاک زیر این لایه دارای درز و ترک ریز و لکه‌های رنگی است و فعالیتهای بیولوژیکی در آن انجام می‌شود. لذا لایه غیرقابل نفوذ واقعی اراضی لایه خاک نارس خاکستری رنگی است که بعلت اشباع دائمی گلی‌ایزه شده و فاقد ساختمان است و فعالیت بیولوژیکی چندانی در آن صورت نمی‌گیرد. این لایه دارای عمق ۰/۷۵ تا یک متر از سطح زمین است. بنابراین عمق لایه غیرقابل نفوذ در اغلب اراضی شالیزاری را میتوان برابر با یک متر از سطح زمین درنظر گرفت. (شکل ۱)

لایه غیرقابل نفوذ در اراضی شالیزاری به رنگ خاکستری در عمق ۰/۷۵ تا ۱/۰ متری سطح زمین

- **فاصله زهکشهای زیرزمینی**

فاصله زهکشهای زیرزمینی در اراضی شالیزاری بستگی به عوامل متعددی دارد اما باتوجه به عمق کم لایه غیرقابل نفوذ، فاصله زهکشها کم خواهدبود. ضریب آبگذری، ضریب زهکشی، بار هیدرولیکی در تعیین فاصله زهکشهای شالیزاری مؤثر است. پس از تأثیر کلیه پارامترهای مؤثر و باتوجه به محدودیت در عمق نصب زهکشها، فاصله زهکشهای زیرزمینی شالیزاری بین ۷/۵ تا ۱۵ متر می‌باشد. بنابراین جهت هماهنگی با طرحهای تجهیز و نوسازی مدرن می‌توان فاصله زهکشهای زیرزمینی شالیزاری را ۷/۵، ۱۰ و ۱۵ متر در نظر گرفت و در کرتهای ۱۰۰ × ۳۰ متر به ترتیب ۴، ۳ و یا ۲ لوله زهکشی در طول کرت نصب نمود. در صورتیکه بافت خاک سنگین و نفوذپذیری بسیار کم و فاصله زهکشها برابر ۷/۵ متر جوابگو نباشد، میتوان در جهت عمود بر زهکشهای زیرزمینی در عمق ۰/۵ متری و بفاصله ۴ تا ۵ متر زهکش لانه موشی احداث نمود.
فاصله زهکشهای زیرزمینی اراضی شالیزاری را میتوان بوسیله فرمول(۱) محاسبه نمود.

فاصله زهکش‌های زیرزمینی شالیزاری بین ۷/۵ تا ۱۵ متر

- **پوشش اطراف لوله های زهکشی**

یکی از مسائل حائزاهمیت در طرحهای زهکشی زیرزمینی استفاده از فیلتر مناسب اطراف لوله‌های زهکشی است. چنانچه انتخاب فیلتر بدرستی صورت نگیرد، شبکه زهکشی زیرزمینی با مشکل مواجه شده و پس از گذشت مدت زمان کوتاهی، عملکرد مناسبی نخواهد داشت. لذا انتخاب فیلتر یکی از عوامل اصلی دوام و عملکرد مناسب شبکه‌های زهکشی شالیزاری می‌باشد. در شبکه‌های زهکشی اراضی شالیزاری معمولاً از شن و ماسه اطراف لوله های زهکشی استفاده شده و مابقی ترانشه تا عمق شخم مطابق شکل(۱) با پوسته برنج پر می‌گردد. در غیر اینصورت میتوان با حذف شن و ماسه کل ترانشه را با پوسته برنج پر نمود. (مطابق شکل ۲)

در شبکه های زهکشی شالیزاری
از شن و ماسه به همراه پوسته برنج بعنوان پوشش استفاده می‌شود

- **لوله های زهکشی زیرزمینی**

لوله‌های زهکشی همانند لوله‌هایی که در سایر طرحهای کشور و سایر کشورها مصرف می‌شود از نوع لوله P.V.C موجدار می‌باشد. قطر لوله‌های زهکشی اراضی شالیزاری با توجه به فاصله، عمق نصب و دبی زهکشها ۲ تا ۳ اینچ کفایت می‌کند. در حال حاضر لوله‌های موجود زهکشی در کشور حداقل دارای قطر۴ اینچ هستند و کمتر از آن تولید نمی‌شود.

طول زهکشهای زیرزمینی در اراضی شالیزاری با توجه به آرایش مزارع در طرحهای تجهیز و نوسازی مدرن و جهت هماهنگی با پلان این طرحها حدود۱۰۰ متر کفایت می‌نماید. شیب زهکشهای لوله‌ای زیرزمینی دارای دامنه متغیری است که از یک در هزار تا چند درصد قابل اجرا می‌باشد.

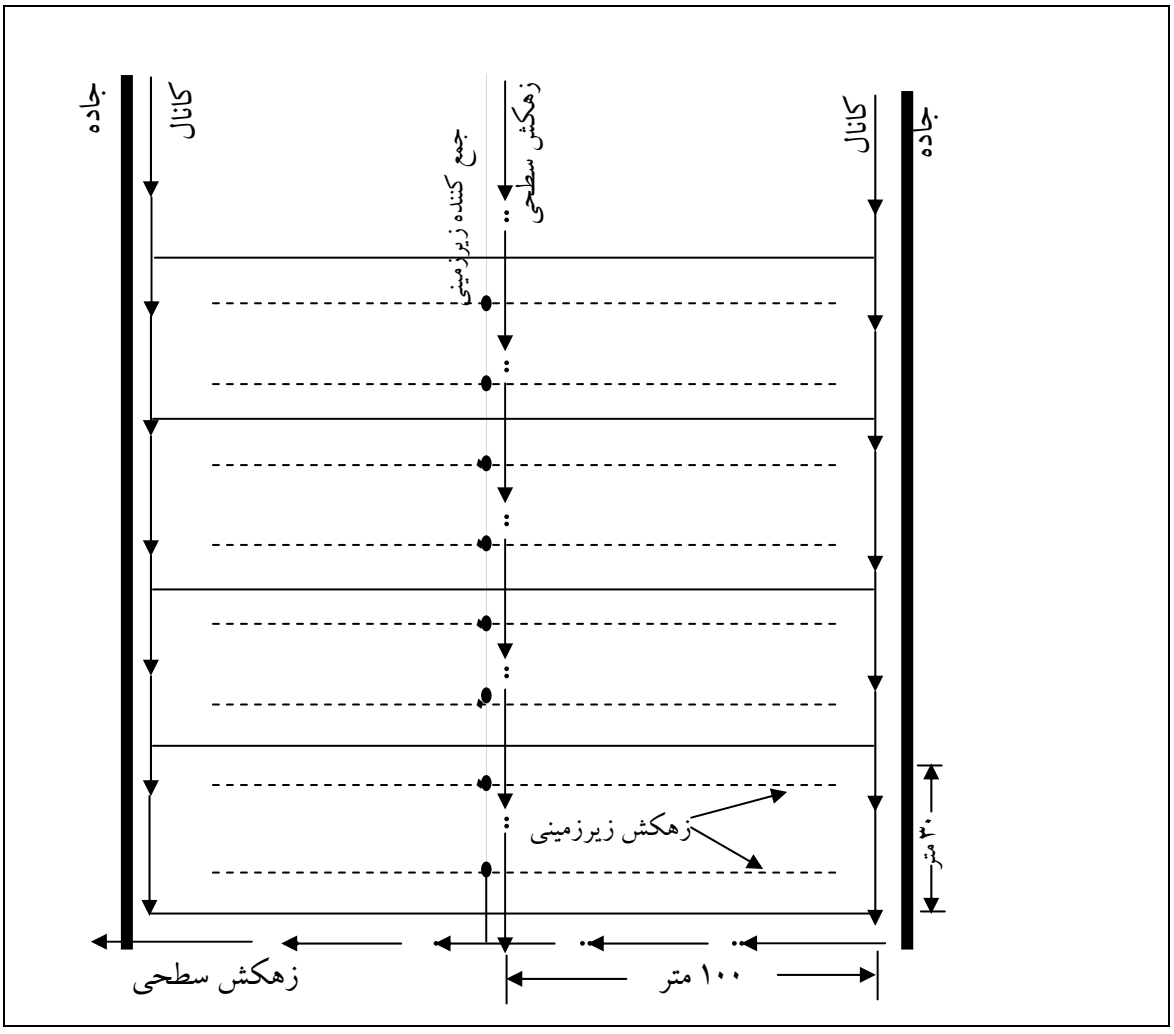
• قطر لوله های زهکشی زیرزمینی شالیزاری	۲ تا ۳ اینچ
• طول لترالها در طرحهای مدرن شالیزاری	۱۰۰ متر
• شیب لترالها حداقل	یک در هزار

- **جمع کننده لوله ای زیرزمینی**

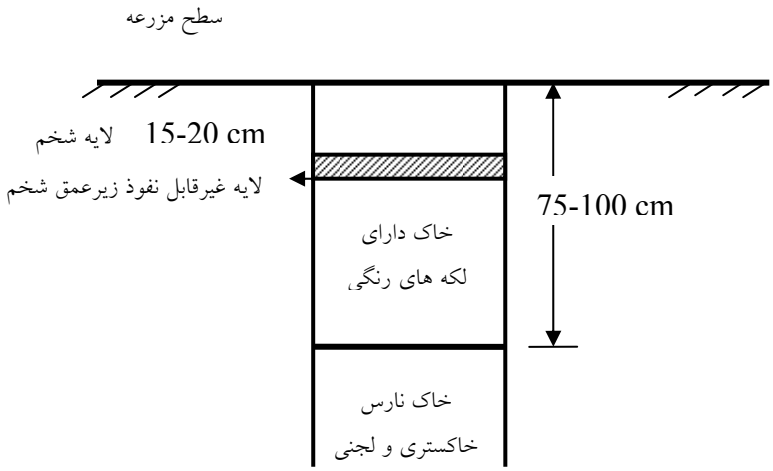
باتوجه به ویژگیهای شبکه زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری و لزوم انسداد خروجی‌ها در طول فصل کشت برنج، استفاده از جمع کننده(کلکتور) زیرزمینی اجتناب ناپذیر بوده و در هماهنگی با تجهیز و نوسازی مدرن اراضی می‌باشد. باتوجه به ضریب زهکشی و دبی جمع کننده‌ها در کشتهای دوم و حداقل شیب نصب، قطر کلکتور برابر۱۰۰ تا۲۰۰ میلیمتر مناسب است. کلکتور از نوع لوله P.V.C خرطومی، شیب حداقل یک در هزار و با توجه به آرایش مزارع طول حداکثر برابر۶۰۰ متر پیشنهاد می‌گردد.

• قطر جمع کننده های زهکشی زیرزمینی شالیزاری	۱۰۰ تا ۲۰۰ میلیمتر
• طول جمع کننده های زهکشی زیرزمینی شالیزاری	۶۰۰ متر
• شیب جمع کننده های زهکشی زیرزمینی حداقل	یک در هزار
• آرایش زهکشهای زیرزمینی در اراضی تجهیز و نوسازی شده شالیزاری	

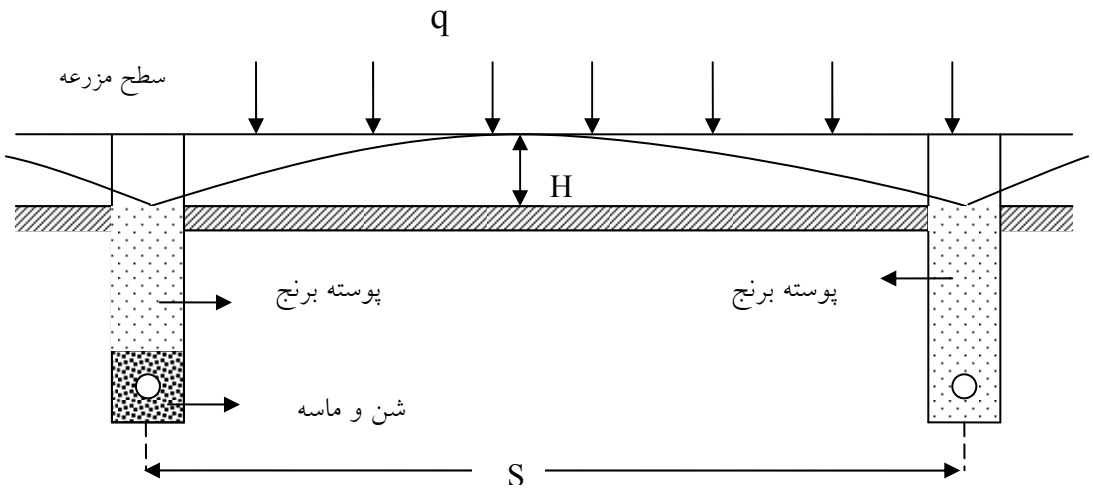
یکی از مسائل حائزاهمیت در آرایش شبکه زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری، هماهنگی شبکه زهکشی زیرزمینی با طرح تجهیز و نوسازی اراضی می‌باشد. جهت هماهنگی میتوان زهکشهای زیرزمینی را در طول واحدها و کرتهای۳۰ ×۱۰۰ متری قرارداد و با استفاده از جمع‌کننده زیرزمینی، زه‌آب حاصله را به خروجیها تخلیه نمود. فاصله زهکشها را می‌توان ۷/۵، ۱۰ و ۱۵ متر در نظر گرفت. شکل(۳) آرایش شبکه زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری با فاصله لترالها برابر با ۱۵ متر را نشان میدهد.



شکل(۳)- پلان تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری همراه با شبکه زهکشی زیرزمینی با فاصله لترالهای ۱۵ متر



شکل (۱) لایه بندی اراضی پست و آب گرفته شالیزاری



شکل (۲) زهکشی شالیزاری با پوشش های مختلف

فرمول محاسبه فاصله زهکشهای شالیزاری(۱)

$$S^2 = \frac{345.6 \times H^2 \times K}{q}$$

فرمول محاسبه ضریب آبگذری شالیزاری(۲)

$$K = \frac{q \times S^2}{345.6 \times H^2}$$

S: فاصله زهکش ها – متر

H: فاصله خاک سطحی- متر

q: ضریب زهکشی- میلی متر در روز

K: هدایت هیدرولیکی خاک سطحی- متر در روز

منابع

۱- مریدنژاد ، علیرضا ۱۳۸۵. معیارها و ضوابط طراحی شبکه های زهکشی زیرزمینی. جزوه درسی.

۲- کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران ۱۳۸۰. مجموعه مقالات دومین کارگاه فنی زهکشی. نشریه شماره ۴۲.

۳- کمیته ملی آبیاری وزهکشی ایران. ۱۳۸۳. مجموعه مقالات سومین کارگاه فنی زهکشی برگزار شده در۲۳ مهرماه ۱۳۸۳.

۴- کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۱۳۸۷. مجموعه مقالات پنجمین کارگاه فنی زهکشی و محیط زیست، ۱۶ آبان ماه ۱۳۸۷.

۵- گزارش‌فنی شبکه زهکشی زیرزمینی اراضی کشت و صنعت شمال خرمشهر، سال ۱۳۸۳،مهندسین مشاور سامان آبراه.

6- Vlotman, Willem F., Willardson, Lyman S., Dierickx, Willy. 2000. Envelope design for subsurface drains. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands.

7- Amer, M.H., de Ridder, N.A. 1989. Land Drainage in Egypt. Drainage Research Institute / DRI, Cairo, Egypt.

8- Nijland, H.J.,2000. Drainage Along The River Nile. Ministry of public works and water Resources , Egypt.

9- FAO, 1979. Drainage design factors, Irrigation and Drainage paper 38. FAO/Rome/Italy.

10- FAO, 2005. Materials for subsurface land drainage systems, Irrigation and Drainage paper 60, Rev. 1. FAO/ Rome/Italy.

11- FAO, 2007. Guidelines and Computer programs for the planning and design of land drainage systems, Irrigation and Drainage paper 62. FAO/ Rome/Italy.

12- ICID, 2008. Proceedings of the 10th Internationa/Drainage Workshop of ICID Working Group on Drainage Helsinki/Tallinn 6 – 11 July 2008. Helsinki University of Technology Water Resources Publications 16, Espoo.

13- A Water Resources Technical Publication. 1984. Drainage Manual. U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation, United states Government Printing office, Denver, Colorado 1984.

14- Smedema, Lambert K. 2007. Revisiting Currently Applied pipe Drain Depths for Water logging and Salinity Control of Irrigated Land in the (Semi) Arid Zone. Irrigation and Drainage 56. 379 – 387 Published Online in Wiley Inter Science.

15- Guindy, S Eland Risseeuw. I.A(editor Nijland, H.J). Research in warer management of rice fields in the Nile delta, Egypt, ILRI Publication 41, 72 pp.

16- Ritzama, H.P(editor-in-chief). Drainage principles and applications, ILRI publication 16, 1994, 1125 pp.

17- Murashima, Kazuo and Ogino, Yoshihiko. 1994. Evaluation of subsurface drainage system for Excess Rainfall- Design on Subsurface Drainage in paddy Fields (II)… Bull. Univ. Osaka prefecture, Ser. B. Vol. 46. p 19

18- Murashima, Kazuo and Ogino, Yoshihiko. 1992. Comparative study on steady and non-steady state Formulae of subsurface Drain Spacing- Design on subsurface Drainage in paddies(I)-. Bull. Univ. Osaka pref., ser. B, Vol. 44.

19- Ogino, Yoshihiko and Murashima, Kazuo. 1992. Planning and design of subsurface drainage for paddies in Japan. Proceeding of 5 th International Drainage Workshop. Lahor- Pakistan. ICID, CIID, IWASRI. Vol. III, 4.1-4.9