پنجمین کارگاه فنی زهکشی و محیط زیست
۱۶ آبان ماه ۱۳۸۷

بازنگری برخی ضوابط طراحی شبکه‌های زهکشی کشور

علیرضا مریدنژاد[۱]

چکیده

توسعه شبکه‌های زهکشی در نیم قرن اخیر و در پی آن افزایش تراکم کشت و بهره‌برداری از اراضی زهکشی شده، تأثیر بارزی در افزایش تولیدات کشاورزی در جهان داشته است. اجرای میلیونها هکتار شبکه زهکشی زیر نظر متخصصین امر در مناطق خشک و نیمه خشک جهان خصوصاً کشورهای مصر و پاکستان و به موازات آن توسعه زهکشی در مناطق مرطوب و نیمه مرطوب، خصوصاً کشورهای اروپائی که با نگاهی متفاوت مبادرت به زهکشی می‌کنند و احداث شبکه زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری شرق آسیا خصوصاً کشور ژاپن، تجربیات عظیمی را در اختیار ما قرار داده و زمینه اصلاح بسیاری از نظرات و باورهای قبلی را فراهم نموده است. برای کشور ما که دارای تجربیات محدودی در زمینه اجرای شبکه‌های زهکشی می‌باشد و براساس برنامه ریزی های انجام شده در آستانه اجرای طرح‌های بزرگ زهکشی قرار دارد، استفاده از تجربیات جهانی فرصت مغتنمی را فراهم نموده تا ضوابط طراحی شبکه‌های زهکشی را از نظر فنی، اقتصادی و زیست محیطی اصلاح و به روز نمائیم. برخی از پارامترهای مهم که نیاز به بازنگری و تغییر دارند عبارتند از:

۱- کاهش عمق نصب زهکش‌های زیرزمینی: بمنظور کاهش حجم زهاب تخلیه شده به رودخانه‌ها و در نتیجه، کاهش مسائل و مشکلات زیست محیطی و افزایش سرعت اجرای شبکه‌های زهکشی.

۲- کاهش ضریب زهکشی: با توجه به تجربیات زهکشی در سایر کشورهای جهان با هدف کاهش هزینه‌های اجرائی طرح‌های زهکشی.

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

۳- کاربرد فیلترهای‌مصنوعی: درطرح‌های زهکشی کشور جهت کاهش هزینه طرح‌های زهکشی و افزایش سرعت اجرای پروژه‌ها در راستای حفظ محیط زیست.

۴- اصلاح ضوابط انتخاب فیلترهای شن و ماسه: در طرح‌های زهکشی با توجه به تجربیات ناشی از کاربرد فیلترهای USBR و SCS در طرح‌های زهکشی مناطق خشک و نیمه خشک جهان.

۵- اصلاح آرایش شبکه‌های زهکشی: شامل کاهش طول و افزایش شیب زهکش‌ها و استفاده از جمع‌کننده‌های لوله‌ای زیرزمینی بجای زهکش‌های روباز سطحی.

۶- زهکشی کنترل شده: کاربرد زهکشی کنترل شده در طرح‌های زهکشی در دست بهره‌برداری و پیش بینی ابنیه مناسب جهت استفاده از زهکشی کنترل شده در طرح‌های آتی کشور.

۷- زهکش‌های سطحی سبز دوستدار محیط زیست: توجه خاص به نقش زهکش‌های سطحی سبز در کاهش آلاینده بخصوص بقایای کودها و سمها در زه‌آب و جلوگیری از لایروبی آنها توسط ماشین آلات سنگین.

مقدمه:

در سال‌های اخیر توجه به زهکشی در کشور ابعاد تازه‌ای گرفته و برنامه اجرای طرح‌های توسعه زهکشی توسط وزارت جهاد کشاورزی و در پاره‌ای مناطق حتی توسط وزارت نیرو بیش از پیش در دستور کار قرار گرفته است. جهت ارتقاء مطالعات، اجرا و بهره‌برداری از شبکه‌های زهکشی استفاده از تجربیات جهانی و تجربیات داخلی که در نتیجه ارزیابی طرح‌های در دست بهره‌برداری 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 بهره‌برداری از شبکه‌های زهکشی در این کشورها در طرح‌های زهکشی کشور بهره‌مند 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 زه‌آب 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 بهره‌برداری 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 زه‌آب خروجی و افزایش کیفیت آن به حداقل عمق نصب زهکش‌ها اعتقاد دارد. بنابراین با قبول هزینه بیشتری لازمست ملاحظات زیست

محیطی را مدنظر قرار دهیم. در خصوص استفاده از فیلترهای مصنوعی بجای طبیعی و تخریب کمتر طبیعت، آرایش شبکه‌های زهکشی، زهکشی کنترل شده و استفاده از زهکش‌های روباز سبز همه و همه علاوه بر ملاحظات فنی و اقتصادی، ملاحظات زیست محیطی پیش روی ما قرار دارد و هر نوع بازنگری و تصمیم گیری در مورد تغییر و اصلاح ضوابط فنی با لحاظ نمودن ملاحظات زیست محیطی دارای توجیه دراز مدت است.

مواد و روش‌ها:

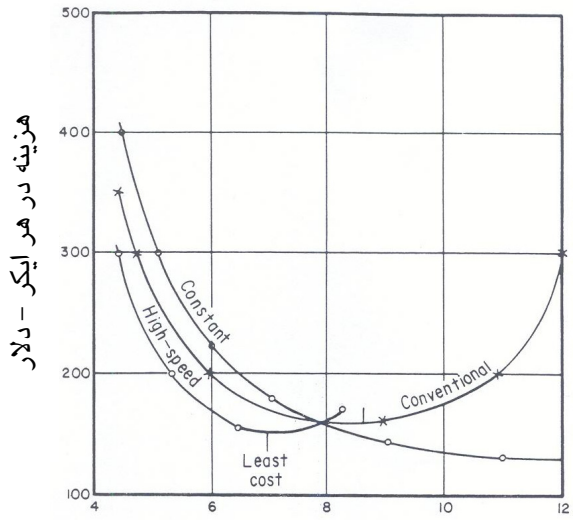
این تحقیق، براساس تجربیات ناشی از طرح‌های زهکشی اجرا شده و در دست بهره‌برداری در ایران و تجربیات ناشی از اجرا و بهره‌برداری از میلیون‌ها هکتار شبکه زهکشی در کشورهای پاکستان و مصر که تا حدودی شرایط مشابه آب و هوائی با کشور ما را دارند صورت گرفته است. با توجه به اهمیت مسائل زیست‌محیطی در کشورهای غربی، در بخش مسائل زیست‌محیطی به تحقیقات انجام شده در این کشورها و نتایج آنها که در قالب مقالات علمی منتشر شده است استناد گردیده است. بعلاوه سعی شده که از پاره‌ای نتایج و تجربیات جهانی که در آخرین نشریات آبیاری وزهکشی FAO ارائه شده است نیز استفاده گردد تا در طراحی و اجرای شبکه‌های آتی زهکشی و در بهره‌برداری از طرح‌های موجود و آینده بکار گرفته شوند.

۱- 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 مورد نیاز رشد ریشه گیاهان
- حداقل عمق بحرانی سطح ایستابی جهت کنترل شوری خاک و جلوگیری از صعود مؤئینگی
- نوع جریان آب بطرف زهکش‌های زیرزمینی (ماندگار یا غیرماندگار)
- لایه‌بندی، بافت و ساختمان خاک‌ها
- نوع ماشین‌آلات و تکنیک‌های اجرائی شبکه زهکشی
- عوامل اقتصادی در راستای حداقل نمودن هزینه ها
- مسائل خاص اراضی مانند وجود لایه‌های ریزشی و یا لجنی
- الگوی کشت زراعی و یا باغی اراضی
- نوع لوله‌های زهکشی
- عمق حداقل جهت کاهش حجم زه‌آب خروجی در دوران آیش با هدف کاهش مشکلات زیست محیطی ناشی از آلاینده‌ها

در دهه‌های گذشته که مسائل زیست محیطی 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 هزینه های نصب و از طرف دیگر باعث افزایش فاصله لوله های لترال زهکشی و کاهش هزینه‌ها می‌شد و محدوده اپتیمم این روند معمولاً بین عمق نصب ۲ تا ۲/۵ متر قرار می‌گرفت. نمودار(۱)، این مسئله را نشان می‌دهد.



نمودار (۱) عمق بهینه نصب زهکش‌های زیرزمینی براساس حداقل هزینه‌ها (فوت)

در سال‌های اخیر بدلیل اوج گیری 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 را در دستور کار متخصصین و محققین زهکشی قرار گرفت. از دیدگاه حفظ محیط زیست و مدیریت یکپارچه منابع آب و صرفه جوئی در مصرف به این نتیجه رسیدند که :

- کمیت زه‌آب خروجی تا حد امکان لازمست کاهش یابد.
- کیفیت زه‌آب تا حد امکان و قابل قبول بهبود یابد.
- در صورت امکان با مدیریت بر آب زیرزمینی کم عمق بخشی از نیاز آبی گیاهان با آبیاری زیرزمینی تأمین شود.
- زه‌آب خروجی به حداقل ممکن تقلیل یابد.

جهت دستیابی به اهداف فوق یکی از راهکارهای اساسی کاهش عمق نصب زهکش‌های زیرزمینی است. لذا دیدگاه قبلی که پس از تأمین حداقل نیازهای زهکشی، عمق نصب را براساس حداقل هزینه ها محاسبه می‌نمود به دیدگاه جدیدی تبدیل شد که پس از تأمین حداقل نیازهای زهکشی و فراهم آوردن محیط مناسبی جهت تهویه گیاه، رفع شرایط ماندابی و جلوگیری از شوری اراضی، اصلی ترین عامل رعایت مسائل زیست محیطی و کاهش مصرف آب در کل سیستم است. جدول(۱) عمق نصب زهکش‌ها در پاره‌ای از کشورهای را نشان می‌دهد.

جدول (۱) عمق نصب زهکش‌ها در پاره‌ای 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
۱۳	آسیای مرکزی	خشک	۲/۵ – ۳

چنانچه ملاحظه می‌شود عمق‌های مندرج در جدول(۱) بین ۱ تا ۳ متر متغییر است در صورتیکه در بسیاری از مناطق جهان می‌توان عمق نصب زهکش را با هدف کاهش عوارض زیست محیطی و استفاده بهینه از منابع آب کاهش داد. کاهش عمق نصب زهکش‌ها موجب کاهش حجم زه‌آب خروجی شده و میزان آلاینده‌های موجود را نیز کاهش خواهد داد. در تحقیق (Skaggs and chescheir - 2003) به این نتیجه رسیدند که کاهش عمق نصب زهکش‌ها موجب کاهش غلظت ازت در زه‌آب شده است.

نصب زهکش‌ها در عمق کم ممکن است در مناطق گرم و خشک با شرایط آب و هوائی بحرانی باعث رجعت شوری شده و خطر شوری خاک را در پی داشته باشد. از طرفی در صورت بهره‌برداری از اراضی بصورت باغات میوه، موزکاری و یا کشت‌های دارای ریشه عمیق، ممکن است عمق نصب کم لوله زهکش و ورود ریشه گیاهان باعث گرفتگی لوله های زهکشی شود. براساس نظر آقای (Lambert.k.Smedema-2007) طبقه بندی جدید عمق نصب زهکش‌ها به شرح زیر است:

جدول(۲) طبقه‌بندی عمق نصب زهکش‌ها
(L.K.Smedema- 2000)

ردیف	شرح	عمق نصب (متر)
۱	عمق معمولی	۲-۱/۲
۲	عمق کم	۱/۵ – ۱/۲
۳	عمق طلائی	۱/۵
٤	عمق زیاد	۲-۱/٦
۵	عمق حداکثر	۲

جدول(۳) عمق نصب زهکش‌ها در شرایط
آب و هوائی مختلف (FAO,2007)

ردیف	شرایط آب و هوائی	عمق زهکشی (متر)
۱	معتدل	۱/۵ – ۱
۲	مرطوب حاره ای	۱/۵ – ۰/۸
۳	خشک (خاک ماسه ای)	۱/۵ – ۱
٤	خشک (خاک رسی)	۲ – ۱/۵
۵	خشک (خاک سیلتی)	۳ – ۲

براساس آخرین نظر FAO در سال ۲۰۰۷ عمق نصب زهکشی در شرایط آب و هوائی مختلف به شرح جدول (۳) پیشنهاد شده است.

۲- کاهش ضریب زهکشی(q)

ضریب زهکشی عبارت است از میزان زه‌آب زیرزمینی که در نتیجه تلفات نفوذ عمقی آب آبیاری، بارندگی، تلفات و نشت از کانال‌ها، نشت آب زیرزمینی از اراضی اطراف و نشت آب از لایه‌های تحت فشار و آرتزین در مدت زمان معینی به زهکش‌های زیرزمینی می‌رسد. باتوجه به عوامل مؤثر در تعیین ضریب زهکشی، بهترین راه حل جهت تعیین ضریب زهکشی، محاسبه بیلان آب زیرزمینی است که این امر متضمن صرف وقت زیادی می باشد و نیاز به اطلاعاتی دارد که تهیه آنها براحتی امکان پذیر نیست.

پاره‌ای تجربیات در کشور ما و برخی کشورهای دیگر نشان میدهد که ضرائب زهکشی محاسبه شده در طرح‌ها بطور کلی بیش از مقدار مورد نیاز بوده که این امر موجب محاسبه فاصله کمتر زهکش‌ها و افزایش هزینه‌های اجرای طرح بوده است. در کشورهای مصر و پاکستان، ضریب زهکشی محاسبه شده در طرح‌های زهکشی زیرزمینی بمراتب بیشتر از ضریب زهکشی واقعی اندازه‌گیری شده و دبی خروجی زهکش‌ها بوده و در مواردی به حدود نصف رسیده است. بنابراین در برآورد ضریب زهکشی علاوه بر انجام محاسبات لازم، استناد به تجربیات داخلی و سایر کشورها دارای اهمیت زیادی می باشد.

بدیهی است تقاضای روزافزون برای آب و کاهش نزولات جوی، لزوم استفاده بهینه از منابع محدود آب‌های شیرین را در دستور کار تمام کشورها قرار داده است. لذا گرایش کلی طرح‌های آبیاری، صرفه‌جوئی در مصرف و کاهش تلفات آب می باشد و این امر لزوم دقت بیشتر در برآورد ضریب زهکشی را تأکید می‌نماید. جدول(٤) ضرائب پیشنهادی زهکشی توسط **FAO** را در سال ۱۹۸۰ نشان می‌دهد.

جدول(٤) ضرائب زهکشی پیشنهادی FAO در سال ۱۹۸۰

ردیف	شرایط آب و هوائی و خاک	ضریب زهکشی (میلیمتر در روز)
۱	خاک‌های دارای نفوذپذیری کم	< ۱/۵
۲	خاک‌های دارای نفوذپذیری مناسب با تراکم کشت بالا	۳ – ۱/۵
۳	شرایط آب و هوائی گرم و خشک، با مشکل شوری خاک و مدیریت ضعیف آبیاری	٤/۵ – ۳
٤	شرایط ویژه مانند کشت برنج و خاک‌های سبک	> ٤/۵

ضریب زهکشی در چندین پروژه در پاکستان و مصر پس از بهره‌برداری اندازه گیری و اعداد بسیار کمتری در مقایسه با پیش فرضهای اولیه در طراحی بدست آمده است در نتیجه بتدریج در طرح‌های بعدی مقدار آنرا کاهش دادند.(جدول ۵)

جدول(۵) روند کاهش ضریب زهکشی در طرح‌های زهکشی پاکستان و مصر

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

در ایران نیز ضریب زهکشی در پاره ای از طرح‌های زهکشی اجرا شده اندازه گیری شده و میزان آن کاهش قابل توجهی را نسبت به میزان آن در طراحی نشان می‌دهد. نتایج اندازه گیری در جدول شماره(٦) منعکس گردیده است

جدول(٦) کاهش ضریب زهکشی در طرح‌های زهکشی زیرزمینی کشور

ردیف	شرح	ضریب زهکشی در طراحی (میلیمتر در روز)	ضریب زهکشی در بهره‌برداری (میلیمتر در روز)
۱	طرح‌های زهکشی در دشت مغان	٤/۵	۲/۸
۲	طرح زهکشی بهبهان	٤	۲/۵
۳	طرح زهکشی شمال خرمشهر	٤	۲ *

* ضریب زهکشی اصلاح شده در طراحی نهائی

با توجه به تجربیات جهانی و داخلی ناشی از اندازه‌گیری ضریب زهکشی و لزوم کاهش آن در محاسبات زهکشی، در آخرین نشریه آبیاری و زهکشی FAO به شماره ٦٢ که در سال ۲۰۰۷ منتشر شده است ضرائب زهکشی برای شرایط مختلف آب و هوائی به شرح جدول(۷) پیشنهاد شده است این در حالیست که در سال ۱۹۸۰ یعنی ۲۷ سال قبل پیشنهاد FAO برای ضریب زهکشی در مناطق خشک(جدول ٤) حدود ۲ برابر مقادیر مندرج در جدول(۷) بوده است.

جدول(۷) ضرائب زهکشی پیشنهادی FAO در سال ۲۰۰۷

ردیف	شرایط اقلیمی	ضریب زهکشی (میلیمتر در روز)
۱	آب و هوای نیمه مرطوب	۷ – ۱۵
۲	آب و هوای مرطوب حاره ای	۱۰ – ۱۵
۳	اراضی تحت آبیاری در مناطق خشک	۱ – ۲

۳- کاربرد فیلترهای مصنوعی

مواد پوششی و یا فیلتری موادی دارای خلل و فرج هستند که جهت جلوگیری از ورود رسوبات بداخل لوله‌های زهکشی و بهبود شرایط هیدرولیکی دراطراف لوله‌ها قرار می‌گیرند. بطورکلی سه نوع فیلتر وجود دارد:

- فیلترهای طبیعی
- فیلترهای آلی
- فیلترهای مصنوعی

۳-۱- فیلترهای طبیعی شن و ماسه: فیلترهای شن و ماسه برای چند دهه بیشترین مصرف را در جهان داشته و در حال حاضر در بسیاری از طرح‌های زهکشی مصرف می‌شوند و بعنوان مطمئن‌ترین فیلتر شناخته شده در زهکشی هستند. در سال ۱۹۸٦ در کنفرانسی در مورد فیلترهای زهکشی که در هلند برگزار شد اظهار شد: " Gravel remains for the time being the most reliable filer material "

۳-۲- فیلترهای آلی: فیلترهای آلی مواد زائد و یا تولیدات جانبی کشاورزی هستند که بعنوان فیلتر دور لوله‌های زهکشی بکار گرفته شده‌اند. مانند پوست نارگیل، پوست برنج، کاه و کلش.

۳-۳- فیلترهای مصنوعی: فیلترهای مصنوعی از جنس پلی‌پروپیلن، پلی‌استر، پلی‌اتیلن و نایلون ساخته می‌شوند و نام تجاری تمامی آنها ژئوتکستایل است. ژئوتکستایل‌ها مواد پلاستیکی 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 در کشور هلند شروع شد و بتدریج توسعه یافت و در حال حاضر در کشورهای اروپایی و بسیاری کشورهای دیگر جهان در طرح‌های زهکشی زیرزمینی استفاده می‌گردد. فیلترهای زهکشی مصنوعی بصورت‌های مختلف تولید و دور لوله‌ها قرار می‌گیرند. بصورت بافته شده، بافته نشده، بافته شده گره‌دار و نوع PLM .

کاربرد فیلترهای مصنوعی در زهکشی دارای مزایای زیر است:

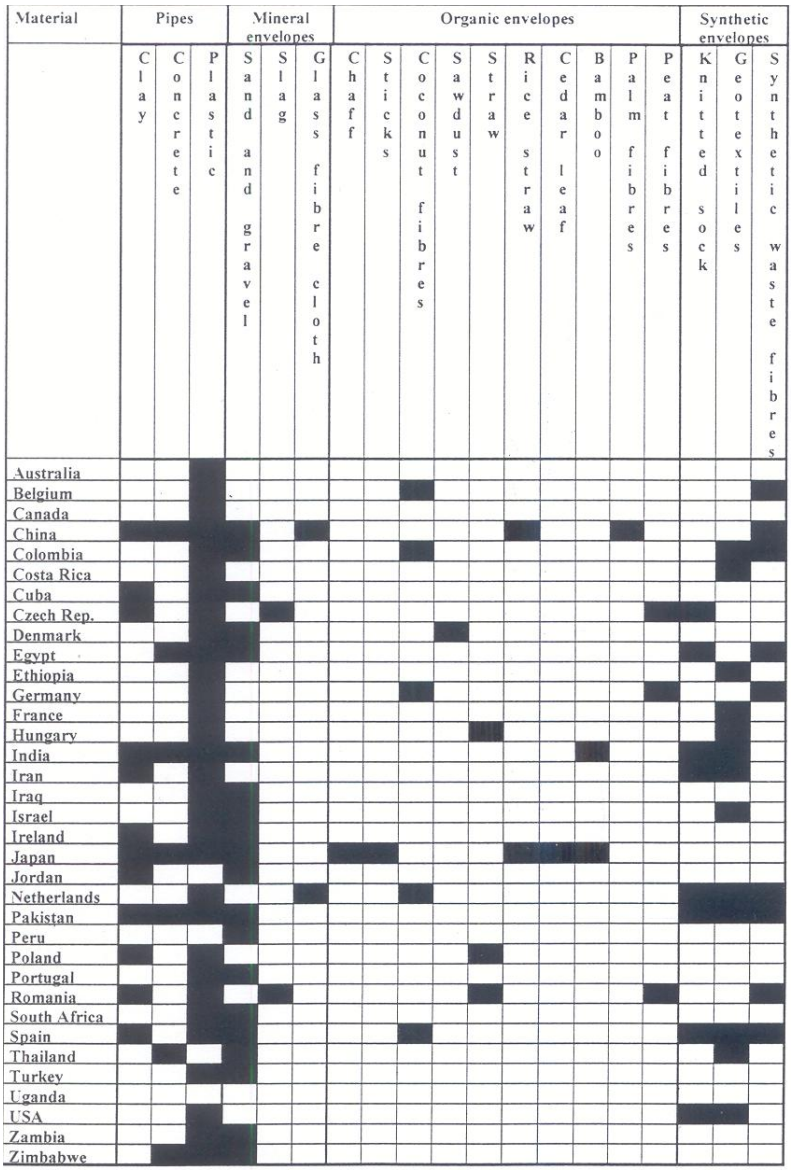
- هزینه تهیه آنها بمراتب کمتر از فیلترهای شن و ماسه و طبیعی است.
- نصب آنها به همراه لوله بسیار ساده است.
- سرعت نصب آنها زیادتر از سرعت نصب لوله با فیلتر شن و ماسه است.

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

در سال۱۹۸۷ آقای Framji مصرف آنها را درکشورهای مختلف ارزیابی ونتایج در جدول (۸) نشان داده شده است.

جدول(۸) مصرف فیلترهای مختلف در تعدادی از کشورهای جهان



چنانچه ملاحظه می‌شود بسیاری از کشورها مجبور به استفاده از فیلترهای مصنوعی شده اند و از سالها پیش مصرف فیلترهای شن و ماسه را متوقف کرده اند. آنها به دلایل مختلف مجبور به استفاده از فیلترهای مصنوعی شدند و سالهاست که از این نوع فیلتر استفاده می‌نمایند. دلایل اصلی لزوم استفاده از فیلترهای مصنوعی درکشور علی‌رغم محاسن زیاد فیلترهای شن وماسه وجودمسائل ومشکلات زیر است:

- در بسیاری از مناطق فیلترهای شن و ماسه وجود ندارد.
- در مناطق زیادی از کشور فاصله آنها از محل مصرف زیاد و هزینه آنها بسیار زیاد است.
- مصرف و حمل آنها از بستر رودخانه‌ها مخالف اصول زیست محیطی است.
- کارگذاری آنها همراه با مشکلاتی است.
- سرعت اجرای شبکه‌های زهکشی با فیلترهای شن و ماسه کندتر است.

بنابراین دلایلی که دیگر کشورها را وادار به استفاده از فیلترهای مصنوعی نمود برای کشور ما نیز مطرح است خصوصاً هزینه بسیار بالای تهیه فیلترهای شن و ماسه در پاره ای نقاط کشور و سرعت کم احداث شبکه‌های زهکشی با استفاده از فیلترهای شن و ماسه که لازمست با انجام تحقیقات همه جانبه و احداث مزارع آزمایشی هر چه سریعتر استفاده از آنها در اغلب پروژه ها صورت گیرد.

۴- اصلاح ضوابط انتخاب فیلترهای شن و ماسه

بدون شک فیلترهای شن و ماسه بهترین نوع فیلتردر شبکه‌های زهکشی زیرزمینی هستند. فیلترهای شن و ماسه ازآغاز طرح‌های زهکشی زیرزمینی کاربرد‌داشته و درحال حاضر نیز دربسیاری 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 در این سال ارائه شد و متعاقباً در سال ۱۹٤۰ توسط آقایان Terzaghi و Bertron کاملتر گردید. در سال ۱۹۷۱ سازمان SCS ضوابط جدیدی برای طراحی فیلترهای اطراف لوله‌های زهکشی پیشنهاد نمود و در سال‌های ۱۹۸۸ ، ۱۹۹۱ و ۱۹۹٤ 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 کشورهای مصر و پاکستان و شناسائی پاره ای مسائل و مشکلات این نوع فیلترها، در سال ۲۰۰۰ ترکیب جدیدی از فیلترهای زهکشی زیرزمینی 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 سازه های هیدرولیکی، چاه‌ها و زهکش‌های زیرزمینی
- سال‌های ۲۰۰۰ – ۱۹۷۱ طراحی فیلترهای شن و ماسه براساس ضوابط ارائه شده SCS و USBR برای زهکش‌های زیرزمینی.
- سال ۲۰۰۰ به بعد طراحی فیلترهای شن و ماسه با استفاده از ضوابط ارائه شده توسط ILRI

در جدول(۹) ضوابط طراحی فیلترهای شن و ماسه SCS و USBR و ILRI برای زهکش‌های زیرزمینی ارائه شده است.

جدول(۹) ضوابط طراحی فیلترهای شن و ماسه (SCS, USBR , ILRI)

معیارهای انتخاب پوشش زهکش سازمان حفاظت خاک امریکا (SCS 1971)

پوشش دانه‌ای

$D_{۵۰} / d_{۵۰} =$ ۱۲-۵۸ — حداقل ضخامت پوشش ۳ اینچ (۷۵ میلی متر)

$D_{۱۰} \geq$ ۰/۲۵ mm — ۰/۲۵ میلی متر= الک استاندارد امریکا شماره ۶۰

$D_{۱۵} / d_{۱۵} =$ ۱۲-۴۰

پوشش یکنواخت

$D_{۱۵} / d_{۸۵} <$ ۵

قطر سوراخ‌های زهکش x ۰/۵ $\geq D_{۸۵}$

معیارهای تجدید نظر شده پوشش زهکش سازمان حفاظت خاک امریکا (1988 و همچنین SCS 1991)

ضوابط SCS برای دانه‌بندی فیلتر

$D_{۱۵} < ۷ d_{۸۵}$ — اما $D_{۱۵}$ نیاز نیست کوچکتر از ۰/۶ میلی متر باشد.

$D_{۱۵} > ۴ d_{۱۵}$

$D_{۵} >$ ۰/۰۷۴ mm — درصد ذرات عبوری از الک استاندارد شماره ۲۰۰ کمتر از ۵ درصد باشد.

ضوابط SCS برای پوشش دور لوله

$D_{۱۰۰} <$ ۳۸/۱ mm — کل ذرات باید از الک ۱/۵ اینچی (۳۸/۱ میلی متر) عبور کند.

$D_{۳۰} >$ ۰/۲۵ mm — درصد ذرات عبوری از الک استاندارد شماره ۶۰ کمتر از ۳۰ درصد باشد.

$D_{۵} >$ ۰/۰۷۴Mm — درصد ذرات عبوری از الک استاندارد شماره ۲۰۰ کمتر از ۵ درصد باشد.

طراحی دانه‌بندی فیلترهای شن وماسه سازمان حفاظت خاک امریکا (SCS 1994)

نوع گروه خاک	اگر $D_{۱۰}$ باشد :	سپس ماکزیمم $D_{۹۰}$ هست:
تمام گروه ها	< ۵ میلی متر	۲۰ میلی متر
	۰/۵-۱/۰ میلی متر	۲۵ میلی متر
	۱/۰-۲/۰ میلی متر	۳۰ میلی متر
	۲/۰-۵/۰ میلی متر	۴۰ میلی متر
	۵/۰-۱۰ میلی متر	۵۰ میلی متر
	< ۱۰ میلی متر	۶۰ میلی متر

طراحی پوشش زهکش بر مبنای معیارهای USBR (۱۹۷۸،۱۹۹۳)

پوشش بدون فیلتر

$D_{۱۰۰} <$ ۳۸ میلی متر — الک‌های استاندارد ۰/۵ اینچی امریکا

$D_{۵} <$ ۰/۳ میلی متر — الک استاندارد شماره ۵۰ از سری الک‌های استاندارد امریکا

برای مواد با دانه‌بندی مناسب

$C_u <$ ۴ — برای ماسه

$C_u <$ ۶ — برای شن

$۱ < C_c <$ ۳ — برای شن و ماسه

معیار جدید در سال ۱۹۹۳: $K_{env} \geq ۱۰ K_s$

وقتی K_{env} بزرگتر از ۱۵۰ متر در روز باشد تفکیک نکردن ذرات ایجاد اشکال خواهد کرد.

جدول(۹) ضوابط طراحی فیلترهای شن و ماسه (SCS, USBR , ILRI)

روابط دانه‌بندی بین ذرات زمین و قطر مواد دانه‌بندی شده پوشش

محدوده خاک برای d_{60} (میلی متر)	حدود پایین درصد ذرات						حدود بالای درصد ذرات					
	0	5	10	30	60	100	0	5	10	30	60	100
0/02–0/05	0/59	–	2/50	8/70	10/00	38/10	0/07	0/30	0/33	0/81	2/00	9/52
0/05–0/1	0/59	–	3/00	10/00	12/00	38/10	0/07	0/30	0/38	1/07	3/00	9/52
0/1–0/25	0/59	–	3/80	13/10	15/00	38/10	0/07	0/30	0/40	1/30	4/00	9/52
0/25–1/0	0/59	–	5/00	17/30	20/00	38/10	0/07	0/30	5/00	1/45	5/00	9/52

ضوابط طراحی پوشش زهکش توسط ILRI- انستیتو بین‌المللی اصلاح اراضی- واگنینگن- هلند

اندیس c و f به ترتیب مربوط به باند با ذرات خاک درشت و ریز می باشد.

۱- فیلتر، معیارهای حفاظتی	$D_{15c}[1] < 7\, d_{85\,f}$	SCS,1988
۲-منحنی راهنمای دانه بندی	$D_{60c} = 5\, d_{15\,c}$	
۳-معیارهای تفکیک	$D_{100} >$ ۹/۵ میلی متر	براساس یافته‌های پاکستان (شفیق-رو-رحمان، ۱۹۹۵)

کنترل نقاط در مرز ریز دانه مواد پوششی در پهنای باند

٤-۱-معیارهای هیدرولیکی	$D_{15f} > 4\, d_{15c}$
٤-۲- منحنی راهنمای دانه بندی(پهنای باند)	$D_{15f} > D_{15c} / 5$

بر مبنای $C_u \leq 6$ و نسبت پهنای باند کوچکتر از ۵.

۵- معیارهای هیدرولیکی	$D_5 >$ ۰/۰۷٤ mm
٦- منحنی راهنمای دانه بندی(پهنای باند)	$D_{60f} > D_{60c} / 5$
۷- معیارهای حفاظتی	$D_{85} > D_{opening}$
معیارهای ساختمانی	تمام روزنه های زهکش بایستی با مواد فیلتر حداقل سه اینچی پوشیده شوند. لفاف دور لوله نباید حاوی مواد خورنده باشد.
ذرات شکسته	آنالیز ۲۱ الک برای تعیین رنج ذرات استفاده شود.
	هدایت هیدرولیکی پوشش کمتر از ۳۰۰ متر در روز.

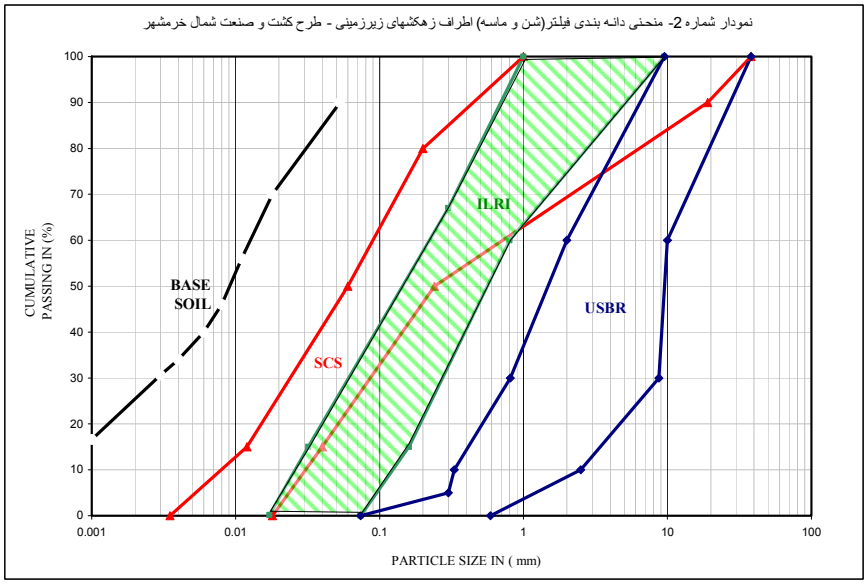
۱- Dxx اندازه ذرات خاک

d xx اندازه ذرات پوشش دور لوله

xx درصد عبور ذرات در منحنی دانه‌بندی

یکی از عوامل مؤثر در انتخاب نوع فیلترهـای شـن و ماسـه مسـأله حمـل و نقـل و انبـار کـردن ایـن مـواد می‌باشد. دانه بندی یا باند فیلتر شن و ماسه باید بگونه ای انتخاب شود که حمـل و نقـل ذرات فیلتـر باعـث پراکندگی و تفکیک و جدا شدن ذرات درشت دانه از ریز دانه نشده و منحنی دانه‌بندی ذرات فیلتـر همچنـان دارای پیوستگی و یکنواختی باشد. برای رسیدن به چنین هدفی اندازه حد بالای ذرات درشـت دانـه بـسیار مؤثر است. در روش‌های SCS و USBR اندازه ذرات درشت دانه در دامنه ۱۹ تا ۳۸ میلیمتر قرار دارد در حالیکه در روش جدید ILRI حداکثر قطر ذرات درشت دانه فیلتر به ۹/۵ میلیمتـر محـدود مـی‌شـود و ایـن مسئله بزرگترین تفاوتی است که در دانه‌بندی فیلترهـای جدیـد ILRI وجـود دارد. ذرات درشـت در طـول حمل و نقل در کامیون، بارگیری و باراندازی از مخلوط جدا شده و باعث بر هم زدن دانه‌بندی می‌شـوند و ادامه جداسازی در محل مصرف نیز می‌تواند باعث تجمع ذرات دانه‌ها در بخش‌هائی از اطراف لوله شده و موجب ورود سیلت و مواد ریزدانه به داخل لوله‌ها شود. بـرای مثـال اسـتفاده از فیلترهـای USBR بـرای خاک‌های شور و ریزدانه در پاکستان موجب ورود رسوبات ریزدانه به داخل لوله‌هـا و منجـر بـه گرفتگـی آنها شد (ولاتمن و دیگران ـ ۱۹۹۰).

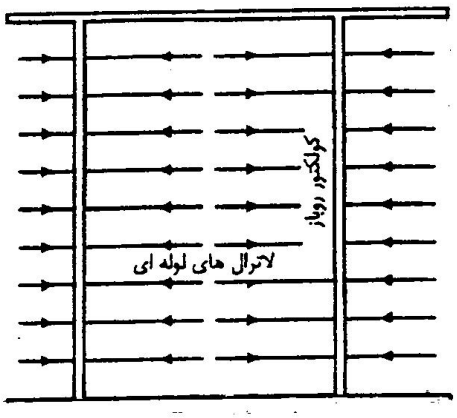
در طرح زهکشی خرمشهر برای انتخاب فیلتر شن و ماسه، با توجه به نوع خـاک فیلترهـای USBR ، SCS و ILRI مطابق نمودار شماره(۲) مورد مقایسه قرار گرفتند. چنانچه ملاحظه می‌شـود بانـد فیلتـر پیـشنهاد شده SCS (۱۹۹٤) در دامنه وسیعی از ذرات ریزدانه تا درشت دانـه قـرار دارد. در روش USBR درشـت دانه بودن فیلتر نقش آنرا جهت بهبود هدایت هیـدرولیکی مـصالح دور لولـه نـشان مـی‌دهـد در صـورتیکه فیلتراسیون برای خاک‌های ریزدانه سیلتی کمتر مورد توجه بوده است. بر این اساس در طرح خرمشهر بـا توجه به سیلتی بودن خاک‌ها و نیاز شدید به فیلتر مناسب جهت جلوگیری از ورود سیلت به داخل لوله‌های زهکشی، انتخاب فیلتر براسـاس روش ILRI انجـام شـد (نمـودار ۲). یـادآور مـی‌شـود در ایـن خـصوص مشاوره‌ای با آقای پروفسور ولاتمن (F.Vlotman) صورت گرفت، ایشان نیز ضمن تأییـد تمـامی مراحـل انتخاب فیلتر، باند فیلتر انتخاب شده را برای خاک‌های کشاورزی منطقه مورد تأیید قرار دادند.



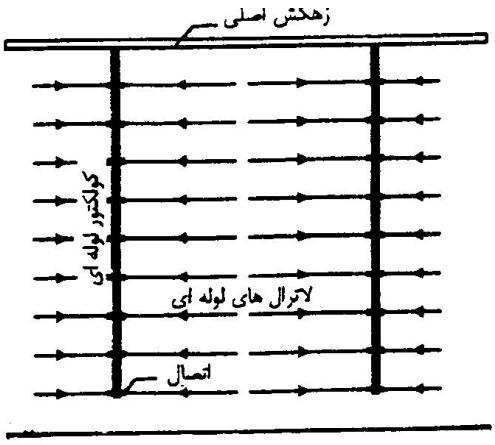
۵- آرایش بهینه شبکه‌های زهکشی زیرزمینی

توسعه ساخت و بهره‌برداری از شبکه‌های زهکشی زیرزمینی و تجربیات بدست آمده در سال‌های اخیر علاوه بر اصلاح ضوابط طراحی، لزوم اعمال تغییراتی را در آرایش شبکه و ابنیه زهکشی در دستور کار قرار داده است. آرایش شبکه‌های زهکشی زیرزمینی در سه شکل‌بندی زیر تعریف شده است.

- **سیستم ساده و منفرد**: در این سیستم زهکش‌های زیرزمینی موازی مستقیماً وارد زهکشی جمع کننده روباز سطحی می‌شوند وبجز لترالهای زیرزمینی، مابقی شبکه زهکشی مطابق شکل(۱) با استفاده از زهکش‌های سطحی طراحی و اجرا می‌گردد.

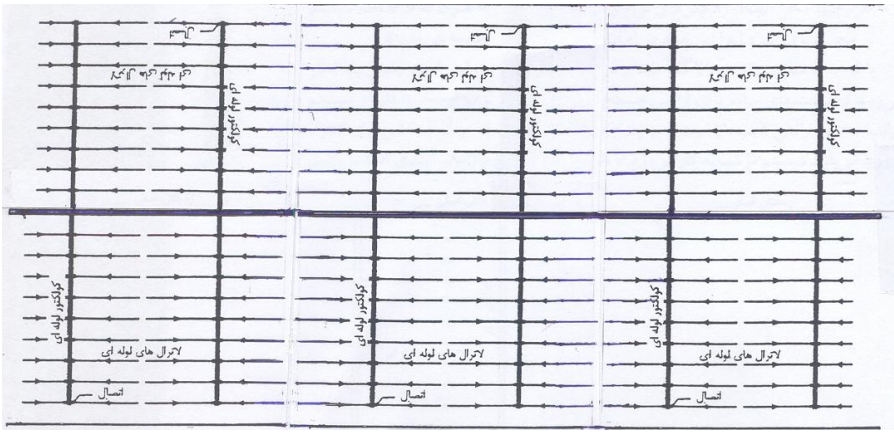


شکل(۱) سیستم منفرد (ساده)



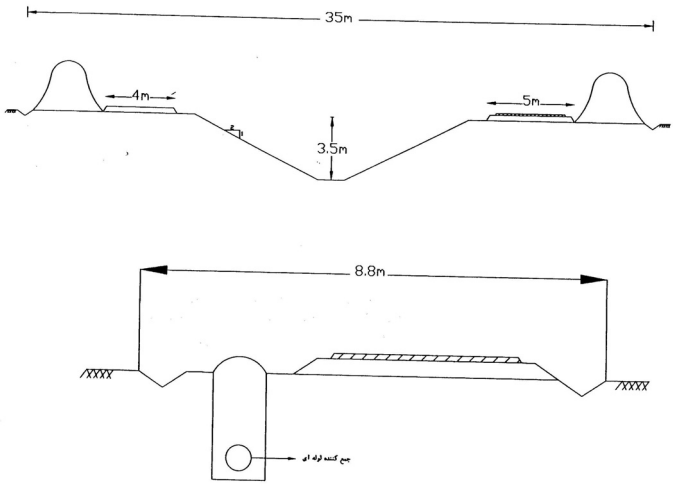
شکل(۲) سیستم مرکب

- **سیستم مرکب**: این سیستم مشابه آرایش زهکشی زیرزمینی ساده است با این تفاوت که بجای زهکش روباز سطحی از جمع کننده لوله‌ای زیرزمینی استفاده می شود و لترال‌های زهکشی زیرزمینی وارد جمع کننده لوله‌ای زیرزمینی شده و جمع‌کننده‌ها مطابق شکل (۲) به زهکش روباز نیمه اصلی و اصلی تخلیه می‌شوند.
- **سیستم مرکب با جمع‌کننده و زهکش نیمه اصلی لوله‌ای**: این سیستم مشابه سیستم مرکب است با این تفاوت که جمع کننده های لوله ای زیرزمینی نیز وارد لوله‌های زیرزمینی قطورتر که نقش زهکش‌های نیمه اصلی را بازی می‌کنند شده مطابق شکل (۳) و در مرحله بعد لوله های نیمه اصلی به زهکش‌های اصلی روباز تخلیه می‌شوند.



شکل(۳) سیستم مرکب با جمع‌کننده و زهکشی نیمه اصلی لوله‌ای

با توجه به مشکلات مربوط به نگهداری زهکش‌های سطحی و نیاز به لایروبی مکرر آنها در شرایط آب و هوائی گرم و خشک کشور و اشغال سطح وسیعی از اراضی بوسیله زهکش‌های سطحی در مقایسه با جمع کننده لوله‌ای(مطابق شکل٤) و نیاز به احداث پل و کالورت جهت عبور از روی آنها، آرایش بهینه در شرایط فعلی آرایش مرکب پیشنهاد می‌شود یکی از محاسن عمده این آرایش امکان استفاده از زهکشی کنترل شده با استفاده از ابنیه منهول در مسیر جمع کننده های زهکشی زیرزمینی است.



شکل(٤) مقایسه عرض زهکش‌های سطحی جمع کننده نسبت به جمع کننده های لوله ای

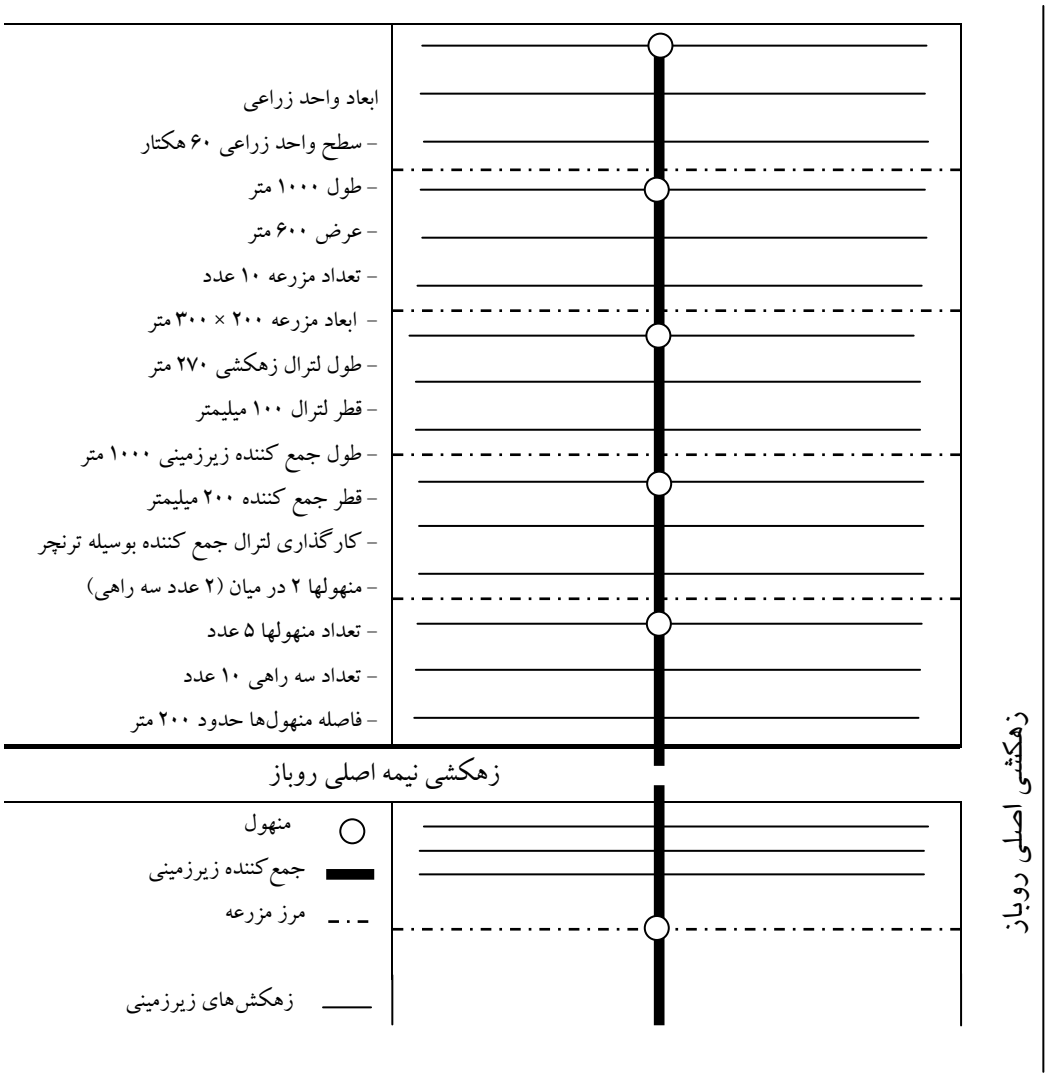
در صورت استفاده از سیستم مرکب، در محل برخورد زهکش‌های لترال زیرزمینی با جمع‌کننده لوله‌ای دو راه حل وجود دارد. میتوان منهول نصب نمود و یا با استفاده از سه‌راهی لترالها را مستقیماً وارد جمع‌کننده‌های زیرزمینی نموده در این ارتباط لازمست به دو مسئله زیر توجه نمود.

- ساخت منهول‌ها هزینه زیادی دارد.
- برای شستشوی جمع کننده‌ها و زهکشی کنترل شده احداث منهول ضرورت دارد.

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

طول و شیب زهکش‌های زیرزمینی: در آرایش منفرد، جهت کاهش تعداد زهکش‌های روباز جمع کننده سعی می‌شود که طول زهکش‌های لترال زیرزمینی هر چه بیشتر در نظر گرفته شود و معمولاً در شرایطی به ۱۰۰۰ متر نیز می رسد. در اینصورت جهت شستشوی زهکش‌ها نیاز به احداث ۲ تا ۳ منهول مخفی زیرزمینی است. که این امر علاوه بر ایجاد مشکلات در دوران بهره‌برداری، هزینه طرح‌های زهکشی را نیز بالا می‌برد. در صورتیکه با آرایش مرکب نیاز به طولانی نمودن زهکش‌های زیرزمینی نیست و طول لوله‌ها را بگونه‌ای می‌توان انتخا ب نمود که شیلنگ دستگاههای شستشو قادر باشند مستقیماً لوله را بطور کامل شستشو دهند. در این حالت لازمست طو ل لترالها خصوصاً در شرایط نظام خرده مالکی با بهره‌برداران پراکنده به حداکثر ۳۰۰ متر محدود گردد.

در خصوص شیب زهکش‌های زیرزمینی، با توجه به مشکلات مربوط به کارگذاری لوله و ایجاد موج در مسیر آنها و با عنایت به تجربیا ت نصب لوله‌های زهکشی در سایر کشورهای جهان، لازمست شیب لترالها را حداقل یک در هزار (یک متر در یک کیلومتر) در نظر گرفت. شکل (۵) آرایش ایده‌آل شبکه زهکشی زیرزمینی که تا حدودی مشابه آخرین پلان زهکشی در اراضی خرده مالکی کشور مصر است را نشان می‌دهد.



شکل(۵) آرایش بهینه شبکه زهکشی زیرزمینی

۶- زهکشی کنترل شده

زهکشی کنترل شده و یا کنترل سفره کم عمق آب زیرزمینی زیر ریشه گیاهان، در اراضی زهکشی شده ای 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 نیز ممکن است شرایط استفاده از زهکشی کنترل شده پس از سالها بهره‌برداری از شبکه زهکشی فراهم گردد. اراضی زهدار و شور در مناطق گرم و خشک در ابتدا وضعیت بسیار بحرانی دارند و شبکه زهکشی برای وضعیت موجود و بحرانی اراضی طراحی می‌شود. شرایط این اراضی بتدریج تغییر کرده و نیازهای زهکشی آن نیز تغییر می‌کند ولی بدلیل شرایط اولیه نصب زهکش‌ها، امکان تغییر در آنها وجود ندارد.

در صورتیکه پس از اصلاح اراضی و شستشوی املاح و بهبود کیفیت آب زیرزمین، بوسیله ابنیه زهکشی کنترل شده می‌توان با مدیریت سفره آب زیرزمینی و کنترل زه‌آب، مصرف آب آبیاری و حجم زه‌آب

خروجی را کاهش داد و علاوه بر کاهش اثرات منفی زیست محیطی زه‌آب در مصرف آب آبیاری نیز صرفه جوئی نمود. زهکشی کنترل شده عمدتاً با دو هدف صورت می‌گیرد:

۱- با هدف کاهش کمی آب زهکشی و به حداقل رساندن مسائل مربوط به کیفیت آب و مشکلات زیست محیطی ناشی از آن.

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

بوسیله زهکشی کنترل شده آب زیرزمینی کم عمق را می‌توان در اعماق مختلف کنترل نمود. در فصول خشک که جریان زهکشی کم و محدود است، سطح آب را نزدیک به زیر عمق ریشه و در فصول خنک با افزایش بارندگی و خیسی خاک سطح آب را می‌توان پائین تر نگهداشت.

در مناطق گرم و خشک کشور مسئله زهکشی کنترل شده در صورتی عملی است که کیفیت آب زیرزمینی مناسب باشد در غیر اینصورت زهکشی کنترل شده می‌تواند بسیار مسئله ساز باشد. چنانچه زمینها در طول سال مرتباً آبیاری شوند(مانند نیشکر و باغات) و جریان آب در طول سال از بالا به پائین ادامه یابد می‌توان از زهکشی کنترل شده سود برد. باید توجه داشت زهکشی کنترل شده در صورتی که با آبیاری زیرزمینی ترکیب نشود ممکن است نتواند اثر چندانی در کاهش حجم زه‌آب داشته باشد.

با توجه به شرایط آب و هوائی، نوع خاک، ریشه گیاه، کیفیت آب زیرزمینی، کیفیت آب آبیاری می‌توان در مزارع آزمایشی چگونگی امکان زهکشی کنترل شده را مورد آزمون قرار داد.

- یکی از مشکلات زهکشی کنترل شده اینست که به چه صورت انجام دهیم و با استفاده از چه نوع تجهیزاتی. زیرا سیستم بایستی ساده و کاربردی باشد و بگونه‌ای که مشکلات بهره‌برداری و کارگری زیادی ایجاد ننماید.
- در مناطقی مانند دشت مغان که شرایط آب و هوائی نسبت به جنوب کشور مناسبتر است و کیفیت آب و آب‌های زیرزمینی در حد قابل قبول است زهکشی کنترل شده بسیار موفق‌تر و مؤثرتر است و شاید در تمام سال قابل انجام باشد.
- در استان خوزستان برخی ماهها که هوا خنک‌تر است و تبخیر و تعرق گیاهان کم است با زهکشی کنترل شده می‌توان مصرف آب را به حداقل رساند ولی ممکن است در فصول بسیار گرم سال این امکان فراهم نباشد.

بنابراین در صورتی که آب زیرزمینی دارای کیفیت مطلوب و آبیاری پیوسته و در تمامی سال ادامه داشته باشد شرایط مطلوب برای زهکشی کنترل شده و آبیاری زیرزمینی و تأمین بخشی از نیاز آبی گیاهان وجود دارد. در هر حال بهتر است آب زیرزمینی در عمقی نگهداری شود که میزان کاپیلاری کمتر از ورودی آب آبیاری باشد تا تعادل لازم ایجاد شود.

در اراضی که تحت کشت قرار ندارند نبایستی زهکشی کنترل شده انجام شود. در این شرایط بهتر است عمق آب زیرزمینی در محلی تثبیت شود که باعث شوری خاک نگردد برای مثال در کشت و صنعتهای توسعه نیشکر در جنوب خوزستان که حدود ۸۰ هزار هکتار از اراضی زهکشی شده وجود دارد علی رغم

۱۰ تا ۱۵ سال از شروع بهره‌برداری EC آب زیرزمینی هنوز بحدی تقلیل نیافته است که بتوان زهکشی کنترل شده انجام داد در صورتیکه در کشت و صنعت‌های هفت تپه، میان آب و کارون شرایط زهکشی کنترل شده وجود دارد و تنها محدودیت عدم وجود جمع کننده های زیرزمینی و ابنیه جهت کنترل سطح آب می‌باشد.

۷- زهکش‌های سطحی دوستدار محیط زیست

زهکش‌های سطحی نقش چند جانبه و حساسی را در شبکه‌های آبیاری و زهکشی ایفاد می‌کنند و دامنه فعالیت و تأثیر آنها در طرح‌ها بسیار متفاوت است. بطور کلی نقش اصلی زهکش‌های سطحی را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

- انتقال و تخلیه سیلاب‌ها و رواناب ناشی از وقوع رگبارهای شدید در سطح و اطراف اراضی.
- انتقال و تخلیه آب مازاد سطحی و زیرزمینی آبیاری مزارع.
- مساعدت در بهبود شرایط زهکشی، ماندابی و اصلاح اراضی محدوده شبکه‌های آبیاری و در پاره‌ای مناطق حل کامل مشکلات فوق.
- دوستدار محیط زیست و دارای نقش مؤثر در پالایش و تصفیه زه‌آب عبوری از محیط سبز آنها و جذب بخشی از عناصر آلاینده مانند ازت.

نقش زهکش‌های سطحی در انتقال و تخلیه سیلابهای ناشی از وقوع رگبارها، انتقال و تخلیه رواناب سطحی و زیرزمینی آبیاری و تأثیر آنها در بهبود شرایط زهکشی و اصلاح اراضی تا حدودی شناخته شده است ولی نقشی که آنها بعنوان دوستدار محیط زیست در تصفیه عناصر آلاینده زه‌آب بعهده دارند ناشناخته است. در اینجا به نقش زهکش‌های سطحی در بهبود محیط زیست و چگونگی کاهش عناصر آلاینده زه‌آب اشاره خواهد شد.

زه‌آب شبکه‌های زهکشی به دلیل شوری اولیه خاک و مصرف مداوم انواع کودها و سموم کشاورزی به عناصر مختلفی مانند ازت، فسفر، علف کش‌ها ، حشره‌کش‌ها و عناصر دیگری آلوده است. برای کاهش حجم زه‌آب و افزایش کیفیت آن راه‌های مختلفی به شرح زیر وجود دارد.

- **استقرار شبکه زهکشی در عمق کمتر**: یکی از راههای مؤثر کاهش حجم زه‌آب شبکه‌های زهکشی زیرزمینی نصب لوله‌های لترال و زهکش‌های سطحی در عمق کمتر است. این امر باعث کاهش نسبی حجم زه‌آب خروجی کاهش نسبی آلاینده ها خواهد شد.
- **زهکشی کنترل شده به همراه آبیاری زیرزمینی**: اعمال زهکشی کنترل شده در طول سال ویا دربرخی ازفصول باعث کاهش کمی وبهبود کیفی زه‌آب خروجی ازشبکه‌های زهکشی خواهد شد.
- **استفاده از فیلترهای سبز در مسیر زه‌آب**: یکی از راههای مؤثر کاهش کمی و افزایش کیفیت زه‌آب حاصل از شبکه‌های زهکشی، عبور زه‌آب از محیط‌های سبز مانند مخازن آب پوشیده از علف و

زهکش‌های سطحی دارای نی وعلف‌های آبزی می‌باشد. با عبور زه‌آب از محیط‌های سبز مقداری از زه‌آب آلوده مصرف شده و به همراه آن عناصرآلاینده نیز کاهش خواهد یافت.

با توجه به نقش مسلم زهکش‌های سطحی سبز در کاهش حجم زه‌آب و کاهش آلاینده ها، بنابراین هرچه میزان نی و علفهای موجود در مسیر زهکش‌های سطحی بیشتر باشد و هرچه طول مسیر زهکش‌ها طولانی‌تر باشد اثرات مثبت زهکش‌ها در کاهش حجم زه‌آب و افزایش کیفیت آن بیشتر خواهد شد. برای نگهداری محیطی سبز در مسیر زهکش‌های سطحی مسائل زیر بایستی مورد توجه قرار گیرد.

- در زمان طراحی جهت پیش بینی ظرفیت لازم با شرایط علفی، ضریب زبری در زهکش‌های سطحی با توجه به میزان علف بین ۰/۱ تا ۰/۲ در نظر گرفته شود.
- از لایروبی زهکش‌ها بوسیله ماشین آلات سنگین مانند بیل مکانیکی و دراگ لاین جلوگیری شود.
- در صورت نیاز و ممانعت از دفع زه‌آب، با استفاده از دستگاه‌های مخصوص علف بر مسیر زهکش‌های سطحی پاک سازی شود بنحویکه در مدت زمان کوتاهی مجدداً علف‌های قبلی امکان سبز شدن را داشته باشند.

عکس زیر نحوه پاکسازی علف‌های هرز در مسیر زهکش‌های سطحی بوسیله دستگاه علف‌بر مخصوص را نشان می‌دهد

عکس(۱) پاکسازی علف‌های هرز در مسیر زهکش‌های سطحی بوسیله دستگاه علف‌بر

نتیجه گیری:

دهمین نشست کمیته جهانی زهکشی(ICID) که در ماه جولای (تیر ماه) سال ۲۰۰۸ در هلسینکی فنلاند برگزار شد اصلی ترین مسئله ای را که مورد هدف قرار داده شد مسائل زیست محیطی بود. در این کنفرانس اغلب مقالات مربوط به زهکشی و محیط زیست خصوصاً آلاینده‌های موجود در زه‌آب طرح‌ها و نحوه کاهش آنها بود و ما را به این نتیجه می‌رساند که **" زه‌آب کمتر با کیفیت بهتر "** ، بنابراین اصلاح معیارها و ضوابط طراحی شبکه های زهکشی لازمست علاوه بر توجه به مسائل اقتصادی و بهره‌برداری، مسائل زیست محیطی را مدنظر قرار داده و در اولویت قرار دهد. در خصوص لزوم بازنگری و تغییر ضوابط طراحی شبکه‌های زهکشی و اعمال آنها در طرح‌های زهکشی کشور لازمست به نکات زیر اشاره شود:

۱- **کاهش عمق نصب زهکش‌های زیرزمینی**: در خصوص کاهش عمق و فاصله زهکش‌های زیرزمینی می‌توان گفت که تقریباً تمامی متخصصین به این نتیجه رسیده اند که عمق نصب زهکش‌ها در نتیجه فاصله زهکش‌ها را تا حد امکان بایستی کم کنیم. در شرایط کشورمان برای مناطق معتدل عمق ۱/۵ – ۱/۲ متر و برای نقاط گرم و خشک و با شرایط آب و هوائی بحرانی ۲ – ۱/۵ متر پیشنهاد می-شود.

۲- **کاهش ضریب زهکشی**: کاهش ضریب زهکشی منجر به افزایش فاصله زهکش‌ها شده و هزینه‌های اجرائی طرح‌های زهکشی را کاهش خواهد داد. برای طرح‌های زهکشی کشور با الگوی کشت رایج ضریب زهکشی بین ۲ – ۱ میلیمتر در روز پیشنهاد می‌گردد. بدیهی است برای کشتهای خاص مانند نیشکر ممکن است نیاز به افزایش جزئی باشد.

۳- **کاربرد فیلترهای مصنوعی**: استفاده از فیلترهای مصنوعی تاریخی ۵۰ ساله دارد در صورتیکه ما تازه شروع کرده ایم. لازمست تدابیری اتخاذ گردد که سرعت استفاده از فیلترهای مصنوعی را بیشتر کنیم. هرچند برای دستیابی به چنین هدفی استفاده از نتایج مزارع آزمایشی و انجام تحقیقات لازم راه را هموار خواهد نمود.

۴- **اصلاح ضوابط انتخاب فیلترهای شن و ماسه**: ترکیب فیلترهای شن و ماسه خصوصاً بعد از تجربه ناموفق پاکستان در سال ۱۹۹۰ در استفاده از فیلترهای شن و ماسه USBR برای خاک‌های شور وریزدانه و ورود رسوبات به لوله‌های زهکشی تغییر یافته وضمن حذف شن درشت دانه‌ها، حداکثر قطر ذرات درشت به ۹/۵ میلیمتر یعنی $\frac{۱}{۴}$ قطرهای USBR **و** SCS محدود شده و ترکیب جدیدی از شن و ماسه پیشنهاد شده است که لازمست در خاکهای ریزدانه کشور مورد استفاده قرار گیرد.

۵- **اصلاح آرایش شبکه زهکشی**: پس از سالها تجربه در بهره بردرای از شبکه‌های زهکشی خصوصاً شبکه‌های زهکشی کشور مصر، پلان نهائی و بهینه شامل واحدهای زراعی به مساحت ۵۰ تا ۶۰ هکتار و یا کمی بیشتر پیشنهاد می‌شود بگونه ای که شبکه زهکشی زیرزمینی آن به جمع کننده

لوله‌ای تخلیه شده و منهول‌های آن بصورت ۲ در میان و یا ۳ در میان بگونه‌ای نصب می‌شوند که فاصله آنها حدود ۲۰۰ متر باشد. ضمناً طول لترالها حداکثر به ۳۰۰ متر و شیب لوله‌های زهکشی حداقل یک در هزار مورد تأکید قرار گرفت.

۶- **زهکشی کنترل شده**: ما می‌توانیم در برخی از طرح‌های زهکشی خصوصاً در استان خوزستان در طرح‌هائی که آب زیرزمینی شیرین شده و EC آن به حد قابل قبولی رسیده است از زهکشی کنترل شده استفاده کنیم و آنرا با آبیاری زیرزمینی در برخی فصول ترکیب کنیم. از این بابت صرفه جوئی در مصرف آب و صرفه اقتصادی زیادی نصیب ما می‌شود. مشکل اصلی اینست که شبکه‌های قدیمی زهکشی فاقد جمع کننده زیرزمینی جهت کنترل آب زیرزمینی هستند لذا بایستی از راههای دیگری زهکشی کنترل شده صورت گیرد و این امر ممکن است مشکلاتی را در پی داشته باشد. در طرح‌های جدید نیز بایستی بگونه‌ای عمل کنیم که اعمال زهکشی کنترل شده در آینده و پس از اصلاح اراضی و بهبود کیفیت آب زیرزمینی عملی باشد و مشکل بهره‌برداری ایجاد ننماید.

۷- **زهکش‌های سطحی سبز**: دیدگاه خود را به زهکش‌های سطحی تغییر دهیم و اجازه ندهیم ماشین آلات سنگین آرامش زهکش‌های سطحی ما را بر هم بزنند. محیط سبز آنها را حفظ کنیم و در صورت ضرورت فقط علفهای آنها را کوتاه نمائیم. تأثیر زهکش‌های سطحی در کاهش آلاینده ها امری مسلم است ولی جای تحقیق زیادی وجود دارد تا نقش آنها کاملاً شناخته شود و لازمست در این رابطه برنامه‌ریزی لازم صورت گیرد.

منابع:

۱- مریدنژاد ، علیرضا ۱۳۸۳. ضرورت توسعه کاربرد لوله بجای کانال در شبکه‌های آبیاری و زهکشی. دومین کارگاه آموزشی ساده سازی. معاونت آب و خاک، وزارت جهاد کشاورزی.

۲- مریدنژاد ، علیرضا ۱۳۸۵. معیارها و ضوابط طراحی شبکه‌های زهکشی زیرزمینی. جزوه درسی.

۳- علیزاده ، امین ۱۳۸٤. زهکشی جدید. انتشارات آستان قدس رضوی.

٤- کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران ۱۳۸۰. مجموعه مقالات دومین کارگاه فنی زهکشی. نشریه شماره ٤۲.

۵- کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۱۳۸۳. مجموعه مقالات سومین کارگاه فنی زهکشی برگزار شده در ۲۳ مهر ماه ۱۳۸۳.

٦- گزارش فنی شبکه زهکشی زیرزمینی اراضی کشت و صنعت شمال خرمشهر، سال ۱۳۸۳، مهندسین مشاور سامان آبراه.

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

8- Amer, M.H., de Ridder, N.A. 1989. Land Drainage in Egypt. Drainage Research Institute / DRI, Cairo, Egypt.
9- Nijland, H.J.,2000. Drainage Along The River Nile. Ministry of public works and water Resources , Egypt. Egyption Public Authority for Drainage Projects / EPADP. Ministry of public works and Water Management – The Netherlands, Directiorate- General of public works and water Management / RIJKSWATERSTAAT.
10- FAO, 1979. Drainage design factors, Irrigation and Drainage paper 38. FAO/Rome/Italy.
11- FAO, 2005. Materials for subsurface land drainage systems, Irrigation and Drainage paper 60, Rev. 1. FAO/ Rome/Italy.
12- FAO, 2007. Guidelines and Computer programs for the planning and design of land drainage systems, Irrigation and Drainage paper 62. FAO/ Rome/Italy.
13- 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.
14- 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.
15- 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.