اصول فنی طرح شبکه زهکشی درجه ۳و۴ و بررسی هزینه احداث آنها

دانشکده کشاورزی دانشگاه پهلوی

عبدالله جناب

مقدمه :

زهکشی یکی‌از عوامل بسیار مؤثر در امر یک کشاورزی موفق میباشد . از قدیم‌الایام بشر به اهمیت زهکشی پی‌برده چنانچه مصریها در ۴۰۰ سال قبل ازمیلاد مسیح اقدام به تأسیس زهکشهای روباز نموده‌اند . ایرانیها نیز از سالهای پیشین به علم زهکشی واقف بوده بطوریکه در اطراف تخت‌جمشید شواهدی از زهکشهائی که در زمان داریوش کبیر ایجاد شده به چشم میخورد . آب‌حوض عالی‌قاپو از زه‌آب زهکشهای منطقه لنجانات اصفهان که در زمان شیخ بهائی احداث شده تأمین میشده است . بدینترتیب که زهکشها روی خطوط میزان سنجی حرکت کرده تا به بدنه کوه صفه‌رسیده و سپس آب‌زهکشها توسط لوله‌های زیرزمینی به داخل حوض عالی‌قاپو انتقال یافته و در آنجا فوران مینموده است . انگلیسیها ،رومیها، آلمانها وهلندیها نیز از زمان‌های خیلی پیشین به‌علم‌زهکشی آشنائی داشته واقدام به تأسیس زهکشهائی نموده‌اند .

از قدیم‌الایام ملتهائی که آشنائی کامل به‌علم زهکشی داشته‌اند اراضی خود را آباد وحاصلخیز نگاهداشته و در نتیجه تمدن خودرا حفظ نموده‌اند . برعکس تمدنهائی که بدین‌موضوع توجه نداشته‌اند بعلت باتلاقی وشورشدن زمینهای خود بمرور مضمحل شده و از صفحه تاریخ حذف شده‌اند . برای مثال دشت فرات را در عراق که یکی از دشتهای پرنعمت وحاصلخیز بوده یادآوری میکنیم . این دشت بعلت آبیاری بی‌رویه وعدم‌توجه بامور زهکشی هم‌اکنون شور و لم‌یزرع افتاده است . در دشت‌خوزستان شواهدی دردست است که روزگاری سبز وخرم وپوشیده از جنگل بوده است . دراین دشت بعلت کمی شیب زمین ، سنگین‌بودن بافت خاك ورعایت ننمودن اصول زهکشی سطح آب بالا وشوری‌بحدی رسیده‌است که کلیه جنگلها از بین‌رفته و اکنون ازآنها خبری‌نیست . خوشبختانه دولت ازچندسال پیش باینطرف باین امر حیاتی توجه خاصی نموده واقدام به‌ایجاد زهکشهای زیادی نموده است . در پاکستان مسأله زهکشی بطور خیلی شدید بچشم میخورد بطوریکه طبق اطلاعات واصله درهر ۵ دقیقه یک اکرزمین از زمینهای پاکستان دراثر بالاآمدن سطح آب زیرزمینی وياشورشدن از برنامه زراعی‌خارج میشود . برای اینکه به اهمیت زهکشی بیشتر پی ببریم بدنیست تأثیر ۱/۵ متر آب آبیاری در سال را باهدایت الکتریکی ۵۰۰ میکروموس برسانتیمتر (که یک آب با کیفیت بسیار خوب میباشد) باراندسان ۴ درصد در نظر بگیریم . این حجم آب سالیانه‌مقداری درحدود ۵ تن درهکتار نمک وارد زمینهای کشاورزی مینماید وقادر خواهد بود در عرض ۵ سال آبیاری هدایت الکتریکی ۱/۵ متر پروفیل خاك را ۴ میلیموس برسانتیمتر بالا برده که خود خاکی کاملا شور خواهد بود . از طرفی دیگر ۹۰ سانتیمتر اضافه آب آبیاری در سال زمینی را که سطح آب زیرزمینی درآن ۱۵ متری سطح زمین قرار دارد درمدتی کمتر از چهارسال تبدیل به یک باتلاق مینماید. از این رواست که درآبیاری مدرن سیستم زهکشی بایستی بموازات سیستم آبیاری ساخته شود . اداره عمران آمریکا . U.S. Bureau of Reclamation توصیه مینماید که درکلیه حوزه‌های آبخور سدهامطالعات‌آبیاری وزهکشی میبایستی باهم انجام شده و در یک موقع هر دو سیستم «آبیاری وزهکشی» طرح واجرا شود . البته بایستی خاطرنشان ساخت که هر منطقه‌ای ، بسته به موقعیت خود ، دارای یک ظرفیت طبیعی زهکشی میباشد که در اینجا آنرا بنام پتانسیل زهکشی

طبیعی منطقه Natural Drainage Potential مینامیم. برای طرح شبکه زهکشی بایستی پتانسیل زهکشی طبیعی منطقه از احتیاجات زهکشی کسر تا احتیاجات واقعی منطقه به زهکشی بدست آید .

اصول فنی طرح شبکه‌های زهکشی :

برای اینکه بهتر اصول فنی شبکه های زهکشی را بررسی نمائیم بهتر است ابتدا شرائطی را که تعیین کننده مشخصات فنی طرحهای زهکشی میباشند مطالعه کرده وسپس اصولی را که متکی بر شرائط فوق میباشد مورد دقت قرار دهیم .

۱ـ مشخصات اولیه :

۱-۱- شرائط محیطی :

این شرائط عبارتند از مجموعه شرائطی که محیط رشد را تشکیل داده ومستقیماً درگرفتن مواد غذائی وآب تأثیر میگذارند .شرایط محیطی که درطرحهای زهکشی مورد مطالعه قرار میگیرند عبارتند از :

۱-۱-۱- شرائط فیزیکی : شرائط فیزیکی عبارتنداز شرائطی که از خواص ظاهری و ساختمانی محیط صحبت کرده وعبارتند از :

۱-۱-۱-۱-ضریب آبگذری Hydraulic Conductivity (K) ویا قابلیت عبور آب از خاك .

ضریب آبگذری خاك یکی از خواص فیزیکی مهم محیط رشد بوده که درقدرت زهکشی وتهویه خاك مؤثر بوده و تعیین کننده فاصله زهکشها میباشد . خاکهای رسی دارای ضریب آبگذری کمی بوده و در نتیجه فاصله زهکشها در این گونه خاکها کم میباشد . بالعکس درخاکهای شنی بعلت اینکه قابلیت عبور آبشان زیاد میباشد فاصله زهکشها بیشتر خواهدبود .آبگذری درخاکهای شور نسبتاً بالاست ولی هرچه زهکشی واصلاح اراضی ادامه یافته وشوری خاك کم گردد آبگذاری خاك تغییر می یابد . بادر دست داشتن برنامه اصلاحی خاك وشستشوی نمونه‌ای که آزمایش می‌شود می‌توان آبگذری آینده زمین را تعیین کرده و در محاسبات فاصله زهکشها منظور نمود .

۱-۱-۱-۲-ضریب آبدهی Drainable Porosity (V) ویاضریب تخلیه .ضریب آبدهی یکی ازضرائب فیزیکی خاك بوده که در مؤثربودن زهکشها وشدت پائین آوردن سطح آب زیرزمینی رل مهمی راایفا مینماید . بعبارت دیگر این ضریب مشخص مینماید که هریک سانتیمتر آبی که توسط زهکشها از منطقه خارج میگردد چند سانتیمتر سطح آب زیر زمینی پائین میافتد . ضریب آبدهی قسمتی از تخلخل خاك است که آب آن تحت قوه‌نیروی ثقل خارج میشود . ضریب آبدهی برعکس تخلخل درخاکهای رسی کم ودرخاکهای شنی زیاد میباشد[۶].

۱-۱-۱-۳-ضخامت سفره آبده Thickness of aquifer (D) عبارتست ازفاصله عمودی بین متوسط سطح آب زیرزمینی تاطبقه غیرقابل نفوذ. اندازه‌گیری ضخامت سفره آبده درعمل بسیار مشکل میباشد زیرا آبگذری لایه‌های خاك یک‌سرتبه کم نشده تا به صفر برسد (Impermeable layer) ودراغلب موارد آبگذری لایه‌ها بتدریج کم شده تا به مقدار غیرقابل ملاحظه‌ای برسد .در بعضی موارد ضخامت طبقه آبده بقدری زیاد است که عملا تمام آن درانتقال آب به زهکشها عمل نکرده وقسمتی ازآن مؤثر میباشد . لذا برای طرح سیستمهای زهکشی بایستی مقدار مؤثر آن را (جناب ۱۹۶۸) مورداستفاده قرار داد .

۱-۱-۱-٤- لایه‌بندی و محل لایه‌های قابل نفوذ نسبت به لایه‌های غیرقابل نفوذ . اغلب اتفاق میافتد که پروفیل خاك یکنواخت نبوده وخاك لایه‌لایه میباشد . محل این لایه‌ها وطرز قرار گرفتن آنهانسبت بیکدیگر در انتخاب عمق زهکش بسیار مهم میباشد . سعی میشود که زهکشهای زیرزمینی در لایه‌های با آبگذری بیشتر قرار داده شوند . درصورتیکه طبقه غیرقابل نفوذ Impermeable layer در عمق زیادی قرارگرفته باشد تأثیر زیادی روی عمق زهکشها نخواهد داشت ولی درصورتیکه این لایه در عمق کمتری قرار داشته باشد سعی خواهد شد که درصورت امکان عمق زهکش تاروی آن ادامه ویا اینکه آنرا قطع نماید .

۱-۱-۲- خواص شیمیائی : اصولا در مناطق خشک ونیمه‌خشک بعلت اینکه پتانسیل تبخیر وتعریق بیش از پتانسیل نزولات آسمانی است موازنه رطوبتی بطرف جومیباشد . بعبارت دیگر میزان تبخیر سالیانه بمراتب بیش از میزان بارندگی بوده وبرای حفظ تعادل گیاه مجبور خواهیم بود مقدار زیادی آب بعنوان آبیاری مصرف نمائیم این آب که

طبیعتاً دارای مقداری املاح محلول درخود میباشد پس از تبخیر املاح خودرا در سطح وپروفیل خاك باقی میگذارد . تجمع ممتدنمکها ، بستگی به‌ترکیبات شیمیائی آنها ، موجب تشکیل خاکهای شور وقلیائی میشود . لذا در نواحی خشك ونیمه‌خشك به‌دودلیل بایستی مقدارآب آبیاری بیش از مقدار احتیاجی نبات باشد :

۱-۱-۲-۱-شست‌وشوی Leaching املاح اضافی خاکهای شور وقلیائی که خاك به‌حالت قابل کشت درآورده‌شود .

۱-۱-۲-۲-پس‌ازاینکه خاك شسته وقابل کشت شد ، شست وشوی نمك‌هائی که باآب آبیاری وارد خاك شده وپس از تبخیر وتعریق درسطح وپروفیل خاك باقی میماند .

بنابراین در خاکهای شور و قلیائی بدلیل اینکه اولا« آب شست‌وشو باعث بالاآمدن سطح آب زیرزمینی میشود و ثانیاً« بعلت اینکه نمکهای شسته شده بایستی از منطقه خارج شود و گرنه دومرتبه در اثر حرکت آب از اعماق به‌بالا و تبخیر آن ، املاح به سطح خاك میاید اقدام به تأسیس یک شبکه زهکشی‌مینمایند . ضرائب زهکشی در اینگونه موارد مانند طریقه آبیاری اضافه برحد (جناب ۱۹۶۷) محاسبه و در طرح های زهکشی منظور خواهد شد .

۱-۱-۳- شرائط جغرافیائی وموقعیتی :

بطورکلی مسئله زهکشی و شوری دارای یک گسترش جغرافیائی بخصوصی میباشد . در هر حوزه آبیاری ، در صورتیکه از قسمت علیا به قسمت سفلی حرکت نمائیم ، شیب زمین در قسمت علیا زیاد تر بوده و هر چه بطرف قسمت سفلای حوزه برویم شیب کمتر شده تا بحدی که در بعضی موارد به قسمت هائی برخورد میکنیم کـه شیب زمین تقریباً صفر میشود . بهمین ترتیب‌بافت‌خاك ازبالا به‌پائین تغییر کرده‌و در بالا خاکها Sandy Loam, Silty Loam و Loam بوده وهرچه به‌طرف پائین حرکت نمائیم بافت‌خاك سنگین‌تر شده‌تا بالاخره به‌خاکهای Clay میرسیم . سطح آب زیرزمینی در قسمت بالای حوزه پائین بوده وبهیچ ترتیب مسأله زهکشی وجود ندارد درصورتیکه درقسمت پائین منطقه سطح آب بالا ومسأله زهکشی بطور چشم‌گیری مشاهده میگردد . مسأله شوری وقلیائی نیز بهمین ترتیب ازقسمت علیا به سفلی زیاد شده بطوریکه درقسمت اخیر اغلب مناطق لم‌یزرع وشور دیده میشود . لذا درهر حوزه آبیاری گسترش احتیاجات زهکشی کاملا متفاوت میباشد ، درقسمت علیا احتیاجات بسیارکم و شاید ناچیز بوده و هرچه بطرف قسمت سفلی حرکت نمائیم احتیاجات شدیدتر شده وبنابراین سیستم زهکشی متراکم‌تر وبزرگتر میشود . علاوه بر عواملی که در فوق ذکر شد یک عامل دیگری نیز در شرائط جغرافیائی وجود دارد که در طرح شبکه زهکشی بسیار مؤثر خواهد بود وآن مخرج (outlet) یا محلی‌است که زه‌آب‌ها بایستی درآن تخلیه شوند . در بعضی موارد ممکن‌است اصولا نتوان محلی که بشود زه‌آب را درآن تخلیه نمود پیدا کرد و دراین صورت با مسأله واقعاً مشکلی روبرو خواهیم بود که اغلب منجر به «صرف‌نظر کردن اززهکشی» میشود .درانتخاب‌مخرج چندعامل مؤثر است که بایستی حتماً در نظرگرفته شود . اول : ظرفیت مخرج‌خواهد بود که آیا این مخرج گنجایش تمام‌آبهای زهکشی شده را خواهد داشت یانه ، دوم :فاصله مخرج تا زمینهای زهکشی شده است که تاچندکیلومتر آب زهکش بایستی جریان یافته‌قبل از اینکه به‌مخرج برسد و سوم : ارتفاع مخرج که آیا مخرج باندازه‌کافی پائین خواهد بود که آب زهکش بطور طبیعی بداخل آن جریان یابد ویا اینکه مرتفع بوده وآب‌زهکش رابایستی بطریقه پمپاژ بالا آورده و در داخل مخرج ریخت .

۱-۲- شرایط هیدرولژیکی :

۱-۲-۱- بارندگی : درمورد بارندگی میتوان مناطق را به دو دسته مناطق مرطوب ومناطق خشك ونیمه‌خشك تقسیم نمود :

۱-۲-۱-۱- مناطق مرطوب :دراین مناطق مقدار بارندگی نسبتاً زیاد ، مداوم ودر بعضی موارد میزان آن در سراسر سال تقریباً ثابت میباشد . درمناطق‌مرطوب برای‌طرح سیستمهای‌زهکشی میتوان ازفرمولهای بارژیم‌ثابت Steady state استفاده نمود . بعلت شستشوی طبیعی پروفیل خاك دراین‌گونه مناطق مسأله شوری وجود نداشته و در اغلب مواردیک طبقه نسبتاً غیرقابل نفوذ در عمق کم مشاهده میگردد . وجود این طبقه غیرقابل نفوذ شاید بعلت مهاجرت کلوئیدهای رسی دراثر بارانهای مداوم بوده . وتنها مسأله دراین گونه مناطق گرفتن‌آب اضافی ازپروفیل خاك وخارج کردن آن‌از منطقه خواهد بود . در زراعتهای‌گران‌قیمت مانند سبزیجات ویاباغات ازسیستم زهکشی زیرزمینی استفاده میشود ولی برای زراعتهای کم درآمد مانند سرغزارهای طبیعی وزراعتهای بزرگ‌گندم وجو از سیستم‌های روباز استفاده میشود . در

این نوع زهکشی زمین رابه‌عرض ۱۰-۶ متربا شیب عرضی ۱:۱۵ یا ۱:۱۰ بصورت کانالهای V شکل کم‌عمق وعریض ساخته تاآب باران بطورطبیعی درته این زهکشها جمع‌شده واز زمین خارج شود . دراین‌گونه مناطق ضریب زهکشی‌معادل باستوسط میزان بارندگی منهای میزان تبخیر وتعریق محیط میباشد .

۱-۲-۱-۲ مناطق خشک ونیمه‌خشک :

درمناطق خشک ونیمه‌خشک میزان بارندگی بسیارکم وفقط دریک فصل معینی انجام میشود لذا تأثیر آن‌بستگی به‌شدت ومدت بارندگی ممکن‌است ناچیز ویابسیار شدید باشد . بنابراین دراین‌گونه نواحی به‌دو مسأله برخورد میشود :
۱- بالاآمدن سطح‌آب زیرزمینی بعلت نفوذ سطحی و ۲ - ایجاد سیل‌توسط بارانهای شدید ، اصول‌فنی طرح زهکشها در این‌مناطق بستگی به‌شرائط هیدرولژیکی وجغرافیائی متفاوت بوده و ممکن است زهکشها جهت پائین‌آوردن سطح‌آب زیرزمینی ویابمنظور جلوگیری ازسیل بوده‌باشند .

درصورتیکه منظور پائین آوردن سطح آب زیرزمینی‌که درطول فصل بارندگی بالاآمده است باشد سیستم زهکشی بایستی طوری درنظر گرفته‌شود که زمین درموقع کشت خشک بوده وسطح آب‌زیرزمینی درموقع رشدگیاه پائین‌تر ازمنطقه ریشه‌نباتی بوده‌باشد .بنابراین ارتفاعی‌که آب بایستی پائین افتد عبارتست ازماکزیممی که سطح آب زیرزمینی درفصل بارندگی بالارفته تاسطحی که‌بایستی زهکشی شود وزمان مؤثر عبارت خواهد بود از زمان حداکثر ارتفاع آب زیرزمینی تا زمان‌کشت ویاشروع فعالیت نباتی برای طرح سیستم زهکشی دراینگونه موارد فرمولهای غیرتعادلی بکار برده شده وبرای بدست‌آوردن فاصله وعمق زهکشها از ارتفاعی‌که آب بایستی پائین افتد درفاصله زمان مؤثر استفاده میشود .

درمناطقی‌که جنس خاك نسبتاً سنگین وبارندگی سیل‌آسا است برای حفاظت مزارع از زهکشهای سیل‌گیر استفاده میشود . مقدار سیلی‌که زهکشها برمبنای آنها طرح میشود بستگی به‌شدت بارندگی ، زمان بارندگی ،توپوگرافی زمین ، جنس خاك ،مقدار زمینی‌که بهریک از زهکش‌ها تعلق گرفته وغیره خواهد داشت .میزان سیل حاصل ازهربارندگی را میتوان ازفرمولهای پیشنهادی که درکتابهای زهکشی‌هیدرولوژی آمده محاسبه نمود (۸-۱-۱۲)

۱ - ۲ - ۲ - شرائط آبیاری :

اصولا به‌هرطریقه‌ایکه آبرا بخواهند بزمین دهند مقداری تلفات سطحی و تلفات عمقی داشته‌وهیچ متدآبیاری نمیتواند صددرصد راندمان داشته با شد. حتی در مدرنترین متد آبیاری یعنی آبیاری آبپاشی ، راندمان صددرصد نبوده و مقداری تلفات شامل میباشد . تلفات آبیاری بردو نوع خواهد بود :

۱-۲-۲-۱-تلفاتی که دراثر نفوذ اضافی آب‌آبیاری بداخل زمین ایجاد شده‌که میزان آنرامیتوان از راندمان‌آبیاری محاسبه نمود . این گونه تلفات باعث بالاآمدن سطح آب زیرزمینی شده ودرموقع طرح زهکشها بایستی محاسبه گردد . ارتفاعی‌که‌سطح‌آب زیرزمینی بالا میآیدمساویست‌باعمق‌آب‌نفوذ شده‌باعمق‌تقسیم برضریب پرشدنی - Fillable Porosity خاك وزمانی که زهکشها بایستی این آب راتخلیه نمایند عبارتست از دوره آبیاری(جناب ۱۹۶۷).

۱-۲-۲-۲-تلفاتی که دراثر فاضلابهای سطحی بوجود میآید . مقدار این‌گونه تلفات رامیتوان از راندمان آبیاری مزرعه محاسبه نمود . فاضلابهای سطحی ازانتهای مزرعه خارج شده و بایستی‌توسط زهکشهای روباز گرفته شوند . درصورتیکه کیفیت این‌گونه فاضلابهای سطحی خوب باشد میتوان درپائین دست بعنوان آب‌آبیاری از آنها استفاده‌کرد ولی‌در بعضی مواقع کیفیت این‌گونه آبها بقدری خراب میشوند که دیگر قابل آبیاری نبوده وبایستی از مزرعه خارج شوند . بنابراین ظرفیت این گونه زهکشها بایستی طوری باشندکه میزان فاضلابهای سطحی را به آسانی بتوانند ازمنطقه خارج نمایند .

۱-۲-۳-شرائط آبهای زیرزمینی:

یکی از دلائل زهکشی یک منطقه پائین‌آوردن سطح آب زیرزمینی درآن منطقه میباشد . البته بسته به نوع آبهای زیرزمینی طرح شبکه زهکشی متفاوت خواهد بود . دراینجا دونوع آب زیرزمینی راموردبحث قرار خواهیم داد :

۱-۲-۳-۱-آبهای زیرزمینی ساکن ویاآبهائی که دارای حرکتی بسیارکند میباشند :

در این نوع زهکشی ، مشخصات فنی زهکشها طوری در نظرگرفته میشودکه بتوانند سطح آب زیرزمینی را در مدتی‌که گیاه بتواند تحمل نماید بمیزانی‌که ریشه‌ها در آن منطقه فعالیت دارند پائین ببرند . البته میزان پائین‌بردن سطح‌آب زیرزمینی‌نه‌تنهابه‌دامنه فعالیت ریشه‌ها بلکه به ارتفاع لوله‌های کاپیلاریته Capillary tubes نیزبستگی‌دارد.

لوله‌های کاپیلاریته در خاکهای رسی بسیار طولانی بوده و تا ارتفاع خیلی زیادی ، که ممکن است حتی به چندین‌متر نیز برسد ، بالاتر از سطح آب زیرزمینی را اشباع نگاه میدارد . برعکس در خاکهای شنی طول لوله‌های کاپیلاریته کم بوده وبه چندین سانتیمتر میرسد . لذا در طرح سیستم‌های زهکشی ارتفاع لوله‌های کاپیلاریته ، به‌عمقی که سطح آب زیرزمینی بایستی پائین برده شود اضافه میگردد . برای طرح سیستم زهکشی دراین‌گونه موارد از فرمولهای غیرتعادلی استفاده خواهد شد (۱۰)

۱-۲-۳-۲-آبهای زیرزمینی در حال حرکت :

در صورتیکه آبهای زیرزمینی در یک منطقه حرکت سریع داشته واصولا ازمنطقه مجاور به ناحیه مورد نظر انتقال یابند سیستم زهکشی کاملا بازهکشی درحالتهای دیگر متفاوت خواهد بود . در این‌گونه موارد بایستی اصولا جلوی آبها را قبل ازاینکه به‌منطقه رسیده وموجب ناراحتی‌هائی گردد گرفته وبخارج انتقال داد. برای‌این منظور از زهکشهای‌حائل یاIntercepting drain استفاده میشود که بیشتر زهکشهای روباز ویا ممکن‌است‌در بعضی‌موارد زهکشهای زیرزمینی‌بوده باشند . این گونه زهکشی خیلی راحت‌تر واقتصادی‌تر از زهکشهای‌گونه دیگر خواهد بود . ظرفیت این نوع زهکشها بستگی کامل به رژیم ومیزان جریان آبهای زیرزمینی‌که بایستی گرفته شود خواهد داشت . رژیم آبهای زیر زمینی فصلی است واغلب در یک فصل معینی تقریباً حداکثر میباشد ظرفیت زهکشها طوری در نظر گرفته میشوند که بتوانند حداکثر میزان جریانهای زیرزمینی را بگیرند. اصول طرح اینگونه زهکشها برمبنای تئوریهای درحالت تعادلی قرارگرفته است (۱۲)

۱-۳- شرائط نباتی :

یکی‌از منظورهای اساسی در زهکشی رویانیدن نباتات زراعی در زمینهائی است‌که بدون زهکشی نمیتوان هیچگونه نباتی در آنها کشت داد . در زهکشی ممکن است منظورهای خاص دیگری مثلا ایجاد فرودگاهها ، زمینهای ورزشی ، شهرها و غیره نیز بوده باشد ولی نظر اصلی بهترکردن محیط رشد برای گیاهان کشاورزی میباشد . لذا شرائط گیاهی رل مهمی را در اصول فنی طرحهای زهکشی ایفا کرده ومهمترین آنها بقرار ذیل میباشند :

۱-۳-۱- گسترش ریشه‌های نباتی :

هرگیاه بسته بفراخور طبیعت خود ریشه‌ها را برای گرفتن آب ومواد غذائی باعماق خاك میفرستد . حجمی‌که در آن ریشه نبات فعالیت مینماید بایستی علاوه برآب ومواد غذائی دارای تهویه‌کافی ومحیطی سالم باشد . لذا عمقی که گیاه درآن فعالیت مینماید تعیین‌کننده عمقی است‌که زهکشها بایستی زهکشی نمایند . فاصله‌ای راکه گیاهان درآن فعالیت مینمایند متفاوت بوده وبستگی کامل به نوع گیاه خواهد داشت مثلا حیطه فعالیت گندم وجو بسیار کم و دامنه فعالیت درختان میوه بسیار زیاد میباشد . بدین مناسبت عمق زهکشها بستگی کامل به نوع نبات خواهد داشت . اصولا در هرمنطقه زهکشها را متناسب باعمیق‌ترین ریشه گیاه متداول درمحل محاسبه مینمایند . در جدول شماره (۱) عمق ریشه بعضی ازگیاهان مشخص گردیده است .

۱-۳-۲- مقاومت به‌شوری :

گیاهان مختلف عکس‌العمل‌های متفاوتی نسبت به املاح موجود در خاك دارند . بعضی گیاهان مانند چغندرقند، جوو پنبه نسبت به‌شوری بسیار مقاوم هستند درصورتی‌که برخی دیگر مانند خیار ، توت‌فرنگی و غیره حساسیت شدیدی نسبت به‌املاح اضافی نشان میدهند . لذا درجه مقاومت گیاهان نسبت به‌شوری تعیین‌کننده درجه اصلاح‌اراضی و شستشوی خاك در یک طرح زهکشی خواهد بود وبرنامه‌های اصلاحی بایستی طوری باشند که درصد املاح درخاك را خیلی پائین‌تر از درجه مقاومت گیاهان برساند . براساس مطالعاتMagistadوChristiansenدر سال۱۹٤٤ . Hyward و Magistadدر سال ۱۹٤٦ مقاومت گونه‌ها و واریته‌های مختلف گیاهان نسبت بشوری طبق جدول شماره (۲) طبقه‌بندی شده است .

اصولا گیاهان را از نظر مقاومت بشوری میتوان بسه‌طریق طبق اصول زیر طبقه‌بندی کرد :

۱- مقاومت برای ادامه حیات در خاك شور .

۲- بازده محصول در خاك شور .

۳- میزان بازده‌محصول در خاك شور بامقایسه باخاك شیرین باشرایط مساوی .

جدول شماره (۱) – عمق توسعه ریشه گیاهان مختلف (۷)

Depth of rooting of truck crops

Shallow rooted (down to 60 Cm)	Moderately deep rooted (down to 120 Cm)	Deep rooted (down to 180 Cm)
Broccoli Brassica oleracea Var.Italica	Beans Phaseolus vulgaris	Artichoke Aynara scalymus
Brussel Sprouts Brassica oleracea Var.gemmifera	Beets Beta vulgaris	Asparagus Asparagus officinalis
Cabbage Brassica oleracea Var.Capitata	Carrots Daucus carota	Cantaloupe Cucumis melo var.camtalupensis
Cauliflower Brassica oleracea Var. botrutis	Chard Beta vulgaris Var. cicla	Lima bean Phaseolus limesis
Celery Apium graveolens	Cucumber Cucmis Sativus	Parsnip Pastinaca sativa
Lettuce lactuca sativa	Eggplant Salanum melongena	Pumpkin Cucurbita pepo
Onion Allium cepa	Pea Pisum Sativum	Squash, winter Cucurbita maxima
Potato Solanum tuberosum	Pepper Capsicum frutescens	Sweet potato Ipomoea batatas
Radish Raphanus sativus	Squash, summer Cucurbita maxima	Tomato Lycopersicon esculentum

قبلا گیاهان را طبق اصل یک طبقه‌بندی میکردند ولی‌این نوع‌طبقه‌بندی درکشاورزی قابل‌توجه نخواهد بود . گرچه طبقه‌بندی براساس اصل دو از نظر کشاورزی باارزش‌تر ازاصل یک میباشد ولی کامل نیست لذا طبقه‌بندی براساس اصل‌سه، منطقی‌ترین روش بنظر میرسد چونکه یک طریقه مقایسه‌ایست. درجدول شماره (۲) گیاهانی که درکشاورزی موردتوجه میباشد به چهار گروه ،میوجات ،سبزیجات، گیاهان علوفه‌ای، گیاهان زراعی تقسیم شده‌اند . در هر گروه‌گیاهان بترتیب کم‌شدن مقاومت از بالا به‌پائین طبقه‌بندی شده‌اند ولی اختلاف مقاومت هرگیاه بایک یا دوگیاه مجاور خود زیاد محسوس نیست . هدایت‌های الکتریکی داده شده در بالای هرستون نماینده درجه شوری است که گیاهان مربوطه در آن با مقایسه بایک خاك شیرین درشرایط مساوی . ۵ درصد کمبود محصول خواهند داشت .

۱-۳-۳-مدت خفگی:

همانطوریکه دامنه فعالیت ریشه ومقاومت گیاهان نسبت به‌شوری فرق میکند مدتی را که نبات میتواند اشباع بودن زمین را تحمل نماید نیز متفاوت میباشد . مثلا خانواده گرامینه ومخصوصاً چمنها ومرغزارها باتلاقی‌بودن را برای مدت بیشتری تحمل مینماید درصورتیکه سبزیجات ازاین بابت تحمل زیادی نخواهند داشت . بنابراین نوع گیاه ومقاومت آن به خفگی شدت زهکشی ویامدتی راکه زمین میتواند اشباع بماند تعیین مینماید . بنابراین زهکشها بایستی طوری طرح شوند که آب اضافی زمین را در مدتی کمتر از مدت خفگی نبات ازمحیط ریشه‌ها خارج نمایند .

۲ـ مشخصات هیدرولیکی طرحهای زهکشی :

مشخصات هیدرولیکی طرحهای زهکشی مشخصاتی هستند که گویای رژیم آبی و تعیین کننده میزان آبگیری لازم زهکشها میباشند . عواملی که مشخصات هیدرولیکی طرحها را تعیین مینمایند عبارتند از :

۲-۱- میزان بده‌جریان :

بده‌جریان یکی از مشخصاتی است که اندازه زهکشها بر مبنای آن طرح میشود . در حالتهائی که زهکشها بمنظور کنترل سیلابها ، گرفتن آبهای سطحی وتقاطع جریانهای زیرزمینی ایجاد میشوند بده‌جریان عامل اصلی در طرح شبکه زهکشها خواهد بود .

۲-۲- عمق آب :

عمق آبیکه زهکشها بایستی از زمین خارج نمایند عبارتند از حداقل عمق آبی است که در صورت خارج‌شدن از محیط ریشه نباتی آنرا سالم بسازد واین مقدار تعیین کننده ضریب زهکشی خواهد بود . درمناطق مرطوب ، بارندگی اضافه برمیزان‌تبخیر وتعریق، درشستشوی اراضی عمق آبی که جهت اصلاح اراضی منظور شده است ، درآبیاری مقدار آب تلف‌شده باعماق زمین ومثالهائی نظیر اینها عمق آبی را مشخص مینماید که زهکشها بایستی خارج نمایند . البته با در دست‌داشتن عمق‌آبی که زهکشها خارج مینمایند ، فاصله زهکشها ، طول زهکشها وزمانی که این آب بایستی از منطقه خارج شود بده‌جریان ممکن است محاسبه گردد .

۲-۳- میزانی که سطح آب زیرزمینی بایستی پائین بیفتد :

اصولا در بعضی مناطق سطح آب زیرزمینی بالا بوده وبدون توجه باینکه منبع این آب کجا میباشد ، در نظراست این سطح پائین آورده شود . ازطرفی دیگر ممکن است منبع آب‌اضافی ،بارندگی‌های زمستانه ویا بهاره وآبیاری‌تابستانی باشد که میتوان بامشاهده ویا محاسبه ، محل بالاآمدن سطح آب‌زیرزمینی را تعیین نمود . بنابراین در این‌گونه موارد مشخص طرح فاصله‌ایست که سطح آب زیر زمینی بایستی پائین‌آورده شود . فاصله‌ایکه سطح آب زیرزمینی پائین آورده خواهد شد اولا بستگی به « سطح اولیه سفره‌آب زیرزمینی قبل از شروع زهکشی ، ثانیاً «به توسعه فعالیت ریشه‌های نباتی ویا عمقی که در نظر است آب‌پائین برده شود وثالثاً «به‌ارتفاع لایه کاپیلاریته .Capillary fringe خواهند داشت . مجموع جبری این‌عوامل میزانی راکه سطح آب زیرزمینی بایستی پائین افتد تعیین مینمایند .

۲-٤- زمانی که زهکشی بایستی انجام شود .

این زمان عبارتست از زمانی که‌گیاه دراثر اشباع بودن پروفیل خاك ویا غرقاب‌بودن زمین شروع به‌خفگی‌مینماید. بنابراین یک سیستم زهکشی بطریقی طرح میشود که آب‌اضافی منطقه را درمدتی کمتر از زمان خفگی از زمین خارج سازد . در مواردیکه مسأله گرفتن میزان معینی آب میباشد زمان خودبخود درمحاسبه آن منظور شده‌است ولی‌درصورتیکه منظور

جدول شماره (۲) مقاومت مقایسه ای گیاهان نسبت بشوری (۱۳)

گیاهان علوفه ای

EC × ۱۰ = ٤	EC × ۱۰ = ۱۲	EC × ۱۰ = ۱۸
White Dutch cloven	White Sweetclover	Alkali Sacaton
Meadow foxtail	Yellow Sweetclover	Saltgrass
Alsikeclover	Perennial ryegrass	Nuttall alkali-grass
Red clover	Mountain bromer	Bermuda grass
Ladino clover	Strawberry clovor	Rhodes qrass
Burnet	Dallis grass	Rescue grass
	Sudan grass	Canada wildrye
	Hubam clover	Wester wheatgr-ass
	Alfalfa(Californ-common)	Barley (hay)
	Tall fescue	Bridsfoot tref-oil
	Rye (hay)	
	Wheat (hay)	
	Oats (hay)	
	Orchardgrass	
	Blue grama	
	Meadow fescue	
	Reed canary	
	Big trefoil	
	Smooth brome	
	Tall meadow Oat-grass	
	Cicer milkvetch	
	Sourclover	
	Sickle milkvetch	
EC $\times 10^{3}$ = ٤	EC $\times 1^{3}$ = ۱۲	EC $\times 1^{3}$ = ۱۸

دنباله جدول شماره (۲) گیاهان زراعی

$EC \times ۱۰ = ۱۶^{۳}$	$EC \times ۱۰ = ۱۰^{۳}$	$EC \times ۱۰ = ۴^{۳}$
جو	چاودار	لوبیا
چغندرقند	گندم	
شلغم روغنی	جودوسر	
پنبه	برنج	
	ذرت خوشه ای	
	ذرت	
	کتان	
	آفتابگردان	
	لوبیای چشم بلبلی	
$EC \times ۱۰ = ۱۰^{۳}$	$EC \times ۱۰ = ۶^{۳}$	

میوه جات

بسیار مقاوم بشوری	مقاوم بشوری	حساس بشوری
خرما	انار	گلابی
	انجیر	سیب
	زیتون	پرتقال
	انگور	آلو
	طالبی	گوجه
		بادام
		زردآلو
		هلو
		توت فرنگی
		لیمو
		آوکادو

دنباله جدول شماره (۲)

سبـــزیجـــــات

$EC \times 1^{3} = 12$	$EC \times 1^{3.} = 10$	$EC \times 1^{2} = 4$
چغندر قرمز	گوجه فرنگی	تربچه
کلم پیچ	کلم بروکسل	کرفس
مارچوبه	کلم معمولی	لوبیاسبز
اسفناج	فلفل هندی	
	کلم‌گل	
	کاهو	
	ذرت دانه ای	
	سیب زمینی	
	هویج	
	پیاز	
	نخود	
	کدو	
	خیار	
$EC \times 1^{3} = 10$	$EC \times 1^{2} = 4$	$EC \times 1^{2} = 3$

گرفتن عمقی ازآب ویاپائین‌آوردن سطح آب زیرزمینی تا حدمعینی باشد ، زمان در نظر گرفته میشود . لذا فاصله وعمق زهکشها ، در طرحهای زهکشی طوری درنظر گرفته میشوند که منطقه اشباعی آب زیرزمینی قبل از شروع خفگی گیاه به پائین منطقه ریشه رسیده باشد .

۲-۵-پتانسیل زهکشی طبیعی :

اغلب مشاهده میشودبعضی از اراضی باوجودیکه درعرض سالهای متمادی‌باآب فراوان وباکیفیت نسبتاً متوسط آبیاری شده‌اند هیچگونه مسئله زهکشی و یاشوری درآنها ملاحظه نمیشود . دلیل این امر اینست که اینگونه اراضی دارای زهکشی طبیعی بوده وبدون دخالت انسان آب و یا نمکهای اضافی بخارج ازمنطقه انتقال مییابد . حداکثر ظرفیتی که یک منطقه میتواند آب را بطور طبیعی از خود خارج نموده بدون اینکه هیچگونه ناراحتی برای ریشه‌نباتات بوجود آید پتانسیل زهکشی طبیعی آن‌منطقه مینامند . البته برای طرح سیستم زهکشی در یک منطقه پتانسیل زهکشی طبیعی آن منطقه بایستی از احتیاجات زهکشی منطقه کسر شده وسیستم زهکشی برمبنای باقیمانده طرح شود . در صورتیکه پتانسیل زهکشی طبیعی یک منطقه در طرح سیستم زهکشی منظور نگردد ظرفیت سیستم طرح‌شده اضافه براحتیاج بوده Over design و بیهوده مبالغ هنگفتی صرف ساختمان شبکه زهکشی بزرگتری شده است. لذا در طرح یک سیستم‌زهکشی حتماً بایستی پتانسیل زهکشی طبیعی آن منطقه مطالعه ومنظور گردد . تئوریهای پتانسیل زهکشی وچگونگی تعیین آن برای یک‌منطقه توسط نگارنده درشرف تدوین میباشد وبزودی دراختیار خوانندگان قرار خواهد گرفت .

۳ـ مشخصات فنی طرحهای زهکشی :

مشخصات فنی طرحها مشخصاتی هستند که جوابگوی مشخصات هیدرولیکی زهکشها خواهند بود . بعبارت دیگر درمشخصات هیدرولیکی تعیین میشود که چقدر آب و در چه‌مدت زمان لازم است که از زمین خارج شود در صورتیکه در مشخصات‌فنی صحبت ازاین است که زهکشها چگونه ساخته شوند که بتوانند آن میزان آب را هدایت نمایند. بنابراین درمشخصات فنی عواملی راکه تعیین کننده سرعت جریان ومقطع زهکشها است بحث خواهد شد . عواملی که تعیین کننده مشخصات فنی زهکشها میباشند عبارتند از :

۳-۱- عمق زهکشها :

عمق زهکشها عبارتست از فاصله‌ای است که مرکز زهکشهای زیرزمینی ویاکف زهکشهای رو باز از سطح زمین قرار میگیرند .همانطوریکه قبلا بدان اشاره شد حدی که سطح آب زیرزمینی بایستی پائین افتد تعیین کننده‌عمق زهکشها میباشد.درخاکهائی که‌لایه‌لایه میباشندسعی میشود زهکشها را در طبقات باقابلیت نفوذبیشتر. more permeable layer قرار دهند تا بدینوسیله راندمان زهکشی بالا رود . درصورتیکه یک طبقه غیرقابل‌نفوذ در نزدیکی سطح زمین مثلا ۱/۵ متری یا ۲ متری قرار داشته باشد حتی‌الامکان زهکشهای روباز تاآن منطقه ادامه یافته وزهکشهای زیرزمینی روی آن طبقه قرار میگیرند . جنس خاك نیز در عمق زهکشها تأثیر زیادی دارد بطوریکه در خاکهای شنی اصولا زهکشها کم‌عمق‌تر و در خاکهای رسی عمیق‌تر میباشند . این امر بدین دلیل است که خاکهای رسی با داشتن قوای شعریه طویل‌موجب بالاآمدن آب‌شور و در نتیجه ناراحتی گیاه میگردند . بنابراین درمناطق خشک ونیمه خشک که بافت خاك رسی بوده وآب زیرزمینی نیز شوراست زهکشها بمراتب عمیق‌تر ازمناطق مرطوب میباشند . مسئله دیگری که درعمق زهکشها تأثیر زیادی دارد موضوع موجود بودن ادواتی است که تاعمق مورد نظر بتواند کار نماید . ماشینهای‌زهکشی استاندارد بوده وطوری ساخته شده‌اند که تاعمق معینی بتواند کار نمایند لذا در موقع کار با اینگونه ماشین‌آلات اصولا نمیتوان‌از حداکثر عمقی که برای آنها در نظر گرفته شده است پائین‌تر رفت . البته اخیراً ماشینهای مخصوصی‌جهت مناطق خشک ساخته شده که تا عمق ۷-۶ متر نیز میتوانند کار نمایند . یک عامل مهم دیگری که در تعیین عمق زهکشها تأثیر مینماید مسئله اقتصادی بودن پروژه است زیرا هرچه عمق زهکشها زیاد شود به‌نسبت بیشتری هزینه زهکشی بالا خواهد رفت بنابراین علاوه برمشخصات فنی موضوع اقتصادی‌بودن طرحها نیز بایستی در نظر گرفته شود .

۳-۲-فاصله زهکشها :

شکل کلی سطح آب زیرزمینی در مجاور یک زهکش بصورت یک چهارم بیضی میباشد . در صورتیکه فرض شود زهکش در رأس بیضی قرار گرفته است چگونگی شکل وتندی شیب این یک‌چهارم بیضی بستگی به ارتفاع اولیه سفره

آب زیرزمینی ،جنس خاك وفاصله زمانی که‌گذشته است دارد . موقعی که دو زهکش در مجاور یکدیگر قرار گیرند ، سطح آب زیرزمینی بصورت دومنحنی بشکل یک چهارم بیضی یکی از طرف راست و دیگری از طرف چپ بوده که یکدیگر را در نقطه مشترکی درفاصله بین دو زهکش قطع نموده باشند . هرچه فاصله این دو زهکش از یکدیگر دورتر باشد نقطه مشترك دارای ارتفاع بیشتری نسبت به سطح زهکش بوده و بالعکس هرچه فاصله نزدیکتر باشد ارتفاع نقطه مشترك کمتر میباشد . لذا پس از تعیین عمق زهکشها بسته به حدیکه سطح آب زیر زمینی بایستی در زمان معینی پائین افتد فاصله زهکشها تعیین میشود . البته فرمولهائی توسط دانشمندان مختلف برای شرایط گوناگون پیشنهاد شده که باداشتن عمق زهکشها ، فاصله‌ایکه سطح آب زیرزمینی بایستی پائین‌افتد ، زمان زهکشی وسایر شرائط محلی فاصله زهکشها رامیتوان محاسبه نمود . بطورکلی فاصله زهکشها در خاکهای رسی کم و درخاکهای شنی زیاد میباشد .

۳-۳- محل زهکشها :

چونکه زهکشها بمنظور جمع‌آوری وگرفتن آبهای اضافی مزرعه میباشند بایستی در محلی قرار گیرند که آبها بطور طبیعی بطرف آنها حرکت کرده و حداکثر مقدار آنرا بطور جریان آزاد بگیرند . برای این منظور سعی میشود که زهکشها درپائین‌ترین نقاط منطقه واقع شوند . بنابراین برای گرفتن آبهای سطحی زهکشها در مسیر خطالقعر منطقه ساخته شده تا آبهای جاری شده ازطرفین را بگیرند . از طرف دیگر بعلت اینکه زهکشهای سرپوشیده بمنظور قطع جریانهای زیرزمینی میباشند مسیر آنها عمود برجهت حرکت آبهای زیرزمینی خواهد بود درصورتیکه منبع آب اضافی جریانهای زیر زمینی است که ازمناطق مجاور میآیند زهکشهای زیرزمینی درابتدائی‌ترین نقطه مزرعه بموازات حدزمینهای همسایه وعمود بر جهت جریان تعبیه میشوند . در یک سیستم آبیاری زهکشها بموازات شبکه آبیاری هم درجه و در منتهی‌الیه زمینهای منظورشده واقع میگردند . درصورتیکه یک سیستم آبیاری را از منبع بطرف زمین (در جهت شیب) درجه‌بندی کرده و بصورت درجه‌های ۱،۲،۳،٤.....مشخص نمائیم کانال درجه یک کانالی است که از منبع آب گرفته وآب خودرا به کانال درجه ۲ میریزد . کانال درجه ۲ آب از کانال درجه یک گرفته وبه کانال درجه ۳ میریزد وبهمین ترتیب کانالهای درجه ۳ ودرجه ٤ ادامه خواهند یافت . ممکن است در یک حوزه آبیاری چندین کانال درجه یک وجود داشته باشد لذا آنها را بحروف نشان میدهند مثلا کانال درجه یک (ب) دومین کانال اصلی خواهد بود . کانالهای درجه ۲،۳ وچهار بصورت عدد بسته باینکه چندمین کانال باشند و در ردیف دوم ، سوم و یا چهارم نوشته میشوند لذا دومین عدد از طرف‌چپ مربوط به کانال درجه دوم وسومین عدد مربوط به کانال درجه‌سوم میباشد . شماره‌هر کانال از درجه مربوطه درمحل آن درجه نوشته خواهد شد . مثلا برای چهارمین کانال درجه ۲ عدد ٤ در دومین محل از طرف چپ نوشته خواهد شد . پس بدینترتیب برای نشاندادن هشتمین کانال درجه ٤ که از اولین نهر درجه ۳ آب میگیرد ومربوط به‌پنجمین کانال درجه ۲ ازکانال درجه یک الف میباشد بصورت (۸-۱-٥-الف) نشانداده میشود . بنابراین کلیه کانالها را با یک سری حرف و عدد که در دنبال یکدیگر قرار گرفته‌اند میتوان مشخص کرد . زهکشها را نیز بدینترتیب منتهی ازمخرج (Outlet) به بالامیتوان درجه‌بندی و شماره‌گذاری کرد بدینترتیب که زهکشی که به مخرج میریزد زهکش درجه یک (زهکش‌اصلی Main drain) وباحرف نشانداده‌شده و اولین کلمه در سمت‌چپ راتشکیل‌میدهد. زهکش درجه ۲ (Submain) زهکشی است که به زهکش درجه یک ریخته میشود . زهکشهای درجه ۲ از مخرج بطرف منبع شماره‌گذاری شده و از اینجهت شماره‌ها بزرگ میشوند . زهکش‌های درجه ۳ زهکشی است که به‌درجه ۲ ریخته وباعدد مشخص میشوند . عدد مربوط به زهکش درجه ۳ درسومین ردیف ازطرف چپ نوشته شده وشماره مربوطه چندمین زهکش درجه ۳ را نشان میدهد . برای مشخص کردن زهکشها بهمان ترتیب کانالهای آبیاری عمل میشود منتهی اعداد از مخرج شروع شده وبطرف بالا ادامه مییابند . مثلا دومین زهکش درجه ٤ که آب خودرا به‌اولین‌زهکش درجه ۳ مربوط به‌پنجمین زهکش درجه ۲ و به‌زهکش درجه یک الف میریزد باشماره (۲-۱-٥-ب) مشخص میشود . پس بدینترتیب محل اعداد در نامگذاری درجه زهکش وشماره مربوطه چندمین زهکش ازآن درجه را معین مینماید . زهکشها از درجه‌اول به‌پائین متعلق به‌هر درجه‌ای که باشند بموازات کانال آبیاری باهمان درجه ساخته خواهند شد . محل زهکشها در منتهی‌الیه زمینهائی که آبخور یک کانال میباشند و بلافاصله در بالای کانال شماره بعدی قرارمیگیرد. مثلا درصورتیکه بخواهیم محل زهکش M را از درجه بخصوصی‌معین نمائیم و N کانال آبیاری ازهمان‌درجه داشته باشیم محل آن زهکش بلافاصله بالای کانال شماره (N-M+۲) و درانتهای زمینهای آبخور کانال شماره (N-M+1) خواهد

بود.بنابراین چهارمین زهکش درجه‌سوم‌بموازات ودربالای ششمین کانال‌آبیاری درجه‌سوم و درانتهای زمینهای آبخور پنجمین کانال واقع خواهد شد درصورتیکه مجموعاً ۸ عدد کانال درجه سوم وجود داشته باشد .
باینترتیب همیشه اولین زهکش مربوط به آخرین قطعه آبیاری شده خواهد بود .

۳-٤- اندازه وشکل زهکشها :

سطح مقطع زهکشها بایستی طوری باشد که بتواند میزان آب مورد نظر را انتقال دهد . البته میزان آبی که ازیک زهکش عبور مینماید مساویست با : $Q=A.V$ که درآن A مساحت سطح مقطع زهکش و V سرعت جریان آب در زهکش میباشد درصورتیکه برای تعیین سرعت آب از فرمول Manning : $V=\frac{1}{n}R^{2/3}S^{1/2}$
استفادمیشود که‌درآن R شعاع آبی.Hydraulic Radius و nضریب‌مانینگ که مربوط به‌جنس‌روکش‌زهکش و Sعبارتست‌از شیب هیدرولیکی زهکش خواهد بود . بنابراین اندازه زهکشها بستگی‌به‌مقدار بدهجریان، شکل سطح مقطع وشیب آن داشته که بایستی درفرمولهای مربوطه گذارده ومحاسبه نمود . شکل زهکشها بستگی به‌اینکه درمناطق مرطوب وخشک و از نوع روباز ویا زیرزمینی باشند متفاوت خواهد بود . سطح‌مقطع زهکشهای زیرزمینی چه درمناطق مرطوب و یا در مناطق خشک بشکل‌دایره میباشد . زهکشهای روباز در مناطق خشک بیشتر بشکل ذوذنقه‌ای و در مناطق مرطوب بشکل ذوذنقه‌ای ویا مثلثی میباشند .

۳-۵-شیب جانبی زهکشها :

شیب جانبی زهکشها عبارتست از تانژانت زاویه‌ایکه بدنه زهکشها با صفحه افق تشکیل میدهد . درعمل این شیب بصورت کوتانژانت زاویه نشانداده شده و بشکل دوعدد نسبت بیکدیگر که عدد اول نماینده طول افقی و عدد دوم مشخص ارتفاع میباشد نشانداده‌میشود . مثلا شیب جانبی ۱:۱/۵ نشاندهنده زاویه‌ایست که‌قسمت افقی‌آن ۱/۵ وقسمت عمودی آن یک باشد . درمشخص کردن شیب جانبی اصولا طول قائم را بصورت یک نشان میدهند . زاویه‌جانبی زهکش بایستی کوچکتر از زاویهٔایست .Angle of repose خاك مربوطه باشد . درصورتیکه این‌موضوع درطرح زهکشها رعایت شود مقدار ریزش جانبی بسیار ناچیز بوده وازاین بابت کمتر ناراحتی لای‌روبی بوجود خواهد آمد . این زاویه برای خاکهای مختلف متفاوت بوده ودرخاکهای شنی مقدارآن کمتر از خاکهای‌رسی خواهد بود . درجدول شماره ۳ شیب جانبی ویا کوتانژانت‌زاویه مربوطه برای چندنوع خاك‌متداول مشاهده میشود .

جدول شماره ۳ -زاویه‌ایست خاکهای معمولی رانشان میدهد (۱۲)

Kind of soil	Approximate angle of repose		
	In air	Under water	Notes
Sand.....	2or2½to 1	3or 4 to 1	According to fineness
Average agr.... loams.....	1½or1¾to1	2or 2½to1	
Clay.....	1 or1¼to1	1¼ or 1½to1	

۳-۶-شیب طولی زهکش‌ها :

شیب طولی تعیین کننده سرعت آب داخل زهکشها خواهد بود . البته هر چه سرعت بیشتر باشد مقدار کشش آب زهکشها بیشتر بوده و مقطع لازم برای عبور مقدار معینی آب کمتر میباشد . از طرفی سرعت زیاد باعث فرسایش کف و ریزش جدار زهکشها شده که خود مسئله‌ای درنگهداری وحفاظت زهکشها میباشد . از طرف‌دیگر شیب کم موجب کندی جریان و در نتیجه باعث رسوب مواد معلقه و رشد بی‌حد علفهای هرز شده که خود کشش زهکش را کاهش

میدهد.بهترین شیب برای زهکشها شیبی است که بین این دوحد قرار گرفته ، نه‌باعث فرسایش زیاد و نه موجب رسوب گردد . سرعتی که ازاین شیب نتیجه میشود سرعت‌سالم ویا Safety Velocity. نامند.بهترین‌شیب ازلحاظ اقتصادی‌شیبی است که معادل باشیب عمومی منطقه بوده باشد . درصورتیکه این شیب باشیبی که سرعت سالم بوجود میاورد متفاوت باشد بایستی بطرف این شیب تصحیح شود . در زمینهای کوهستانی و محل هائی که شیب زیاد است بایستی شیب را بوسیله سرریز drop وChecks کم کرده وشیب را به حدبالای‌شیب سالم تقلیل داد. در زمینهای مسطح که شیب زمین بسیارکم میباشد ، شیب زهکشها به حدپائینی شیب سالم بالا برده میشود بدینترتیب که زهکش باشیب مطلوب شروع شده وموقعی که عمق زهکش بیش از عمق قابل‌قبول‌شد آب‌زهکش بوسیله دستگاه پمپاژ به زهکش بالاتر منتقل میشود. این عمل آنقدرادامه میابد تا اینکه آب‌زهکش به مخرج و یا Outlet ریخته شود. شیب متوسط زهکشها در خاکهای معمولی، درهزار بوده واین مقدار ممکن است از ٤ در ده‌هزار تا ۳-۵/۱ درهزار تغییر نماید .

۴ـ نوع زهکشها و مشخصات ساختمانی آنها :

زهکش ها بسته به موقعیت محل وشرائط زمین‌شناسی دارای انواع مختلفی میباشند ودراینجا فقط به‌دونوعی که بیشتر ازهمه متداول میباشند خواهیم پرداخت .

٤-۱-زهکشهای روباز - زهکش‌هائی هستند که سطح آنها پوشیده نبوده وقسمت بالای آن راهوای آزاد تشکیل میدهد . این زهکشها بیشتر بمنظور جمع‌آوری آبهای سطحی منجمله اضافه آب آبیاری ،سیلابها ، آبهای جاری از مناطق دیگر و یاگرفتن آب زهکشهای زیرزمینی ساخته میشوند . عوامل ساختمانی این‌گونه زهکشها شامل جنس بدنه زهکش، شیب‌طولی، شیب عرضی واندازه زهکش‌ها است که در قسمت قبل بحث شد .

٤-۲- زهکشهای زیرزمینی :

این زهکشها بصورت سربسته و در زیرزمین قرارگرفته وبمنظور جمع‌آوری و گرفتن آبهای زیرزمینی میباشند . مشخصات ساختمانی این نوع زهکشها عبارتند از :

٤-۲-۱- جنس لوله‌ها :

در قدیم‌الایام زهکشهای زیرزمینی را از مواد مختلفی مانند شاخ وبرگ ، تنه درختان ، قلوسنگ ، جعبه وغیره میساختند. اکنون موادیکه بیشتر در زهکشی بکار برده میشود از سه‌نوع میباشد : سیمانی ، سفالی ومواد پلاستیکی و یا P.V.C.

٤-۲-۱-۱- لوله‌های سیمانی :

لوله‌های سیمانی متداولترین نوع زهکشهای زیرزمینی را تاحد چند سال پیش تشکیل میدادند . این لوله‌ها دارای مقاومت فشاری نسبتاً زیادی بوده وبدون هیچگونه ناراحتی میتوان ازآنها استفاده نمود . تنها عیب این لوله‌ها اولا گرانی آنها نسبت به‌سایر لوله‌ها وثانیاً خوردگی آنها در مقابل خاکهای سولفاته میباشد . البته در زمینهای‌سولفاته لوله‌ها از یک نوع سیمان مقاوم به سولفات ساخته میشوند که تا حدودی رفع کننده عیب خوردگی لوله‌های سیمانی میباشد ولی از طرف دیگر هزینه زهکشی را بالا برده که خود عیب دیگری میباشد . مشخصات کامل زهکشهای سیمانی از قطر ٤ اینچ تا ۳٦ اینچ در جزوات ASTM تحت شماره C4 12 کاملا تشریح شده است .

٤-۲-۱-۲-لوله‌های سفالی :

لوله‌های سفالی لوله‌هائی هستند نسبتاً ارزان و در مقابل خوردگی مواد سولفاته مقاومتر میباشند . این لوله‌ها اخیراً دراروپا زیاد رواج یافته‌وبخصوصاً درهلند وانگلستان زیاد مصرف میشوند . یکی از ناراحتی‌هائی که دراین نوع لوله‌مشاهده میشود رسوب اکسید آهن واکسید منگنز در داخل و یا در فاصله بین دولوله است . برای جلوگیری ازاین بلیه از ادوات مخصوص « زهکش شور» ویا مواد شیمیائی استفاده میشود ،باین نوع لوله‌ها بایستی درایران بیشترتوجه شده ولازم است که اندازه و شکل آنها برای شرایط محلی استاندارد گردد مشخصات کامل لوله‌های سفالی در نشریه ASTM تشریح شده‌است ودراینجا لازم به‌تذکر نیست .

٤-۲-۱-۳- لوله‌های P.V.C.

اخیراً لوله‌هائی از جنس P.V.C. به‌بازار آمده که‌بسیار ارزان ومقاوم درمقابل فشار وخوردگی سولفات میباشد.این نوع لوله‌های زهکشی اخیراً بسیار متداول شده وکم کم جای لوله‌های سیمانی و سفالی را خواهد گرفت. این لوله‌ها دارای انواع مختلف ساده ومضرس میباشد . در لوله‌های ساده سوراخها دراز وباریک و در لوله‌های مضرس کوتاهتر و

عریضتر میباشند . برای جلوگیری از ورود ذرات خاك به داخل لوله از فیلترهای مختلف استفاده میشود. در جدول شماره ٤ مشخصات مختلف لوله های P.V.C. مضرس و درجدول شماره ٥ مشخصات لوله های ساده درج شده است (١١ و ١٤)

جدول شماره ٤ــ مشخصات لوله های P.V.C. مضرس: (١١ ، ١٤)

SPECIFICATION OF PVC CORRUGATED DRAINAGE PIPES

DIAM. (mm)	Diam.of Perf. (mm)	No. of rows of Perf.	Intake (Cm^2/m)	Corrug. Depth (mm)	Weight (gr/m)	Reel Length (m)
40	1.5	6	10.6	2.5	120	200
50	1.5	6	10.6	2.5	150	200
60	1.5	8	11.7	3	210	150
65	1.5	10	11.3	3	240	150
80	1.5	12	11.1	4	320	100
100	1.5	12	10.6	4	520	100
125	1.6		10.5	5	650	50

جدول شماره ٥ ــ مشخصات لوله های P.V.C. ساده:

Specification of Simple P.V.C. Pipes

Inside diameter	Length of slot	Width of slot
52 mm.	5 mm.	1 mm.
70 "	5 "	1 "
110 "	15 "	1 "

۵ـ تئوری طرحهای زهکشی :

تئوری‌های زهکشی عبارتند از شرائط و یا مشخصاتی که براساس آنها طرحهای زهکشی استوار شده‌اند . اصولا در طرحهای زهکشی دونوع تئوری وجود دارد : ۱ ـ تئوریهای‌درحالت ثابت (تعادلی)Steady State و ۲ـ تئوریهای باحالت متغییر یا .Transient state

۵ـ۱ـ تئوریهای درحالت ثابت : Steady state

این تئوریها برمبنای ثابت‌بودن کلیه شرائط هیدرولیکی طرح استوار بوده وفرض میشود که در طول زمان هیچگونه تغییراتی درآنها بوجود نیاید . البته شرائط هیدرولیکی طرحهای زهکشی هیچ موقع ثابت نبوده و بطور دقیق نمیتوان شرائطی پیدا نمود که در طول زمان تغییراتی درآن بوجود نیاید . درمناطق مرطوب چونکه میزان بارندگی زیاد ونسبتاً تغییرات آن درطول ماههای سال کم است فرض میشود که این مقدار ثابت بوده ویک متوسط سالیانه در نظر گرفته میشود. بنابراین از تئوریهای درحالت ثابت فقط درمناطق مرطوب و آنجائی که بارندگی بطور یکنواخت در ایام سال پراکنده است استفاده میشود . تئوریهای در حالت ثابت راهرگز نمیتوان در مناطق خشک و نیمه‌خشک و یا حتی در نواحی مرطوب که بیشتر بارندگی در یک فصل معینی میباشد مورداستفاده قرارداد . بعلت ساده‌بودن فرمولهای در حالت ثابت اغلب مشاهده میشود که مقدار آبی که بایستی از منطقه خارج شود و یا ارتفاع آبی که در داخل زمین بایستی پائین افتد به زمان مربوطه‌تقسیم کرده وازآن در فرمولهای حالت ثابت استفاده میشود . اینجا لازم به تذکراست که توابع زهکشی‌یک نوع توابع‌خطی نسبت به‌زمان نیستند که بتوان متوسط ارقام را درآنها بکاربرد و در اینگونه مواردهرگز نبایستی از فرمولهای حالت تعادلی استفاده کرد .

۵ـ۲ـتئوریهای درحالت متغییر : Transient state

این تئوریها برمبنای تغییرنمودن شرائط هیدرولیکی نسبت به زمان قرار گرفته و این عیناً همان شرائطی است که در طبیعت اتفاق میافتد . بعنوان مثال موقعیکه باران شروع میشود سطح آب زیرزمینی بطرف بالا حرکت کرده تا موقعیکه باران قطع شود و دراین هنگام بعلت اینکه زهکشها کار مینمایند سطح آب زیرزمینی شروع به‌پائین افتادن مینماید . این عمل دومرتبه در موقع بارندگی و یا آبیاری تکرار شده و در نتیجه مرتباً سطح آب زیرزمینی در نوسان میباشد . بنابراین ملاحظه میشود درصورتیکه زهکشها کار نمایند هرگز سطح آب زیرزمینی ثابت نمیماند مگر اینکه برای یک مدت زمان بسیار طولانی بارندگی باشدت ثابت ادامه یافته وسطح آب زیرزمینی باقدرت زهکشها ومیزان بارندگی بحالت تعادل قرار گیرند . این حالت یک حالت بسیار استثنائی است و بسیارکم‌در طبیعت اتفاق میافتد لذا برای طرح سیستم زهکشی ، مخصوصاً در مناطق خشک ونیمه‌خشک که بارندگی نامرتب بوده وآبیاری انجام میشود از تئوریهای در حالت متغییر استفاده میشود . تئوریهای درحالت متغییر نیز برحسب شرائط محیطی و زمانی متفاوت بوده که میتوان برحسب موقعیت خاص محلی ازآنها استفاده نمود . البته دراینجا به‌فرمولهای مختلف اشاره‌ای نخواهد شد وبرای استفاده از آنها میتوان به کتابها وبرشورهای مختلفی که دراین‌باره نوشته شده است‌مراجعه نمود . (٤و٥و٦و٧و٨و٩و١٠)

۶ـ زهکشهای درجه ۳ و درجه ۴ :

مشخصات زهکشهای درجه ۳ و درجه ٤ بستگی به بزرگی وکوچکی ناحیه متفاوت میباشد مثلا مشخصات ، ابعاد واندازه زهکش‌های درجه ۳ دریک منطقه ۱۰۰ر۰۰۰ هکتاری بازهکشهای درجه ۳ در یک‌ناحیه ۱۰۰۰ هکتاری کاملا فرق خواهد کرد . بطورکلی زهکش درجه ٤ در یک منطقه زهکشی است که زه‌آب خودرا داخل زهکش درجه ۳ ریخته وزهکش درجه ۳ فاضلاب خودرادر زهکش درجه ۲ وزهکش درجه ۲به زهکش اصلی‌وزهکش اصلی آبهای جمع‌آوری شده را به‌مخرج Outlet میریزد. بنابراین ملاحظه میشود که زهکش درجه ٤ دریک منطقهٔ بسیار بزرگ ممکن است از زهکش درجه ۲ دریک‌منطقه محدود وکوچک بزرگتر باشد . لذا برای ذکر مشخصات زهکشها و قابل مقایسه‌بودن آنها از یک منطقه به‌منطقه دیگر شاید بهترباشد زهکشها را برحسب مساحت زمینی که زهکشی مینمایند مشخص نمود. مثلا بصورت زهکشهائی که قطعات ۱۰۰ هکتاری ، ۵۰۰ هکتاری و یا ۱۰۰۰ هکتاری را زهکشی مینمایند نامگذاری کرد . گرچه مشخصات فنی زهکشهای ۱۰۰ هکتاری بستگی کامل به‌مشخصات هیدرولیکی وشرائط

محیطی دارد واز یک منطقه به منطقه دیگر ممکن است متفاوت باشد ولی حداقل مساحتی راکه زهکشی مینمایندیکسان بوده وشاخصی برای مقایسه در دست خواهد بود . در این مقاله سعی شده است مشخصات کلی زهکشها یادآوری شوند بنابراین دریک‌منطقه بسته به موقعیت خاص آن منطقه زهکشها بامشخصات ذکرشده تطبیق داده خواهند شد .

۷ـ هزینه زهکشهای درجه ۳ و ۴ :

همانطوریکه درقبل نیز بدان اشاره شد اندازه زهکشهای درجه ۳ و درجه ٤ نسبت به مساحت‌حوزه‌ایکه بایستی زهکشی شود ، شرائط هیدرولژی ،آبیاری ،شوری خاك وغیره متفاوت بوده و در نتیجه از لحاظ هزینه مربوطه نیز اختلاف خواهند داشت . دراینجا برای اینکه معیاری در دست داشته باشیم فرض میکنیم شبکه درجه ٤ قطعه زمینهای یکصد هکتاری (قطعات ۱۰۰۰×۲۰۰۰ متری) را زهکشی کرده در صورتیکه زهکشهای درجه ۳ مربوط به قطعات ۱۰۰۰ هکتاری (زمین ۲۰۰۰×٤۰۰۰ متری) بوده باشند .

برای طرح شبکه زهکشی احتیاج به مشخصات اولیه بترتیب زیر خواهیم داشت :

الف ـ شرائط محیطی :

در ناحیه‌ایکه منظور ما زهکشی آنجا است فرض میشود که آبگذری طبقه آبده آن ۱/۰ متر در روز ، ضریب تخلیه ٪۱۰ ، متوسط عمق طبقه آبده ۲۰ متر ، زمین نسبتاً شور بوده وجهت شست وشوی آن در هرمرتبه‌آبیاری ۸سانتیمتر اضافه آب‌آبیاری مصرف‌شده، جنس‌خاك منطقه رسی‌لومی. Clay Loam ، شیب‌منطقه یک‌درهزار وضریب n برای خاکهای‌منطقه ۳۰٪ باشد .

ب ـ شرائط هیدرولژیکی منطقه :

حداکثر بارانی‌که درهر ۵۰ سال یک مرتبه و برای مدت ۱۰ ساعت میبارد ۱ سانتیمتر درساعت ، بارندگی‌سالیانه سطح آب زیرزمین را به ۲۰ سانتیمتری سطح زمین آورده ، فاضلابهای سطحی در هر مرتبه آبیاری معادل ۳ سانتیمتر آب بوده ، پتانسیل زهکشی طبیعی منطقه ۱۰۰۰ر۰ مترمکعب در سال برای یک کیلومتر عرض منطقه ، شیب سطح آب زیرزمینی تقریباً یک درهزار ، میزان عمق آبیاری وشست‌وشو در هر مرتبه ۱٦ سانتیمتر،میزان آب آبیاری درهرمرتبه۵ سانتیمتر وفاصله آبیاری ۱۰ روز باشد .

ج ـ شرائط نباتی :

گیاهانی که دراین منطقه کشت میشوند نسبت به شوری حساس بوده وبایستی خاك منطقه شستشو شود. دامنه ریشه‌ها ۱/۰ متر است وگیاهان حداکثر تا ۳روز میتوانند خفگی نسبی را تحمل نمایند .

طرح و هزینه زهکشی :

برای اینکه هزینه زهکشی را در نظر بگیریم سه‌نوع زهکشی : زهکشی برای فاضلابهای سطحی ، آبیاری ، زهکشهای ۱۰۰ هکتاری وزهکشهای ۱۰۰۰ هکتاری رامورد مطالعه قرار میدهیم :

۷-۱- زهکشهای مخصوص فاضلابهای سطحی آبیاری :

برای شرائط فوق وجمع‌آوری فاضلابهای سطحی زهکشهائی به‌عمق ۵۰ سانتیمتر عرض بالا ۱/۵ متر وعرض‌پائین ۵/۰ متر لازم میباشد .

۷-۱-۱- هزینه‌های مربوطه :

۱ـهزینه خاك‌برداری بامحاسبه ۳۵ ریال برای هرمترمکعب	۱۷٫۵ ریال
۲ـ هزینه مهندسی ونظارت	۲ »
۳ـهزینه‌های متفرقه مانند علف‌کشها ولای‌روبی	۳٫۵ »
هزینه یک متر طولی	۲۳ »

درصورتیکه این کانالها بفاصله ۲۰۰ متر زده شوند هزینه آنها برای هر هکتار معادل ۱۱۵۰ ریال خواهد بود . البته این زهکشها زآب خود را داخل زهکشهای درجه ٤ تخلیه مینمایند .

۷-۲- زهکشهای ۱۰۰ هکتاری :

بادرنظرگرفتن شرائط زمستانی ، آبیاری وشستشو زهکشهای آب‌گیرنده بایستی به‌فاصله تقریباً ۹۰ متر و عمق ۲متر قرار گیرند .درصورتیکه پتانسیل زهکشی طبیعی منطقه که معادل ۱۰۰۰ مترمکعب در سال برای هر کیلومتر عرض منطقه بوده درنظر بگیریم فاصله زهکشها معادل ۱۰۰ متر خواهد شد . این زهکشها به‌زهکشهای ۱۰۰ هکتاری درجه ۳ خواهند ریخت . زهکشهای ۱۰۰ هکتاری بایستی اولا عمیق‌تر از زهکشهای آبگیرنده بوده وظرفیت پائین آنها طوری باشد که آب کلیه زهکشهای آب‌گیرنده را که درحدود ۱۳۲ لیتر درثانیه میباشد از خود عبور دهند برای این‌منظور دونوع زهکش : ۱- زهکش روباز و ۲- زهکش زیرزمینی را در نظر گرفته وهزینه آنها را بایکدیگر مقایسه میکنیم .

۷-۲-۱ طرح زهکش روباز و هزینه مربوطه :

برای‌انجام منظورهائی که درپیش گذشت یک زهکش روباز به‌عمق ۳/۲ متر ، عرض بالا ۶/۵ متر ، عرض کف ۱متر وشیب طرفین ۱:۱ وشیب طولی یک درهزار لازم میباشد . این زهکش علاوه برعبور دادن آب زهکشها قادر خواهد بود سیلی را که دراثر بارندگی شدید زمستانه ایجاد میشود ازمنطقه خارج نماید .هزینه‌های مربوطه برای‌احداث این زهکش عبارت خواهند بود از :

۱-هزینه خاک‌برداری با محاسبه هرمترمکعب ۵۰ ریال جمعاً	۳۸۰ ریال
۲- هزینه مهندسی و نظارت.	۳۰ »
۳-مخارج متفرقه مانند علف‌کشها ولای‌روبی.	۷۶ »
هزینه یک متر طولی زهکش	۴۸۶ »

درصورتیکه این زهکشها بفاصله ۴۰۰ متر وطول ۲۵۰۰ متر قرار گرفته باشند هزینه این نوع زهکشی برای هر هکتار معادل ۱۲۱۵۰ ریال خواهد بود .

۷-۲-۲- طرح زهکشی زیرزمینی وهزینه مربوطه :

برای عبور ۱۳۲ لیتر در ثانیه‌یک لوله سیمانی ۵۰ سانتیمتری‌باضریب n مساوی ۱۱٪ و باشیب یک درهزار لازم میباشد .

هزینه‌های مربوطه :

۱- هزینه خاک‌برداری بعرض ۸۰ سانتیمتر وعمق ۳/۲ متر	۹۲ ریال
۲- خرید لوله سیمانی بادرنظرگرفتن ساختمانهای مخصوص	۱۷۰ »
۳- هزینه ۳۶/۰ مترمکعب فیلتر از قرار هرمترمکعب ۲۲۰ ریال .	۸۰ »
۴- کارگذاردن لوله‌ها ، ریختن فیلتر وخاک روی لوله‌ها برمبنای دوساعت کارگر از قرار روزانه ۱۶۰ ریال .	۴۰ »
۵-هزینه مهندسی و نظارت.	۳۰ »
هزینه یک متر طولی لوله سیمانی	۴۱۲ »

در صورتیکه این زهکشها نیز مانند سابق بفاصله ۴۰۰ متر قرار گرفته باشند هزینه این نوع زهکشی معادل ۱۳۰۰ ریال درهکتار خواهد بود البته بایستی درنظر داشت که این لوله‌های سیمانی دیگر قادر به انتقال آب سیل نخواهند بود . در صورتیکه بخواهیم آب سیل را نیز رد نمایند مخارج آنها بمراتب بیشتر از مخارج زهکشی روبازخواهد بود . از طرف دیگر اگر خطر سیل وجود نداشته باشد وزمینهائیکه موردنظر میباشد دارای ارزشی نسبتاً بالا باشندزهکش زیرزمینی بیشتر مقرون به‌صرفه‌خواهد بود .

۷-۳-طرح زهکشهای ۱۰۰۰ هکتاری وهزینه‌های مربوطه :

در طرح زهکشهای ۱۰۰ هکتاری معیارهای کنترل کننده ، میزان آب زهکشها قرار میگرفت ولی درمورد طرح زهکشهای ۱۰۰۰ هکتاری مشخصات فنی واندازه زهکشها برمبنای میزان سیل زمستانی طرح شده‌اند زیرا میزان سیل مقدارکنترل کننده میباشند . برحسب شرائط مختلف منطقه و برمبنای محاسبات فنی ، زهکش موردنیاز بابعاد زیر خواهد بود :

۱- عمق ۲/۸ متر
۲- عرض بالا ۷/۲ متر
۳- عرض پائین ۱/۸ متر
٤- شیب طولی یک درهزار و شیب جانبی ۱:۱

هزینه‌های زهکشی عبارتند از :

۱-هزینه خاکبرداری برمبنای هرمترمکعب ۵۰ ریال	» ٦٤٥
۲-هزینه‌های مهندسی ونظارت	» ٥٢
۳-هزینه‌های مختلف‌مانند علف‌کشها ولای‌روبی وغیره.	» ١٢٩
هزینه یک متر طولی	» ٨٢٦

درصورتیکه این زهکشها برای قطعات ۱۰۰۰ هکتاری درنظر گرفته شوند واین قطعات بابعاد ٤۰۰۰×۲٥۰۰ متر باشند هزینه زهکشهای درجه ۳ معادل ۳۳۰٤ ریال در هکتار خواهد بود . این زهکش قادراست سیلی بمیزان تقریباً ۱۷ مترمکعب در ثانیه را از خود عبور دهد وبرای عبور چنین سیلی هرگز قابل توصیه نیست که از زهکش زیرزمینی استفاده نمود . لذا دراینگونه مواردکه ظرفیت زهکشها زیاد میباشد حتماً از زهکشهای روباز استفاده خواهد شد.

نتیجـــــه :

اندازه شبکه‌های زهکشی درجه ۳ و درجه ٤ بستگی به بزرگی و کوچکی منطقه متفاوت میباشد . لذادرطرح اینگونه شبکه‌ها بهتر است مقدار زمینی که بهریک از آنها اختصاص داده میشود ذکر گردد .

برای درنظرگرفتن اصول فنی طرح شبکه‌های زهکشی بایستی علاوه برمقدار زمین شرائط محیطی ، هیدرولوژیکی ، نباتی وغیره نیز رعایت شود . اندازه زهکشها برمبنای یک یک عوامل مؤثر و یا درصورتیکه آنها با یکدیگر کار نمایند برمبنای مجموع جبری عوامل مزبور در نظرگرفته شده وبزرگترین ابعادی که یک ویاچند عامل بخصوص لزوم دارند با درنظرگرفتن جنبه‌های اقتصادی آن انتخاب میشود . در صورتیکه تنها منظور گرفتن وخارج کردن آبهای زیرزمینی است زهکشهای مخصوص قطعات ۱۰۰ هکتاری و کوچکتر بیشتر مقرون بصرفه خواهند بود که از نوع زهکشهای زیرزمینی باشند. برای قطعات ۱۰۰۰ هکتاری وبیشتر از آن بعلت اینکه ظرفیت زهکشها بایستی‌خیلی زیاد باشد زهکشهای روباز اقتصادی‌تر میباشد درصورتیکه‌علاوه برزهکشی منظورگرفتن سیلهای ایجاد شده در منطقه نیز باشد زهکشهای قطعات ۱۰۰ هکتاری و بیش ازآن ازنوع زهکشهای روباز انتخاب میشوند .

منابع مورداستفاده

الف ـ منابع خارجی : References:

1- Agricultural Engineers Yearbook. 1972. American Society of Agricultural Engineers. pp 452-454

2- American Society for Testing Materials. 1968. Volumes 11,12,26.

3- Cedergren H.R., 1967 "Seepage, Drainage and Flow Nets". John Wiley and Sons, Inc. New York.

4- Jenab, S. Abdollah, A. Alvin Bishop and Dean F.Peterson,. "Transient Functions for Land Drainage." American Society of civil Engineers. Irrigation and Drainage Jornal 1969.

5- Jenab, S. Abdollah. "Development of a Drainage Function for the Transient Case, and a Two-Dimensional Ground Water Mound Study to Evaluate Aquifer Parameters. 'Disseration persented to Utah State University, at Logan, Utah, in 1967, in partial fulfilment of the requir for the degre of Doctor of Philosophy in Irrigation and Drainage Engineering.

6- Jenab, S. Abdollah. "In-Situ Determination of Aquifer Parameters for Use in the Drainage Functions." Peresented at American Society of Agricultural Engineeres.Held at Logan, Utah, June 18,1968.

7- Hagan, R.M., H.R. Haise, T. W. Edminster. 1967 Irrigation of Agricultural Lands. American Society of Agronomy. P.414.

8- Handobook of Drainage and Construction Products. 1958. Amrco Dramage and Metel Products Inc.

9- King, H. W. 1954. Handbook of Hydraulics, 4th. edition. McGraw-Hill Book Co. New York.

10- Luthin, J. N. 1966. Drainage Engineering. John Wiley and Sons, Inc. New York.

11- National Drainage Symposium. 1971. American Society of Agricultural Engineers. pp 29-31

12- Roe, H.B. and Q.C. Ayers. 1954. Engineering for Agricultural Drainage. McGraw, Hill Book Co., New York.

13- U.S. Dept. of Agric. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Handbook 60. pp 65-68

14- Wavin Factory Catalogue, Holland.

ب - منابع فارسی :

۱- دفتر مشخصات اجناس شرکت سهامی پتروشیمی آبادان (پی-وی-سی).

۲-دفتر فنی سازمان برنامه - مهر ۱۳٤۸- دفترچه بهای واحد مصالی ساختمانی دستمزدها و کرایه ماشین‌آلات .

۳-دفتر فنی سازمان برنامه -مهرماه ۱۳٤۸ - تجزیه قیمتهای کارهای ساختمانی و راهسازی .

Design criteria of the third and fourth degree drains, and estimation of their cost.

BY

S. ABDOLLAH JENAB*

Abstract:

In this article, first, the primary conditions like environmental characteristics, hydrological conditions, kinds and extension of crops, which determine the basic drainage requirement of the area are discussed. Then according to the drainage requirement, and the natural drainage potenial, the hydraulic characteristics of the drainage system is determined. Inorder to fulfill the hydraulic requirement of the area, a drainage system sould be designed. The design criterion of the third and fourth degree drainage system is then discussed. In this article, also, kinds of drainage system, and specifications of the materials used are reviewed. At the end; a hypothetical condition is assumed; the drainage system is designed; and the cost of engineering, supervision, and construction of the plant is estimated.

*Associate Professor of drainage at Pahlavi University, and formerly, associate Professor at Utah State University Logan, Utah, U.S.A.