جمهوری اسلامی

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

مبانی و ضوابط طراحی، تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری

جلدسوم

زهکشی

نشریه شماره ۳-۴۷۱

معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی

وزارت جهاد کشاورزی
موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی
معاونت آب و خاک و صنایع
دفتر تجهیز و نوسازی اراضی کشاورزی

http:// tec.mporg.ir

www.agri-peri .ir

۱۳۸۸

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

ریاست جمهوری

معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره:	۱۰۰/۲۲۴۹۳
	تاریخ:	۱۳۸۸/۳/۱۰

موضوع:

مبانی و ضوابط طراحی، تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری، جلد سوم، زهکشی

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت۳۳۴۹۷هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۳-۴۷۱ دفتر نظام فنی اجرایی، با عنوان «**مبانی و ضوابط طراحی، تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری، جلد سوم، زهکشی**» از نوع گروه دوم ابلاغ می‌شود.

شایسته است دستگاه‌های اجرایی و مهندسان مشاور مفاد نشریه یاد شده، ضوابط و معیارهای مندرج در آن را ضمن تطبیق با شرایط کاری خود – در طرح‌های عمرانی مورد استفاده قرار دهند.

امیرمنصور برقعی

معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- *شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.*

۲- *ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.*

۳- *در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.*

٤- *نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.*

کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی‌علی‌شاه، مرکز تلفن ۳۳۲۷۱، دفتر نظام فنی اجرایی

Email: tsb.dta@mporg.ir **web: http://tec.mporg.ir/**

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

پیشگفتار

تجهیز، نوسازی و یکپارچه‌سازی اراضی به کلیه عملیاتی اطلاق می‌شود که جهت استفاده بهینه از پتانسیل‌های آب و خاک داخل واحد مزرعه صورت می‌گیرد و شامل اجزای زیر است:

- احداث سامانه‌های آبیاری و زهکشی داخل مزرعه و ابنیه مربوط به آن؛
- آرایش مناسب هندسی، قطعه‌بندی و تسطیح اراضی؛
- احداث جاده‌های دسترسی؛
- تجمیع و یکپارچه‌سازی اراضی.

اهدافی که در این عملیات مد نظر است فهرست‌وار عبارتند از :

- تنظیم و آرایش هندسی قطعات زراعی نامنظم؛
- قرار دادن آب در بالاترین نقطه قطعات زراعی و پخش یکنواخت آب در سطح آنها؛
- توزیع آب بین قطعات زراعی؛
- جمع‌آوری، هدایت و تخلیه مازاد آب آبیاری و بارندگی در واحدهای مزرعه؛
- زهکشی زیرزمینی اراضی؛
- ایجاد امکان دسترسی و ارتباط بین قطعات زراعی جهت انجام عملیات زراعی و مکانیزاسیون کشاورزی.

تمامی اهداف فوق به منظور دست‌یابی به استفاده بهینه از منابع آب و خاک و حصول به عملکرد هرچه اقتصادی‌تر محصول با استفاده از عملیات مکانیزه کاشت، داشت و برداشت می‌باشد.

به‌کارگیری ضوابط و معیارهای فنی در مراحل مختلف عملیات فوق موجب استفاده بهینه از منابع آب و خاک کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری خواهد شد. با توجه به موارد ذکر شده و براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و آیین‌نامه استانداردها اجرایی مربوطه، و نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه ۴۲۳۳۹/ ت ۳۳۴۹۷ ه مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات محترم وزیران) تهیه ضوابط تجهیز و نوسازی اراضی مورد توجه قرار گرفت. با اعلام نیاز دستگاه اجرایی دفتر تجهیز و نوسازی اراضی موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی با همکاری دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور که مسئولیت تهیه و تدوین ضوابط و معیارهای فنی را برعهده دارد نسبت به تهیه این مجموعه اقدام نمود.

نشریاتی که اینک در دسترس علاقمندان و دست‌اندرکاران قرار می‌گیرد، به "ضوابط و مبانی طراحی تجهیز و نوسازی اراضی کشاورزی شالیزاری" اختصاص دارد. این نشریه ها در پنج جلد به شرح زیر منتشر می‌شوند :

- جلد اول : کلیات؛
- جلد دوم : آبیاری؛
- جلد سوم : زهکشی؛
- جلد چهارم : سازه‌های آبی و جاده‌های دسترسی؛
- جلد پنجم : یکپارچه‌سازی اراضی.

omoorepeyman.ir

این نشریات، منحصر به آبیاری سطحی اراضی شالیزاری بوده و سامانه‌های تحت فشار را دربرنمی‌گیرند.

امید است که مجموعه این پنج جلد که در حقیقت اجزای جدا ناشدنی یکدیگر به حساب می‌آیند، بتواند جای خالی ضوابط و مبانی طراحی تجهیز و نوسازی اراضی به منظور آبیاری ثقلی را تا حدود زیادی پر کند.

این نشریه، جلد سوم از یک مجموعه پنج جلدی مربوط به "ضوابط و مبانی طراحی، تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری" است که به "زهکشی" اختصاص دارد.

معاونت نظارت راهبردی از تمامی کسانی که در تهیه و تنظیم این نشریه همکاری داشته‌اند تشکر و قدردانی به عمل می‌آورد.

در پایان از تمامی متخصصان و کارشناسان تقاضا دارد با ابراز نظرات سازنده، این معاونت را در تحقق اهداف خود یاری نمایند.

معاون نظارت راهبردی

۱۳۸۸

omoorepeyman.ir

مبانی و ضوابط طراحی، تجهیز و نوسازی و یکپارچه‌سازی اراضی شالیزاری

جلد سوم: زهکشی

نشریه شماره ۳- ۴۷۱

تهیه کننده:
مهندسین مشاور آبساران

کمیته علمی – فنی:

دفتر تجهیز و نوسازی اراضی کشاورزی
آقای مهندس ابوالفضل حسینیان
آقای مهندس شهریار عادلی نوری
آقای مهندس جواد ادیمی
آقای مهندس جلال ابوالحسنی

کمیته بررسی و تصویب نهایی:

الف) معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
آقای مهندس علیرضا دولتشاهی، معاون دفتر نظام فنی اجرایی
آقای مهندس خشایار اسفندیاری، رییس گروه آب، کشاورزی و محیط زیست دفتر نظام فنی اجرایی
سرکار خانم مهندس ساناز سرافراز، کارشناس

ب) موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی
آقای مهندس دهقان
آقای اسماعیل سعیدنیا

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول- کلیاتی در مورد زراعت برنج ۱

مقدمه ۳

۱- وضعیت اراضی زیرکشت، میزان تولید و عملکرد محصول برنج (شلتوک) در کشور ۳

۱-۱- ویژگی‌های محیطی و زراعی مطلوب برای زراعت برنج ۴

۱-۱-۱- شرایط اقلیمی (آب و هوایی) ۴

۱-۱-۲- ویژگی‌های خاک و اراضی ۵

۱-۱-۳- وضعیت عناصر غذایی ۵

۱-۱-۴- اثرات و خسارات شوری برگیاه برنج ۶

۱-۱-۴-۱- آثار و علائم شاخص ۶

۱-۱-۴-۲- سایر اثرات بروی رشد و نمو گیاه ۶

۱-۱-۵- کیفیت آب آبیاری ۷

۱-۱-۶- تناوب زراعی ۹

۱-۱-۷- رقم (واریته) ۹

۱-۱-۸- تیمار نمودن بذور گیاه برنج ۹

۱-۱-۹- مدیریت در عملیات آبیاری ۹

۱-۱-۱۰- کاربرد کودهای معدنی (شیمیایی) ۹

۱-۱-۱۱- کاربرد و مدیریت مواد آلی ۱۰

۱-۱-۱۲- تقسیط و کاربرد پتاسیم از طریق محلول پاشی ۱۰

۱-۲- برآورد نیاز آبی گیاه برنج ۱۰

۱-۲-۱- عوامل موثر بر میزان نفوذ یا تراوشات عمقی در مزرعه ۱۲

۱-۳- اهداف کاربرد آب آبیاری ۱۲

۱-۳-۱- روشهای افزایش آب به مزارع شالیزاری ۱۲

۱-۳-۲- مزایای آبیاری متناوب مزارع شالیزاری ۱۳

۱-۳-۳- معایب اعمال آبیاری متناوب در مزارع شالیزاری ۱۳

۱-۳-۴- توصیه‌های ضروری در مورد روشهای افزایش آب آبیاری ۱۳

۱-۴- بارندگی مؤثر ۱۴

۱-۴-۱- عوامل اثرگذار بر میزان بارندگی موثر ۱۴

۱-۴-۲- روشهای افزایش مقدار بارندگی موثر به‌میزان حداکثر ۱۴

۱-۴-۳- روش برآورد میزان بارندگی موثر در محدوده مورد نظر ۱۶

omoorpeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۱-۴-۴- تعیین دوره‌های زمانی ایام مرطوب و خشک سال ۱۹

فصل دوم- مبانی و معیارهای تعیین تناسب کاربری خاک و اراضی شالیزاری ۲۱

۲-۱- پیشگفتار ۲۳

۲-۲- اهمیت و ضرورت تهیه و تدوین راهنما یا استاندارد تناسب کاربری خاک و اراضی شالیزاری ۲۳

۲-۳- طبقه‌بندی خاک از نظر توانمندی تولید محصول ۲۳

۲-۴- روش ارزیابی توانمندی تولید محصول اراضی ۲۵

۲-۴-۱- مطالعات ارزیابی اجمالی ۲۵

۲-۴-۲- مطالعات نیمه تفصیلی ۲۵

۲-۴-۳- مطالعات تفصیلی ۲۵

۲-۵- رده‌های تناسب اراضی ۲۵

۲-۵-۱- رده مناسب ۲۶

۲-۵-۲- رده نامناسب ۲۶

۲-۵-۳- کلاسهای تناسب اراضی ۲۶

۲-۵-۳-۱- کلاس S_1، اراضی کاملاً مناسب ۲۶

۲-۵-۳-۲- کلاس S_2، اراضی نسبتاً مناسب ۲۶

۲-۵-۳-۳- کلاس S_3، اراضی با تناسب کم ۲۶

۲-۵-۳-۴- کلاس N_1 ، اراضی در شرایط حاضر نامناسب ۲۷

۲-۵-۳-۵- کلاس N_2 ، اراضی نامناسب دایم ۲۷

۲-۵-۴- تحت کلاسهای تناسب اراضی ۲۷

۲-۵-۵- واحدهای تناسب اراضی ۲۷

۲-۶- مبانی ارزیابی اراضی ۲۸

۲-۶-۱- طبقه‌بندی کیفی ۲۸

۲-۶-۲- طبقه‌بندی کمی ۲۸

۲-۶-۳- طبقه‌بندی تناسب اراضی در شرایط فعلی ۲۸

۲-۶-۴- طبقه‌بندی تناسب اراضی در شرایط آتی ۲۹

۲-۷- تعاریف پایه ۲۹

۲-۷-۱- زمین ۲۹

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۲-۷-۲- تیپ بهره‌برداری از اراضی ۲۹
۲-۷-۳- مشخصات اراضی ۲۹
۲-۸- معیارها و روشهای ارزیابی اراضی ۳۰
۲-۸-۱- روش محدودیت ۳۰
۲-۸-۱-۱- روش محدودیت ساده ۳۰
۲-۸-۱-۲- روش تعداد و شدت محدودیت‌ها ۳۱
۲-۸-۲- روش پارامتریک ۳۱
۲-۹- مراحل تعیین تناسب کاربری خاک و اراضی ۳۱
۲-۹-۱- ویژ گیهای اقلیمی (آب و هوایی) ۳۲
۲-۹-۲- نیازهای (عوامل و محدودیت‌ها) خاک و اراضی ۳۴
۲-۹-۲-۱- پستی و بلندی یا وضعیت توپوگرافی (T) ۳۹
۲-۹-۲-۲- مرطوبی خاک (W) ۳۹
۲-۹-۲-۳- خواص فیزیکی خاک (S) ۴۲
۲-۹-۲-۴- ویژ گی‌های مرتبط با حاصلخیزی خاک (F) ۴۳
۲-۹-۲-۵- شوری و قلیائیت (N) ۴۴
۲-۱۰- روش تهیه اطلاعات لازم برای تعیین تناسب اراضی ۴۴
۲-۱۰-۱- ویژگیهای اقلیمی (آب و هوایی) ۴۴
۲-۱۰-۲- عوامل و محدودیتهای مرتبط با خاک و اراضی ۴۵
۲-۱۰-۲-۱- اراضی بدون مطالعات خاکشناسی و طبقه بندی اراضی ۴۵
۲-۱۰-۲-۲- اراضی دارای مطالعات خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی ۴۵
۲-۱۱- خصوصیات خاک و اراضی شالیزاری و تولید محصول برنج ۴۷
۲-۱۱-۱- مقدمه ۴۷
۲-۱۱-۲- ویژگی‌های مطلوب خاک برای کاربری به عنوان اراضی شالیزاری ۴۷
۲-۱۱-۳- خصوصیات موثر خاکها از دیدگاه تولید محصول در زراعت برنج ۴۸
۲-۱۱-۴- ویژگی‌های فیزیکی خاک و تولید محصول در زراعت برنج ۴۹
۲-۱۱-۵- خصوصیات شیمیایی خاک و تولید محصول در زراعت برنج ۵۰
۲-۱۱-۶- ترکیبات سمی (سولفیدها و آهن) و تولید محصول در زراعت برنج ۵۲
۲-۱۲- شرح اجمالی رده‌های خاک و اراضی غالب که زراعت برنج در آنها متداول است ۵۳

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۲-۱۳- سطح زیرکشت، عملکرد محصول شلتوک در استانهای انتخابی کشور در رده‌های متفاوت خاک و اراضی ۵۶

فصل سوم- زهکشی سطحی در اراضی شالیزاری ۵۹

۳-۱- کلیات ۶۱

۳-۲- سامانه‌های زهکشی سطحی مزرعه‌ای ۶۲

۳-۳- مطالعات تکمیلی خاکشناسی و بررسیهای زهکشی ۶۳

۳-۳-۱- مقدمه ۶۳

۳-۳-۲- اطلاعات پایه‌ای مورد نیاز ۶۳

۳-۴- مبانی طراحی سامانه زهکشی ۶۶

۳-۴-۱- انتخاب روش زهکشی ۶۶

۳-۴-۱-۱- موارد مرتبط با طراحی سامانه زهکشی باز ۶۷

۳-۴-۱-۲- برآورد دبی تخلیه در اراضی شیبدار* ۷۰

۳-۴-۱-۳- محاسبات دبی طراحی برای اراضی مسطح * ۷۷

۳-۴-۲- مبانی هیدرولیکی طراحی سامانه زهکشی باز ۸۴

۳-۴-۳- طراحی کانال‌های باز زهکشی ۸۵

۳-۴-۴- ملاحظات خاص در طراحی سامانه‌های زهکشی باز ۸۷

۳-۴-۵- مخارج احداث سامانه زهکشی باز ۸۸

۳-۵- موارد مرتبط با عملیات اجرایی نگهداری ۹۰

۳-۵-۱- برش دادن یا قطع گیاهان و علفهای هرز ۹۰

۳-۵-۲- سوزانیدن گیاهان و علفهای هرز ۹۱

۳-۵-۳- کاربرد موادشیمیایی ۹۱

۳-۵-۴- روش‌های بیولوژیک ۹۱

۳-۵-۵- مراقبت از اراضی شکل داده شده ۹۲

فصل چهارم- زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری ۹۳

۴-۱- مقدمه ۹۵

۴-۲- اهداف اختصاصی احداث زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری ۹۶

۴-۳- مطالعات تکمیلی خاکشناسی و طبقه بندی اراضی شالیزاری ۹۷

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۴-۳-۱- مراحل انجام عملیات میدانی مطالعات تکمیلی خاکشناسی ۹۷
۴-۳-۲- موارد حداقل نیازها برای انواع طبقه‌بندی ۹۸
۴-۳-۳- ویژگی‌های لازم برای طبقه‌بندی خاک و اراضی شالیزاری ۹۹
۴-۳-۴- روشهای برداشت نمونه‌های خاک برای بررسی توانمندی تولید ۹۹
۴-۴- بررسیهای قابلیت زهکشی خاک و اراضی ۹۹
۴-۵- خصوصیات پدولوژیکی و هیدرودینامیکی خاکها ۱۰۲
۴-۵-۱- نفوذپذیری (سرعت نفوذ) آب به خاک ۱۰۳
۴-۵-۲- لایه محدود کننده ۱۰۵
۴-۵-۳- هدایت هیدرولیکی اشباع خاکها ۱۰۶
۴-۵-۴- تأثیر غیر همروندی و مطبق بودن نیمرخ خاکها ۱۰۸
۴-۵-۵- آبدهی ویژه یا درصد تخلخل قابل زهکشی (موثر) اراضی ۱۰۹
۴-۶- مبانی طراحی سیستم‌های زهکشی زیرزمینی ۱۱۰
۴-۶-۱- ضریب زهکشی عمقی یا شدت تخلیه زهکشهای زیرزمینی ۱۱۱
۴-۶-۲- دبی طراحی سامانه زهکشی زیرزمینی ۱۱۳
۴-۶-۳- طراحی برای کنترل سطح آب زیرزمینی و سرعت افت سطح ایستابی ۱۱۶
۴-۶-۴- احتیاجات زهکشی اراضی برپایه عمق و کیفیت آب زیرزمینی ۱۱۶
۴-۶-۵- ملاحظات اقتصادی و امکانات اجرائی در تعیین عمق استقرار بهینه ۱۱۸
۴-۷- تعیین فاصله و عمق نصب زهکشهای زیرزمینی ۱۱۸
۴-۷-۱- نظریه ماندگار یا همگام بودن جریان ۱۱۹
۴-۷-۲- نظریه غیرماندگار (غیرهمگام) بودن جریان ۱۳۳
۴-۷-۳- عمق مناسب نصب زهکشهای زیرزمینی ۱۳۷
۴-۷-۴- محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی در اراضی شالیزاری ۱۳۹
۴-۷-۵- احداث سامانه‌های زهکشی در شرایط خاص ۱۶۷
۴-۷-۶- مجاری زهکشی (حفره‌های زهکشی زیرزمینی) ۱۷۰
۴-۷-۷- مواد و مصالح برای زهکشهای زیرزمینی ۱۷۱
۴-۷-۸- مبانی هیدرولیکی محاسبه اندازه (قطر) زهکشهای زیرزمینی ۱۷۷
۴-۷-۹- ماشینهای حفاری و نصب لوله‌های زهکشی زیرزمینی ۱۸۰
۴-۷-۱۰- موارد مرتبط با عملیات نصب زهکشهای زیرزمینی ۱۸۲
۴-۷-۱۱- موارد مرتبط با عملیات نگهداری ۱۸۹

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل پنجم- اصلاح و بهسازی خاک و اراضی شالیزاری ۱۹۵

۵-۱- زراعت برنج در خاکهای شور و سدیمی ۱۹۷

۵-۱-۱- طبقه بندی خاکهای متأثر از مشکلات شوری و سدیمی بودن ۱۹۷

۵-۱-۲- اثرات شوری بروی رشد و نمو در گیاه برنج ۱۹۹

۵-۱-۳- عوامل موثر در مقاومت گیاه برنج به شوری ۲۰۰

۵-۱-۴- پتانسیل عملکرد گیاه برنج در شرایط شوری منابع تولید (آب و خاک) ۲۰۱

۵-۱-۵- اثرات درصد سدیم تبادلی (ESP) برروی گیاه برنج ۲۰۳

۵-۱-۶- اثرات نسبت جذب سدیم (SAR)، کاتیونهای اندازه‌گیری شده در عصاره اشباع خاک ۲۰۳

۵-۱-۷- کیفیت آب آبیاری، از نظر کاربرد برای زراعت برنج ۲۰۳

۵-۲- علل گرایش کیفیت اراضی شالیزاری به شوری و قلیائیت ۲۰۳

۵-۲-۱- کلیات ۲۰۳

۵-۲-۲- ضرورت کنترل شوری در اراضی شالیزاری ۲۰۵

۵-۲-۳- روشهای مقابله با مشکل شوری و مدیریت اراضی شالیزاری ۲۰۶

۵-۲-۳-۱- نمک زدائی (شوری زدائی) اراضی شالیزاری بطریق استغراق سطح اراضی ۲۰۷

۵-۲-۳-۲- شوری زدائی (نمک زدائی) اراضی شالیزاری به کمک تراوشات عمقی آب کاربردی ۲۰۷

omoorepeyman.ir

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۱-۱)- وضعیت زیرکشت، چگونگی تولید و عملکرد محصول شلتوک به تفکیک استانهای مختلف در کشور ۴

جدول (۱-۲)- راهنمای عمومی تناسب کیفیت آب آبیاری برای زراعت برنج ۸

جدول (۱-۳)- حداکثر میزان تحمل گیاه برنج به شرایط عمق آب استغراقی ۱۳

جدول (۱-۴)- حداکثر طول دوره های تحمل گیاه برنج به شرایط غیراستاندارد رطوبتی ۱۴

جدول (۱-۵)- ارتفاع سطح سرریز قطعات مورد کشت برنج در مراحل متفاوت ۱۴

جدول (۱-۶)- ایام (روزهای) تعلیق عملیات آبیاری برای مقادیر متفاوت بارندگی روز قبل ۱۵

جدول (۱-۷)- تجزیه و تحلیل ارقام توزیع بارندگی بر پایه دوره های ده روزه* ۱۷

جدول (۲-۱)- تعداد و شدت محدودیت‌ها و کلاس اراضی ۳۱

جدول (۲-۲)- ویژ گیهای اقلیمی (آب و هوایی) مورد نیاز برای زراعت آبی گیاه برنج ۳۳

جدول (۲-۳)- مقادیر عددی شاخص‌ها برای تعیین کلاسهای تناسب اراضی ۳۴

جدول (۲-۴)- سیمای طبیعی (زمین نما) و ویژ گی‌های مورد نیاز خاک برای زراعت آبی گیاه برنج ۳۵

جدول (۲-۵)- رابطه شیب با کلاس و سطح محدودیت درجه بندی اراضی برای زراعت (کشت) آبی گیاه برنج ۳۹

جدول (۲-۶)- علایم معرف بیان خطرات سیلگیری و کلاس اراضی شالیزاری مربوطه برای زراعت آبی گیاه برنج ۴۱

جدول (۲-۷)- تعداد قسمت‌ها و ضرایب وزنی برای اعماق مختلف خاک ۴۲

جدول (۲-۸)- ضرایب وزنی عمق برای محاسبه متوسط میزان آهک* ۴۳

جدول (۲-۹)- میزان تغییرات معمولی در پتانسیل ردآکس (EH) در خاکهای با زهکشی مناسب و خاکهای ماندابی ۵۰

جدول (۲-۱۰)- نمونه‌هایی از حالتهای احیاء و اکسید شدگی در سیستم ردآکس عمل کننده در خاکهای شالیزاری و مقادیر پتانسیل ردآکس (EH) تقریبی که در آن اشکال اکسید شده غیرپایدار می‌گردند ۵۱

جدول (۲-۱۱)- برخی اطلاعات پایه‌ای و لازم به توجه در مورد استانهای انتخابی که زراعت برنج در آنها متداول است ۵۶

جدول (۳-۱)- حداقل اطلاعات مورد نیاز برای اجرای عملیات خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی شالیزاری در محدوده‌های مورد نظر ۶۵

جدول (۳-۲)- شرایط سیلگیری (آب گرفتگی) اراضی شالیزاری و کاهش عملکرد محصول ۶۷

جدول (۳-۳)- الگوی (مدل) توزیع مقدار بارندگی تجمعی شش ساعته ۶۸

omoorepeyman.ir

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۳-۴)- مقادیر متفاوت زمان تمرکز (T_c) برای حوضه‌های آبخیز کوچک ۷۲

جدول (۳-۵)- ضریب رواناب (C) برای حوضه‌های آبخیز (خاکهای گروه B) ۷۳

جدول (۳-۶) مقادیر ضریب رواناب (C) برای کاربرد در معادله استدلالی یا منطقی ۷۴

جدول (۳-۷)- ضرایب رواناب بعضی حوضه‌های آبخیز رودخانه‌ای ۷۵

جدول (۳-۸)- ضرایب رواناب سطحی در مزارع شالیزاری برای کاربرد در معادله مربوطه ۷۵

جدول (۳-۹)- مقدار بارندگی کل و میزان رواناب سطحی متصور از آن ۸۱

جدول (۳-۱۰)- مقادیر بارندگیهای منفرد و الگوهای رواناب سطحی حاصله ۸۱

جدول (۳-۱۱)- مثالی از چگونگی محاسبه میزان رواناب سطحی روزانه حاصل از یک دوره بارندگی مداوم (پیوسته)۱۰۰ میلیمتر بارندگی ۸۲

جدول (۳-۱۲)- مثالی از چگونگی محاسبه میزان رواناب سطحی روزانه حاصل از یک دوره بارندگی مداوم (پیوسته)، ۲۰۰ میلیمتر بارندگی. ۸۳

جدول (۳-۱۳)- مثالی از چگونگی محاسبه میزان رواناب سطحی روزانه حاصل از یک دوره بارندگی مداوم (پیوسته)، ۳۰۰ میلیمتر بارندگی. ۸۴

جدول (۳-۱۴)- مقادیر متفاوت ضریب زبری جدار برای طراحی انواع پوشش کانالها ۸۷

جدول (۳-۱۵)- شیبهای جانبی متداول در احداث کانالهای بدون پوشش ۸۷

جدول (۳-۱۶)- حداکثر سرعتهای مجاز در طراحی انواع کانالهای باز با پوشش های متفاوت ۸۷

جدول (۴-۱)- بعضی ویژگی‌های فیزیکی خاکها و مقادیر تراوشات عمقی ذاتی مورد انتظار ۱۱۲

جدول (۴-۲)- مقادیر متوسط ضریب زهکشی (عمقی) برای اراضی مورد کشت و آبیاری ۱۱۲

جدول (۴-۳)- دوره زمانی مجاز برای تخلیه آب باقیمانده بروی سطح اراضی شالیزاری ۱۱۴

جدول (۴-۴)- رابطه بین محدوده مورد زهکشی زیرزمینی، شدت تخلیه عمقی و مدُول زهکشی زیرزمینی ۱۱۵

جدول (۴-۵)- سطح آب زیرزمینی مورد نیاز برای انواع گیاهان (فصلی، یکساله، دائمی) ۱۱۶

جدول (۴-۶)- احتیاجات زهکشی اراضی شالیزاری براساس عمق و کیفیت آب زیرزمینی محدوده مورد مطالعه (ارقام کمی و کیفی مندرجات جدول بر پایه مشاهدات سالیانه) ۱۱۷

جدول (۴-۷)- مقادیر عمق معادل (DE) پیشنهادی "هوخهات" برای مقادیر متفاوت فاصله زهکشهای زیرزمینی (L) و ارتفاع سطح آب درون زهکشها بالای لایه محدود کننده (D) ۱۲۵

omoorepeyman.ir

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۴-۸)- مقادیر F_K ارایه شده بوسیله توکسوز و کرکهام ۱۲۷

جدول (۴-۹)- عمق توسعه و ریشه دوانی بعضی از انواع گیاهان زراعی فصلی ۱۳۸

جدول (۴-۱۰)- وضعیت آب مورد نیاز زراعت برنج و تراوشات عمقی در استانهای مختلف و مرطوب کشور ۱۳۹

جدول (۴-۱۱)- نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برمبنای حالت ماندگار (همگام) برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف ۱۴۱

جدول (۴-۱۲)- نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برمبنای حالت ماندگار (همگام) برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف ۱۴۲

جدول (۴-۱۳)- نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برمبنای حالت ماندگار (همگام) برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف ۱۴۳

جدول (۴-۱۴)- متوسط عمق و فاصله نصب زهکشهای زیرزمینی برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف ۱۴۴

جدول (۴-۱۵)- معدودی عوامل اقلیمی (آب و هوایی) مورد بررسی در استان مازندران (ایستگاه ساری) ۱۴۶

جدول (۴-۱۶)- مقادیر فصلی و سالیانه بارندگی، تبخیر، کمبود رطوبت (بارندگی) و نسبت های مربوطه در استان مازندران (ایستگاه ساری). ۱۴۷

جدول (۴-۱۷)- حداکثر مقادیر بارندگی مشاهده (ثبت) شده یک، دو و پنج روزه متوالی، طی یک دوره آماری پنج ساله در استان مازندران (ایستگاه ساری) ۱۴۸

جدول (۴-۱۸)- مقادیر بارندگی، تبخیر از سطح طشتک کلاس (A)، تفاوت بارندگی از میزان تبخیر و مقادیر متوسط نفوذ عمقی در ماههای مختلف [استان مازندران (ایستگاه ساری) ارقام میانگین یک دوره آماری پنج ساله ۱۳۸۴-۱۳۸۰ می باشند] ۱۵۱

جدول (۴-۱۹)- نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برمبنای حالت ماندگار (همگام) برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف[برای کشت دوم در اراضی شالیزاری و مرطوب (شبدر برسیم)] ۱۵۳

جدول (۴-۲۰)- نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برمبنای حالت ماندگار (همگام) برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف[برای کشت دوم در اراضی شالیزاری و مرطوب (شبدر برسیم)] ۱۵۴

جدول (۴-۲۱)- نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برمبنای حالت ماندگار (همگام) برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف[برای کشت دوم در اراضی شالیزاری و مرطوب (شبدر برسیم)] ۱۵۵

جدول (۴-۲۲)- متوسط عمق و فاصله نصب زهکشهای زیرزمینی برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف ۱۵۶

omoorepeyman.ir

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۴-۲۳)- مقایسه نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برای کشتهای اصلی (برنج) و دوم (شبدر برسیم) در اراضی شالیزاری و مرطوب ۱۵۸

جدول (۴-۲۴)- نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برمبنای حالت ماندگار (همگام) برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف اراضی شالیزاری و مرطوب ۱۶۱

جدول (۴-۲۵)- نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برمبنای حالت ماندگار (همگام) برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف اراضی شالیزاری و مرطوب ۱۶۲

جدول (۴-۲۶)- نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برمبنای حالت ماندگار (همگام) برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف اراضی شالیزاری و مرطوب ۱۶۳

جدول (۴-۲۷)- احتیاجات زهکشی زیرزمینی خاکهای مختلف برمبنای درجه بندی نسبی (قراردادی) عمق استقرار لایه محدود کننده و هدایت هیدرولیکی، برای تنوع کاربری اراضی شالیزاری و مرطوب..... ۱۶۴

جدول (۴-۲۸)- انواع و مشخصات زهکش‌های تکمیلی مزرعه‌ای..... ۱۶۸

جدول (۴-۲۹)- روابط بین چگونگی دانه‌بندی مواد اولیه (پایه) و مواد پوششی درجه بندی شده..... ۱۷۵

جدول (۴-۳۰)- ابعاد یک شیار مثلثی (V شکل با زاویه بین دو ضلع ۹۰ درجه) برای استقرار لوله پلاستیکی موجدار (CPP) در کف ترانشه ۱۸۶

جدول (۵-۱)- مقادیر آب لازم (A_{IW}، میلیمتر) برای کاهش میزان شوری های اولیه عصاره اشباع خاک (ECE) به مقدار مورد نظر (ECE=۴/۰DS/M) در لایه های مربوطه ۱۹۸

جدول (۵-۲)- مقادیر مواد اصلاح کننده (گچ، گوگرد و اسید سولفوریک) لازم جهت اعماق متفاوت نیمرخ خاک برای جایگزینی با میزان مشخصی سدیم تبادلی، (تن در هکتار)*..... ۱۹۹

omoorepeyman.ir

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل (۳-۱)- سطح مقطع های متداول نهرچه های آبیاری و زهکشی در مزارع تجهیز، نوسازی و یکچارچه سازی شده شالیزاری ۸۹

شکل (۴-۱)- شمای یک عدد چاهک کمکی (RELIEF WELL) و اجزای آن ۹۶

شکل (۴-۲)- شمای یک دستگاه اندازه گیری مقدار نفوذ آب به خاک به روش سریع ۱۰۴

شکل (۴-۳)- چگونگی عملکرد سامانه زهکشی زیرزمینی ۱۱۴

شکل (۴-۴)- علایم و نشانه های بکار رفته در اشتقاق روابط مبتنی بر حالت جریان همگام (ماندگار) زهکشی زیرزمینی و شرایط تعدیل شده آن (معادله های هوخهات و کرکهام) ۱۲۱

شکل (۴-۵)- نمودار تعیین فاصله زهکش های زیرزمینی به روش کرکهام ۱۲۹

شکل (۴-۶)- علایم و نشانه های بکار رفته در اشتقاق رابطه "گلاور- دام" برای شرایط استقرار زهکشهای زیرزمینی (لوله ای) روی لایه محدود کننده (BARRIER) و بالای آن ۱۳۴

شکل (۴-۷)- ترکیب زهکشهای اصلی و زهکشهای تکمیلی ۱۶۸

شکل (۴-۸)- نمونه ای از سامانه زهکشی زیرزمینی در اراضی شیب دار ۱۶۹

شکل (۴-۹)- انواع مختلف زهکشهای زیرزمینی فرعی (مزرعه ای) ۱۷۶

شکل (۴-۱۰)- اجزای سامانه و عملکرد (کارآمدی) زهکش زیرزمینی ۱۸۳

omoorepeyman.ir

فصل ۱

کلیاتی در مورد زراعت برنج

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

مقدمه

۱- وضعیت اراضی زیرکشت، میزان تولید و عملکرد محصول برنج (شلتوک) در کشور

براساس آمارنامه کشاورزی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۸۳)، سطح زیرکشت انواع ارقام شلتوک در کشور حدود ۶۱۱۴۵۳ هکتار گزارش گردیده است* که استان مازندران با دارا بودن ۲۰۰۵۸۳ هکتار که برابر با ۳۲/۸۳ درصد از اراضی زیرکشت برنج کشور است رتبه اول را دارا می‌باشد و پس از آن به ترتیب استانهای گیلان و گلستان، با دارا بودن ۱۹۸۳۲۷ و ۵۹۴۲۶ هکتار سطح زیرکشت که معادل ۳۲/۴۶ و ۹/۷۲ درصد می‌باشد در جایگاه‌های دوم و سوم قرار دارند. لیکن از دیدگاه دیگری می‌توان اظهار نمود که دو استان مازندران و گیلان با دارا بودن مجموع سطح زیرکشت برنج حدود ۳۹۸۹۱۰ هکتار که مساوی ۶۵/۲۹٪ کل اراضی مورد کشت برنج می‌باشد در جایگاه‌های اول و دوم قرار دارند. رتبه‌های سوم تا پنجم زمین‌های تحت کشت برنج به ترتیب مرتبط با استانهای گلستان، خوزستان و فارس می‌باشد که استانهای گفته شده به ترتیب ۹/۷۲، ۸/۴۰ و ۸/۰۸ درصد اراضی زیرکشت را که مترادف با ۵۹۴۲۶، ۵۱۳۳۷ و ۴۹۳۶۰ هکتار می‌باشد را به خود اختصاص داده‌اند. سهم سطح زیرکشت سایر استانهای برنج کاری کشور ۸/۵۷ درصد است که مساحت اراضی مربوطه ۵۲۴۲۰ هکتار برآورد می‌گردد.

میزان تولید شلتوک برای انواع گونه‌ها و ارقام کشور حدود ۲/۵۴ میلیون تن گزارش گردیده است که از این میزان سهم تولید در استان‌های مازندران و گیلان به ترتیب ۹۴۳۶۶۲ و ۷۲۱۷۱۴ تن می‌باشد که نسبت به کل عملکرد شلتوک در کشور ۳۷/۱۲ و ۲۸/۳۹ درصد مربوط به استانهای گفته شده است. به عبارتی دیگر این دو استان برنج‌خیز و ساحلی کشور میزان تولیدی معادل ۱۶۶۵۳۷۶ تن و یا مساوی ۶۵/۵۰ درصد شلتوک کل کشور را تولید می‌نمایند، سهم سه استان گلستان، فارس و خوزستان به ترتیب ۲۵۴۵۲۴، ۲۰۱۷۲۲ و ۱۸۵۲۱۹ تن می‌باشد که به ترتیب برابر با ۱۰/۰۱، ۷/۹۳ و ۷/۲۸ درصد از کل تولید کشور است. بایستی متذکر شد که شالیکاران استانهای مازندران، گیلان، گلستان، فارس و خوزستان با تولید ۲۳۰۶۸۴۲ تن شلتوک ۹۰/۷۴ درصد از میزان محصول را در کشور تولید می‌نمایند.

متوسط عملکرد انواع گونه‌ها و ارقام برنج در کشور ۴/۱۵۸ تن در هکتار می‌باشد که استانهای اصفهان و اردبیل به ترتیب با راندمان‌های تولید ۵/۶۳۳ و ۱/۴۴۲ تن در هکتار بیشترین و کمترین میزان عملکرد را دارا می‌باشند. سایر اطلاعات و آمار لازم به توجه درخصوص سطح زیرکشت، میزان تولید و عملکرد محصول (شلتوک) به تفکیک استان‌های مختلف در جدول زیر ارایه گردیده است.

omoorepeyman.ir

* آمارنامه کشاورزی سال زراعی۸۳- ۱۳۸۲، دفتر آمار و فناوری اطلاعات، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۸۴)، نشر آموزش کشاورزی.

جدول (۱-۱)- وضعیت زیرکشت، چگونگی تولید و عملکرد محصول شلتوک به تفکیک استانهای مختلف در کشور

ردیف	نام استان	وضعیت زیرکشت		چگونگی عملکرد محصول		عملکرد محصول شلتوک	
		مساحت (هکتار)	درصد از مساحت کل	میزان تولید (تن)	درصد از تولید کل	مقدار عملکرد (کیلوگرم درهکتار)	مرتبه در سطح کشور
۱	آذربایجان‌شرقی	۲۰۳۲	۰/۳۳	۵۲۲۳	۰/۲۰	۲۵۷۱	۱۷
۲	اردبیل	۱۸۳۶	۰/۳۰	۲۶۴۷	۰/۱۰	۱۴۴۲	۱۹
۳	اصفهان	۱۵۱۷۰	۲/۴۸	۸۵۴۵۷	۳/۳۵	۵۶۳۳	۱
۴	ایلام	۲۹۰۱	۰/۴۷	۱۲۱۶۵	۰/۴۸	۴۱۹۳	۷
۵	چهارمحال و بختیاری	۴۱۳۸	۰/۶۸	۲۰۳۰۸	۰/۷۹	۴۹۰۸	۳
۶	خراسان	۲۵۵۰	۰/۴۲	۱۰۷۷۵	۰/۴۳	۴۲۲۶	۶
۷	خورستان	۵۱۳۳۷	۸/۴۰	۱۸۵۲۱۹	۷/۲۸	۳۶۰۸	۱۲
۸	زنجان	۳۸۱۷	۰/۶۱	۱۲۵۲۴	۰/۹۴	۳۲۸۱	۱۴
۹	سیستان و بلوچستان	۸۷۵	۰/۱۴	۲۵۵۴	۰/۱۰	۲۹۱۹	۱۶
۱۰	فارس	۴۹۳۶۰	۸/۰۸	۲۰۱۷۲۲	۷/۹۳	۴۰۸۷	۸
۱۱	قزوین	۳۲۰۰	۰/۵۲	۱۱۷۲۶	۰/۴۵	۳۶۶۴	۱۰
۱۲	کردستان	۳۱	۰/۰۰ *	۵۶	۰/۰۰*	۱۸۰۳	۱۸
۱۳	کرمانشاه	۱۱۸۵	۰/۱۹	۴۳۵۴	۰/۱۷	۳۶۷۴	۹
۱۴	کهکیلویه و بویراحمد	۸۷۷۲	۱/۴۲	۴۷۴۷۸	۱/۸۷	۵۴۱۶	۲
۱۵	گلستان	۵۹۴۲۶	۹/۷۲	۲۵۴۵۲۴	۱۰/۰۱	۴۲۸۳	۵
۱۶	گیلان	۱۹۸۳۲۷	۳۲/۴۶	۷۲۱۷۱۴	۲۸/۳۹	۳۶۳۹	۱۱
۱۷	لرستان	۵۸۹۶	۰/۹۵	۲۰۲۸۳	۰/۸۰	۳۴۴۰	۱۳
۱۸	مازندران	۲۰۰۵۸۳	۳۲/۸۳	۹۴۳۶۶۴	۳۷/۱۲	۴۷۰۵	۴
۱۹	یزد	۱۷	۰/۰۰ *	۵۰	۰/۰۰ *	۲۹۳۸	۱۵
کل کشور		۶۱۱۴۵۳	۱۰۰/۰۰	۲۵۴۲۴۴۳	۱۰۰/۰۰	۴۱۵۸	-

*۰/۰۰ ارقام در حد هزارم بوده‌اند.

۱-۱- ویژگی‌های محیطی و زراعی مطلوب برای زراعت برنج

گیاه برنج با نام علمی (*Oryza sativa*) برای رشد، نمو و عملکرد مطلوب احتیاج به فراهم بودن شرایط مشروحه زیر دارد:

۱-۱-۱- شرایط اقلیمی (آب و هوایی)

گیاه برنج قادر است در محدوده وسیعی از شرایط آب و هوایی (اقلیمی) رشد و نمو نماید، بطوریکه امکان کشت و کار آن در اقالیم معتدل تا گرم استوایی وجود دارد، گیاه برنج می‌تواند در دامنه گسترده‌ای از مناطق با ارتفاع همتراز سطح دریا تا مناطق مرتفع مورد زراعت قرار گیرد. لازمه عملکرد قابل توجه گیاه برنج مرتبط با طول دوره (طولانی‌مدت) تابش نور خورشید است. عملکرد

omoorepeyman.ir

محصول زراعت برنج بطور مستقیم وابسته به فراهم بودن انرژی خورشیدی طی مدت ۴۵ روز قبل از برداشت زراعت می‌باشد. که در این ایام کاهش ناگهانی درجه حرارت (دمای هوا) و وزش بادهای تند نبایستی اتفاق بیافتد.

جوانه زدن بذور گیاه برنج در دمای خاک کمتر از ۱۲ درجه سانتیگراد با اشکال مواجه می‌گردد. شرایط مطلوب رشد و نمو این گیاه در محدوده‌های حرارتی (دمای هوا) بین ۲۴ تا ۳۶ درجه سانتیگراد است. تغییرات دما (درجه حرارت) روزانه و شبانه محیط کشت برنج در دوره گلدهی و تولید محصول (دانه بستن) بایستی در شرایط حداقل باشد. درجه حرارت آب آبیاری مورد نیاز زراعت برنج بایستی بیشتر از ۱۸ درجه سانتیگراد باشد، این گیاه (برنج) به یخبندان بسیار حساس می‌باشد، زیرا سرما (درجه حرارت‌های کم) موجب عقیم شدن خوشه‌های گیاه می‌گردد. مقادیر مطلوب بارندگی برای زراعت دیم (بدون آبیاری اصولی یا تکمیلی) این گیاه بیشتر از ۱۶۰۰ میلیمتر در سال گزارش شده است. شرایط خشکی (غیرمرطوبی) در مدت زمان بین ۸ تا ۱۲ روز در هنگام گلدهی و یا در دوره بلوغ می‌تواند برروی عملکرد محصول اثرات نامطلوبی برجای گذارد.

۱-۱-۲- ویژگی‌های خاک و اراضی

بطور کلی اعمال مدیریت‌های علمی و مطلوب زراعی در مورد زراعت برنج با اهمیت‌تر از ویژگی‌های مناسب شرایط اقلیمی (آب و هوایی) و خصوصیات خاک و اراضی است. کشت و کار زراعت برنج در انواع متنوعی از خاکها متداول است. بطوریکه زراعت این گیاه در خاکهای با بافت رسی و سنگین و حتی خاکهای با بافت لومی شنی (بطور نسبی سبک) می‌تواند بانجام رسد. خاکهای نهشته‌های آبرفتی که دارای بافت سنگین می‌باشند، بطور معمول مناسب‌تر از خاکهای با بافت سبک می‌باشند. بهرصورت خاک بایستی تناسب لازم برای اجرای عملیات " گلخرابی[۱] " و نگهداری سطح ایستابی کم عمق (در زیر سطح خاک) در طی ادوار رشد رویشی و زهکشی سطحی (تخلیه آب استغراقی برروی سطح زمین) را در دوره رسیدن و برداشت محصول داشته باشد.

خاکهای با شرایط زهکشی درونی (داخلی) نامناسب تا بطور متوسط خوب برای این زراعت بیشتر مناسب می‌باشند. نفوذپذیری مطلوب خاک لایه زیرین برای زراعت برنج در محدوده کمتر از ۰/۵ سانتیمتر در ساعت تجربه گردیده است. خاکهای مورد کشت و کار زراعت برنج کمتر در مورد خطرات ناشی از پدیده فرسایش قرار دارند.

۱-۱-۳- وضعیت عناصر غذایی

به‌دلیل شرایط غیرهوازی (اشباع بودن محدوده استقرار و توسعه ریشه گیاه از آب)، تجزیه و تغییر شکل مواد آلی در خاک کاهش حاصل می‌نماید. تثبیت نیتروژن (N) بوسیله جلبک‌های سبز– آبی و باکتریها تثبیت کننده نیتروژن (ازو باکتور) بانجام می‌رسد. بطور کلی شرایط کمبود نیتروژن (N) و فسفر (P) اتفاق افتاده و علایم آن ظاهر می‌گردد. کمبود عناصر غذایی دیگری نظیر پتاسیم (K) و سولفور (S) ممکن است در محدوده‌هایی بمضنه ظهور برسد. هم چنین علایم کمبود سیلیس (Si) در خاکهای تورب (پیت) قابل مشاهده می‌باشد.

گیاه برنج (زراعت) نیازمند به کاربرد مقادیر زیادی نیتروژن (N) است و خاک شالیزار بایستی از درجه حاصلخیزی متوسط تا زیادی برخوردار باشد.

omoorepeyman.ir

۱ - Puddling.

مقادیر برداشت (مصرف) زراعت برنج برای دستیابی به عملکرد محصول معادل ۳/۴ تن در هکتار و به ترتیب برای عناصر و ترکیبات غذایی نیتروژن (N)، فسفر (P_2O_5) و پتاسیم (K_2O) معادل ۵۴ ، ۶۰ و ۵۵ کیلوگرم در هکتار در یک دوره یا فصل زراعی است.

کاربرد مواد معدنی (کودهای شیمیایی) برای حصول عملکرد محصولی برابر با ۴/۰ تن در هکتار و به ترتیب با مقادیر حداقل و حداکثر ۱۰۰-۷۵، ۵۰-۲۵ و ۵۰-۲۵ کیلوگرم در هکتار در یک فصل یا دوره زراعی، کودهای معدنی نیتروژن‌دار (N)، فسفره (P_2O_5) و پتاسیم‌دار (K_2O) بررسی و توصیه شده است.

۱-۱-٤- اثرات و خسارات شوری برگیاه برنج

۱-۱-٤-۱- آثار و علائم شاخص

- نوک برگهای متأثر از خسارات شوری به رنگ سفید در می‌آید.
- لکه‌های کلروزه (علامت خسارت یون کلر) در بعضی از برگهای گیاه ظاهر می‌گردد.
- رشد رویشی گیاه و پنجه زدن بوته‌ها کند و یا متوقف می‌شود.
- در سطح مزرعه لکه‌های بدون پوشش گیاهی مشاهده می‌گردد.
- علایم مشخصه خسارات ابتدا در برگهای اولیه و سپس در برگهای جوان و سرانجام در برگهای در حال رشد رویشی ظاهر می‌شود.
- خسارات ناشی از "شوری" و یا "سدیمی بودن" ممکن است در شرایطی به همراه علائم کمبودهای عناصر غذایی از جمله فسفر (P)، روی (Zn) و آهن (Fe) و اثرات مسمومیت[۱] یون بُر (B) باشد.

۱-۱-٤-۲- سایر اثرات بروی رشد و نمو گیاه

- کاهش در مقدار (میزان) جوانه زدن بذور
- تأثیرگذاری برروی اعمال زیستی مانند تنفس[۲] و فتوسنتز گیاهی[۳]
- کاهش تثبیت بیولوژیکی نیتروژن (N_2) و معدنی شدن آن (N) در خاک
- نقصان ارتفاع بوته‌ها و پنجه‌های گیاهی
- رشد ضعیف ریشه (ها)
- افزایش میزان عقیم شدن[۴] خوشه‌های گیاه برنج
- جذب اضافی ین سدیم (Na) بوسیله گیاه موجب کاهش وزن هزاردانه و کل میزان پروتئین در دانه می‌گردد، لیکن بر ویژگیهای اصلی پخت برنج بی‌تأثیر است.

omoorepeyman.ir

۱ - Toxicity.
۲ - Respiration.
۳ - Photosynthesis.
۴ - Sterility.

هرچند از طریق اعمال آزمونهای مربوط به روی گیاه و یا خاک می‌توان موارد اثرات و خسارت شوری را بروی گیاه برنج تأیید مجدد نمود بطوری که :

افزایش میزان (محتوی) سدیم (Na) در بوته‌های گیاه برنج ممکن است نمایانگر خسارت ناشی از شوری باشد، که در نتیجه آن کاهش عملکرد محصول بوقوع می‌پیوندد. میزان بحرانی غلظت کلرور سدیم (NaCl) در بافتهای برگ که در آن علایم مسمومیت ظاهر شده است، در هرحال بطور قابل ملاحظه‌ای در ارقام متفاوت، مختلف می‌باشد. ارقامی که بیشترین مقدار (میزان) مقاومت به شوری (کلرور سدیم) را در بافت‌های گیاهی نشان می‌دهند، برحسب لزوم آن ارقامی نمی‌باشند که بیشترین فنوتیپک (Phenotypic) را بطور کلی در مقابل مقاومت به شوری دارا می‌باشند، و نوعی همبستگی بین نسبت سدیم به پتاسیم (Na:K) و مقاومت به شوری برقرار می‌باشد، بهرحال هیچ گونه سطح بحرانی مطلقی در بافت‌های گیاهی مشخص نمی‌باشد. در یک نسبت سدیم به پتاسیم (Na:K) بیشتر از ۲:۱ در دانه برنج ممکن است معرف ارقام مقاوم به شوری گیاه باشد.

نسبت سدیم به کلسیم (Na:Ca) در بافت گیاه مشخصهٔ مناسبی برای شوری نیست. زیرا هیچ گونه رابطه‌ای بین میزان رشد (رویشی) و یا غلظت کلرور سدیم (NaCl) در ساقه‌ها در محدوده‌های نسبت سدیم به کلسیم (Na:Ca) برابر با ۲۵:۱–۵ که به طور معمول در مزرعه وجود دارد، قابل ارایه نمی‌باشد.

۱-۱-۵- کیفیت آب آبیاری

از آنجایی که برای عملکرد مطلوب زراعت برنج کاربرد مقادیر قابل ملاحظه‌ای آب آبیاری مورد نیاز است، مصرف آبهای نامناسب از نظر کیفی می‌تواند موجب بروز و یا توسعه مشکلاتی در خاک گردد که پیامد آن برروی عملکرد محصول برنج اثرات نامطلوبی برجای می‌گذارد. برخی از مسایل شاخص مرتبط با خاک که بر روی گیاه برنج موثر می‌باشد شامل اثرات شوری (نمکهای محلول زیاد)، کمبود عناصر روی (Zn) ، فسفر (P) و وفور میزان یون سدیم (Na) که خود عامل مهمی در نامناسب شدن ویژگی‌های فیزیکی خاک است، می‌باشد.

مشکل شوری در اکثر شرایط مرتبط یا مناطق با اقالیم خشک و یا نیمه خشک جهان است، بهرحال، مشکل شوری کم و بیش در نواحی برنج کاری این مناطق وجود دارد. نامطلوب بودن ویژگی‌های زهکشی خاکها که آنها را برای زراعت برنج تا حدودی متناسب نموده نیز خود از پیامدهای اثرات عامل شوری است.

تراکم شوری که بوسیله نمکهای موجود در آب آبیاری در خاک ایجاد می‌گردد به مراتب سریعتر از فرایند شوری زدایی طبیعی خاکها بوسیله رواناب سطحی و تراوشات عمقی می‌باشد. هرچند عامل اصلی تجمع نمکها در خاک، آب آبیاری می‌تواند باشد لیکن کاربرد مواد معدنی (کودهای شیمیایی)، کودهای دامی و مواد زاید دیگر نیز می‌تواند در تجمع نمکها در نیمرخ خاک تأثیرگذار باشند. نوع نمکهای محلول موجود مشکل شوری مشتمل بر نمکهای محلول دارای کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg)، سدیم (Na)، کلر (Cl)، سولفات (SO_4) و نیترات (NO_3) می‌باشند.

گیاه برنج نسبت به نمکهای کلرور و نیترات در مرحله رشد گیاهچه‌ها بسیار حساس است. مسایل مرتبط با سدیم وابسته به طبیعت بعضی از انواع خاکها و نواحی خاصی است، هرچند در شرایطی آبهای آبیاری محتوی سدیم زیاد که موجب بروز مشکل می‌گردند، نیز وجود دارد. زیادی میزان سدیم می‌تواند برروی خصوصیات فیزیکی خاکها آن چنان اثرات نامطلوبی برجای گذارد که در

omoorepeyman.ir

نتیجه آن استقرار گیاه نیز در خاک مختل گردد. کمبود عناصر روی و فسفر بیشتر مربوط به خاکهای قلیایی (دارای واکنش یا pH زیاد) با بافت لومی سیلتی است.

دلیل گرایش کیفیت خاکها به قلیائیت، در ارتباط با استفاده از آبهای آبیاری با غلظت زیاد کلسیم، منیزیم و بیکربنات می‌باشد. زیرا هرگاه آب به خاک نفوذ نماید نمکهای بیکربنات، به کربنات کلسیم و منیزیم (آهک) تبدیل گردیده که در خاک مزرعه رسوب می‌نمایند. بدین دلیل واکنش (pH) محلول خاک افزایش حاصل می‌نماید که در نتیجه آن نوعی شیب واکنش (pH) در خاک ایجاد می‌گردد که میزان واکنش در محل ورود جریان زیاد و به تبعیت از شیب در بخشهای پایین‌دست کمتر می‌باشد. قابل ذکر است که امکان بروز مشکل توامان افزایش شوری و قلیائیت در خاک در شرایطی می‌تواند متصور باشد. بنابراین تشخیص صحیح مسایل مرتبط با کیفیت آب آبیاری از جمله معیارهای لازم به توجه در مدیریت مؤثر کاربرد آب آبیاری در مزرعه است.

بدین دلیل انجام تجزیه‌های لازم برروی نمونه‌های آب مورد مصرف می‌تواند اقدامی موثر در تشخیص مسایل مبتلابه و پتانسیل‌های بروز مشکلات مترتبه گردد. هرچند با توجه به نوع منبع آب آبیاری، موارد لازم به ارزیابی که از طریق ارقام تجزیه آزمایشگاهی حاصل می‌گردند می‌تواند متفاوت باشد لیکن برخی از پارامترهای عمومی شامل تعیین غلظت‌های کلسیم، بیکربنات، کلر، هدایت الکتریکی (ECw) و نسبت جذب سدیم (SAR) می‌باشند.

جدول (۱-۲)- راهنمای عمومی تناسب کیفیت آب آبیاری برای زراعت برنج

ردیف	متغیرهای کیفیت آب	مقادیر لازم به توجه برای اعمال ملاحظات	شرح ملاحظات
۱	کلسیم (Ca) بیکربنات (HCO_3)	$> ۶۰\ ppm\ (> ۳\ meq/l)$ $> ۳۰۵\ ppm\ (> ۵\ meq/l)$	این آنیونها بصورت مشترک می‌تواند موجب افزایش واکنش (pH) خاک در محل آبگیری و ورود جریان آب به مزرعه گردند، که در نتیجه آن کمبود عناصر روی (Zn) و فسفر (P) در خاکهای لومی سیلتی متصور است.
۲	هدایت الکتریکی (ECw) [پس از رسوب آهک]	$> ۷۷۰\ ppm$ $(> ۱.۲۰ dS/m)$	باعث افزایش میزان شوری خاک گردیده که در نتیجه آن به گیاهچه‌های برنج خسارت وارد و یا باعث از بین رفتن آنها می‌شود.
۳	کلر (Cl)	$> ۱۰۰\ ppm\ (> ۳ meq/l)$	برروی اندازه گیری هدایت الکتریکی (EC) موثر است و مقادیر زیاد کلر به تنهایی می‌تواند بروی گیاهان خانواده بقولات در تناوب زراعی باگیاه برنج خسارت وارد نماید.
۴	نسبت جذب سدیم (SAR)	$> ۱۰ (meq/l)^{۰.۵}$	موجب ایجاد خاک سدیمی گردید، که ویژگی‌های فیزیکی نامطلوبی دارد.

- ppm = قسمت در میلیون $SAR = Na\,[۰.۵(Ca+Mg)]^{-۰.۵}\ ;\ Na, Ca, Mg\ (meq/l)$

با عنایت بر موارد مندرج در جدول می‌توان ارزیابی اجمالی کیفیت آب آبیاری را به شرح زیر خلاصه نمود.

- غلظت کلسیم و بیکربنات، می‌تواند برای برآورد میزان آهک که در خاک رسوب خواهد نمود، مورد استفاده قرار گیرد. همچنین از طریق آنها می‌توان پیش‌بینی افزایش واکنش (pH) خاک را در صورت استفاده طولانی مدت به انجام رسانید.
- هدایت الکتریکی، بیانگر مجموع نمکهای محلول در آب آبیاری می‌باشد و از طریق آن می‌توان برآوردی از پتانسیل خسارت شوری به گیاه برنج را در شرایط کاربرد آب آبیاری بدست آورد.
- غلظت کلر، بدلیل پتانسیل ایجاد مسمومیت برای گیاهان خانواده بقولات که در تناوب زراعی پس از زراعت برنج مورد برنامه‌ریزی قرار می‌گیرند، با اهمیت می‌باشد به علاوه از جمله عوامل مؤثر بر افزایش هدایت الکتریکی آب آبیاری می‌باشد.

omoorepeyman.ir

• نسبت جذب سدیم (SAR)، نسبت سدیم به مجموع کاتیونهای کلسیم و منیزیم محلول است، این رقم برآوردی برای مشخص شدن اینکه چه مقدار سدیم در آب آبیاری نسبت به کلسیم و منیزیم وجود دارد، می‌باشد. علاوه بر آن از طریق بررسی نسبت جذب سدیم می‌توان پیش‌بینی اینکه کاربرد طولانی مدت آب آبیاری می‌تواند کیفیت خاک مزرعه را سدیمی (سدیم زیاد) بنماید، مقدور است.

۱-۱-٦- تناوب زراعی

در سیستم‌های کشت و کار (زراعت) گیاه برنج در اراضی مرتفع (غیر ساحلی)، در شرایط در دسترس بودن آب کافی و مساعد بودن شرایط آب و هوایی (اقلیم) می‌توان به دوبار کشت (زراعت) برنج اقدام نمود و پس از آبشوئی خاکهای شور نوعی تناوب زراعی مشتمل بر زراعت برنج و سایر گیاهان مقاوم به شوری از جمله گیاهانی مانند شبدر و سسبان (نوعی لوبیا) ایجاد نمود که این تناوب اصلاحی از خاک و اراضی بایستی به مدت چند سال استمرار یابد.

۱-۱-۷- رقم (واریته)

کشت و کار ارقام (واریته‌های) مقاوم به شوری در واقع راهکاری کوتاه‌مدت تلقی می‌شود زیرا ممکن است باعث افزایش شوری، در صورت عدم اعمال سایر تمهیدات اصلاح و بهسازی خاکها در طولانی‌مدت گردد.

۱-۱-۸- تیمار نمودن بذور گیاه برنج

در شرایط اقلیمی (آب و هوایی) معتدل که در آن مناطق کشت مستقیم بذور برنج مرسوم است، لازم می‌باشد که بذور را بوسیله ترکیبات اکسیدان (پراوکسید کلسیم به میزان ۱۰۰٪ وزن بذور) بمنظور بهبود جوانه زدن بذور و تسریع در تولید گیاهچه به‌دلیل افزایش کلسیم (Ca) و اکسیژن (O_2) قابل عرضه تیمار نمود. در اقدامی دیگر می‌توان بذور گیاه برنج را بوسیله کلرور کلسیم ($CaCl_2$) برای افزایش غلظت میزان کلسیم (Ca^{2+}) نیز تیمار نمود.

۱-۱-۹- مدیریت در عملیات آبیاری

ابتدا لازم است سطح مزرعه (کرت یا مجموعه‌ای از کرتها) بمدت ۴-۲ هفته قبل از کشت برنج بصورت مستغرق نگهداری شود و بایستی از کاربرد منابع آبهای سدیمی (دارای نسبت جذب سدیم زیاد) برای عملیات آبیاری چه به‌صورت مستقیم و یا متناوب با کاربرد آبهای غیرسدیمی اجتناب نمود. پس از کشت، خاک را از طریق روش غرقابی متناوب بایستی آبشویی نمود تا نمکهای اضافی دفع گردند. در مناطق کم آب ضرورت دارد که آب حاصل از بارندگی را برای کاربرد در دوره‌های خشکی برای آبیاری زراعت ذخیره نمود. (از طریق ایجاد مخازن ذخیره مزرعه‌ای). در مناطق ساحلی لازم است از پدیده تداخل آب شور دریا با آبهای زیرزمینی غیر شور جلوگیری نمود.

۱-۱-۱۰- کاربرد کودهای معدنی (شیمیایی)

کاربرد روی (Zn) به میزان ۱۰-۵ کیلوگرم (خالص) در هکتار برای جلوگیری از بروز کمبود روی در گیاه تجربه شده است. مقادیر کافی فسفر (P)، نیتروژن (N) و پتاسیم (K) بایستی برای کاربرد در زراعت برنج اختصاص داده شود. کاربرد پتاسیم (K) ضرورت کامل (اساسی) دارد تا به این وسیله یا بدین وسیله نسبت‌های پتاسیم به سدیم (K:Na)، پتاسیم به منیزیم (K:Mg) و پتاسیم به

omoorepeyman.ir

کلسیم (K:Ca) در حدود مطلوب در گیاه ایجاد شود. منبع نیتروژن (N) مناسب کود معدنی سولفات آمونیم می‌باشد و کاربرد نیتروژن (N) بایستی بصورت سرک و در مراحل بحرانی رشد و نمو گیاه در چند نوبت متناوب باشد زیرا مصرف نیتروژن قبل از کشت در خاکهای شور و سدیمی نتایج مطلوب و مورد انتظار را حاصل نمی‌نماید. در خاکهای سدیمی، جایگزینی سدیم (Na) با کلسیم (Ca) از طریق کاربرد گچ (سولفات کلسیم یا ژیپسم) ممکن است موجب کاهش در دسترس بودن فسفر (P) برای گیاه گردیده که در نتیجه آن احتیاج به مصرف مقادیر بیشتری کود فسفردار (P) وجود خواهد داشت.

۱-۱-۱۱- کاربرد و مدیریت مواد آلی

کاربرد مواد اصلاح کننده یا بهساز که منشاء آلی دارند، اصلاح خاکهای سدیمی را به‌دلیل افزایش فشار جزیی گاز اکسید دوکـربن (CO_2) که باعث کاهش واکنش (pH) محلول خاک می‌گردد، را تسریع می‌نماید.

کاربرد کُلش برنج در مزارع شالیزاری منتج به بازیافت پتاسیم (K) مصرف شده بوسیله گیاه خواهد شد، برای بهبود ویژگیهای خاک و افزایش درجه حاصلخیزی آن استفاده از کودهای دامی توصیه می‌گردد.

۱-۱-۱۲- تقسیط و کاربرد پتاسیم از طریق محلول پاشی

کاربرد چندباره پتاسیم، در دوره رشد و نمو گیاه برنج در حالت استفاده از ارقام (واریته‌ها) کمتر مقاوم برای زراعت برنج در خاکهای شور بسیار با اهمیت است. بنابراین کاربرد آن از طریق محلول پاشی در اواخر دوره گیاهچه‌ای و در مرحله شروع به خوشه رفتن گیاه برنج توصیه شده است.

۱-۲- برآورد نیاز آبی گیاه برنج

نیاز آبی گیاه برنج به‌صورت مجموع مقادیر تبخیر و تعرق[۱] و تراوشات عمقی[۲] (نفوذ عمقی) تعریف شده است. تبخیر و تعرق (و یا نیاز آبی) عبارت از کمیت آبی است که برای تبخیر[۳] از سطح آب و یا خاک در مزرعه و یا تعرق[۴] گیاهان به‌مصرف می‌رسد و واحد بیان آن میلیمتر در روز است.

تبخیر – فرایند بخار شدن (تغییر وضعیت فیزیکی آب از حالت مایع به گاز) آب از سطح خاک و یا آب می‌باشد و واحد بیان آن نیز میلیمتر در روز می‌باشد.

تعرق – هدر رفت آب از سطح برگ گیاهان است که برای بیان آن نیز از واحد مشابه‌ای یعنی میلیمتر در روز استفاده می‌شود.

فرایند تبخیر و تعرق به‌طور عمده به‌وسیله شرایط اقلیمی (آب و هوایی) تعیین می‌گردد. به‌طوریکه این پدیده بیشتر مرتبط با دریافت انرژی خورشیدی به‌وسیله گیاه، سطح خاک و میزان درجه حرارت در مقایسه با پوشش گیاهی محدوده مورد نظر است. تبخیر و تعرق را می‌توان از طریق روشهای زیر اندازه‌گیری نمود:

– روش لایسیمتری

omoorepeyman.ir

۱ - Evapotranspiration.
۲ - Percolation.
۳ - Evaporation.
۴ - Transpiration.

– آزمایش‌های مزرعه‌ای

– اندازه‌گیری میزان رطوبت خاک، و

– روش اندازه‌گیری مقادیر ورودی و خروجی جریان در محدوده‌های وسیع

از میان روشهای گفته شده، رویه اندازه‌گیری لایسیمتری ارزان‌ترین و ساده‌ترین روش می‌باشد. از دیدگاه عملی، لایسیمترهای بدون کف (در انواع با و بدون گیاه) که می‌توان آنها را در محل‌های متفاوت نصب نمود و معرف شرایط طبیعی محدوده مورد بررسی می‌باشند و ملاحظات مرتبط با شرایط خاک و توپوگرافی در نتایج حاصل از آن ملحوظ است، می‌تواند نتایج مطلوب‌تری را حاصل نماید*.

در روش اندازه‌گیری تبخیر و تعرق بوسیله لایسیمتر بهتر آنست که سه عدد لایسیمتر با مشخصات زیر در هر محل (مزرعه) نصب گردد.

(A) لایسیمتر بدون کف و دارای گیاه که از طریق آن می‌توان ET+P را برآورد نمود.

(B) لایسیمتر بدون کف و بدون گیاه که بوسیله آن امکان محاسبه E+P فراهم است.

(C) لایسیمتر دارای کف لیکن فاقد گیاه که از طریق آن فقط می‌توان مقدار E را اندازه‌گیری نمود.

برای اندازه‌گیری آب مورد نیاز در روش لایسیمتری معادله کلی زیر را می‌توان ارایه داد:

$$ET = A-(B-C) \qquad (۱-۱)$$

$$ET = ET+P-E-P+E=(E+T) \qquad (۱-۲)$$

که در آن :

ET ، تبخیر و تعرق گیاه

P ، تراوشات یا نفوذ عمقی

E ، میزان تبخیر از لایسیمتر بدون گیاه

T ، تعرق گیاه (هان) درون لایسیمتر

با ملاحظه کاهش سطح آب در لایسیمتر می‌توان مقدار تبخیر و تعرق (ET) که معادل آن است را برآورد نمود.

برای محاسبه نسبت تبخیر و تعرق[۱] (R) در سطح مزرعه آزمایشی در محدوده مطالعاتی، می‌توان رابطه زیر را بکار برد:

$$\frac{ET}{Eo} = R \quad , \quad ET = Eo \times R \qquad (۱-۳)$$

که در آن:

ET ، میزان تبخیر و تعرق برحسب (میلیمتر در روز)

Eo ، تبخیر از سطح طشتک کلاس (A) برحسب (میلیمتر در روز)

R ، نسبت مربوطه (بدون بُعد)

بدلیل آنکه میزان تبخیر (Eo) را می‌توان بطور روزانه از ایستگاه هواشناسی در مزرعه آزمایشی اندازه‌گیری نمود بدین دلیل با جایگزینی آن در معادله (۱-۳) می‌توان مقدار ET را بدست آورد.

* برای آگاهی تفصیلی به مندرجات "مدیریت آب در شالیزارها" نشریه شماره ۵۲۴، مؤسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک (مؤسسه تحقیقات خاک و آب فعلی) وزارت کشاورزی و عمران روستایی(وزارت جهاد کشاورزی فعلی) (۱۳۵۶) مراجعه شود.

۱ - Evapotranspiration Ratio.

omoorepeyman.ir

تذکر : به‌دلیل اینکه مقدار تبخیر و تعرق گیاهی (روزانه، ماهیانه و یا فصلی) هم چنین میزان تبخیر از سطح طشتک کلاس (A) با زمان (روزانه، ماهیانه یا فصلی) تغییر می‌نماید، مقدار عددی نسبت مربوطه (R) نیز غیرثابت خواهد بود. بنابراین با انجام اندازه‌گیری‌های، موردنیاز و ثبت مشاهدات مربوطه می‌توان برای دوره‌های متفاوت رشد و نمو گیاه و یا فصول مرطوب و خشک سال نوعی رابطه تجربی (خطی یا غیرخطی) برای جفت‌های متناظر Eo (به‌عنوان متغیر مستقل) و ET (به‌عنوان متغیر وابسته) برقرار نموده و از نتایج حاصله در برنامه‌ریزی‌های آبیاری استفاده نمود.

تراوشات یا نفوذ عمقی– عبارت از کمیت میزان آبی است که می‌تواند بسمت پایین در خاک نفوذ نماید و مقدار آن بطور مقدماتی تابعی از بافت خاک و عمق سطح ایستابی می‌باشد. میزان آن می‌تواند از حدود ۱/۰ میلیمتر در روز در خاکهای رسی تا مقدار ۵۰/۰ میلیمتر در روز در خاکهای شنی متغیر باشد.

۱-۲-۱- عوامل موثر بر میزان نفوذ یا تراوشات عمقی در مزرعه

- بافت و ساختمان لایه‌های متفاوت در نیمرخ خاکهای ریز بافت دارای مقادیر نفوذپذیری کمی می‌باشند در حالیکه در خاکهای درشت بافت مقدار تراوشات عمقی زیادتر است. همچنین خاکهایی با ساختمان ستونی دارای نفوذ عمقی زیادتری در مقایسه با خاکهای با ساختمان متراکم (فشرده) می‌باشند.
- ارتفاع سطح ایستابی در مزرعه، هرچند سطح ایستابی نسبت به سطح مزرعه کم عمق‌تر باشد، مقدار تراوشات عمقی آن کمتر است.
- نفوذپذیری (تراوش پذیری) خاک، مقدار تراوشات عمقی بطور مستقیم با میزان نفوذپذیری یا هدایت هیدرولیکی اشباع خاک تغییر می‌نماید.
- عمق استقرار لایه محدوده کننده (غیرقابل نفوذ)، هر چه لایه غیرقابل نفوذ کم عمق‌تر باشد میزان تراوشات عمقی در آن شرایط کمتر است.

۱-۳- اهداف کاربرد آب آبیاری

۱-۳-۱- روشهای افزایش آب به مزارع شالیزاری

- **روش استغراق دایم**[۱]

در این روش مزرعه برنج از هنگام نشاء کاری تا دو هفته قبل از برداشت به‌صورت غرقاب دایم نگهداری می‌گردد.

- **روش آبیاری متناوب**[۲]

در این روش استغراق متناوب به‌همراه زهکشی سطحی آب مزرعه برنج به‌انجام می‌رسد، به‌طوریکه سطح خاک مزرعه تا کاربرد تناوب بعدی آب آبیاری به‌صورت غیرمرطوب (خشک) در می‌آید.

omoorepeyman.ir

۱ - Continuaus Submergence.

۲ - Intermittent Irrigation.

۱-۳-۲- مزایای آبیاری متناوب مزارع شالیزاری

- موجب تهویه خاک مزرعه گردیده و بدین ترتیب از ایجاد مواد سمی و سایر ترکیبات زیان‌آور برای گیاه جلوگیری می‌شود.
- هرگاه به آب فرصت داده شود که به‌طور کامل در نیمرخ خاک نفوذ نماید، به‌طوریکه سطح خاک مزرعه به‌حالت غیرمرطوب (خشک) درآید، اعمال این رویه موجب صرفه‌جویی در میزان آب مصرفی گیاه (برنج) می‌گردد.
- مشکلات زهکشی مترتبه را به‌حداقل ممکن کاهش می‌دهد.

۱-۳-۳- معایب اعمال آبیاری متناوب در مزارع شالیزاری

- به نظارت یا مدیریت دقیق‌تری در عملیات آبیاری نیاز است.
- کنترل و دفع علف‌های هرز (آب دوست) مزرعه برنج به هزینه بیشتری نیاز دارد.

۱-۳-٤- توصیه‌های ضروری در مورد روشهای افزایش آب آبیاری

- در شرایط عدم وجود نتایج قطعی در مورد اختلاف (قابل ملاحظه) در عملکرد محصول در دو روش افزایش آب متذکره به مزارع برنج (یعنی آبیاری غرقاب دایم و متناوب) و مشروط به کنترل مطلوب علفهای هرز، در شرایط بروز حالت خشک سالی (کم آبی) و یا برای خاکهای نفوذپذیر اجرای عملیات آبیاری متناوب مزارع برنج توصیه می‌گردد.
- برای تأمین کامل آب مورد نیاز گیاه (برنج)، اشباع نمودن و نگهداری میزان رطوبت خاک در این حالت رطوبتی (اشباع بودن) کفایت می‌نماید. لیکن در پنج روز پس از انتقال نشاء (نشاءکاری) مزرعه برنج حداقل بایستی در حالت اشباع کامل باشد. زیرا عدم نگهداری شرایط رطوبتی خاک در حد اشباع باعث بروز خسارت به گیاهچه‌های جوان (بوته‌های نشاء شده) خواهد شد که چنین خسارتی (تنش آبی) برای بوته‌ها قابل جبران نبوده و جمعیت بوته‌های جوان کاهش خواهد یافت.

نتیجه اینکه کاربرد آب آبیاری به میزانی که فقط شرایط رطوبتی اشباع خاک را تأمین نماید به‌خصوص در زمان نشاءکاری تا دو هفته قبل از برداشت گیاه اکیداً توصیه می‌گردد.

تذکر : آب آبیاری را نبایستی برای کنترل علفهای هرز و آفات گیاهی مزارع به‌جز در شرایط فراهمی کامل آب به‌کار برد.

- حداکثر میزان تحمل گیاه برنج به شرایط عمق آب استغراقی که در شرایط وفور آب آبیاری بایستی تطابق و به‌کار برده شود به‌شرح زیر توصیه گردیده است.

جدول (۱-۳)- حداکثر میزان تحمل گیاه برنج به شرایط عمق آب استغراقی

ردیف	مراحل مختلف رشد گیاه	تحمل گیاه به عمق استغراق (سانتیمتر)
۱	از زمان نشاء کاری تا مراحل اولیه پنجه زدن*	۵-۲
۲	شرایط پنجه زنی فعال*	۱۰-۵
۳	حداکثر فعالیت پنجه زنی	۱۵
۴	دوره خشکی	۱۵

- مرتبط با ارتفاع بوته‌ها (گیاهچه‌ها) می‌باشد.

- حداکثر طول دوره‌هایی که مزرعه برنج می‌تواند در شرایط غیراستاندارد رطوبتی (اشباع) درحالت کمبود آب آبیاری قرار گیرد در جدول زیر ارایه شده است.

omoorepeyman.ir

جدول (۱-٤)- حداکثر طول دوره های تحمل گیاه برنج به شرایط غیراستاندارد رطوبتی
ارقام متن جدول برحسب روز است

ردیف	مراحل مختلف رشد و نمو گیاه	خاکهای ریزبافت(رسی)	خاکهای میان بافت(شنی)
۱	نشاءکاری	۵	۳
۲	پنجه زنی	۷	۴
۳	رشد رویشی گیاهچه	۶	۳
۴	خوشه دهی	۶	۳
۵	گل دهی	۶	۳
۶	دوره خشکی	۸	۴

۱-٤- بارندگی مؤثر[۱]

طبق تعریف کمیتی از باران که به‌طور موثری در محدوده اراضی مورد آبیاری به‌مصرف می‌رسد بارندگی موثر گفته می‌شود.

۱-٤-۱- عوامل اثرگذار بر میزان بارندگی موثر

- تراکم ریزش و توزیع زمانی بارش
- عمق آب استغراقی در قطعات مورد کشت برنج
- اندازه و چگونگی نگهداری پشته‌های (مرزهای) قطعات زراعی
- روش آبیاری و تناوب انتقال آب به مزارع
- وضعیت توپوگرافی اراضی
- تأسیسات و تجهیزات زهکشی مزارع

۱-٤-۲- روشهای افزایش مقدار بارندگی موثر به‌میزان حداکثر

- توسعه و بهبود (مرمت) پشته‌های مزرعه‌ای منتج به افزایش میزان ذخیره آب[۲] در سطح قطعات زراعی خواهد شد. در جدول زیر حداقل ارتفاع لازم پشته‌های مزرعه‌ای (ارتفاع سطح سرریز[۳] از کف مزرعه) در مراحل مختلف رشد نشان داده شده است.

جدول (۱-۵)- ارتفاع سطح سرریز قطعات مورد کشت برنج در مراحل متفاوت

ردیف	مراحل رویش گیاه و یا اجرای عملیات مدیریت آبیاری	ارتفاع توصیه شده سرریز قطعات شالیزاری (سانتیمتر)
۱	خیساندن مزرعه و آماده سازی قطعات زراعی شالیزاری	۱۵
۲	از دوره نشاء کاری تا مراحل اولیه پنجه زدن*	۵-۲
۳	دوره پنجه زدن فعال*	۱۰-۵
۴	دوره حداکثر پنجه زنی تا دوره خشکی	۱۵
۵	مرحله زهکشی نهایی (۱۰-۱۴ روز قبل از برداشت محصول شالی)	۰

omoorepeyman.ir

۱ - Effective Rainfall.
۲ - Pondage.
۳ - Spillway.

- مرتبط با ارتفاع بوته های گیاه است.

به‌طور کلی هرچند مرمت و بهبود پشته‌های مزرعه‌ای (مرز قطعات زراعی) موجب افزایش میزان ذخیره شدن آب در سطح قطعات خواهد شد، لیکن به‌هرحال محدودیت‌هایی برای عمق آب استغراقی گیاه برنج در مراحل مختلف رشد و نمو توصیه شده است. برای دستیابی به این مهم ضرورت دارد که نسبت به ساخت یا احداث نوعی سرریز به‌منظور کنترل ارتفاع سطح ایستابی (عمق آب) در مزارع مورد کشت برنج اقدام نمود. زیرا استغراق بیشتر از حدود مجاز (دوره زمانی) در مراحل آغازین رشد رویشی گیاه، پنجه زدن بوته‌ها را به تأخیر انداخته و موجب خسارت بر عملکرد محصول خواهد شد.

• تطبیق برنامه آبیاری تعلیقی[1] برای آبیاری مزارع مورد کشت برنج

ریزش مقادیر متفاوت بارندگی بروی سطح اراضی مورد کشت برنج که به‌هرحال قطعات زراعی مسطحی می‌باشند که به‌وسیله مرزهایی (پشته‌هایی) از یکدیگر مجزا و دارای ظرفیت ذخیره آبی می‌باشند موجب گردیده تا بتوان نسبت به تنظیم برنامه آبیاری تعلیقی به‌شرح جدول زیر اقدام نمود.

جدول (۱-٦)- ایام (روزهای) تعلیق عملیات آبیاری برای مقادیر متفاوت بارندگی روز قبل

ردیف	محدوده های ریزش بارندگی روز قبل(میلیمتر)	ایامی که آبیاری می‌تواند تعلیق یا متوقف شود.(روز)
۱	۱۰-۵	۱
۲	۱۱-۱۸	۲
۳	۱۹-۲۷	۳
۴	۲۸-۳۶	۴
۵	۳۷-۴۵	۵
۶	>۴۵	۶

- تذکر: ارقام و اعداد این جدول بدون تعدیل‌های محیطی در شرایط کشور کاربرد مستقیم نمی‌تواند داشته باشد و فقط بعنوان اطلاعات راهنما ارایه شده است.

کاربرد عمق کم آب آبیاری به‌عنوان سطح استغراق آب در قطعات زراعی (شالیزاری) در شرایطی که عمق ارتفاع آب استغراقی به‌روی سطح اراضی قطعات شالیزاری از میزان متعارف کمتر اعمال گردد، امکان استفاده موثرتر از آب حاصل از بارندگی به‌دلیل افزایش ظرفیت ذخیره آب برروی سطح قطعات زراعی (شالیزاری) فراهم خواهد بود. در شرایطی که آب استغراقی به‌صورت عمیق (ارتفاع) و تا ارتفاع سرریز قطعه شالیزاری انتخاب گردیده باشد، ریزش هر میزان بارندگی به صورت سرریز (روان آب) از سطح اراضی تخلیه و مورد استفاده در عملیات آبیاری قرار نخواهد گرفت.

• اجرای عملیات کاربرد متناوب آب آبیاری

از آنجائیکه در جریان کاربرد متناوب آب آبیاری، اوقاتی وجود دارد که میزان استغراق آب به‌روی سطح اراضی شالیزاری ناچیز (از نظر عمق یا ارتفاع آب) و یا ایام زهکشی واقعی است. بدین دلیل شانس دریافت مقادیر بیشتر و مصرف زیادتر از مقادیر متفاوت بارندگی همواره وجود خواهد داشت.

omoorepeyman.ir

۱ - Suspension Schedule.

• **اجرای دقیق عملیات تسطیح قطعات اراضی شالیزاری**

مزارعی که به‌نحو مطلوبی تسطیح شده باشند در مقایسه با سایر مزارع مقادیر بیشتری از آب حاصل از بارندگی را می‌توانند ذخیره‌سازی نمایند. علاوه بر آن امکان نگهداری عمق سطح آب استغراقی به‌روی سطح اراضی (قطعات) به‌صورت یکنواخت (هم عمق یا هم ارتفاع) در قطعات شالیزاری وجود خواهد داشت. در نتیجه قطعات اراضی با شیب تند موجب هدررفت مقادیر آب بارندگی به‌صورت روان آب سطحی از محل سرریز قطعات زراعی می‌گردد.

۱-٤-۳- روش برآورد میزان بارندگی موثر در محدوده مورد نظر

• ارقام میزان بارندگی ماهیانه و روزانه معرف محدوده مورد نظر را باید انتخاب نمود به‌طوریکه طول دوره آماری آن حداقل ده سال باشد این ارقام را می توان از اداره هواشناسی منطقه دریافت نمود.

• نسبت به ترسیم منحنی (نمودار) تغییرات (توزیع) ماهیانه ارقام به‌صورت سالیانه بایستی اقدام شود.

• به‌روی گراف یا نمودار مذکور، نسبت به انتخاب دقیق فصول خشک و مرطوب اقدام نمود.

• نسبت به تهیه جدولی اقدام گردد که نمایانگر متوسط بارندگی روزانه و روزهای بارانی در هر دوره ده روزه و یا به‌صورت هفتگی باشد.

• با فرض اینکه در محدوده مورد نظر تبخیر و تعرق روزانه ۶/۰ میلیمتر در روز و مقدار تراوشات عمقی نیز برابر با ۲/۰ میلیمتر در روز باشد. ملاحظه می‌گردد که مقادیر بارندگی افزون بر ۸۰ میلیمتر در یک دوره ده روزه نمی‌تواند به‌طور موثری مورد استفاده قرار گیرد و در صورتی که مقدار بارندگی ده روزه کمتر از ۸۰ میلیمتر باشد درصد بارندگی موثر آن ایام ۱۰۰٪ خواهد بود. هرگاه به‌عنوان مثال در دهه سوم خرداد ماه (ماه می) میزان متوسط بارندگی (ده ساله) برابر با ۹۰/۴ میلیمتر باشد درصد بارندگی موثر این دوره [۱۰۰×(۹۰/۴÷۸۰)] برابر با ۸۸/۵٪ خواهد بود و این بدان معنی است که مقدار ۱۰/۴ میلیمتر بارندگی در این دوره (ده روزه) غیر موثر می‌باشد.

در صورتی که در محدوده مطالعاتی به‌عنوان مثال متوسط درصد بارندگی به ترتیب ۷۵/۵ و ۱۰۰٪ برای فصول مرطوبی و خشک سال محاسبه گردیده باشد. هرگاه در محلی نتوان الگوهای فصول مرطوبی و خشک را به دقت تفکیک نمود. درصد متوسط ماهیانه (سال) می‌تواند به‌کار گرفته شود.

• هرگاه بعنوان نمونه جمع متوسط بارندگی در فصل مرطوبی برابر با ۱۷۳۸ میلیمتر و برای فصل خشک ۳۰۹/۲ میلیمتر باشد لیکن مقادیر بارندگی موثر این فصول به ترتیب ۱۳۱۰ و ۳۰۹/۲ میلیمتر از طریق ارقام جدول مربوطه قابل محاسبه خواهد بود. برای محاسبه معدل روزانه بارندگی مؤثر در فصول مرطوبی و خشک می‌توان از روش بکار رفته در جدول (۱-۷) استفاده نمود.

omoorepeyman.ir

جدول (۱-۷)- تجزیه و تحلیل ارقام توزیع بارندگی بر پایه دوره های ده روزه*

ایام دوره خشک سال			ایام دوره مرطوب سال			درصد از بارندگی	میانگین بارندگی با تناوب ده روزه		ایام متفاوت سال		ردیف
باران موثر روزانه (میلیمتر)	ایام متفاوت سال		باران موثر روزانه (میلیمتر)	ایام متفاوت سال		موثر	تعداد روزهای بارانی	مجموع بارندگی (میلیمتر)	دهه	ماه میلادی	
	دهه	ماه میلادی		دهه	ماه میلادی						
۰/۳	۱		–	–		۱۰۰	۱/۷	۳/۸	۱		
۰/۱	۲	ژانویه	–	–	–		۰/۵	۱/۱	۲	ژانویه	۱
۰/۵	۳		–	–			۱/۵	۵/۳	۳		
۰/۱	۱		–	–		۱۰۰	۰/۸	۱/۰	۱		
۰/۱	۲	فوریه	–	–	–		۰/۸	۱/۱	۲	فوریه	۲
۰/۴	۳		–	–			۱/۱	۴/۱	۳		
۰/۸	۱		–	–		۱۰۰	۱/۵	۸/۰	۱		
۰/۱	۲	مارس	–	–	–		۰/۸	۱/۰	۲	مارس	۳
۰/۰	۳		–	–			۰/۳	۰/۶	۳		
۰/۲	۱		–	–		۱۰۰	۰/۹	۲/۵	۱		
۰/۸	۲	آپریل	–	–	–		۱/۱	۸/۸	۲	آپریل	۴
۰/۹	۳		–	–			۱/۴	۹/۷	۳		
۱/۳	۱		–	–		۱۰۰	۱/۶	۱۳/۶	۱		
۵/۷	۲	می	۵/۷	۲	می	۱۰۰	۳/۲	۵۷/۶	۲	می	۵
–	–		۸/۰	۳		۸۸	۵/۲	۹۰/۴	۳		
–	–		۸/۰	۱		۷۶	۵/۴	۱۰۵/۱	۱		
–	–	–	۴/۶	۲	ژوئن	۱۰۰	۴/۴	۴۶/۹	۲	ژوئن	۶
–	–		۸/۰	۳		۵۲	۶/۴	۱۵۲/۶	۳		
–	–		۷/۹	۱		۱۰۰	۶/۵	۷۹/۶	۱		
–	–	–	۸/۰	۲	جولای	۶۱	۷/۲	۱۳۱/۵	۲	جولای	۷
–	–		۸/۰	۳		۴۸	۸/۱	۱۶۴/۸	۳		

* – ارقام متن جدول صفحه قبل متوسط ده سال دوره آماری است.

omoorepeyman.ir

ادامه جدول (۱-۷)- تجزیه و تحلیل ارقام توزیع بارندگی بر پایه دوره های ده روزه *

ایام دوره خشک سال			ایام دوره مرطوب سال			درصد از بارندگی موثر	میانگین بارندگی با تناوب ده روزه		ایام متفاوت سال		ردیف
باران موثر روزانه (میلیمتر)	ایام متفاوت سال		باران موثر روزانه (میلیمتر)	ایام متفاوت سال			تعداد روزهای بارانی	مجموع بارندگی (میلیمتر)	دهه	ماه میلادی	
	دهه	ماه میلادی		دهه	ماه میلادی						
–	–		۸/۰	۱		۷۵	۷/۲	۱۰۷/۹	۱		
–	–	–	۸/۰	۲	آگوست	۵۲	۷/۹	۱۵۴/۲	۲	آگوست	۸
–	–		۸/۰	۳		۴۶	۷/۹	۱۷۴/۲	۳		
–	–		۸/۰	۱		۴۱	۷/۹	۱۹۴/۱	۱		
–	–	–	۷/۹	۲	سپتامبر	۱۰۰	۷/۶	۷۹/۸	۲	سپتامبر	۹
–	–		۸/۰	۳		۶۷	۶/۴	۱۱۹/۹	۳		
–	–		۷/۴	۱		۱۰۰	۶/۰	۷۴/۳	۱		
۶/۷	۲	اکتبر	۶/۷	۲	اکتبر	۱۰۰	۵/۷	۶۷/۷	۲	اکتبر	۱۰
۱/۹	۳		۱/۹	۳		۱۰۰	۳/۴	۱۹/۲	۳		
۳/۸	۱		–	–			۴/۴	۳۸/۴	۱		
۴/۹	۲	نوامبر	–	–	–	۱۰۰	۳/۹	۴۹/۲	۲	نوامبر	۱۱
۳/۶	۳		–	–			۳/۹	۳۶/۱	۳		
۱/۲	۱		–	–			۲/۶	۱۲/۸	۱		
۱/۸	۲	دسامبر	–	–	–	۱۰۰	۱/۷	۱۸/۳	۲	دسامبر	۱۲
۱/۱	۳		–	–			۱/۶	۱۱/۳	۳		
متوسط روزهای بارانی در فصل خشک ۱/۸ روز در هر ده روز			متوسط روزهای بارانی در فصل مرطوب ۶/۷ روز در هر ده روز			٪۶۰/۷۵ متوسط بارندگی موثر سال					
۱/۶۱ میلیمتر متوسط بارندگی ده روزه در فصل خشک سال			۷/۲ میلیمتر متوسط بارندگی ده روزه در فصل مرطوب سال								
۳۰۹/۲ میلیمتر جمع بارندگی دوره خشک سال			۱۷۳۸/۰ میلیمتر جمع بارندگی دوره مرطوب سال								

* – ارقام متن جدول متوسط ده سال دوره آماری است.

تذکر : ارقام و اعداد این جدول مرتبط با مناطق با بارندگی موسمی است و بدون تعدیلهای محیطی در شرایط کشور کاربرد مستقیم نمی تواند داشته باشد و فقط بعنوان اطلاعات راهنما ارایه شده است.

omoorepeyman.ir

۱-٤-٤- تعیین دوره‌های زمانی ایام مرطوب و خشک سال

برای دستیابی به چگونگی تعیین ایام دوره‌های مرطوب و خشک سال، ارقام میـزان بارنـدگی و متوسـط درجـه حـرارت ماهیانه که معرف محدوده مورد نظر باشد را بایستی انتخاب نمود. به طوری که طول دوره آماری آن حداقل ده سـال باشـد. زیرا درجه حرارت هوا و میزان بارندگی ماهیانه دو عامل می‌باشند که برای ترسیم منحنی چگونگی تغییرات رطوبتی و حرارتی خاکها از آنها استفاده به‌عمل می‌آید. برای ترسیم منحنی این تغییرات نسبت بارندگی (میلیمتـر) بـه متوسـط درجـه حـرارت (سانتیگراد) در این نمودار به صورت P =۲T منظور می‌گردد که در آن P نمایانگر مقدار بارندگی ماهیانه و T معـرف متوسـط درجه حرارت ماهیانه (دما) است. این شکل که بنام **"منحنی آمبروترمیک[۱]"** محدوده مورد مطالعه دانسته می‌شوند. ایـام زمانی دوره‌های مرطوب و خشک سال را نمودار می‌سازد. اعمال دقت برای انتخاب ماه شروع نمـودار (ژانویـه) و خاتمـه آن (دسامبر) ضروری است.

بدین ترتیب نموداری حاصل می‌گردد که بروی محور افقی آن ماههای سال، بروی محور عمـودی سـمت چـپ درجـه حرارت (با مقیاس عادی) و بروی محور عمودی سمت راست بارندگی (با مقیاس دو برابر درجه حرارت) قرار می‌گیرند. محـل تقاطع منحنی‌های تغییرات درجه حرارت و بارندگی معرف ایام خشک سال و محدوده‌هـای زمـانی خـارج از آن بیـانگر ایـام مرطوب سال محدوده مورد بررسی خواهد بود. در مناطقی که پدیده یخبندان وجود داشته باشد ترسیم ایام آن برروی منحنی آمبروترمیک بصورت خطوط افقی نیز ضروری است.

omoorepeyman.ir

۱- Ombrothermic Diagram

omoorepeyman.ir

فصل ۲

مبانی و معیارهای تعیین تناسب کاربری خاک و اراضی شالیزاری

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۲-۱- پیش‌گفتار

به‌دلیل اینکه در مندرجات نشریه فنی شماره ۲۰۵ مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تحت عنوان "راهنمای طبقه‌بندی اراضی برای آبیاری (سطحی یا ثقلی) در کشور، ویرایش سوم سال ۱۳۷۹" به موارد کاربری خاک و اراضی شالیزاری عطف توجه نگردیده، بدین دلیل کاربرد مبانی و معیارهای ارایه شده در آن برای زراعت برنج خالی از اشکال نمی‌تواند باشد. از این نظر در صورت عدم تهیه و تدوین مبانی و معیارهای تعیین تناسب کاربری خاک و اراضی شالیزاری، تهیه و تدوین مبانی و معیارهای لازم برای امور مدیریت آبیاری، زهکشی، مکانیزاسیون، تجهیز و نوسازی اراضی در سطح قطعات زراعی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی به سهولت امکان‌پذیر نمی‌باشد. از این نظر ضرورت داشت تا به‌جای طبقه‌بندی اراضی برای خاکهای تحت کشت زراعت برنج، نسبت به تهیه و تدوین راهنما یا استاندارد "تناسب کاربری اراضی شالیزاری" اقدام لازم به‌عمل آید.

۲-۲- اهمیت و ضرورت تهیه و تدوین راهنما یا استاندارد تناسب کاربری خاک و اراضی شالیزاری

با افزایش روزافزون جمعیت، امنیت و سلامت غذایی جایگاه ویژه و مهمی در جوامع انسانی یافته است. برای قرن‌های متمادی افزایش میزان تولید محصولات کشاورزی از طریق افزایش سطح زیرکشت امکان‌پذیر بود و پس از آن توجه خاص معطوف به افزایش میزان عملکرد محصول در واحد سطح گردید. این رویکرد نیز کوتاه‌مدت خواهد بود زیرا هر گیاه زراعی (فصلی، یکساله و یا چندساله) از جنبه‌های اکولوژیکی و ژنتیکی سقف تولید عملکرد محصول محدود و مشخصی داشته و بنابراین آنچه می‌تواند راهکار اخیر را تقویت و با دوام‌تر نماید "استفاده بهینه و مناسب از منابع آب، خاک و اراضی" است.

شواهد موجود نمایانگر آنست که استفاده از منابع خاک و اراضی در شرایطی بهینه و پایدار نبوده و فرایندهای تخریب و انحطاط منابع اراضی در حال تشدید قابل ملاحظه‌ای است، این پدیده در شرایطی در حال وقوع و تسریع می‌باشد که برای تشکیل و تکامل هر یک سانتیمتر خاک به مدت زمانی در حدود یکصد سال و یا بیشتر نیاز است.

۲-۳- طبقه‌بندی خاک از نظر توانمندی تولید محصول

سیستم ارزیابی یا طبقه‌بندی خاک از نظر تولید محصول، بایستی بر مبنای توانمندی تولید محصول براساس ویژه‌گیهای خاک صورت پذیرد. در این سیستم هر "مشخصه" خاک بایستی به درستی و برمبنای مبانی و معیارهای ثابتی مورد ارزیابی قرار گرفته، عوامل محدود کننده عملکرد محصول نیز بایستی مورد مطالعه و امعان‌نظر باشد و این عوامل (ویژگیها یا مشخصه‌ها) به‌صورت علایم و اعداد (از پیش تعریف شده‌ای) برروی نقشه‌های مربوطه ارایه و درج گردد. به‌دلیل آنکه نقش خاک در تولید محصول (عملکرد) به‌طور طبیعی با نوع گیاه (زراعی یا باغی)، رقم و وارتیه مورد عمل، روشهای کشت و کار، شرایط اقلیمی و غیره می‌تواند دارای دامنه تغییراتی باشد. بنابراین برای بنیان "موارد مورد ارزیابی" ضرورت دارد تا دامنه و حدود تغییرات مشخصه‌های مورد ارزیابی با دیدگاههای ملی و یا منطقه‌ای تهیه و تدوین گردد. از دیدگاه کلی، مطالعات ارزیابی اراضی باید رافع ابهامات و سئوالات مشروحه زیر باشد:

omoorepeyman.ir

– وضعیت استفاده از اراضی در شرایط فعلی چگونه می‌باشد و در صورتی که این کاربری بدون تغییر استمرار یابد چه مورد یا مواردی متصور خواهد بود.

– عملیات اصلاحی پیشنهادی در مورد نوع استفاده فعلی از اراضی چه می‌باشند.

– با مدنظر داشتن شرایط اقتصادی و اجتماعی منطقه، موارد دیگر کاربری تناسب از اراضی کدامند.

– از میان انواع استفاده‌های محتمل از اراضی، کدام گزینه "پایدارتر" است.

– آثار منفی انواع کاربری‌های پیشنهادی بر ویژگیهای فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی در منطقه چگونه خواهد بود.

– هزینه‌های جاری برای تولید محصول و در شرایط حداقل اثرات منفی چه مقدار است.

– فواید حاصل از اجرای موارد پیشنهادی کاربری اراضی به چه میزانی است.

در حالاتی که قرار باشد برای استفاده‌های متنوع و پیشنهادی از اراضی، تغییراتی ایجاد گردد، علاوه بر موارد گفته شده ارایه جوابیه به سوالات تکمیلی زیر نیز ضروری خواهد بود.

– تغییرات لازم و امکان‌پذیر کدام هستند و چگونگی اجرای آنها چگونه است.

– میزان هزینه‌های ثابت و ضروری به چه میزانی می‌باشد.

بدیهی است که مطالعات ارزیابی اراضی، تعیین کننده انواع تغییرات لازم نبوده بلکه فقط این مطالعات ارقام و اطلاعات لازمه را تهیه خواهد نمود. برای انجام مطالعات ارزیابی اراضی، رعایت اصول پایه‌ای مربوطه الزامی بوده و در کلیه مراحل مطالعاتی و اجرایی مدنظر داشتن آنها محور اصلی مطالعات است. در ارزیابی تناسب اراضی شالیزاری نیز بایستی اصول شش‌گانه و مشروحه زیر همواره مورد نظر باشد.

– تناسب اراضی برای انواع کاربری‌هایی که از قبل مشخص و پیشنهاد شده مورد بررسی و طبقه‌بندی قرار گیرد.

– در فرایند ارزیابی مقایسه‌ای بین "سود حاصله" و "هزینه‌های" مورد نیاز در انواع متفاوت اراضی ضروری است.

– مطالعات ارزیابی منابع خاک و اراضی، نوعی بررسی چند تخصصی می‌باشد، بنابر این استفاده از خدمات و یا مشاورت کارشناسان متخصص رشته‌هایی نظیر علوم طبیعی و فن‌آوری‌های متنوع و مربوط به استفاده از اراضی مانند متخصصین زراعت، جنگل، مرتع، آبیاری، خاکشناسی و غیره الزامی است.

– مبانی ارزیابی اراضی با توجه به مشخصات فیزیکی، اقتصادی و زمینه‌های اجتماعی محدوده یا منطقه مورد نظر "پایه‌ریزی" می‌گردد.

– تناسب اراضی بایستی بر پایه انواع استفاده‌های "پایدار" برای هر منطقه به‌انجام رسد.

– مطالعات ارزیابی اراضی برحسب ضرورت بایستی مشتمل بر بیش از یک نوع کاربری از اراضی باشد.

توجه : در مطالعات مورد نظر ارزیابی اراضی برای کشت برنج (شالیزار) هرگاه گیاه دیگری نیز مورد زراعت قرار می‌گیرد، که قابلیت مقایسه با زراعت برنج را داراست، به‌منظور رعایت مفاد گفته شده باید موارد کشت و یا عدم کشت گیاه برنج مورد بررسی و مقایسه قرار گیرد.

omoorepeyman.ir

۲-٤- روش ارزیابی توانمندی تولید محصول اراضی

مطالعات تناسب خاک و اراضی برای زراعت برنج در سطوح مختلفی قابل اجرا خواهد بود. بدیهی است که هر یک از سطوح، کاربری خاص مربوطه را داشته و در موارد مناسب به‌کار گرفته می‌شود به‌طور کلی سطوح مطالعات ارزیابی اراضی را می‌توان به شرح زیر به‌انجام رسانید:

۲-٤-۱- مطالعات ارزیابی اجمالی[۱]

این مطالعات به منظور شناسایی کلی و بررسی امکانات توسعه در مقیاس کلان و ملی به انجام می‌رسد. در این سطح از مطالعات تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی کلی است، بنابراین نوع مطالعات "کیفی" می‌باشد. این مطالعات برای مکان‌یابی مناطق قابل توسعه و تعیین اولویت‌ها می‌تواند کاربرد داشته باشد.

۲-٤-۲- مطالعات نیمه تفصیلی[۲]

این مطالعات به‌طور معمول در سطح بررسی صلاحیت اجرا در برنامه‌های توسعه انجام می‌شود، تجزیه و تحلیل‌های مربوطه از سطح "اجمالی" دقیق‌تر بوده و بنابراین نوع مطالعات به‌طور معمول "کمی" است. این سطح از مطالعات، اطلاعات لازم برای اخذ تصمیم در مورد انتخاب نوع پروژه، امکانات پیشرفت و یا ادامه نوع خاصی از توسعه را فراهم می‌سازد.

۲-٤-۳- مطالعات تفصیلی[۳]

این مطالعات در جریان برنامه‌ریزی و طراحی عملی و یا برنامه‌ریزی و انجام مشاوره در سطح مزرعه ضرورت اجرا می‌یابد و اغلب پس از تصمیم‌گیری در مورد اجرا به‌انجام می‌رسد.

علاوه بر آنچه بیان گردید در ارزیابی تناسب اراضی به روش سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (FAO) ساختاری تعریف شده است که استفاده از آن کاربران را از تعاریف مشابه بی‌نیاز می‌نماید. در این ساختار و در بالاترین سطح، اراضی به دو رده و هر رده به چند تحت رده و هر تحت رده به چند کلاس تقسیم می‌شوند*. بیان مختصر سطوح گفته شده به شرح زیر می‌باشد:

۲-۵- رده‌های تناسب اراضی

در ارزیابی تناسب اراضی، رده تعیین کننده تناسب و یا عدم تناسب اراضی برای نوع استفاده مورد نظر است بنابراین دو رده "مناسب" و "نامناسب" قابل تفکیک می‌باشد.

omoorepeyman.ir

۱ - Reconnaissance
۲ - Semi-Detailed
۳ - Detailed

* برای آگاهی تفصیلی به مندرجات "مبانی ارزیابی اراضی"، نشریه فنی شماره ۶۵۵، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، وزارت کشاورزی (۱۳۶۳) مراجعه شود.

۲-۵-۱- رده مناسب[۱]

اگر نوع استفاده موردنظر سودآور بوده به گونه‌ای که هزینه‌های انجام شده را بدون ایجاد خسارت جدی و غیرمنطقی (نامعقول) به منابع طبیعی توجیه نماید، اراضی در رده مناسب قرار گرفته و با علامت " S " مشخص می‌شوند.

۲-۵-۲- رده نامناسب[۲]

این قبیل اراضی به دلیل کیفیت‌های محدود کننده برای استفاده مورد نظر مناسب نمی‌باشند دلایل نامناسب بودن می‌تواند اقتصادی و یا ناپایداری نوع بهره‌برداری باشد این رده باعلامت "N " مشخص می‌شوند.

۲-۵-۳- کلاسهای تناسب اراضی

هر رده می‌تواند به کلاسهایی تقسیم شود. تعداد کلاسهای هر رده حسب مورد می‌تواند تغییر یابد لیکن توصیه می‌شود که در مورد رده تناسب، اراضی به سه کلاس تفکیک شوند و در شرایط خاص نیز از پنج کلاس تجاوز ننماید.

در صورتی که رده تناسب به سه کلاس تقسیم گردد، شرح کلاسها به‌طور تقریبی استاندارد بوده و به شرح زیر قابل توصیف می‌باشند.

۲-۵-۳-۱- کلاس S_1، اراضی کاملاً مناسب[۳]

این اراضی برای نوع استفاده مورد نظر محدودیت قابل ملاحظه و مهمی نداشته و یا محدودیت‌های آن به‌حدی است که اثر معنی‌داری بر سود حاصله نخواهد داشت و میزان هزینه‌های لازم نیز از یک سطح منطقی و قابل قبول تجاوز نمی‌نماید.

۲-۵-۳-۲- کلاس S_2، اراضی نسبتاً مناسب[۴]

این اراضی برای استفاده خاص و مورد نظر دارای محدودیت‌های نسبی زیادی هستند که موجب کاهش عملکرد محصول و سود حاصله می‌گردد، هزینه‌های لازم به‌طور نسبی افزایش داشته لیکن قابل توجیه می‌باشد و سود حاصل نسبت به اراضی کلاس S_1 کمتر است.

۲-۵-۳-۳- کلاس S_3، اراضی با تناسب کم[۵]

این اراضی دارای محدودیتهای شدیدی هستند که موجب کاهش زیاد عملکرد محصول و سود حاصله می‌گردد به گونه‌ای که هزینه‌ها افزایش یافته و توجیه آن مشکل است.

در شرایط خاص نیز می‌توان از " تناسب مشروط" استفاده نمود، تناسب مشروط حالتی از رده مناسب " S " است که بوسیله حرف کوچک c پس از S نمایش داده می‌شود، " Sc " و در انتهای کلاسهای مناسب قرار می‌گیرد و نمایانگر تناسب اراضی پس از

omoorepeyman.ir

۱ - Suitable
۲ - Not Suitable
۳ - Highly Suitable
۴ - Moderately Suitable
۵ - Marginally Suitable

تأمین شروط لازم است، توصیه می‌گردد حتی‌الامکان از طبقه‌بندی اراضی تحت این کلاس خودداری شود و تنها در شرایطی که کلیه موارد زیر برقرار باشند، از آن استفاده شود.

- بدون ایجاد شرط، اراضی در رده نامناسب ویا در پایین‌ترین کلاس مناسب قرار گیرند.
- پس از احراز شرایط مطلوب، اراضی حداقل دو کلاس ارتقاء یابند.
- وسعت منطقه‌ای که مناسب مشروط طبقه‌بندی می‌شود نسبت به کل منطقه جزئی و کم باشد.

کلاس‌های رده نامناسب " N " نیز به شرح زیر می‌باشند:

۲-۵-۳-٤- کلاس N_1 ، اراضی در شرایط حاضر نامناسب[1]

این اراضی دارای محدودیت‌هایی هستند که امکان رفع یا کاهش آنها در شرایط آتی وجود دارد لیکن به علت هزینه‌های زیاد و کمبود اطلاعات در شرایط فعلی امکان‌پذیر نمی‌باشد. ضمن آنکه محدودیت‌ها به حدی شدید است که امکان نوع استفاده مورد نظر وجود ندارد.

۲-۵-۳-۵- کلاس N_2 ، اراضی نامناسب دایم[2]

محدویت‌ها در این قبیل اراضی به حدی است که امکان نوع استفاده مورد نظر وجود ندارد و نوع محدودیت‌ها به‌گونه‌ای است که در شرایط آتی امکان رفع یا کاهش آن نیز متصور نمی‌باشد طبقه‌بندی کمی برای تعیین و تفکیک کلاسهای رده نامناسب ضروری نیست زیرا اقتصادی نبودن این نوع استفاده محرز است.

۲-۵-٤- تحت کلاسهای تناسب اراضی

تحت کلاسهای تناسب اراضی نشان دهنده نوع محدودیت‌ها بوده و به‌طور معمول با حروف کوچک انگلیسی که بطور قراردادی انتخاب می‌گردند نمایش داده می‌شوند. مانند تحت کلاس $S_2 f$ که نشان دهنده محدودیت عوامل حاصلخیزی در خاک است. در تفکیک تحت کلاسها موارد زیر توصیه شده است:

- تحت کلاسها در حداقل ممکن انتخاب می‌شوند تا تفاوتهای موجود در یک کلاس را به خوبی نشان دهنده علایمی که برای نشان دادن نوع محدودیت‌ها بکار می‌روند نیز حداقل بوده و به یک یا دو حرف بسنده شود.

محدودیت‌های تحت کلاسهای نامناسب را نیز می‌توان با همان حروف نمایش داد لیکن الزامی نمی‌باشد مانند $N_1 n$ و غیره...

۲-۵-۵- واحدهای تناسب اراضی

هر یک از زیرکلاسها به واحدهای مختلفی تقسیم می‌شوند. واحدهای یک تحت کلاس دارای درجات تناسب و نوع محدودیت یکسان در سطح کلاس و تحت کلاس هستند.

اختلاف بین واحدها در خصوصیات نوع محصول تولیدی و وجوه فرعی در کاربرد مدیریت آنها است. تعیین واحدهای مختلف تناسب اراضی طی مطالعات تفصیلی و در سطح برنامه‌ریزی مزرعه امکان‌پذیر است. واحدها با شماره‌هائی که بعد از یک خط در

۱ - Currently not Suitable

۲ - Permanently not Suitable

omoorepeyman.ir

جلوی تحت کلاسها درج شده مشخص می‌گردند، مانند $S_۲f-۱$ و $S_۲f-۲$ و غیره... تعداد واحدهای یک تحت کلاس محدودیتی ندارد*.

۲-٦- مبانی ارزیابی اراضی

ارزیابی اراضی در حقیقت تعیین کننده عکس‌العمل زمین در برابر نوع خاص بهره‌برداری است.

بدین ترتیب رابطه بین زمین و نوع بهره‌وری مشخص گردیده و نوع استفاده مناسب از زمین تعیین می‌گردد. در ارزیابی اراضی به‌طور عمده دو جنبه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

الف- فیزیکی، این مورد شامل خاک، پستی و بلندی و شرایط اقلیمی است که عوامل به‌طور تقریبی ثابت می‌باشند.

ب - اجتماعی- اقتصادی، این جنبه شامل اندازه قطعات زمین، سطح مدیریت، وضعیت نیروی کار، امکانات دسترسی به بازار و غیره... هستند که این عوامل به‌طور عمده متغیر هستند.

با توجه به موارد گفته شده ملاحظه می‌گردد که هدف اصلی ارزیابی استفاده بهینه از اراضی با بررسی جنبه‌های فیزیکی و اجتماعی- اقتصادی است.

روش‌های مختلفی برای ارزیابی اراضی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به "روش سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (FAO)" به دلیل سهولت محاسبات اشاره نمود. بدین دلیل روشی معمول و رایج می‌باشد.

در این فصل نیز تلاش گردیده که این روش محور تهیه و تدوین راهنما یا استاندارد "تناسب کاربری خاک و اراضی شالیزاری (برای کشت برنج)" به قرار گیرد.

سازمان مذکور (FAO)، چهار نوع طبقه‌بندی را برای تعیین تناسب اراضی به شرح زیر مطرح نموده است.

۲-٦-۱- طبقه‌بندی کیفی

در این نوع طبقه‌بندی کیفی، مشخصات فیزیکی زمین با نیازهای بهره‌برداری مقایسه می‌گردد و با توجه به محدودیت‌ها و تیپ بهره‌وری به هر واحد اراضی یک کلاس اختصاص می‌یابد.

۲-٦-۲- طبقه‌بندی کمی

این نوع طبقه‌بندی کمی، براساس میزان تولید محصول در هر واحد اراضی و عوامل مختلف اقتصادی نظیر مقدار هزینه‌ها و درآمدها تعیین می‌گردد.

۲-٦-۳- طبقه‌بندی تناسب اراضی در شرایط فعلی

در این طبقه‌بندی فقط شرایط فعلی مورد بررسی قرار گرفته و محدودیت‌ها بدون بررسی امکان تعدیل یا اصلاح منظور می‌شود.

* برای آگاهی تفصیلی به مندرجات "مبانی ارزیابی اراضی"، نشریه فنی شماره ۶۵۵، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، وزارت کشاورزی (۱۳۶۳) مراجعه شود.

omoorepeyman.ir

۲-٦-٤- طبقه‌بندی تناسب اراضی در شرایط آتی

بعضی از محدودیت‌های فعلی قابل رفع یا تعدیل می‌باشند. تناسب اراضی پس از اعمال عملیات اصلاحی تناسب اراضی در شرایط آتی تلقی می‌گردد.

۲-۷- تعاریف پایه

۲-۷-۱- زمین

به محیط فیزیکی اطلاق می‌گردد که مشتمل بر اقلیم، پستی و بلندی، خاک، شرایط هیدرولوژی و پوشش گیاهی است. اجزای بیان شده تعیین کننده توانمندی زمین برای بهره‌وری خاص و موردنظر است. این تعریف مشخصات اقتصادی و اجتماعی را شامل نمی‌گردد.

۲-۷-۲- تیپ بهره‌برداری از اراضی[۱]

زیرمجموعه‌ای از نوع کلی استفاده از زمین است که به نوع محصول و مدیریت اعمال شده بستگی دارد در هر تیپ بهره‌برداری از اراضی، علاوه بر نوع محصول و یا تناوب زراعی (گیاهان) روش بهره‌برداری از زمین و یا مدیریت آن به‌طور دقیق تعیین می‌گردد.

۲-۷-۳- مشخصات اراضی[۲]

شامل ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری محیط فیزیکی رویشگاه گیاه است. این خصوصیات ضمن دوره مطالعه اراضی اندازه‌گیری شده و در ارزیابی مورد استفاده قرار می‌گیرد. عمده‌ترین ویژگی‌های مورد نظر را می‌توان به شرح زیر فهرست نمود[۳]:

- اقلیم "C"
- پستی و بلندی شیب "T"،
- مرطوبی خاک "W"
- ، وضعیت کلی
- ، سیلگیری
- خواص فیزیکی خاک "S"
- ، بافت، ساختمان، میزان سنگریزه
- ، عمق خاک
- ، مقدار آهک خاک
- ، میزان گچ خاک

omoorepeyman.ir

۱. Land Utilization (LU)

۲. Land Characteristics (LC)

۳ . خصوصیاتی قابل اندازه‌گیری، محاسبه و یا تخمین می‌باشند که نیازهای کاربری اراضی را بطور مستقیم و صریح امکان‌پذیر نماید.

- ویژگی‌های به‌طور نسبی ثابت و مرتبط با حاصلخیزی خاک "F "
، ظرفیت تبادل کاتیونی رس
، درصد اشباع بازی
، میزان مواد آلی
- شوری و قلیائیت خاک "N "
، قابلیت هدایت الکتریکی
، درصد سدیم تبادلی (ESP)
، نسبت جذب سدیم (SAR)
- کیفیت اراضی[۳]

۲-۸- معیارها و روشهای ارزیابی اراضی

ارزیابی تناسب اراضی به‌طور معمول به دو صورت کلی زیر به‌انجام می‌رسد.

۲-۸-۱- روش محدودیت

روش محدودیت از دو طریق قابلیت اعمال و کاربرد می‌تواند داشته باشد.

۲-۸-۱-۱- روش محدودیت ساده

در این روش محدودیت‌های زمین با نیازها و شرایط مطلوب رشد و نمو گیاه (هان) مقایسه گردیده و محدودیت‌ها در سطوح متفاوت به شرح زیر طبقه‌بندی می‌شوند.

بدون محدودیت، مشخصات زمین برای گیاه مورد نظر مطلوب بوده و عملکرد آن حداکثر است.

محدودیت متوسط، خصوصیات زمین برای گیاه مورد نظر محدودیت‌های نسبی زیادی داشته، لیکن عملکرد محصول هنوز سودآور است.

محدودیت شدید، مشخصات زمین برای گیاه مورد نظر به حدی محدود کننده است که به‌دلیل بحرانی بودن وضعیت عملکرد محصول، حصول هیچ گونه سودی متصور نیست.

محدودیت خیلی شدید، خصوصیات زمین برای گیاه مورد نظر دارای محدودیت‌های زیاد و عدیده معمولاً غیرقابل اصلاح است. به‌گونه‌ای که اقدام به کشت (زراعت) در این قبیل اراضی همواره با زیان به همراه بوده و بدین دلیل هیچ گونه کشتی در آن قابل توصیه نمی‌باشد.

در این حالت محدود کننده‌ترین عامل تعیین کننده کلاس تناسب اراضی می‌باشد.

omoorepeyman.ir

۳ - Land Quality

۲-۸-۱-۲- روش تعداد و شدت محدودیت‌ها

در این روش علاوه بر سطح محدودیت، تعداد این عوامل نیز مورد توجه قرار گرفته و با عنایت بر ویژگی‌های توامان آن، کلاس نهایی طبقه‌بندی اراضی تعیین می‌شود، بدین دلیل در مقایسه با "روش محدودیت ساده"، تعیین کلاسهای اراضی واقعی‌تر است.

شدت محدودیت‌ها با ارقامی مانند: بدون محدودیت (۰)، محدودیت کم (۱)، محدودیت متوسط (۲)، محدودیت شدید (۳) و محدودیت خیلی شدید (۴) مشخص شده و سپس با استفاده از جدول (۲-۱) کلاس تناسب اراضی تعیین می‌گردد.

جدول (۲-۱)- تعداد و شدت محدودیت‌ها و کلاس اراضی

ردیف	کلاس زمین	تعداد و شدت محدودیت‌ها
یک	(S_1) کاملاً مناسب	واحدهای اراضی محدودیتی ندارند، یا فقط ۴ محدودیت کم دارند.
دو	(S_2) نسبتاً مناسب	واحدهای اراضی بیش از ۴ محدودیت کم دارند و یا حداکثر ۳ سطح محدودیت متوسط را دارا هستند.
سه	(S_3) تناسب بحرانی	واحدهای اراضی بیش از ۳ سطح محدودیت متوسط و یا یک و بیش از یک سطح محدودیت شدید دارند.
چهار	(N_1) در شرایط فعلی نامناسب	واحدهای اراضی دارای محدودیتهای خیلی شدید لیکن قابل اصلاح می باشند.
پنج	(N_2) نامناسب دایم	واحدهای اراضی دارای محدودیتهای خیلی شدید و غیرقابل اصلاح می باشند.

۲-۸-۲- روش پارامتریک

در این روش محدودیت‌ها بصورت "کمی" مورد بررسی قرار گرفته و به هر محدودیت درجه‌ای بین "صفر" تا "یکصد" منتسب (متعلق) می‌گردد. هرگاه مشخصه مورد ارزیابی برای نوع بهره‌برداری موردنظر به‌طور کامل مطلوب باشد، " درجه ۱۰۰ " و در شرایطی که کاملاً نامطلوب باشد " درجه صفر" به آن تعلق می‌گیرد.

به‌دلیل آنکه در ارزیابی تناسب کاربری اراضی شالیزاری (کشت برنج) استفاده از این روش (پارامتریک) توصیه گردیده است بدین دلیل عطف توجه خاص به نکات زیر ضروری است:

- برای جلوگیری از تکرار و اثرات متقابل مشخصات (مختصات) مورد ارزیابی که موجب کاهش "شاخص زمین" می‌گردد بهتر آن است که مشخصه‌های مورد بررسی یا "کیفیت اراضی" به حداقل لازم و کافی تقلیل داده شود.
- برای درجه‌بندی مشخصه‌های مورد بررسی، یک مشخصه در طیف وسیع‌تر بعنوان مثال "۲۵ تا ۱۰۰" و مشخصه با اهمیت کمتر در طیف محدودتر مانند "۶۰ تا ۱۰۰" درجه‌بندی گردند.
- هرگاه مشخصه با اهمیتی از زمین به میزان بیش از حد معمول و متعارف "مناسب" باشد، می‌توان از درجات بیشتر از یکصد (>۱۰۰) نیز استفاده نمود.

۲-۹- مراحل تعیین تناسب کاربری خاک و اراضی

تناسب شرایط لازم برای زراعت برنج را می‌توان در دو حالت دیم و آبی (فاریاب) بررسی نمود. در حالتی که اقدام به زراعت دیم گیاه برنج مورد نظر باشد ضرورت دارد تا دوره زراعت برنج در محدوده دوره رشد گیاه قرار داشته باشد. دوره زراعت گیاه از زمان جوانه زنی بذور تا مرحله رسیدن کامل محصول (دوره بلوغ کامل) دانسته می‌شود و در حالی که دوره رشد گیاه، طبق تعریف سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (FAO) به دوره (ایامی) اتلاق می‌گردد که در آن دوره شرایط رطوبتی و حرارتی برای تولید و عملکرد محصول فراهم باشد. از

omoorepeyman.ir

دیدگاه رطوبتی، شروع دوره رشد در ایامی است که میزان بارندگی از نصف مقدار "تبخیر و تعرق" که با استفاده از روش پنمن[۱] محاسبه یا برآورد می‌گردد بیشتر بوده و فرصت کافی برای تبخیر ۱۰۰ میلیمتر رطوبت ذخیره شده در نیمرخ خاک وجود داشته باشد.

برای بررسی و تعیین تناسب کاربری اراضی به عنوان زراعت برنج، ابتدا لازم است که شرایط اقلیمی (آب و هوایی) منطقه مورد نظر یا مطالعه، بررسی و مورد ارزیابی قرار گیرد و در شرایطی که وضعیت اقلیمی برای زراعت برنج مناسب تشخیص داده شود آنگاه عوامل و محدودیت‌های خاک و اراضی مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد.

۲-۹-۱- ویژ گیهای اقلیمی (آب و هوایی)

از میان عوامل اقلیمی متعدد، چهار عامل بارندگی، درجه حرارت (دما)، میزان رطوبت نسبی و مقدار تشعشع خورشیدی در این بررسی مورد نظر می‌باشند. هرگاه اقدام به زراعت آبی برنج مورد نظر باشد می‌توان از بررسی عامل بارندگی نیز صرفنظر نمود، زیرا آب مورد نیاز زراعت از طریق عملیات آبیاری تأمین می‌گردد. ویژگیهای آب و هوایی (اقلیمی) مورد نیاز برای زراعت آبی گیاه در جدول (۲-۲) ارایه گردیده است.

به‌طوری‌که از جدول قابل استنباط می‌باشد سه عامل درجه حرارت (دما)، رطوبت نسبی و میزان تشعشع خورشیدی (نسبت‌های ساعات آفتابی) در جدول مندرج گردیده بدین دلیل توصیه شده است که برای تعیین چگونگی تناسب اراضی از روش "پارامتریک" استفاده شود. دراین روش ابتدا بایستی برای هر مشخصه با اعمال میان‌یابی درجه‌ای تعیین گردد و سپس حداقل درجات هر گروه (از مشخصه‌های درجه حرارت، رطوبت نسبی و تشعشع خورشیدی) مشخص شود و با استفاده از "روش ریشه دوم" بر مبنای سه درجه حداقل، شاخص اقلیمی از رابطه زیر محاسبه گردد:

$$CI = R\min\sqrt{(\frac{A}{۱۰۰}\times\frac{B}{۱۰۰}\times...)} \qquad (۱-۲)$$

که در آن:

CI = شاخص اقلیمی

Rmin = حداقل درجه از بین درجات سه گروه

A ، B ، C = درجات سایر گروهها (سه گروه دیگر) می‌باشند.

به عنوان مثال، با کاربرد جدول (۲-۲) اگر حداقل درجه (Rate) در گروه بارندگی ۶۵، در گروه درجه حرارت ۵۰، در گروه رطوبت ۷۰ و در گروه تشعشع ۹۰ باشد شاخص اقلیمی برابر است با :

$$CI = ۵۰\sqrt{(\frac{۶۵}{۱۰۰}\times\frac{۷۰}{۱۰۰}\times\frac{۹۰}{۱۰۰})} = ۳۲$$

omoorepeyman.ir

۱ - Penman

جدول (۲-۲)- ویژ گیهای اقلیمی (آب و هوایی) مورد نیاز برای زراعت آبی گیاه برنج

مشخصات اقلیمی	روشهای ارزیابی اراضی	کلاس، درجه محدودیت و مقیاس درجه بندی					
	محدودیت ساده	S۱		S۲	S۳	N۱	N۲
	تعداد و شدت محدودیتها	۰	۱	۲	۳	۴	
	روش پارامتریک	۱۰۰	۹۵	۸۵	۶۰	۴۰	۲۵
میانگین درجه حرارت در دوره زراعت (سانتیگراد)		۳۰-۳۲	۲۴-۳۰ ۳۲-۳۶	۱۸-۲۴ >۳۶	۱۰-۱۸ ---	---	<۱۰ ---
میانگین درجه حرارت در دوره رشد (سانتیگراد) (در دو هفته آخر زراعت)		۲۶-۳۲	۲۴-۲۶ ۳۲-۳۶	۱۸-۲۴ ۳۶-۴۲	۱۰-۱۸ ۴۲-۴۵	---	<۱۰ >۴۵
میانگین درجه حرارت در دوره رسیدن دانه (سانتیگراد) (در دو هفته آخر زراعت)		۳۰-۳۳	۲۵-۳۰ ۳۳-۳۸	۲۰-۲۵ ۳۸-۴۲	۱۷-۲۰ ۴۲-۴۵	---	<۷ >۴۵
میانگین حداقل درجه حرارت در دوره رسیدن دانه (سانتیگراد)		۱۸-۲۲	۱۴-۱۸ ۲۲-۲۵	۱۰-۱۴ ۲۵-۲۸	۷-۱۰ ۲۸-۳۰	---	<۷ >۳۰
میانگین حداکثر روزانه درجه حرارت در گرمترین ماه (سانتیگراد) (در دوره زراعت)		۳۳-۳۶	۳۰-۳۳ ۳۶-۴۰	۲۶-۳۰ ۴۰-۴۵	۲۱-۲۶ ۴۵-۵۰	---	<۲۱ >۵۰
رطوبت نسبی (دوره کشت و رشد رویشی) (ماه اول + ماه دوم) (٪)		۶۰-۷۵	۵۰-۶۰ ۷۵-۹۰	۴۰-۵۰ ۹۰-۱۰۰	۳۰-۴۰ ---	---	<۳۰ ---
رطوبت نسبی پس از مرحله شیری شدن دانه (دو هفته قبل از برداشت)(٪)		۴۰-۵۵	۳۷-۴۰ ۵۵-۷۰	۳۳-۳۷ ۷۰-۸۰	۳۰-۳۳ >۸۰	---	<۳۰ ---
رطوبت نسبی در دوره برداشت(٪)		<۴۵	۴۵-۶۰	۶۰-۷۵	>۷۵	---	---
$^{n}/_{N}$ در دوره زراعت		>۰/۷۵	۰/۴۵-۰/۷۵	<۰/۴۵	---	---	---

N = تعداد ساعات آفتابی ممکن براساس عرض جغرافیایی n = تعداد ساعات واقعی آفتابی

برای محاسبه "درجه یا شاخص اقلیمی" می‌توان از روابط زیر استفاده نمود:

- هرگاه ۲۵ < CI < ۹۲,۵ باشد $CR = ۱۶.۶۷ + ۰.۰۹\,CI$
- هرگاه CI < ۲۵ گردد $CR = ۱.۶ + CI$

در این روابط : CR = درجه اقلیمی می‌باشد.

هرگاه درجه اقلیمی (CR) کمتر از ۲۵ باشد شرایط اقلیمی (آب و هوایی) محدوده مورد مطالعه برای اقدام به زراعت آبی برنج مناسب نمی‌باشد، کلاسهای تناسب اراضی برای زراعت آبی برنج و براساس "درجه اقلیمی" در جدول زیر ارایه شده است.

omoorepeyman.ir

جدول (۲-۳)- مقادیر عددی شاخص‌ها برای تعیین کلاسهای تناسب اراضی

ردیف	کلاسهای تناسب اراضی		مقادیر عددی شاخص یا درجه اقلیمی
۱	نامناسب	N	۰-۲۵
۲	تناسب کم	S_3	۲۵-۵۰
۳	نسبتاً مناسب	S_2	۵۰-۷۵
۴	کاملاً مناسب	S_1	۷۵-۱۰۰

به‌طوری که قبلاً گفته شد، در شرایطی که وضعیت اقلیمی برای زراعت برنج مناسب تشخیص داده شود آن گاه عوامل و محدودیت‌های خاک و اراضی بایستی مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد.

۲-۹-۲- نیازهای (عوامل و محدودیت‌ها) خاک و اراضی

عوامل و محدودیت‌های مرتبط با خاک و اراضی به‌طور کلی مشتمل بر چگونگی پستی و بلندی یا توپوگرافی (T)، مرطوبی خاک (W)، خواص فیزیکی خاک (S)، ویژگیهای مرتبط با حاصلخیزی خاک (F) و موارد شوری و قلیائیت (N) می‌باشند. مشخصه‌های مورد ارزیابی و درجات مربوط به آنها در جدول (۲-۴) درج گردیده است. برای بررسی و ارزیابی ویژگیهای خاک و اراضی، ابتدا بایستی مقدار عددی یا ارزش هر خصوصیت به‌درستی مشخص و محاسبه گردد.

omoorepeyman.ir

جدول (۲-٤)- سیمای طبیعی (زمین نما) و ویژ گی‌های مورد نیاز خاک برای زراعت آبی گیاه برنج[۱][توجه : استفاده از این جدول مستلزم توجه خاص به اطلاعات ارایه شده در جدول (۲-٦) می باشد]

مشخصات اراضی	روشهای ارزیابی اراضی	کلاس، درجه محدودیت و مقیاس درجه بندی					
	محدودیت ساده	S_1		S_2	S_3	N_1	N_2
	تعداد و شدت محدودیتها	۰	۱	۲	۳	٤	
	روش پارامتریک	۱۰۰	۹۵	۸۵	٦۰	٤۰	۲۵ ۰
	توپوگرافی (T) شیب (٪) * متوسط تراکم ریز ناهمواری (سانتیمتر)	۰-۱۵	۱۵-۳۰	۳۰-٦۰	> ٦۰		
	مرطوبی (W) سیلگیری زهکشی عمق کروما برابر با دو یا کمتر(سانتیمتر) عمق سطح ایستابی (متر) $(EC > 1/5\, dS/m)$ $(EC < 1/5\, dS/m)$	$F12, F11, F0$ ۲۰-۵۰ ۲-۲/۵ ۱-۱/۵	$F23, F21$ ۵۰-۱۰۰ ۲/۵-۳ ۱/۵-۲	$F33, F23, F13$ > ۱۰۰ یا ۲۰> > ۳ یا ۱/۲-۲> > ۲ یا ۰/۵-۱	$F24, F14$ <۱/۲ <۰/۵		$F25, F15$
	خواص فیزیکی خاک (S) بافت ** / ساختمان بافت سطحی *** ****	$SiCm, Cm$ $C > 60v, C > 60s$ $Cm, SiCm$ $C > 60v, C > 60s$ $C < 60v, C < 60s$ $SiCs, SiCL, CL, Si, SiL$	$C < 60v$ $C < 60s, SiCs$ SC, L, SCL, SL	SiCL, CL, Si LfS, LSm	SiL, SC LcS, fS		سبک یا خیلی سبک Sm, CS

۱. برای آگاهی تفصیلی به مندرجات " ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای محصولات زراعی و باغی "، نشریه شماره ۱۰۱۵، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت کشاورزی (۱۳۷۶) مراجعه شود.

omoorepeyman.ir

ادامه جدول (۲-٤)- سیمای طبیعی (زمین نما) و ویژ گی‌های مورد نیاز خاک برای زراعت آبی گیاه برنج[1] [تذکر: استفاده از این جدول مستلزم توجه خاص به اطلاعات ارایه شده در جدول (۲-٦) می باشد]

مشخصات اراضی	روشهای ارزیابی اراضی محدودیت ساده تعداد و شدت‌محدودیتها روش پارامتریک	کلاس، درجه محدودیت و مقیاس درجه بندی					
		S_1		S_2	S_3	N_1	N_2
		۰	۱	۲	۳	٤	
		۱۰۰	۹۵	۸۵	٦۰	٤۰	۲۵ ۰
بافت لایه زیرسطحی	***	$C < 60v, C < 60s$ $SiCs$	SiCL, CL, Si	SiL, SC, L, SCL	SL, LfS.LSm, LcS, fS		Sm, CS
	****	$Cm, SiCm$ $C > 60v, C > 60s$ $C < 60v, C < 60s$ $SiCs, SiCL, CL,$ Si, SiL, SC, L, SCL.SL	LfS,LSm	LcS,fS,Sm,cS			
سنگهای روی خاک (قطعه های سنگ> ۲۵ سانتیمتر قطر) (تراکم پراکندگی)							
عملیات زراعی مکانیزه (ماشینی)		>۳۰	۱۰-۳۰	۱/۵-۱۰	۰/۸-۱/۵		>۰/۸
عملیات زراعی غیرمکانیزه (غیرماشینی)		۱۰-۳۰	۱/۵-۱۰	۰/۸-۱/۵	<۰/۸		
تکه های درشت (٪ حجمی) (قطرهای ۲/۰ میلیمتر تا ۲۵/۰ سانتیمتر)							
تکه‌های درشت روی سطح خاک	***	۰	۰-۳	۳-۱۵	۱۵-۳۵		>۳۵
	****	۰-۱۵	۱۵-۳۵	۳۵-۵۵	>۵۵		

۱. برای آگاهی تفصیلی به مندرجات " ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای محصولات زراعی و باغی "، نشریه شماره ۱۰۱۵، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت کشاورزی (۱۳۷۶) مراجعه شود.

ادامه جدول (۲-٤)- سیمای طبیعی (زمین نما) و ویژ گی‌های مورد نیاز خاک برای زراعت آبی گیاه برنج[۱]

[تذکر: استفاده از این جدول مستلزم توجه خاص به اطلاعات ارایه شده در جدول (۲-۶) می باشد]

مشخصات اراضی	روشهای ارزیابی اراضی	کلاس، درجه محدودیت و مقیاس درجه بندی											
	محدودیت ساده	S_1			S_2		S_3		N_1		N_2		
	تعداد و شدت محدودیتها	۰		۱		۲		۳		٤			
	روش پارامتریک	۱۰۰	۹۵		۸۵		٦۰		٤۰		۲۵		۰
تکه‌های درشت زیرسطح خاک													
***		۰	۰-۳		۳-۱۵		۱۵-۳۵				>۳۵		
****		۰-۱۵	۱۵-۳۵		۳۵-۵۵		>۵۵						
عمق خاک (سانتیمتر)		>۹۰	۵۰-۹۰		۲۰-۵۰		۱۰-۲۰				<۱۰		
کربنات کلسیم (٪)		۱۰-۲۵	۲۵-۵۰		>۵۰								
گچ یا ژیپس (٪)		۰-۲	۲-۳		۳-۱۰		۱۰-۱۵				>۱۵		
درصد اشباع بازی		>۸۰	۵۰-۸۰		۳۵-۵۰		۲۰-۳۵		<۲۰				
ویژگیهای مرتبط با حاصلخیزی خاک (F)		۶/۰-۷/۰	۵/۵-۶/۰		۵/۰-۵/۵		۴/۵-۵/۰				<۴/۵		
واکنش یا اسیدیته (pH)			۷/۰-۸/۲		۸/۲-۸/۵		۸/۵-۹/۰				>۹/۰		
شوری و قلیائیت(N)													
هدایت الکتریکی EC (dS/m)		۰-۲	۲-۳		۳-۴		۴-۶		۶-۱۲		>۱۲		
درصد سدیم تبادلی (ESP)		۰-۱۰	۱۰-۲۰		۲۰-۳۰		۳۰-۴۰				>۴۰		

* ارقام مربوط به شیب (٪) در جدول (۲-۵) ارائه شده است.

** S= sand, L=loam, m=massive, s=blocky structure, v=veritical structure, f=fine, c=coarse

*** در شرایطی که خاک لایه زیرسطحی دارای سرعت نفوذ پایه نهایی بیشتر از ۰/۱ سانتیمتر در ساعت بوده و تا عمق ۵۰ سانتیمتری از سطح خاک آب زیرزمینی وجود نداشته باشد.

**** در حالتی که خاک لایه زیرسطحی دارای سرعت نفود پایه یا نهایی کمتر از ۰/۱ سانتیمتر در ساعت بوده و تا عمق ۵۰ سانتیمتری از سطح خاک آب زیرزمینی وجود داشته باشد.

omoorepeyman.ir

۱. برای آگاهی تفصیلی به مندرجات " ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای محصولات زراعی و باغی "، نشریه شماره ۱۰۱۵، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت کشاورزی (۱۳۷۶) مراجعه شود.

۲-۹-۲-۱- پستی و بلندی یا وضعیت توپوگرافی[1] (T)

این گروه محدودیت شامل شیب، پستی و بلندی‌های کوچک (ریز ناهمواری) می‌باشد. درجه شیب اراضی بر مبنای جدول (۲-۵) و با توجه به شیب‌های کلی و جانبی اراضی محاسبه می‌گردد. درجه محدودیت و درجه‌بندی پستی و بلندی‌های کوچک (ریز ناهمواری) با توجه به ارقام ارایه شده در جدول (۲-۴) قابل برداشت است و در صورت نیاز می‌توان حجم عملیات خاکی (خاک‌برداری و خاک‌ریزی) را از طریق مقادیر ارایه شده در جدول (عمق یا ارتفاع برحسب سانتیمتر) محاسبه یا برآورد نمود.

جدول (۲-۵)- رابطه شیب با کلاس و سطح محدودیت درجه بندی اراضی برای زراعت (کشت) آبی گیاه برنج

ردیف	وضعیت شیب‌های اصلی و جانبی		شیب‌های اصلی (٪)				
			۰	۰-۱	۱-۲	۲-٤	٤>
۱	حداکثر شیب جانبی (٪)	۰	S_1 (۱۰۰ ، ۰)	S_1 (۹۰ ، ۱)	S_2 (۸۰ ، ۲)	S_3 (۶۰ ، ۳)	N_2 (۲۰ ، ۴)
۲		۰-۱	S_1 (۹۵ ، ۱)	S_1 (۸۵ ، ۱)	S_2 (۷۵ ، ۲)	S_3 (۵۵ ، ۳)	N_2 (۱۵ ، ۴)
۳		۱-۲	S_2 (۸۵ ، ۲)	S_2 (۸۰ ، ۲)	S_3 (۶۰ ، ۳)	S_3 (۵۰ ، ۳)	N_2 (۱۰ ، ۴)
۴		۲-۴	S_3 (۶۵ ، ۲-۳)	S_3 (۶۵ ، ۳)	S_3 (۵۵ ، ۳)	N_2 (۲۰ ، ۴)	N_2 (۵ ، ۴)
۵		۴>	N_2 (۲۵ ، ۴)	N_2 (۲۰ ، ۴)	N_2 (۱۵ ، ۴)	N_2 (۱۰ ، ۴)	N_2 (۰ ، ۴)

تذکر : علایم S_1.....N_2 برای ارزیابی اراضی به روش "محدودیت ساده " می‌باشد.

اعداد ۴-۰ درون پرانتز (سمت راست) مرتبط با ارزیابی اراضی به روش "تعداد و شدت محدودیت‌ها" است.

اعداد ۱۰۰-۰ درون پرانتز (سمت چپ) جهت ارزیابی اراضی به "روش پارامتریک" است.

۲-۹-۲-۲- مرطوبی خاک[2] (W)

- **سیلگیری[3]:**

این گروه محدودیت مشتمل بر موارد زیر است:

برای ارزیابی خطرات ناشی از سیل‌گیری اراضی شالیزاری (مورد کشت زراعت برنج)، مدت و عمق سیل‌گیری در نظر گرفته می‌شود.

کلاسهای مدت سیل‌گیری به شرح زیر تعریف شده‌اند:

۱- دوره سیلگیری در طول دوره زراعت برنج کمتر از ۲/۰ ماه است.

omoorepeyman.ir

1 - Topography (T)
2 - Soil Wetness (W)
3 - Floading

۲- دوره سیلگیری در طول دوره زراعت برنج ۳-۲ ماه می‌باشد.

۳- دوره سیلگیری بطور تقریبی با دوره زراعت برنج یکسان است.

۴- دوره سیلگیری بیش از دوره زراعت برنج است (بیش از ۴ ماه) بدین دلیل در زمان برداشت زراعت برنج، اراضی مورد زراعت حالت غرقابی کامل دارند.

عمق سیلاب (سیلگیری) نیز در اراضی شالیزاری (مورد کشت برنج) به‌شرح زیر مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

۱- عمق سیلاب کمتر از حالت مطلوب (ایده‌آل) یا کمتر از ۱۰ سانتیمتر.

۲- عمق سیلاب در حد مطلوب (ایده‌آل) در محدوده های ۲۰-۱۰ سانتیمتر.

۳- عمق سیلاب بیش از حالت مطلوب (ایده‌آل)، لیکن امکان کشت ارقام معمولی برنج وجود دارد (۴۰-۲۰ سانتیمتر).

۴- عمق سیلاب برای ارقام معمولی برنج بحرانی است (۸۰-۴۰ سانتیمتر)، لیکن از ارقام برنج شناور[1] می‌توان استفاده نمود.

۵- عمق سیلاب بیش از ۸۰ سانتیمتر بوده بنابراین برای زراعت هر نوع رقم برنج معمولی نامناسب می‌باشد، بنابراین در صورت نیاز بایستی از ارقام برنج شناور استفاده بعمل آید.

در جدول (۲-۶) اثرات مشترک و تلفیقی موارد مرتبط با مدت سیلگیری و عمق سیلاب برای ارزیابی و تعیین کلاس تناسب اراضی شالیزاری (برای زراعت برنج) ارایه شده است. در این جدول در مقابل هر کلاس (S_1.....N_2) حرف F (به معنی سیلگیری) بهمراه دو عدد صحیح (۱۱..... ۴۵) درجه گردیده بعنوان مثال در واژه F_{45} ، عدد ۴ نشان دهنده مدت (دوره سیلگیری) و عدد ۵ بیانگر عمق سیلاب مربوطه می‌باشد.

جدول (۲-٦)- علایم معرف بیان خطرات سیلگیری و کلاس اراضی شالیزاری مربوطه برای زراعت آبی گیاه برنج

ردیف	علایم معرف عمق سیلاب	علایم معرف دوره سیلگیری (۱، ۲، ۳ و ٤) و کلاسهای اراضی مربوطه							
		۱	کلاس	۲	کلاس	۳	کلاس	٤	کلاس
یک	۱	F_{11}	S_1	F_{21}	S_1	F_{31}	S_1	F_{41}	S_2
دو	۲	F_{12}	S_1	F_{22}	S_1	F_{32}	S_1	F_{42}	S_2
سه	۳	F_{13}	S_2	F_{23}	S_2	F_{33}	S_1	F_{43}	S_3
چهار	۴	F_{14}	S_3	F_{24}	S_3	F_{34}	S_3	F_{44}	N_1
پنج	۵	F_{15}	N_1	F_{25}	N_1	F_{35}	N_2	F_{45}	N_2

• زهکشی[2]

وضعیت زهکشی خاک و اراضی در درجه نخست مرتبط با بافت (و ساختمان) خاکها می‌باشد، بطوریکه برای خاکهای ریز، متوسط و درشت بافت شرایط زهکشی خاکها متفاوت است. همانگونه که در جدول (۲-۴) مندرج است موارد قضاوت درخصوص وضعیت زهکشی خاک و اراضی مبتنی بر دو مورد "عمق کرومای ۲ یا کمتر (برحسب سانتیمتر)" و "وضعیت عمق سطح ایستابی (برحسب متر)" می‌باشد. شرایط زهکشی خاک بر پایه عمق سطح آب زیرزمینی با مقدار هدایت الکتریکی آن مرتبط است که کلیه موارد در

1 - Floating
2 - Drainage

omoorepeyman.ir

جدول مذکور ارایه گردیده است. با تعمق در مندرجات جدول و انجام عملیات میان‌یابی، بطور مستقیم می‌توان درجه زهکشی اراضی مورد نظر را محاسبه نمود.

۲-۹-۲-۳- خواص فیزیکی خاک[1] (S)

خصوصیات فیزیکی خاکها براساس بافت، ساختمان، تراکم و پراکندگی قطعه سنگها و حجم ذرات درشت‌تر از ۲ میلیمتر در خاک هم چنین مقادیر گچ و آهک مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد.

- **بافت، ساختمان، مقدار سنگریزه و عمق خاک**

در روش محدودیت هر یک بطور جداگانه بررسی و درجه‌بندی می‌گردند لیکن در روش پارامتریک برای کلیه عوامل گفته شده، یک درجه محاسبه می‌شود.

در روش ارزیابی پارامتریک برای محاسبه درجه که مرتبط با عمق، ساختمان، بافت و حجم سنگریزه خاک است، مراحل زیر بایستی به‌انجام رسد.

۱- ابتدا برای نوع بافت هر افق در نیمرخ خاک برپایه موارد مندرج در جدول (۲-۴) لازم است درجه‌ای منظور گردد.

۲- ضرایبی برای حجم سنگریزه‌های هر افق با استفاده از روابطه زیر محاسبه گردد.

- اگر حجم سنگریزه در هر لایه کمتر از ۱۰ درصد باشد، ضریب ۱۰۰ انتخاب می‌شود.

- هرگاه حجم سنگریزه در هر افق بیشتر از ۱۰٪ برآورد گردد از رابطه زیر "ضریب تصحیح" محاسبه می‌گردد.

(۲) (درصد حجمی سنگریزه) × ۰/۹۲۹ − ۱۱۰ = ضریب تصحیح

۳- درجات بافت هر لایه از نیمرخ خاک با توجه به "ضرایب سنگریزه" تعدیل می‌گردد.

۴- آخرین مرحله، درجه کلی بافت، ساختمان، میزان سنگریزه و عمق خاک با اعمال "ضرایب وزنی" مندرج در جدول زیر محاسبه می‌شود.

جدول (۲-۷)- تعداد قسمت‌ها و ضرایب وزنی برای اعماق مختلف خاک

ردیف	ضرایب وزنی	تعداد قسمت‌های مساوی عمق	اعماق خاک (سانتیمتر)
۱	۱/۰	۱	۰-۲۵
۲	۰/۷۵-۱/۲۵	۲	۲۵-۵۰
۳	۰/۵۰-۱/۰-۱/۵	۳	۵۰-۷۵
۴	۰/۲۵-۰/۷۵-۱/۲۵-۱/۷۵	۴	۷۵-۱۰۰

omoorepeyman.ir

1 - Physical Soil Characteristics (S)

بدیهی است، که به دلیل اهمیت بیشتر لایه‌های سطحی نیمرخ خاک، ضرایب بالاتر مربوط به سطح بوده و به تدریج با افزایش عمق، کاهش می‌یابد.

- **آهک (درصد کربنات کلسیم)**

تجمع آهک در طبقات خاک می‌تواند در کاهش میزان نفوذ رطوبت (آب) و ریشه گیاه(هان) موثر باشد. هرگاه ذرات آهک بسیار ریز باشند (کوچکتر از ۲۰ میکرون) اثرات گفته شده تشدید خواهد شد.

در شرایطی که مقدار متوسط آهک در افقهای ۳۰ سانتیمتری نیمرخ سطحی خاک، بیش از لایه‌های زیرین (زیرسطحی) باشد، مقدار آهک لایه گفته شده (۳۰ سانتیمتری نخست) در محاسبات منظور می‌گردد، در غیر اینصورت با استفاده از "ضرایب وزنی عمق[1]" میزان متوسط آهک تا عمق موثر خاک محاسبه می‌گردد. در جدول زیر مقادیر ضرایب وزنی برای محاسبه آهک خاک ارایه شده است.

جدول (۲-۸)- ضرایب وزنی عمق برای محاسبه متوسط میزان آهک*

ردیف	ضرایب وزنی	تعداد قسمتهای مساوی عمق	اعماق خاک (سانتیمتر)
۱	۱/۰	۱	۰-۲۵
۲	۰/۸-۱/۲	۲	۲۵-۵۰
۳	۰/۶-۰/۹-۱/۵	۳	۵۰-۷۵
۴	۰/۲۵-۰/۷۵-۱/۲۵-۱/۷۵	۴	۷۵-۱۰۰

- ارقام ارایه شده در این جدول درخصوص محاسبه متوسط میزان گچ خاک نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

- **گچ (درصد ژیپس)**

گچ در مقادیر کم و متعارف می‌تواند برای رشد و نمو گیاه (هان) مفید باشد لیکن اگر مقدار آن به بیش از ۳۰-۲۵٪ درصد در لایه‌ای از خاک (بخصوص طبقات سطحی) بالغ گردد می‌تواند عامل زیان‌آوری تلقی گردد. حداکثر مقدار متوسط گچ برای زراعت (گیاه) برنج ۲۵٪ گزارش شده است در مورد محاسبه و ارزیابی میزان گچ بطور دقیق بایستی مراحل متذکره برای آهک (درصد کربنات کلسیم) در خاک را به‌انجام رسانید. یعنی اگر میزان متوسط گچ در طبقات ۳۰ سانتیمتری سطحی نیمرخ خاک از لایه‌های زیرین بیشتر باشد، مقدار گچ لایه (های) سطحی ملاک محاسبه قرار می‌گیرد در غیر این صورت، متوسط وزنی آن تا عمق ۱/۰ متری و یا تا روی لایه محدوده کننده در نیمرخ خاک محاسبه می‌گردد و ارقام ارایه شده در جدول (۲-۸) می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۲-۹-۲-٤- ویژ گی‌های مرتبط با حاصلخیزی خاک[2] (F)

مشخصه‌هایی که به‌طور معمول برای برآورد چگونگی و قضاوت در مورد حاصلخیزی خاک‌ها می‌تواند مورد استناد قرار گیرند، متعدد می‌باشند که از آن جمله می‌توان به واکنش یا اسیدیته (pH)، ظرفیت کاتیونهای تبادلی (CEC) و مقدار کربن آلی (OC) خاک توجه نمود.

1 - Depth Weighting Factor
2 - Soil Fertility Characteristics (F)

omoorepeyman.ir

در خاکهای کشور، به‌طور عمده مقدار ظرفیت کاتیونهای تبادلی به طور نسبی زیاد و بالعکس میزان کربن آلی خاکها ناچیز است. به‌دلیل اینکه عامل ظرفیت کاتیونهای تبادلی در شرایط اکثر خاکها کم و بیش یکسان می‌باشد. بدین دلیل در محاسبات ارزیابی خاک و اراضی منظور نمی‌گردد بنابراین این دو مشخصه اصلی دیگر یعنی واکنش یا اسیدتیه (pH) و میزان کربن آلی (OC) بعنوان شاخص‌های معرف حاصلخیزی خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند.

- **واکنش یا اسیدتیه (pH)**

برای محاسبه و رعایت این مشخصه (یعنی pH) در ارزیابی تناسب اراضی شالیزاری بطور معمول، متوسط وزنی آن تا عمق ۲۵ سانتیمتری از سطح خاک ملاک قضاوت قرار می‌گیرد.

- **میزان کربن آلی (OC)**

این مشخصه نیز مانند واکنش یا اسیدتیه خاک فقط به‌طور معمول برای افق ۲۵ سانتیمتری از سطح خاک (افقهای سطحی) با احتساب متوسط وزنی برای بررسی وضعیت حاصلخیزی خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲-۹-۲-۵- شوری و قلیائیت[1] (N)

برای برآورد نقش شوری و قلیائیت در تولید عملکرد محصول (برنج) در اراضی شالیزاری از مشخصه‌های قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (ECe) و درصد سدیم تبادلی خاک (ESP) و به ترتیب به عنوان شاخص‌های خسارات شوری و قلیائیت استفاده به‌عمل می‌آید.

- **شوری خاک**

با استفاده از جدول (۲-۷) می‌توان ضرایب وزنی را برای اعماق مختلف خاک، برای برآورد و محاسبه میزان شوری خاک تا عمق مورد نظر استعانت جست.

- **قلیائیت خاک**

برای مطالعه درجه قلیائیت، حداکثر درصد سدیم تبادلی (ESP) را تا عمق ۱/۰ متری در نیمرخ خاک بایستی ملاک قضاوت درخصوص قلیائیت خاک قرار گیرد.

۲-۱۰- روش تهیه اطلاعات لازم برای تعیین تناسب اراضی

حداقل اطلاعات مورد نیاز برای تعیین تناسب اراضی شالیزاری (برای زراعت برنج) مربوط به عوامل اقلیمی (آب و هوایی) و خاک می‌باشد.

۲-۱۰-۱- ویژگیهای اقلیمی (آب و هوایی)

برای تعیین اطلاعات اقلیمی مورد نیاز جهت تعیین تناسب اراضی برای زراعت برنج، باید از ارقام و اعداد (داده‌های) نزدیکترین ایستگاه هواشناسی منطقه مورد نظر استفاده نمود. داده‌های مورد نیاز بطور عمده مشتمل بر آمار درجه حرارت (دما) و رطوبت نسبی

omoorepeyman.ir

1 - Salinity and Alkalinity (N)

هوا در مراحل مختلف رشد و نمو گیاه برنج (دوره زراعت) و نسبت ساعات آفتابی ممکن به ساعات واقعی آفتابی می‌باشد که در جدول (۲-۲) تحت عنوان عبارت " n / N در دوره زراعت" ارائه گردیده است. در مناطقی که ایستگاههای (هواشناسی) مورد نظر وجود نداشته باشد، حسب ضرورت و با رعایت مبانی علمی بایستی از داده‌های ایستگاههای هواشناسی موجود در مناطق مجاور استفاده نمود.

۲-۱۰-۲- عوامل و محدودیتهای مرتبط با خاک و اراضی

ارقام و اطلاعات مورد نیاز برای تعیین تناسب اراضی برای زراعت برنج از طریق روشهای زیر امکان‌پذیر بنظر می‌رسد.

۲-۱۰-۲-۱- اراضی بدون مطالعات خاکشناسی و طبقه بندی اراضی

در شرایطی که اراضی محدوده مورد نظر دارای مطالعات خاکشناسی و طبقه بندی اراضی نباشد برای تهیه اطلاعات مورد نیاز انجام نوعی مطالعات خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی بایستی در منطقه مورد نظر بانجام رسد. سطح و نوع مطالعات (خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی) با توجه به مراحل مختلف پروژه قابل تعریف خواهد بود بطوریکه برای سطوح وسیع در فاز شناسایی از مطالعات " اجمالی"، در مرحله تعیین صلاحیت اجرا از مطالعات " نیمه‌تفصیلی" و در مرحله اجرا از مطالعات " تفصیلی" می‌توان استفاده نمود.

در این حالت، چنین امکانی وجود خواهد داشت که اطلاعات گردآوری شده در مورد عوامل و محدودیتهای خاک و اراضی بطور کامل رافع نیازهای مورد نظر بوده و گروه بندی عوامل مورد ارزیابی براساس جدول نیازهای مرتبط با خاک و اراضی شالیزاری (برای زراعت برنج) تهیه، تدوین و مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر آن مجموعه ارقام و اطلاعات گردآوری و یا تولید شده، می‌تواند برای اهداف دیگری نیز مورد استفاده و کاربرد قرار گیرد.

۲-۱۰-۲-۲- اراضی دارای مطالعات خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی

در ایران، مطالعات خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی بطور هم زمان بانجام می‌رسد و نتیجه چنین مطالعاتی تولید نقشه‌های خاک و طبقه‌بندی اراضی، شوری و قلیائیت و قابلیت آبیاری اراضی می‌باشد. تهیه نقشه‌های خاک برمبنای معیارهای " طبقه‌بندی جامع خاک[1]" کشور ایالات متحده، قدمت زمانی حدود سی ساله در کشور دارد. در تهیه این نقشه‌ها خاکها تا حد سری و فاز خاک (مربوطه) گروه‌بندی می‌گردند. لازم به ذکر است که در تعیین رده‌ها و تحت رده‌ها و گروههای بزرگ و تحت گروهها و فامیل خاکها در اغلب شرایط منطبق با موارد ارایه شده در راهنمای طبقه‌بندی جامع خاک متذکره می‌باشد. لیکن سریهای تعیین شده در هر محدوده مطالعاتی مختص همان ناحیه بوده و با سایر مناطق مورد هماهنگی قرار نمی‌گیرد.

از این نظریه به دلیل این ناهماهنگی نتایج حاصل از تحقیق به روی یک سری خاک قابل تعمیم و گسترش نبوده و این مسئله تا حدودی با اهداف رده‌بندی خاکها منطبق نمی‌باشد. مطالعات طبقه‌بندی خاک در کشور بطور کامل بر پایه روشهای ارایه شده در نشریه شماره ۲۰۵ موسسه تحقیقات خاک و آب بانجام می‌رسد. این راهنما برای تعیین اولویت انتخاب اراضی (زیرسدهای مربوطه) برای روشهای آبیاری سطحی (ثقلی) با رعایت پیش فرضهای مربوطه، تهیه گردیده است. با استفاده از این روش حدود بیست عامل محدود کننده مورد بررسی قرار می‌گیرد و هر کدام از این عوامل محدوده کننده با علایم (قراردادی خاص) به روی نقشه‌های مربوطه نمایش داده می‌شود و

1 - Soil Taxonomy

omoorepeyman.ir

براساس بالاترین محدودیت کلاس خاک تعیین می‌گردد و عامل محدود کننده تحت کلاس خاکها را تعیین می‌نماید. بنابراین آن را می‌توان "روش محدودیت ساده" ارزیابی تعیین تناسب اراضی محسوب نمود.

در این روش مطالعات برای هر کلاس محدوده‌ای از تغییرات منظور می‌گردد، بعنوان مثال میزان شوری ۴-۸ دسی‌زیمنس بر متر با علامت S_1 نمایش داده شده و در کلاس II قرار می‌گیرد. انجام همزمان مطالعات خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی در کشور باعث گردیده که نوعی ارتباط بین نقشه‌های خاک و طبقه‌بندی اراضی برقرار گردد. بدین معنی که تغییرات عوامل محدود کننده در هر واحد نقشه طبقه‌بندی اراضی و در محدوده یک سری خاک به عنوان فاز یا حالت آن سری منظور گردیده است. بنابراین حالتهای یک سری خاک در واقع تغییرات محدودیتهای ارزیابی شده برای طبقه‌بندی اراضی می‌باشد. از جهت دیگر به دلیل اعمال مدیریت‌های بطور نسبی مشابه در اراضی شالیزاری (مورد زراعت برنج) با سطوح کوچک که بخش اعظم اراضی تحت کشت برنج (شالیزاری) را شامل می‌شود. اغلب "واحدهای نقشه طبقه‌بندی[1]" که همان حالتهای سری خاک می‌باشد، "واحدهای تیپ بهره‌برداری[2]" تلقی گردیده و مبنای مطالعات تعیین تناسب اراضی قرار می‌گیرند. بدیهی است با اعمال این فرض مقادیری خطا می‌تواند متصور باشد.

همانگونه که قبلاً بیان گردید، هر واحد نقشه برای عوامل محدود کننده دامنه تغییراتی را رواداری داشته است که با جدول نیازهای خاک و اراضی برای زراعت برنج هماهنگ نمی‌باشد. بعنوان مثال در نقشه‌های طبقه‌بندی گروههای شوری خاک، مقادیر آن ۴-۰، ۸-۴، ۱۶-۸ و ۳۲-۱۶ در نظر گرفته شده است لیکن حدود تغییرات مورد نیاز برای تعیین کلاس شوری برنج به ترتیب ۲-۰، ۳-۲، ۴-۳، ۶-۴، ۱۲-۶ و بیشتر از ۱۲ در نظر گرفته می‌شود. از طرفی سطوح وسیعی از اراضی مورد کشت برنج و یا اراضی مناسب برای کشت آن، طی سالیان گذشته و با صرف هزینه‌های نسبتاً قابل ملاحظه‌ای، مورد مطالعات خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی قرار گرفته است که مطالعات دوباره (مجدد) این قبیل اراضی آنهم به منظور تعیین تناسب این اراضی برای کشت برنج مستلزم صرف وقت و هزینه زیاد است و این مهم استفاده از اطلاعات موجود را حداقل در "سطح اجمالی" تا حدودی توجیه‌پذیر می‌نماید. بهرحال استفاده از داده‌های موجود در بعضی موارد نیاز به بازنگری (شاید بازسازی) و بهنگام نمودن اطلاعات دارد.و در این ارتباط نظریات و توجیات فنی کارشناسان متخصص بایستی مورد امعان نظر باشد.

تذکر: لازم به ذکر است که در سطحی برابر یا بیشتر از ۲۵ میلیون هکتار از اراضی کشور، مطالعات خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی و در سطوح مختلف بانجام رسیده که در شرایط منظور نمودن هم‌پوشی‌های سطوح در مطالعات مختلف و حذف آنها، در سطحی بیش از ۲۰ میلیون هکتار از اراضی کشور، نتایج مطالعات خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی و نقشه‌های خاک و طبقه‌بندی اراضی این مساحت برای مناطق مختلف کشور تهیه شده است که می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

omoorepeyman.ir

1 - Land Mapping Units (LMU)
2 - Land Utilization Types (LUT)

۲-۱۱- خصوصیات خاک و اراضی شالیزاری و تولید محصول برنج

۲-۱۱-۱- مقدمه

خاکهای شالیزاری از جمله با اهمیت‌ترین منابع اراضی در جهان محسوب می‌گردند این قبیل خاکها با دارا بودن ویژگیهای اختصاصی در زمینه رژیم آبی، از خصوصیات کاملاً متفاوت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در مقایسه با خاکهای غیرشالیزاری (خشکه‌کاری) برخوردار می‌باشند. ویژگیهای بیان شده بطور مشخصی بر چگونگی عملیات مدیریت و حاصلخیزی مزارع مورد کشت زراعت برنج (شالیزار) اثرگذار است. در سنوات اخیر مطالعات متمرکزی به روی شناخت بیشتر خصوصیات خاص اراضی شالیزاری در نقاط مختلف جهان و بخصوص در کشورهای آسیایی باتمام رسیده که نویدبخش بهره‌برداری مطلوب‌تر علمی، اقتصادی و پایدار از این منابع ارزشمند (شالیزاری) می‌باشد.

۲-۱۱-۲- ویژگی‌های مطلوب خاک برای کاربری به عنوان اراضی شالیزاری

در شرایطی که در نظر باشد از اراضی با قابلیت آبیاری برای زراعت برنج استفاده بعمل آید، خصوصیات خاص و مورد نیاز گیاه برنج بایستی مورد امعان نظر خاص قرار گیرد از جمله مهمترین ویژگی فیزیکی خاک در این مورد، قابلیت و ظرفیت نگهداری آب روی سطح خاک مزرعه (شرایط استغراق آب) است. بنابراین اندازه‌گیری مقدار نفوذ[1] آب به خاک و هدایت هیدرولیک اشباع خاک[2] (نفوذپذیری) الزامی خواهد بود و در شرایطی که اراضی مورد نظر قبلاً مورد کشت برنج بوده‌اند، اقدام به عملیات گلخرابی[3] موجب ایجاد نوعی لایه غیرقابل نفوذ گردیده که علاوه بر فراهم آوردن امکان نگهداری آب به روی سطح خاک مزرعه، در شرایطی نیز با ایجاد زیرساختاری مستحکم برای اجرای عملیات خاک‌ورزی و کنترل علفهای هرز مناسب‌تر می‌باشد. بدین دلیل از بین بردن این لایه (غیرقابل نفوذ) بوسیله عملیات تسطیح و یا بمنظور ایجاد پشته‌های خاکی در مزرعه می‌تواند مسئله‌ساز و یا مشکل آفرین باشد. هرچند در بعضی شرایط تخریب و یا از بین بردن عوارض فیزیکی گفته شده، آنهم به منظور تعمیق محدوده توسعه ریشه گیاه (هان) یا ناحیه ریشه دوانی در لایه سطحی نیمرخ خاک مورد نیاز و مطلوب است.

شیمی خاکهای شالیزاری نیز در مقایسه با اراضی مورد کشت سایر گیاهان زراعی با شرایط زهکشی مناسب نیز تفاوت می‌نماید زیرا واکنش خاک (pH) بطور معمول و بصورت فصلی تغییر می‌نماید و حلالیت بعضی عناصر در محلول خاک در شرایطی موجب بروز بعضی مسمومیت‌ها و برهم خوردن بیلان عناصر در خاک می‌گردد، علاوه بر آن تغییراتی در بافت، ساختمان و وضعیت مواد غذایی (معدنی) مورد نیاز گیاه حاصل می‌شود.

در شرایطی که گیاهان زراعی دیگری (که در شرایط خشکه‌کاری مورد زراعت قرار دارند) در تناوب زراعی با زراعت برنج قرار می‌گیرند بایستی به موارد خیز یا افت سطح ایستابی، ظرفیت نگهداری آب (رطوبت) در خاک و دوره خشکانیدن سطح خاک در زراعت برنج عطف توجه گردد.

omoorepeyman.ir

1 - Infiltration Rate .
2 - Saturated Hydraulic Conductivity (Permeability).
3 - Puddling.

۲-۱۱-۳- خصوصیات موثر خاکها از دیدگاه تولید محصول در زراعت برنج

شاید به جرات بتوان اظهار داشت که هیچ محصول غذایی در رقابت با گیاه برنج نتواند در محدوده وسیعی از ویژگیهای هیدرولوژیکی و اقلیمی که زراعت برنج در آن متداول است، رشد و نمو نماید. بطور کلی گیاه برنج در کلیه قاره‌ها بجز در نواحی قطبی و محدوده‌های عرض جغرافیایی ۴۰ تا ۵۳ درجه می‌تواند مورد زراعت قرار گیرد.

گیاه برنج می‌تواند بعنوان نوعی زراعت در مناطق خشک، همانند ذرت و گندم، بصورت یک گیاه دیم (بدون آبیاری اصولی و یا تکمیلی) و فقط از طریق بارندگی‌های متناوب، در شرایط غرقاب طبیعی در مناطق خشک و یا بصورت زراعت غرقاب مستمر (شرایط آبیاری استغراقی برروی سطح خاک مزرعه) مورد کشت و کار قرار گیرد. کشاورزان نسبت به کشت (زراعت) برنج در جلگه‌های رسوبی، دشت‌های سیلابی و در تراسهای اراضی کوهپایه‌ای اقدام می‌نمایند. با در نظر داشتن این مهم که میزان مقاومت به خشکی گیاه برنج از سایر غلات کمتر است لیکن ملاحظه میشود که این گیاه در مناطق غیرمرطوب از طریق آبیاری در نواحی خشک قاره آسیا و شمال قاره افریقا (کشور مصر) مورد زراعت قرار می‌گیرد. به رغم حساسیت گیاه برنج به درجه حرارت کم محیط، مقدار عملکرد محصول آن در بخشهای شمالی کشورهای چین و ژاپن و حتی در مناطق مرتفعی در محدوده بیش از ۳۰۰۰ متر از سطح دریا در نواحی با اقلیم‌های استوایی و نیمه استوایی قابل ملاحظه است.

اغلب خاکهای شالیزاری در مناطق غیرمرتفع (پست) در چشم‌اندازهای طبیعی (زمین نما[1]) قرار دارند. بدین ترتیب با سهولت می‌توان آب آبیاری را از اراضی مرتفع‌تر و یا از منابع رواناب‌های طبیعی برای استفاده در اراضی شالیزاری استحصال و هدایت نمود. این قبیل نواحی با خاکهای مرطوب (خیس‌زاری یا باتلاقی[2]) که برای زراعت برنج مورد استفاده قرار می‌گیرند، ممکن است مشتمل بر اراضی دشتهای رسوبی مسطح، تراسها و یا کوهپایه‌های مرزبندی شده و یا حتی اراضی زراعی مناطق مرتفع باشند لیکن در اکثر شرایط اراضی شالیزاری در واحدهای فیزیوگرافی جلگه‌های رسوبی و سیلابی، مناطق دلتایی، اراضی ساحلی، کفه‌های جزر و مدّی، اراضی باتلاقی (خیس‌زاری) و بطور عمده دشتهای رسوبی رودخانه‌ای قرار دارند. در کلیه مناطق گفته شده یک عامل طبیعی و یا غیرطبیعی (ایجاد شده) و مشترک برای خاکها یعنی رژیم رطوبتی اکویک[3] که معرف میزان رطوبت زیاد و کمبود نسبی اکسیژن است، برقرار می‌باشد. بعنوان نتیجه حاصل از وجود پدیده میزان رطوبت زیاد و نیاز به اکسیژن کم، موجب گردیده تا ویژگیهای خاکهای شالیزاری در مقایسه با کشت گیاه برنج در مناطق مرتفع[4] (بصورت زراعت دیم) و یا بصورت خشکه‌کاری[5] از نظر خصوصیات اراضی مورد بهره‌برداری دارای دامنه تغییرات نسبی کمی باشند.

شرایط دارا بودن میزان رطوبت زیاد و یا حالت استغراق اکثر خاکهای شالیزاری، طبیعی نبوده بلکه ماحصل فعالیتهای انسان بعنوان عامل بهره‌بردار می‌باشد. بنابراین هرگاه یک نوع خاک که در سیستم طبقه‌بندی جامع خاک (وزارت کشاورزی، کشور ایالات متحده امریکا) در یک رده قرار می‌گیرد از دیدگاه یا رویکرد کاربری بعنوان بستر کشت گیاه برنج مورد بررسی قرار گیرد، ممکن است در سیستم طبقه‌بندی گفته شده بدلیل نیازهای خاص گیاه برنج در رده دیگری حسب ضرورت طبقه‌بندی گردد.

omoorepeyman.ir

1 - Landscape.
2 - Wetland.
3 - Aquic.
4 - Upland.
5 - Dryland.

طبقه‌بندی خاکهای شالیزاری به خصوص آنکه این رده‌بندی برای اراضی و خاکهای مناطق خشک باشد، بایستی با دقت و اولویت نسبی زیادی برای اراضی و در شرایطی که مقرر است، این رده‌بندی برای مناطق مشابه "برون یابی" گردد، باید با دقت مضاعف مورد توجه و عنایت قرار داده شود.

۲-۱۱-٤- ویژگی‌های فیزیکی خاک و تولید محصول در زراعت برنج

خصوصیات فیزیکی خاکهای شالیزاری بطور معمول مشابه با مواد رسوبی و یا سایر مواد مادری است که خاکها از آن تشکیل یافته است. بدلیل آنکه محدودیت (طبیعی و یا ایجاد شده) برای جلوگیری تراوشات عمقی بیش از حدود متعارف برای تولید عملکرد موثر در زراعت برنج ضروری است بنابراین خاکهای شالیزاری بطور معمول دارای بافت متوسط تا سنگین می‌باشند که از آن جمله می‌توان خاکهای رسی، لومی رسی، لومی سیلتی، لومی سیلتی رسی را نام برد. بعضی پژوهشگران گزارش نمودند که بیش از ۴۰٪ خاکهای مورد کشت زراعت برنج در قاره آسیا و بخصوص مناطق آسیای جنوب شرقی، حداقل دارای ۴۵٪ ذرات رس می‌باشند.

براساس تحقیقات انجام گرفته در مورد ویژگیهای مطلوب فیزیکی خاکها و تولید محصول در زراعت برنج بمیزان قابل ملاحظه، در کشور ژاپن گزارش گردیده که میزان تراوشات عمقی ضروری بایستی ۲۰-۱۰ میلیمتر در روز باشد، هر چند در خاکهای با بافت درشت‌تر (نسبی) نیز در صورت فراهم بودن سایر شرایط برای تنظیم (کنترل) میزان تراوشات عمقی روزانه در خاکها می‌توان میزان عملکرد قابل ملاحظه‌ای را انتظار داشت که از جمله پیش نیازهای چنین شرایطی بالا بودن سطح ایستابی (غیرشور) زیر سطح خاک مزرعه می‌باشد. هرچند تفکیک اثرات ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاکهای شالیزاری برای تولید محصول برنج مشکل است، زیرا استنباط بر آن می‌باشد که خصوصیات فیزیکی خاکها (در مقایسه با ویژگی‌های شیمیایی) کم اثرتر باشد. لیکن بهرحال خاکهای متراکم شده و یا گلخراب بطور ترجیحی برای کاربری بعنوان اراضی شالیزاری، بدلیل کاربرد موثر آب و تولید محصول مناسب‌تر می‌باشند.

تمایل بهره‌برداران در مناطق استوایی بر کشت یک یا دو بار زراعت برنج در تناوب زراعی و سایر گیاهان (غیرشالی، زراعت خشکه‌کاری) برای بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک در اراضی شالیزاری موثر است. شرایط گلخرابی که برای عملکرد محصول زراعت برنج در خاکهای با بافت سنگین مناسب می‌باشد، برای شرایط زراعت گیاهان زراعی (غیرشالی) مطلوب نیست از جمله اهداف یا زمینه‌های فنی و مهندسی آتی بایستی بر این دیدگاه یا رویکرد معطوف باشد که بهره‌برداران (کشاورزان) را قادر نماید که با در اختیار داشتن حداقل امکانات مکانیکی، بطور موفقیت‌آمیزی بتوانند شرایط فیزیکی تبدیل اراضی خیس زاری (باتلاقی) را به اراضی خشکه کاری (غیر باتلاقی) برای کشت گیاهان مورد نظر در تناوب زراعی فراهم آورد.

اعمال مدیریت مطلوب و کنترل کاربرد آب (آبیاری) از جمله عوامل دستیابی به عملکرد محصول (برنج) قابل ملاحظه در کشورهای ژاپن و چین گردیده است. این موارد مستلزم دارا بودن ویژگیهای فیزیکی خاک در اراضی شالیزاری می‌باشد. لیکن برای داشتن عملکرد محصول در حدود ۵-۴ تن شالی در هکتار که عملکرد معمولی در مناطق استوایی است، انجام اقدامات ویژه‌ای برای بهبود خصوصیات فیزیکی اراضی شالیزاری توصیه نگردیده است.

omoorepeyman.ir

۲-۱۱-۵- خصوصیات شیمیایی خاک و تولید محصول در زراعت برنج

در شرایط استغراق خاکها بوسیله آب، تغییرات الکتروشیمیایی قابل ملاحظه‌ای در محلول خاکها بوجود می‌آید. این قبیل تغییرات بطور قابل ملاحظه‌ای و به شکل‌های اثرات مثبت و زیان‌آور شیمیایی برروی عملکرد محصول گیاه برنج می‌تواند موثر باشد. بعضی پژوهشگران اثرات عمده و قابل ملاحظه تغییرات الکتروشیمیایی را به روی گیاه برنج بشرح زیر ارایه نموده‌اند.

- موارد احیاء شدن خاک و یا کاهش پتانسیل رداکس[1] (مخفف دو واژه اکسایش و کاهش است)*
- افزایش میزان واکنش (pH) خاکهای اسیدی و کاهش واکنش (pH) خاکهای قلیایی[2]
- افزایش هدایت ویژه[3] و استحکام یونی[4]
- برقراری شرایط تعادل یونی[5]
- جذب و دفع مواد[6]

جدول زیر، کاهش (نقصان) پتاسیل رداکس (Eh) را که بطور معمول در خاکهای ماندابی وجود دارد، نشان می‌دهد.

جدول (۲-۹)- میزان تغییرات معمولی در پتانسیل رداکس (Eh) در خاکهای با زهکشی مناسب و خاکهای ماندابی

ردیف	نوع خاک	پتانسیل رداکس (Eh) برحسب میلی ولت (mV)
۱	تهویه ای (زهکشی خوب)	۵۰۰+ تا ۷۰۰+
۲	احیاء شدگی متوسط	۲۰۰+ تا ۴۰۰+
۳	احیاء شده عادی	۱۰۰- تا ۱۰۰+
۴	احیاء شدگی شدید	۳۰۰- تا ۱۰۰-

در اکثر شرایط در محدوده‌های ریشه دوانی در خاکهای شالیزاری، پتانسل رداکس از ۲۰۰+ تا ۳۰۰- میلی ولت (mV) می‌باشد. لیکن مقدار پتانسیل در چند میلی متری بخش بالایی خاک کمی بیشتر یعنی ۳۰۰+ تا ۵۰۰+ میلی ولت می‌باشد و نمایانگر یک لایه (طبقه) اکسید شده[7] است. اختلاف قابل ملاحظه پتانسیل، بخصوص در مورد تغییر حالت ازت (نیتروژن) در خاک می‌باشد.

در غیاب یا عدم حضور اکسیژن ملکولی (در مقادیر Eh، کم) ترکیبات یا عناصر دیگر بعنوان جاذب الکترون عمل نموده، که بدین ترتیب ترکیبات یا عناصر متذکره از حالت اکسایش (اکسید شدگی) به شکل احیاء شدگی (کاهش) تغییر می‌یابند (جدول ۲-۱۰). کاهش میزان رداکس (Eh) باعث افزایش (قابلیت دستیابی) به عناصری نظیر ازت (N)، فسفر (P)،

* پتانسیلی که میان یک نیم واکنش اکسایش (Oxidation) یا کاهش (Reduction) و الکترود استاندارد هیدروژن بوجود می‌آید.

1 - Redox (Eh).
2 - Alkaline.
3 - Specific Conductance.
4 - Ionic Strength.
5 - Ionic Equilibria.
6 - Sorption and Desorption.
7- Oxidized.

omoorepeyman.ir

سلیس (Si)، آهن (Fe)، منگنز (Mn) و مولیبیدن (Mo) و موجب کاهش (قابلیت دستیابی) به عناصری مانند گوگرد (S)، مس (Cu) و روی (Zn) می‌گردد.

جدول (۲-۱۰)- نمونه‌هایی از حالتهای احیاء و اکسید شدگی در سیستم رداکس عمل کننده در خاکهای شالیزاری و مقادیر پتانسیل رداکس (Eh) تقریبی که در آن اشکال اکسید شده غیرپایدار می‌گردند.

ردیف	شکل یا حالت اکسید شده (اکسایش)	پتانسیل رداکس (Eh) برای شرایط غیرپایداری	حالت یا شکل احیاء شده (کاهش)
۱	O_2	۳۲۰ تا ۳۸۰+	H_2O
۲	NO_3^-	۲۲۰ تا ۲۸۰+	N_2O و N_2
۳	SO_4^{2-}	۱۸۰- تا ۱۲۰-	S^{2-} و S
۴	Fe^{3+}	۱۵۰+ تا ۱۸۰+	Fe^{2+}
۵	Mn^{4+}	۲۲۰+ تا ۲۸۰+	Mn^{2+}
۶	CO_2	۲۸۰- تا ۲۰۰-	CH_4
۷	H^+	-	H_2

واکنش (pH) تعادلی خاکهای شالیزاری بطور معمول از ۶/۵ تا ۷/۵ دامنه تغییر دارد. واکنش (pH) بیشتر خاکهای اسیدی تا حد ۶/۵ افزایش می‌یابد که این فرایند موجب افزایش قابلیت دستیابی به عناصری نظیر فسفر (p)، سلیس (Si) و مولیبدن (Mo) گردیده و باعث کاهش احتمالی مسمویت اشکال عناصری مانند آلومینویم (Al)، منیزیم (Mn)، آهن (Fe)، گاز کربنیک (CO_2) اسیدهای آلی، هم چنین افزایش رهاسازی میکروبی عناصر غذایی در محلول خاک می‌گردد. کاهش واکنش (pH) در خاکهای قلیایی موجب افزایش قابلیت دستیابی به عناصری مانند فسفر (P)، کلسیم (Ca)، آهن (Fe)، منگنز (Mn)، مس (Cu) و آهن (Zn) می‌شود.

اثرات مشترک کاهش پتانسیل رداکس و حالت بافری[1] خاک (که عامل محدود شدن دامنه تغییرات واکنش یا اسیدیته خاک است) در شرایط معمول برای تولید محصول برنج سودمند است. شرایط استغراق (غرقاب سطح مزرعه) و حالت احیاء شدگی باعث محدودیت میزان تغییرات در محلول خاک گردیده و بدینوسیله مسمویت‌های شیمیایی متصوره را کاهش داده و باعث افزایش و قابلیت دستیابی گیاه (برنج) به مواد غذایی می‌شود. بنابراین تناقض‌های شیمیایی که می‌تواند به‌روی عملکرد گیاه برنج اثرگذار باشد بطور معمول در اراضی شالیزاری کمتر از کاربرد اراضی بعنوان زراعت خشکه‌کاری بطور نسبی می‌باشد. زیرا در شرایط اخیر مشکلات و مسایل ناشی از واکنش و برهمکنش‌های شیمیایی در محلول خاک می‌تواند بسیار جدی باشد.

عوامل دیگری که برای داشتن عملکرد محصول مطلوب در اراضی شالیزاری موثر می‌باشند، مرتبط با محل استقرار اراضی شالیزاری در مناطق ارتفاعی پست (کم ارتفاع) در چشم‌اندازهای طبیعی است که بدین دلیل مقادیری مواد مغذی در اثر فرسایش اراضی مرتفع و بالادست مجاور به آنها وارد می‌شود. هم چنین آبهای آبیاری نیز حاوی مواد مغذی می‌باشند که هر دو منشاء بصورت توامان برای مرتفع نمودن احتیاجات غذایی گیاه برنج موثر می‌باشند. بدین دلیل خاکهای شالیزاری در مقایسه با مناطق و هم جوار اغلب بیشتر حاصلخیز می‌باشند. علاوه بر آن تثبیت بیشتر ازت (نیتروژن) در اثر فعالیتهای بیولوژیکی در خاکهای مرطوب (خیس‌زاری یا باتلاقی) باعث می‌گردند در نواحی که زراعت برنج در

1 - Buffering.

omoorepeyman.ir

آنها بصورت متوالی برای چندین قرن بانجام می‌رسیده، خاکهای اراضی شالیزاری در آن مناطق بدون تخریب یا فرسودگی تا به زمان حاضر توانایی تولید محصول (برنج) قابل قبولی را حفظ نمایند.

۲-۱۱-٦- ترکیبات سمی (سولفیدها و آهن) و تولید محصول در زراعت برنج

گیاه برنج که در شرایط خیس زاری (باتلاقی) در خاکهای ماندابی رشد می‌نماید، همواره در محدوده توسعه ریشه گیاه با کمبود اکسیژن (بطور نسبی) مواجه است. فرایندهای مرتبط با حالت احیاء شدگی (کاهندگی) در شرایطی و بطور معمول برای گیاه برنج سودمند می‌باشد. زیرا در این حالت واکنش (pH) خاک تعدیل گردیده و قابلیت دسترسی گیاه به مواد غذایی در محلول خاک نیز تسهیل می‌شود. لیکن در شرایطی نیز می‌تواند با ایجاد بعضی مواد سمی از قبیل سولفید هیدروژن[1] و ترکیبات آهن، اثرات زیان آوری را برای گیاه فراهم آورد که تحت عنوان بیماریهای فیزیولوژیکی[2] دانسته می‌شود.

سولفید هیدروژن (H_2S) حتی در مقادیر بسیار کم نیز زیان آور است. زیرا از طریق چندین مکانیسم فیزیولوژیکی می‌تواند تولید بیماری " اکی یوشی[3] " بنماید. مسمومیت‌های پدید آمده در صورت وجود سولفات، در شرایط معمول محدود به خاکهای محتوی مواد آلی زیاد و مقدار آهن با قابلیت احیاء شدگی کم، بخصوص خاکهای سیاه پوده و یا خاکهای با ظرفیت کاتیونهای تبادلی کم و ظرفیت اشباع بازی[4] ناچیز می‌باشند. مسمومیت ناشی از سولفید را می‌توان با کاربرد مواد محتوی آهن برطرف نمود. بایستی ذکر گردد که علایم کمبود عنصر آهن نیز ممکن است در بعضی از خاکهای شالیزاری مرطوب (باتلاقی) بروز نماید.

بطور کلی اکثر خاکهای شالیزاری دارای مقادیر قابل ملاحظه‌ای ترکیبات آهن می‌باشند که بسهولت می‌توانند احیاء گردیده و بصورت محلول در شرایط غرقابی (استغراق) درآیند، بعضی پژوهشگران گزارش نموده‌اند که احیاء شدگی و حلالیت آهن توسط واکنش (pH) خاک، میزان مواد آلی، ظرفیت کاتیونهای تبادلی و طول دوره استغراق آب کنترل می‌شود. فرآیند احیاء شدگی (کاهندگی) در مقادیر واکنش (pH) کم و در مقادیر زیاد مواد آلی تسریع می‌گردد.

در حالت کلی، وجود آهن در محلول خاک برای گیاه برنج بجز در بعضی خاکهای اسیدی بخصوص نوع "سولفاته" محتوی آهن فعال زیاد و یا در خاکهای با ظرفیت تبادل کاتیونی کم و درحضور منگنز (Mn) فعال که در این شرایط آهن تولید مسمومیت می‌نماید، می‌تواند سودمند باشد. ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی در گیاه برنج بدلیل فراوانی آهن تحت عنوان "برنزه شدن و یا آکاگرتیپ یک[5] " نامیده می‌شود. بعضی پژوهشگران اعتقاد دارند که این دو ناهنجاری متفاوت می‌باشند، لیکن بعضی محققان دیگر معتقدند که منشاء آنها یکسان لیکن علایم آنها تعدیل یافته و یا در شرایطی تفاوت‌هایی را نشان می‌دهد. سایر ترکیبات از جمله اسیدهای آلی و گاز کربنیک می‌توانند برای گیاه برنج مسمومیت ایجاد نماید لیکن به ندرت مقادیر آنها به مقدار زیان‌آوری می‌رسد. آلومینویوم (Al) و منگنز (Mn) بندرت سمی می‌باشند، در حقیقت منگنز نقش کلیدی در سینیتک[6] شیمیایی خاکهای شالیزاری دارد.

omoorepeyman.ir

1 - Hydrogen Sulphide.
2 - Physiological Diseases.
3 - Akiochi Disease.
4 - Base Saturation Capacity.
5 - Bronzing/Akagre Type 1.
6 - Kinetics.

۲-۱۲- شرح اجمالی رده‌های خاک و اراضی غالب که زراعت برنج در آنها متداول است[۱]

• رده خاکهای انتی سولز[۲]

این خاکها بطور معمول دارای تکامل ژنتیکی خیلی کمی بوده و یا بطور کلی فاقد آن می‌باشند. خاکهای این رده در سطح دارای افق **اوکریک** (Ochric) و در لایه‌های زیرین افق مشخصه‌ای ندارند. از جمله دلایل عمده عدم وجود افق‌های مشخصه در این رده خاکها، فقدان زمان کافی، شیب‌دار بودن زمین‌ها، فرسایش شدید و یا مقاوم بودن مواد اولیه تشکیل دهنده این خاکها در برابر عامل هوادیدگی، تجزیه و تخریب و سایر عوامل را می‌توان نام برد. این رده خاکها در مناطق خشک دارای آثاری از تجمع کربنات‌ها، سولفات‌ها و نمک‌های محلول می‌باشند. لیکن مقدار ترکیبات گفته شده به میزانی نیست که بتوان تعاریف افقهای **کلسیک** (Calcic)، **ژیپسیک** (Gypsic) و **سالیک**(Salic) را به آنها منتسب نمود. در شرایطی خاکهای رده انتی‌سولز، خاکهای تکامل یافته‌ای را مدفون نموده‌اند بنابراین در افق‌های زیرین (عمیق‌تر از ۵۰ سانتیمتر) امکان وجود افق‌های مشخصه و بصورت مدفون وجود دارد. این رده خاکها در هر نوع رژیم حرارتی و رطوبتی و برروی هر نوع سازند زمین‌شناسی و بخصوص در تشکیلات زمین ساختاری جدیدتر و شیب‌های تند قرار دارند و بطور کلی وجه تمایز (مشخصه) این قبیل خاکها عدم وجود بالقوه افقهای مشخصه در نیمرخ خاک است. علاوه بر آن فرایندهای تغییر و تحول ژنتیکی بطور عمده مرتبط با تمرکز کم مواد آلی در لایه ۲۵ سانتیمتری افق سطحی است.

این رده خاکها شامل تحت رده‌های **آکونت** (Aquents)، **آرنت** (Arents)، **سامنت** (Psamments)، **فلونت** (Fluvents) و **اورتنت** (Orthents) می‌باشد که در مناطق مختلف کشور پراکنش دارند[۳].

• رده خاکهای اریدی سولز[۴]

این خاکها بطور معمول در مناطقی قرار دارند که رطوبت کافی برای رشد و نمو گیاهان **مزوفیت** (Mesophytes) وجود ندارد به عبارت دیگر در ایام طولانی از سال زمانی که دمای خاک برای رشد گیاه مناسب است میزان رطوبت در خاک کافی نبوده و یا محلول خاک به میزانی شور می‌باشد که رطوبت موجود برای گیاه (هان) قابل استفاده نمی‌باشد. در این رده خاکها به ندرت رطوبت خاک به مدت ۹۰ روز متوالی در حد ظرفیت نگهداری است. برخی از این خاکها در نواحی نیمه خشک نیز قرار دارند لیکن ویژگی جذب رطوبت کمی دارند و بدین دلیل بارندگی‌ها بیشتر به صورت روان‌آب هدر می‌روند. افق‌های ژنتیکی این رده خاکها متأثر از انتقال و رسوب نمکها، کربناتها و رس می‌باشد و یا به دلیل تجزیه و تخریب مواد اولیه (مادری) است که بعلت قابل ملاحظه نبودن میزان بارندگی انتقال نیافته‌اند. این رده خاکها اغلب در رژیم رطوبتی **اریدیک** (Aridic) تشکیل می‌گردند. لیکن گاهی در شرایط رطوبتی دیگر هم تشکیل می‌شوند. رده خاکهای اریدی سولز بطور معمول دارای افق‌های مشخصه **کمبیک** (Cambic)، **آرژلیک** (Argillic)، **ناتریک** (Natric)، **کلسیک** (Calcic)، **جیپسیک** (Gypsic) و **سالیک** (Salic) در رژیم رطوبتی **اریدیک** (Aridic) می‌باشند.

۳- شامل اراضی شالیزاری و غیرشالیزاری (زراعت برنج در تناوبهای اصلاحی خاک، اراضی و زراعی).

2 - Entisols.

۱. برای آگاهی از تعاریف افقهای مختلف خاک، تحت رده‌های مربوط به هر رده خاک و رژیمهای حرارتی و رطوبتی خاکها، توصیه می‌گردد به فرهنگ کشاورزی و منابع طبیعی، جلد دهم، خاکشناسی، گروه علوم کشاورزی- ۲۰، فرهنگستان جمهوری اسلامی ایران (۱۳۷۹) مراجعه گردد.

4 - Aridisols.

omoorepeyman.ir

این رده خاکها شامل تحت رده‌های **کرائید** (Cryids)، **سالید** (Salids)، **دیورید** (Durids)، **جیپسید** (Gypsids)، **آرجید** (Argids)، **کلسید** (Calcids) **و کمبید** (Cambids) می‌باشند که در مناطق متفاوت کشور پراکندگی دارند.

- **رده خاکهای اینسپتی سولز**[1]

این خاکها به طور معمول در مناطق سرد تا خیلی گرم مرطوب و نیمه مرطوب تشکیل می‌شوند و حداقل دارای افق‌های **کمبیک** (Cambic) و **اوکریک** (Ochric) هستند. این رده شامل خاکهای متنوعی است که می‌توانند افق‌های مشخصه متعددی داشته باشند. پراکنش این رده خاکها در زمین‌های با زهکشی خیلی ضعیف تا فوق‌العاده سریع یافت می‌گردند هر چند گسترش این رده خاکها از مناطق استوایی تا تاندورا (Tundra) ملاحظه می‌شود لیکن در هر شرایطی رژیم رطوبتی این رده خاکها نمی‌تواند **اریدیک (توریک**[2]**)** باشد. بطور کلی این رده شامل خاکهایی هستند که وضعیت تکامل پروفیلی در آن کامل نبوده و یا در شرایطی دارای افق‌های مشخصه واضحی نمی‌باشند.

این رده خاکها دارای تحت رده‌های **آکوئپت** (Aquepts)، **آنتروپت** (Anthrepts)، **کرایپت** (Cryepts)، **یوستپت** (Ustepts)، **زرپت** (Xerepts) **و یودپت** (Udepts) می‌باشند که در سطح کشور به جز در مناطقی که رژیم رطوبتی **اریدیک** (Aridic) دارند، پراکنده می‌باشند.

- **رده خاکهای مولی سولز**[3]

این رده خاکها بطور معمول دارای افق سطحی تیره رنگ، **مالیک** (Mollic) با درجه اشباع بازی قابل ملاحظه می‌باشند. در شرایطی در نیمرخ این رده خاکها افقهای **ارژلیک** (Argillic)، **ناتریک**(Natric) و یا **کلسیک** (Calcic) و به ندرت نیز افقهای **آلبیک** (Albic)، **دوری پن**(Duripan) **و یا پتروکلسیک** (Petrocalcic) دیده می‌شود. تجزیه مواد آلی در افق سطحی در شرایط وجود آهک موجب تشکیل افق **مالیک** (Mollic) با ساختمان مناسب می‌گردد که حتی در حالت خشکی نیز سخت نمی‌باشند. این رده خاکها بطور معمول حاصلخیز بوده و در مناطقی قرار دارند که میزان بارندگی (سالیانه یا فصلی) برای رشد و نمو اغلب گیاهان کافی است.

این رده خاکها دارای تحت رده‌های **آلبول** (Albolls)، **آکوئول** (Aquolls)، **رندول** (Rendolls)، **کرایول** (Cryolls)، **زرول** (Xerolls)، **یوستول** (Ustolls) **و یودول** (Udolls) می‌باشند که در بعضی نقاط کشور یافت می‌شوند.

- **رده خاکهای الفی سولز**[4]

این رده خاکها بطور معمول دارای افق‌های مشخصه **اوکریک** (Ochric) و **آرژلیک** (Argillic) می‌باشند، این رده خاکها اغلب دارای رژیم رطوبتی **یودیک** (Udic)، **یوستیک** (Ustic) و یا **زریک**(Xeric) هستند لیکن بطور عمده در شرایط رطوبتی **آکوئیک** (Aquic) قرار دارند درجه اشباع بازی این رده خاکها در حد متوسط یعنی بیش از ۳۵ درصد است. این رده خاکها دارای

omoorepeyman.ir

1 - Inceptisols.
2 - Aridic (Torric).
3 - Mollisols.
4 - Alfisols.

تحت رده‌های **آکوالف**(Aqualfs) ، **کرای آلف** (Cryalfs)، **یوستالف** (Ustalfs)، **زرالـف** (Xeralfs) **و یودالـف** (Udalfs) می‌باشند که در پاره‌ای نقاط در سطح کشور گسترش دارند.

• رده خاکهای ورتی سولز[1]

این رده خاکها بطور معمول خاکهایی با بافت سنگین تا بسیار سنگین می‌باشند و بطور کلی مقدار رس در آن بیش از ۳۰٪ است. این قبیل خاکها دارای رسهای با قابلیت انبساط و انقباض زیادی هستند و از این نظر در شرایط خشک و مرطوب شدن خاکها ترکهایی با عرض حداقل یک سانتیمتر و عمق بیش از پنجاه سانتیمتر در آنها ایجاد می‌گردد بطوری که این بهم خوردگی و ترکهای سطحی یکی از ویژگی‌های بارز این رده خاکها محسوب شده است. تکرار فرایندهای خشک و مرطوب شدن، انقباض و انبساط رس‌ها باعث می‌شود که بخشی از خاک تحت فشار جانبی قرار گرفته و به روی هم بلغزد که در نتیجه آن سطوح براق و متراکم در نیمرخ این رده خاکها ظاهر می‌شود که به پدیده "اسلیکنساید[2]" معروف است. از جهت دیگر انبساط و انقباض رس‌ها موجب می‌گردد که در سطح خاک نیز پستی و بلندی‌های کوچکی ایجاد شود که گیلگای (Gilgai) نامیده می‌شود.

در این رده خاکها یک تحت رده دارای اهمیت و گسترش بیشتری است و آن تحت رده **زرتـز**(Xererts) می‌باشد که خود مشتمل بر گروههای بزرگ **دوری زرتز** (Durixererts)، **کلسی‌زرتز**(Calcixererts) ، **هاپلو زرتز** (Haploxererts) می‌باشد که در ایران بخش عمده خاک در گروه بزرگ **کلسی زرتز** قرار دارند. این گروه بزرگ فقط یک تحت گروه بنام **کرومیک کلسی زرتز**(Chromic Calcixererts) را دارا است.

• سایر رده های خاک

- رده خاکهای هیستوسولز[3]

این رده خاکها بطور کلی مشتمل بر خاکهای آلی می‌باشند که در کشور توسعه زیادی ندارند و در مناطق مورد مطالعه خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی اغلب بصورت لکه‌های پراکنده‌ای گزارش گردیده است. بنابراین مساحت این رده خاکها در سطح کشور قابل توجه نبوده که بدین دلیل از بیان جزئیات بیشتر در مورد این قبیل خاکها اجتناب شده است.

- رده خاکهای التی سولز[4]

به این رده خاک‌ها گرچه در بعضی گزارش‌ها اشاره گردیده است لیکن سطح وسیع و پیوسته‌ای را شامل نمی‌گردند بنابراین نسبت به سایر رده‌های غالب خاکها، وسعت این قبیل خاکها در کشور قابل توجه نمی‌باشد که بدین دلیل از بیان جزئیات بیشتر در مورد این قبیل خاکها اجتناب گردیده است.

omoorepeyman.ir

1 - Vertisols.
2 - Slikenside.
3 - Histosols.
4 - Ultisols.

۲-۱۳- سطح زیرکشت، عملکرد محصول شلتوک در استانهای انتخابی کشور در رده‌های متفاوت خاک و اراضی

سطح زیرکشت انواع ارقام و واریته‌های شلتوک در کشور حدود ۶۱۱۴۵۳ هکتار گزارش شده است که از این میزان مساحت مقدار تولید سالیانه برابر با ۲/۵۴ میلیون تن می‌باشد. گسترش اراضی مورد زراعت برنج در نوزده استان گزارش گردیده که استانهای مازندران و یزد به ترتیب با دارا بودن ۲۰۰۵۸۳ و ۱۷ هکتار بیشترین و کمترین مساحت برنج کاری در کشور را دارا می‌باشند و متوسط میزان عملکرد محصول در سطح کشور ۴/۱۵۸ تن در هکتار گزارش گردید. که استانهای اصفهان و اردبیل و به ترتیب با دارا بودن عملکردهایی معادل ۵/۶۳۳ و ۱/۴۴۲ تن در هکتار در جایگاه‌های نخست و آخر (نوزدهم) قرار دارند. به رغم پراکنش جغرافیایی مناطق برنج کاری در ایران پنج استان مازندران، گیلان، گلستان، خوزستان و فارس در مجموع ۹۱/۴۱ درصد مساحت اراضی تحت کشت را دارا بوده و سهم تولید این استانها ۹۰/۷۴ درصد کل عملکرد محصول شلتوک کشور است. سهم سایر استانهای برنج کاری در ایران ۸/۵۷ درصد از زمینهای زیرکشت و ۹/۲۶ درصد از کل میزان تولید می‌باشد. بعضی اطلاعات لازم به توجه در مورد استانهای متذکره و انتخابی در جدول زیر ارایه شده است.

جدول (۲-۱۱)- برخی اطلاعات پایه‌ای و لازم به توجه در مورد استانهای انتخابی که زراعت برنج در آنها متداول است

ردیف	نام استان (منطقه)	مساحت زیرکشت زراعت برنج (هکتار)	درصد از مساحت کل اراضی برنج کاری کشور	رده‌های خاک و اراضی غالب مورد کشت زراعت برنج						میزان عملکرد شلتوک (تن در هکتار)	
				انتی سولز	اریدی سولز	اینسپتی سولز	مولی سولز	الفی سولز	ورتی سولز	عملکرد منطقه میانگین	اختلاف از میانگین کل
۱	مازندران	۲۰۰۵۸۳	۳۲/۸۰	•	–	•	•	•	•	۴/۷۰۵	+۰/۶۴۰
۲	گیلان	۱۹۸۳۲۷	۳۲/۴۳	•	–	•	•	•	–	۳/۶۳۹	−۰/۴۲۵
۳	گلستان	۵۹۴۲۶	۹/۷۲	•	•	•	•	•	•	۴/۲۸۳	+۰/۱۲۸
۴	خوزستان	۵۱۳۳۷	۸/۳۹	•	•	–	–	–	–	۳/۶۰۸	−۰/۴۵۶
۵	فارس	۴۹۳۶۰	۸/۰۷	•	•	•	–	–	–	۴/۰۸۷	+۰/۰۲۳
	جمع کل	۵۵۹۰۳۳	۹۱/۴۹	۶	۳	۴	۳	۳	۲	۴/۰۶۴ *	–

* میانگین عملکردهای منطقه‌ای (استانی) می‌باشد.

** انحراف متوسط (انحراف از میانگین) = ۰/۳۵۲۷

بطوریکه از جدول استنباط می‌گردد شرایط آب و هوایی استانهای انتخابی مورد زراعت برنج تفاوتهای قابل ملاحظه‌ای داشته و رده‌های مختلف خاک و اراضی نیز که بنحوی متأثر از شرایط اقلیمی، مواد مادری، شرایط فیزیوگرافی و ژئومرفولوژیکی، فعالیتهای موجودات زنده و عامل زمان است نیز دارای تغییرات مترتبه و در بردارنده ویژگیهای توامان اراضی خشکه زاری و شالیزاری می‌باشند. بطوریکه بخش عمده اراضی مورد زراعت برنج را رده‌های خاک انتی‌سولز و اینسپتی سولز در درجه نخست و پس از آن به ترتیب خاکهای رده مولی سولز، الفی سولز و اریدی سولز و سرانجام خاکهای رده ورتی‌سولز تشکیل می‌دهد. در کلیه استانهای انتخابی عملیات زراعت برنج مبتنی بر آبیاری اصولی و یا تکمیلی است. که بهرحال مستلزم کاربرد مقادیر معتنابهی آب آبیاری است بدین

دلیل استمرار برنج کاری در استانهای خشک و نیمه خشک کشور (از جمله فارس و خوزستان) در اراضی خشکه زاری نه تنها بدلیل کاربرد مقادیر قابل ملاحظه آب آبیاری، بلکه بدلایل اثرات بر کیفیت منابع خاک و آب (زیرزمینی آبخوانهای کم عمق با کیفیت نامطلوب) قابل تأمل و تعمق است.

دقت در مندرجات ارقام جدول بیانگر آنست که میزان عملکرد شلتوک (بطور متوسط) از میانگین کشور حتی کمتر است. بررسی آماری انحراف متوسط (انحراف از میانگین) عملکرد محصول بیانگر آنست که کران‌های کاهش یا افزایش میانگین عملکرد شلتوک در استانهایی که ۹۰/۷۴ درصد محصول را تولید می‌نماید در محدوده ۰/۳۵۲۷± ۴/۰۶۴ تن در هکتار قرار دارد که نسبت به میانگین عملکرد کشورهای آسیای جنوب شرقی (بخصوص هند، چین، ژاپن، فیلیپین و...) به میزان قابل ملاحظه‌ای کمتر است و این در شرایطی می‌باشد که در بعضی از کشورهای آسیای جنوب شرقی بارندگی‌های موسمی در فصل تابستان بخش قابل ملاحظه‌ای از نیاز آبیاری اراضی شالیزاری را بطور طبیعی تأمین می‌نماید. بهرحال با تغییر دو رویکرد: افزایش سطح زیرکشت و افزایش عملکرد محصول در واحد سطح، توجهات خاص در کشور بایستی معطوف به تولید حداکثر میزان محصول بازاء واحد آب مصرفی گردد. که دستیابی به این هدف مستلزم انجام اقدامات اصولی و زیربنایی، بهبود شرایط به‌زراعی و به‌نژادی و سرانجام اعمال مدیریتهای زراعی دقیق و علمی است.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۳

زهکشی سطحی در اراضی شالیزاری

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۳-۱- کلیات

زهکشی[1] عبارت است از جمع‌آوری و تخلیه (انتقال و دفع) آب و یا رطوبت موجود در سطح و یا نیمرخ خاک، که انجام این اقدام البته با استفاده از روش‌های غیرطبیعی (مصنوعی) مقدور می‌باشد و بدین ترتیب اراضی برای استفاده بیشتر و بهره‌برداری‌های متفاوت آماده می‌گردند. در اراضی شالیزاری زهکشی برای دفع آب مازاد در مزرعه به منظور ممانعت از استغراق کامل (آب ماندگی[2]) و فراهم آمدن شرایط مناسب در خاک مزرعه برای رشد و نمو گیاه (برنج) است. لزوم اجرای عملیات زهکشی در اراضی شالیزاری به دو منظور:

- تخلیه و دفع آب اضافی
- کنترل وضعیت حاصلخیزی خاک

می‌باشد که دستیابی به هدف نخست از طریق زهکشی سطحی و آنچه مرتبط با حفظ حاصلخیزی خاک است بوسیله زهکشی زیرزمینی به انجام می‌رسد. در کشاورزی هدف از اعمال عملیات زهکشی بطور عمده افزایش تولید محصولات (زراعی و باغی) و کاهش هزینه‌های تولید است.

عملیات زهکشی، اصلاح و بهسازی فیزیکی خاک‌ها و اراضی را می‌توان در شرایط فنی، اقتصادی- اجتماعی و اجرایی متفاوتی بوسیله انواع زهکش‌های سطحی[3]، زیرزمینی[4] و یا تلفیقی (ترکیبی) از آنها بانجام رسانید.

- زهکش‌های سطحی، مجموعه مجاری روبازی هستند که هرزآبهای آبیاری و روان‌آبهای ناشی از رگبارها را در شبکه آبیاری جمع‌آوری، هدایت و تخلیه می‌کند. شبکه زهکشی جزئی از شبکه آبیاری محسوب می‌گردد.

- زهکش‌های زیرزمینی، زهکش‌هایی هستند که آب اضافی درون مزارع را جمع‌آوری و به زهکش‌های جمع‌کننده[5] تخلیه می‌نمایند این قبیل زهکش‌ها بطور معمول به صورت لوله‌های زیرزمینی طراحی می‌شوند.

- زهکش‌های جمع‌کننده، به منظور جمع‌آوری زه‌آبهای (جریانهای)حاصل از زهکش‌های زیرزمینی و روان‌آبهای سطحی ایجاد می‌گردند و با توجه به شرایط طرح، بدین منظور می‌توان از کانالهای روباز (خاکی و درجا) و یا لوله‌های زیرزمینی (مدفون) استفاده نمود.

واضح است که در تعیین قطعی نوع زهکش‌هایی که بایستی در هر منطقه طراحی و ایجاد گردد، علل و عوامل موجد حالت‌های ماندابی بودن، زهداری، شوری و سدیمی شدن منابع خاک و اراضی (کشاورزی) نیز بایستی بطور دقیق مورد مطالعه و امعان نظر قرارگیرد.

بطور کلی زهکش‌های مزرعه‌ای می‌تواند مشتمل بر یک و یا بطور احتمالی چند مورد از انواع زیر باشد:

- زهکش‌های روباز یا نهرچه‌های باز زهکشی
- مجاری یا حفره‌های بدون پوشش زهکشی[6]

omoorepeyman.ir

1- Drainage.
2- Waterlogging.
3- Surface Drainage.
4- Subsurface Drainage.
5- Collector Drains.
6- Mole Drains.

• لوله‌های زهکشی زیرزمینی (تنبوشه‌های زهکشی) که ممکن است از انواع سفالی، سیمانی و یا پلاستیکی (صاف و یا موجدار) باشند که درعمق معینی از سطح خاک مزرعه استقرار داده می‌شوند.

هرچند در طبقه‌بندی دیگری زهکش‌های مزرعه‌ای را می‌توان به دو گروه زهکش‌های روباز و زیرزمینی (مجاری زهکشی و لوله‌های زهکشی زیرزمینی) نیز تقسیم‌بندی نمود.

۳-۲- سامانه‌های زهکشی سطحی مزرعه‌ای

زهکشی سطحی اقدامی برای تخلیه آب اضافی از روی سطح و یا بخشی از لایه سطحی نیمرخ خاک بوسیله سیستم کانال‌های باز و هدایت زه‌آبهای حاصله به محل تخلیه و دفع مناسبی است. در تعریف دیگری، زهکشی سطحی تمهیدی برای تخلیه آب اضافی از روی سطح اراضی و هدایت زه‌آبهای مربوطه به مجاری روباز طبیعی و یا احیاء شده (لایروبی، اصلاح شکل هندسی، شیب دادن طولی و عرضی به آبراهه‌های طبیعی) و یا کانالهای زهکشی احداث شده (مصنوعی)، هم چنین شکل دادن، شیب‌بندی یا تسطیح سطح اراضی و هدایت زه‌آبهای حاصله به محل‌های تخلیه و دفع مناسبی (خروجی نهایی[1]) توصیف شده است.

• خروجی نهایی، به مکان یا محلی اطلاق می‌گردد که بطور کلی جریان آبهای زهکشی به طور مستقیم و یا غیرمستقیم به آن تخلیه و دفع می‌شود. خروجی نهایی می‌تواند مسیل، رودخانه (فصلی یا دایمی)، مرداب، دریاچه و... باشد.

در اراضی مسطح مشکل (مسئله) اصلی تخلیه آبهای جمع شده در گودال‌ها، آن هم هر چند گاه یکبار (از نظر زمانی) می‌باشد لیکن در اراضی شیب‌دار بطور معمول تخلیه آب اضافی (روان آب سطحی) بدون ایجاد موارد فرسایش (آبی) خاک و اراضی مورد نظر است.

بطور کلی، یک کانال (یا نهرچه) باز بدون پوشش (خاکی) که برای اهداف زهکشی سطحی بطور مطلوبی طراحی شده باشد بایستی بخشی و یا کلیه شرایط زیر را تأمین نماید.

• میزان سرعت و جریان (آب) در آن موجب فرسایش (آبی) و یا رسوب‌گذاری (افزایش آبی) نگردد.
• برای انتقال میزان جریان طراحی شده ظرفیت مناسب را داشته باشد.
• دارای شیب طراحی شده مناسبی باشد، بطوریکه عمق آب (ارتفاع) مورد نظر را در کانال یا آبراهه فراهم آورد.
• از نظر شیب جانبی (جدار) پایداری مطلوب را حفظ نماید.
• هزینه‌های ایجاد (احداث) و نگهداری از آن در دوره بهره‌برداری بطور نسبی حداقل باشد.

کانالهای باز زهکشی بصورت قراردادی (اختیاری) تحت عناوین اصلی[2]، فرعی[3]، جانبی (لترال[4]) و نهرچه‌های مزرعه‌ای[5] نامیده می‌شوند. بنابراین یک سامانه (سیستم) زهکشی می‌تواند حسب مورد دارای پشته خاک‌ریز (سیل‌بند)، ایستگاه پمپاژ، شبکه نهرچه‌های باز زهکشی (اصلی و فرعی)، لوله‌های زهکشی زیرزمینی و نهرچه‌های زهکشی سطحی باشد که بصورت هماهنگ (موزون) طراحی گردیده باشند.

omoorepeyman.ir

1- Outlet.
2- Main Drain.
3- Sub Main Drain.
4- Lateral Drain.
5- Field Ditches.

موفقیت عملکرد یک سامانه زهکشی سطحی مزرعه‌ای فقط مرتبط با تجسس‌های میدانی (محلی و ناحیه‌ای)، اندازه‌گیری و یا محاسبه پارامترهای مورد نیاز یک طراحی دقیق و مطلوب نمی‌باشد. بلکه لزوم توجه به موارد فنی در زمینه عملیات اجرایی در دوره ساخت و موارد مربوط به نگهداری آن نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد که عطف توجه و رعایت این موارد می‌تواند متضمن عملکرد مناسب سامانه زهکشی در درازمدت باشد.

۳-۳- مطالعات تکمیلی خاکشناسی و بررسیهای زهکشی

۳-۳-۱- مقدمه

وجود نقشه‌های خاک و طبقه‌بندی اراضی از ملزومات مطالعات زهکشی محسوب می‌شوند. معمولاً به نقشه‌های خاک کمتر توجه شده و داده‌ها و نقشه‌های طبقه‌بندی اراضی بیشتر مورد استناد قرار می‌گیرند. در نقشه‌های خاک اطلاعات مفید و قابل دستیابی فراوانی وجود دارد که در نقشه‌های طبقه‌بندی اراضی ذکر نشده است که مخصوصاً در مطالعات زهکشی می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. وجود افق‌های مشخصه سطحی و زیرسطحی و نقش آنها در بعضی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک گاهی از نقشه‌های طبقه‌بندی اراضی قابل استخراج نمی‌باشند. مطالعات خاکشناسی با توجه به سطح و دقت انتخاب شده حاوی داده‌های متفاوتی می‌باشند. در فاز اجرائی قطعاً مطالعات باید بطور تفصیلی انجام شده باشد. به ندرت و با انجام مطالعات تکمیلی گاهی می‌توان از مطالعات نیمه‌تفصیلی هم استفاده نمود. بهرحال در صورت لزوم تدقیق مطالعات و تولید داده‌های مورد نیاز طراحان نظیر وجود و یا عدم وجود ساختمان، تراکم، حجم و شکل خلل و فرج، نوع کانی‌های رسی و غیره بایستی انجام شود.

۳-۳-۲- اطلاعات پایه‌ای مورد نیاز

الف- داشتن نقشه خطوط تراز سطح اراضی با تناوب ۰/۵ متر و با مقیاس ۱:۵۰۰۰ در اکثر شرایط ضروریست.

ب- مسایل زهکشی متأثر از ویژه‌گی‌های توپوگرافی، لایه زیرسطحی نفوذ ناپذیر (محدود کننده)، بالا بودن سطح ایستابی (ناشی از عمل رودخانه‌ها و یا آبراهه‌های طبیعی)، نگهداری نامطلوب کانالهای زهکشی می‌باشد. بدین دلیل ضرورت دارد که برآورد یا برداشت دقیقی از مقادیر خسارت واقعی، طی ده سال گذشته به‌درستی مورد تجسس قرار گیرد.

پ- اکثر متعلقات مرتبط به سامانه زهکشی می‌تواند برای مدت کوتاهی بحالت مستغرق (پوشیده از آب) درآید بدین دلیل میزان و تراکم حداکثر بارندگی و برآورد یا اندازه‌گیری رواناب سطحی بایستی به گونه‌ای مشخص گردند که اجزاء (متعلقات) سامانه زهکشی که براساس این اطلاعات طراحی می‌شوند بتوانند کارایی لازم برای دفع رواناب را داشته باشند.

ت- بررسی رفتار آبهای زیرزمینی (نوسانات زمانی) در اکثر شرایط از طریق مشاهده و ثبت اطلاعات قابل دستیابی از چاههای محلی امکان‌پذیر است در غیر این صورت حفر و تجهیز تعدادی چاهکهای مطالعاتی (مشاهده‌ای) برای انجام بررسیهای لازم در طول سال ضروری است.

ث- برای امکان طراحی سامانه زهکشی در اراضی شالیزاری ارقام بارندگی حداقل ده ساله ضروری می‌باشد. بدیهی است ارقام بارندگی ثبت شده برای مدت طولانی‌تر مطلوبتر خواهد بود.

omoorepeyman.ir

ج – تجسس‌های بانجام رسیده از طریق بازدیدهای میدانی و اندازه‌گیری پارامترهای مورد نیاز بایستی بروی نقشه محدوده مطالعاتی درج گردیده باشد. در این راستا شرایط زهکشی اراضی در ایام عادی و یا سیلابی (طغیانی) عندالزوم بایستی بروی نقشه مذکور ارایه گردیده باشد.

چ – در شرایطی که مشکلات مبتلابه اراضی از نظر زهکشی، معلول اثرات رودخانه و یا کانالهای باز باشد. ارتفاع سطح آب در این مجاری و در زمانهای مختلف بایستی بدقت اندازه‌گیری (یا محاسبه) و ثبت گردد.

ح – در شرایط گردآوری و ثبت ارقام و اطلاعات پایه‌ای مورد نیاز طراحی سامانه زهکشی در محدوده مورد نظر، رابطه این سامانه با سایر پروژه‌ها از قبیل: پروژه‌های آبیاری، جاده‌سازی، احداث کارخانه‌ها و یا عملیات استخراج معادن و مانند آن نیز بهتر است بانجام رسد.

در جدول (۳–۱) حداقل اطلاعات مورد نیاز برای اجرای عملیات خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی شالیزاری در محدوده‌های مورد نظر ارائه شده است.

omoorepeyman.ir

جدول (۳-۱)- حداقل اطلاعات مورد نیاز برای اجرای عملیات خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی شالیزاری در محدوده‌های مورد نظر

ردیف	شرح اطلاعات و موارد مورد نیاز	نوع مطالعات خاکشناسی و طبقه بندی اراضی		
		اجمالی	نیمه تفصیلی	تفصیلی
۱	کلاسهای خاک قابل تشخیص	۱ تا ۶	۱ تا ۶	۱ تا ۶
۲	مقیاس نقشه پایه لازم	۱:۲۵۰۰۰	۱:۱۰۰۰	۱:۵۰۰۰
۳	حداقل فاصله بین نقاط مطالعاتی (متر)	۸۰۰	۴۰۰	۲۰۰
۴	درجه دقت مطالعات (٪)	۷۵	۹۰	۹۷
۵	امکان انجام مطالعات بوسیله هر خاکشناس حرفه‌ای در روز (هکتار)	۱۰۰۰-۶۰۰	۶۰۰-۲۰۰	۲۰۰-۵۰
۶	حداقل اراضی کلاس شش قابل تفکیک در منطقه مورد مطالعه (هکتار)	۱	۰/۵	۰/۱
۷	حداقل محدوده، قابل تغییر به کلاس قابل کشت پایین تر (هکتار) *	۱۰	۵	۱
۸	حداقل محدوده، قابل تغییر به کلاس قابل کشت بالاتر (هکتار) *	۲۰	۱۰	۵
۹	تعداد نقاط مطالعاتی لازم برای حفاری به عمق ۱/۵ متری (در هر یکصد هکتار)	۲	۸	۱۰
۱۰	تعداد نقاط مطالعاتی لازم برای حفاری تا عمق حداکثر۶ متر (درهر هزار هکتار) **	۱	۴	۱۰
۱۱	تعداد پروفیل خاکشناسی و طبقه بندی اراضی برای هر کلاس در هر روش مطالعاتی، در صورت ضرورت انجام مطالعات تکمیلی (درهر هزار هکتار)	۵-۱	۱۰-۵	۲۰-۵

* در محیط GIS کاربرد مستقیم ندارد.

** در شرایطی که احداث سازه‌های آبی مطرح نباشد، عمق حفاری به ۳/۰متر تغییر می‌یابد.

omoorepeyman.ir

۳-٤- مبانی طراحی سامانه زهکشی

تعیین محدوده‌هایی که نیازمند به احداث (و یا بهبود) سامانه زهکشی دارند، مشخص نمودن الگوی زهکشی و خروجی‌های مربوطه از جمله اقدامات مهم و اولیه است. بطور معمول هر سامانه زهکشی مشتمل بر کانالهای اصلی، فرعی، فرعی ثانویه و نهرچه‌های زهکشی کمکی (تکمیلی) می‌باشد کلیه موارد گفته شده از نوع کانال یا نهرچه‌های بدون پوشش هستند. نهرچه‌های زهکشی کمکی (تکمیلی) همانند نهرچه‌های آبیاری مزرعه‌ای بایستی در محدوده مورد نظر احداث گردند. لیکن در این شرایط توجه به موارد زیر می‌تواند سودمند و مطلوب باشد.

- با بررسی نتایج حاصل از مطالعات می‌توان به علل، عوامل و راهکارهای مناسب دست یافت و نوع سامانه زهکشی یعنی ثقلی و یا زهکشی از طریق پمپاژ را مشخص نمود.
- بدلیل آنکه در شرایطی اجرای طرح زهکشی برای کلیه اراضی محدوده مسئله‌دار (بجز پروژه‌های اصلاح خاک و اراضی) ممکن است غیراقتصادی باشد بدین دلیل شرایط آب ماندگی (موقت) در بخش پائین‌دست اراضی توجیه‌پذیر می‌گردد.
- خسارت ناشی از رواداری شرایط آب ماندگی بخشی از اراضی برحسب واریته گیاه مورد زراعت، عمق یا ارتفاع آب استغراقی، طول مدت، مرحله رشد و نمو گیاه و امثال آن می‌تواند متفاوت باشد. بهرحال حداکثر ارتفاع سطح استغراقی اراضی شالیزاری می‌تواند ۳۰ سانتیمتر و گسترش این قبیل اراضی در کل محدوده پروژه فقط بایستی بالغ بر ۱۰٪ اراضی را شامل گردد.
- بروز حالت تغییر شرایط (زراعی و اکولوژیکی) پس از احداث سامانه زهکشی باید مورد امعان نظر باشد که از آن جمله می‌توان به تغییر در شرایط هیدرولیکی (افزایش میزان آب قابل دسترسی گیاه) و تغییر خصوصیات اگرونومیکی مانند جمعیت حشرات، ضرورت کاربرد کودهای شیمیایی و چگونگی رویش گیاه (هان) اشاره نمود.

۳-٤-۱- انتخاب روش زهکشی

بدیهی است که سطح آب در محدوده زهکشی (اراضی شالیزاری) مرتفع‌تر از مجاری آب‌بر طبیعی و یا رودخانه‌ها می‌باشد. بدلیل آنکه مورد نظر آنست که زه‌آبها (آبهای زهکشی) به‌طریق ثقلی به مجاری خروجی مذکور تخلیه شود. در حالتی که ظرفیت مجاری زهکشی غیرکافی باشد، توسعه و بهبود وضعیت کانالهای زهکشی موجود، تغییر بخشی از محدوده زهکشی و یا احداث (ساخت) کانالهای جدید ضروری خواهد بود. با معلوم بودن منشاء آب در اکثر حالت‌ها می‌توان کمیت چنین منابعی را کاهش داد. در حالت مشخص بودن منشاء در بسیاری شرایط امکان برآورد کمیت میزان آبی که بایستی تخلیه و دفع گردد، فراهم است و در اغلب حالت‌ها زهکشی اراضی را می‌توان با حداقل مخارج از طریق زهکش حایل (یا قطع کننده) جریان قبل از آنکه به محدوده مورد نظر وارد شود، بانجام رسانید. در بعضی سامانه‌های زهکشی کمبود ظرفیت جریان خروجی در سازه‌های تخلیه و دفع (خروجی) ممکن ا ست وجود داشته باشد.

سطح آب در محدوده خارج از سامانه زهکشی در ایام طغیانی یا سیلابی بودن جریان در آبراهه‌ها، در دوره حداکثر ریزش باران وجود دارد که در این شرایط تعبیه نوعی دریچه (یکطرفه یا سیلابی) برای جلوگیری از ورود آبهای سیلابی به اراضی محدوده مورد زهکشی ضرورت دارد. در بعضی شرایط ایجاد (ساخت) سیل بند و یا تغییر مکان سازه خروجی نیز می‌تواند مؤثر باشد.

omoorepeyman.ir

هرچند سطح آب در اراضی شالیزاری بطور معمول پایین‌تر از ارتفاع سطح آب در مناطق مرتفع هم‌جوار و خارج از محدوده زهکشی است که دلیل آن کمی شیب یا بدون شیب (اراضی پست) بودن اراضی محدود مورد زهکشی است. تأسیسات تخلیه و دفع آب که از طریق نصب دریچه‌های جزر و مدی و یا تجهیزات پمپاژ بانجام می‌رسد می‌تواند در نهایت به تخلیه و دفع آبهای (زهکشی) جمع‌آوری شده کمک نماید.

۳-٤-۱-۱- موارد مرتبط با طراحی سامانه زهکشی باز

- **مقادیر ارتفاع مجاز آب استغراقی بروی سطح مزرعه**

شرط برقراری حالت کامل زهکشی در اکثر موارد در اراضی شالیزاری از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر نمی‌باشد. بنابراین در شرایط متعارف طراحی سامانه‌های زهکشی، در نظر گرفتن مقادیر ارتفاع مجاز آب استغراقی بروی سطح مزرعه اقدامی متداول است. هرچند مقادیر ارتفاع (عمق) مجاز آب استغراقی و زمان اعمال آن بطور قابل ملاحظه‌ای با دوره رشد و نمو گیاه (برنج) متغیر می‌باشد. بعنوان مثال، خسارت عمده سیلگیری به اراضی شالیزاری در صورتی که در دوره خوشه بستن بوقوع بپیوندد و زمان استغراق (آب) بیش از دو روز به طول بیانجامد، خسارت ناشی از آن بروی رشد و نمو گیاه بسیار جدی می‌باشد. در جدول (۳-۲) رابطه بین کاهش عملکرد محصول و شرایط سیلگیری (آب گرفتگی) اراضی شالیزاری نشان داده شد، است.

جدول (۳-۲)- شرایط سیلگیری (آب گرفتگی) اراضی شالیزاری و کاهش عملکرد محصول
(ارقام متن جدول برحسب درصد)

ردیف	مرحله رشد و نمو گیاه برنج	نوع استغراق	ایام سیلگیری یا آب ماندگی (روز)			
			۱-۲	۳-٤	۵-۷	>۷
۱	۲۰ روز پس از نشاءکاری تا تشکیل خوشه های جوان	استغراق کامل بوسیله آب صاف (زلال)	۱۰	۲۰	۳۰	۳۵
۲	تشکیل خوشه‌های جوان *	بخشی از گیاه در حالت استغراق بوسیله آب صاف **	۱۰	۳۰	۶۵	۹۰-۱۰۰
		بخشی از گیاه در حالت استغراق بوسیله آب گل‌آلود **	۲۰	۵۰	۸۵	۹۰-۱۰۰
		بطور کامل در حالت استغراق بوسیله آب صاف	۲۵	۴۵	۸۰	۸۰-۱۰۰
		بطور کامل در حالت استغراق بوسیله آب گل‌آلود	۷۰	۸۰	۸۵	۹۰-۱۰۰
۳	مرحله خوشه بستن	استغراق کامل بوسیله آب گل‌آلود	۳۰	۸۰	۹۰	۹۰-۱۰۰
		استغراق کامل بوسیله آب صاف (زلال)	۱۵	۲۵	۳۰	۷۰
۴	مرحله رسیدن دانه‌ها	استغراق کامل بوسیله آب گل‌آلود	۵	۲۰	۳۰	۳۰
		استغراق کامل بوسیله آب صاف (زلال)	۰	۱۵	۲۰	۲۰

* فقط ۵۰٪ کاهش عملکرد محصول ارایه شده در جدول مشروط به طول دوره استغراق به مدت $\frac{۱}{۲}$ روز می‌باشد.

** بخشی از گیاه به معنی اینکه برگهای با طول ۱۵-۹ سانتیمتر بالای سطح آب قرار می‌گیرند.

در مناطقی که بارندگی‌های متراکم (شدید) در اوایل فصل تابستان بوقوع می‌پیوندد که در آن ایام طول بوته‌های گیاه برنج به حدود ۰/۸-۰/۴ متر بالغ می‌گردد بنابراین ارتفاع (عمق) مجاز آب استغراقی بروی سطح مزرعه در حد ۰/۳ متر به مدت فقط ۲-۱ روز تجربه و تعیین شده است.

omoorepeyman.ir

• بارندگی طرح

مقدار باران طرح نه تنها از دیدگاه اگروتکنیکی بلکه از جنبه‌های توجیه اقتصادی نیز بررسی و تعیین می‌گردد. بطور معمول بارندگی‌های شدید (متراکم) با دوره تناوب (بازگشت) ۱۰-۵ ساله (۱/۵ تا ۱/۱۰) مورد توجه قرار می‌گیرند* و در شرایطی که موارد کنترل سیلاب‌ها در سطوح وسیع مورد نظر باشد مقدار بارندگی روزانه و در مواقع ضروری بطور ساعتی مورد استفاده واقع می‌شود بخصوص در شرایطی که در محدوده مورد نظر استغراق موقت و کوتاه مدت متصور باشد، لیکن بارندگی‌های مستمر (پیوسته) موجبات به تأخیر افتادن (تعویق) پدیده سیلگیری (آب گرفتگی) اراضی می‌گردد.

بطور کلی در اکثر مواقع فقط ارقام بارندگی روزانه (۲۴ ساعته) قابل دسترسی است. لیکن طول دوره بحرانی بارندگی می‌تواند ۱۲-۶ ساعت باشد. علاوه بر آن بایستی متذکر شد بارندگی‌های رگباری (شدید) طی این دوره زمانی در اکثر شرایط بوقوع می‌پیوندد. امکان برآورد مقادیر بارندگی برای این دوره زمانی کوتاه با استفاده از ضرایب ارایه شده زیر مقدور است.

$$\left.\begin{aligned} P_6 / P_{24} &= 0.50 - 0.70 \\ P_{12} / P_{24} &= 0.60 - 0.80 \end{aligned}\right\} \quad (۱-۳)$$

که در آن:

P_6، مقادیر بارندگی برآورد شده شش ساعته (میلیمتر)

$P_{۱۲}$، مقادیر بارندگی برآورد شده دوازده ساعته (میلیمتر)

$P_{۲۴}$، مقادیر بارندگی روزانه مشاهده شده (۲۴ ساعته) (میلیمتر)

توزیع مقادیر بارندگی تجمعی شش ساعته را نیز می‌توان با کاربرد ضرایب ارایه شده در جدول زیر محاسبه نمود.**

جدول (۳-۳)- الگوی (مدل) توزیع مقدار بارندگی تجمعی شش ساعته

زمان (ساعت)	۰/۰	۰/۵۰	۱/۰	۱/۵	۲/۰	۲/۵	۳/۰	۳/۵	۴/۰	۴/۵	۵/۰	۵/۵	۶/۰
درصد از بارندگی	۰	۲	۸	۱۵	۲۲	۶۰	۷۰	۷۸	۸۴	۸۸	۹۲	۹۶	۱۰۰

در شرایطی که فقط ارقام بارندگی با دوره بازگشت یکساله قابل دسترسی باشد، برآورد مقادیر بارندگی برای دوره‌های بازگشت پنج ($Tr۵$) و ده ($Tr۱۰$) ساله را با کاربرد ضرایب ارایه شده زیر می‌توان بانجام رسانید.

$$\left.\begin{aligned} P_{Tr5} / P_{Tr1} &= 1.5 - 2.0 \\ P_{Tr10} / P_{Tr1} &= 1.7 - 2.5 \end{aligned}\right\} \quad (۲-۳)$$

در روابط گفته شده:

$P_{Tr۱}$، میزان بارندگی با دوره بازگشت یکساله (میلیمتر)

$P_{Tr۵}$، مقدار بارندگی با دوره بازگشت پنج ساله (میلیمتر)

* برای پروژه‌های وسیع تجهیز و نوسازی مزارع و یا احداث سامانه‌های آبیاری و زهکشی با مساحت قابل ملاحظه بهتر است دوره تناوب (بازگشت) ۳۰-۱۰ ساله (۱/۱۰ تا ۱/۳۰) در نظر گرفته شود.

** سازمان بین المللی هواشناسی (۱۹۷۴).

omoorepeyman.ir

$P_{Tr۱۰}$، مقدار بارندگی با دوره بازگشت ده ساله (میلیمتر)

برای ذوب برفهای انباشته شده بروی خاکهای یخ زده بایستی انتظار داشت که کل میزان بارشهای تجمعی که نازل خواهد شد، طی ادوار یخبندان‌های بعدی بصورت برف باقی بماند و تنها بخش کمی از آن تبخیر تصعیدی می‌گردد و مقادیر باقیمانده آن طی چند روز پس از خاتمه دوره یخبندان به شکل رواناب سطحی جاری خواهد شد.

• رواناب و ضریب رواناب سطحی

اصول پایه‌ای مفهوم رواناب سطحی مبتنی بر رابطه "بیلان آب" می‌باشد زیرا مقادیر بارندگی مازاد که بایستی بصورت مقدماتی طی یک دوره زمانی بحرانی تخلیه (زهکشی) گردد از طریق کاربرد رابطه بیلان آب سطحی قابل برآورد است.

$$S_r = P - E - Inf \qquad (۳-۳)$$

که در آن:

E، تبخیر مستقیم (میلیمتر)

Inf، نفود به درون نیمرخ خاک (میلیمتر)

P، بارندگی کل (میلیمتر)

S_r، میزان آب مازاد (اضافی) باقیمانده برروی سطح خاک که به صورت رواناب در می‌آید (میلیمتر)

مقدار آب مازاد (اضافی) سطحی در اراضی شیب‌دار بطور معمول بصورت آزاد جریان (زهکشی) می‌یابد، لیکن در اراضی مسطح در اکثر حالت‌ها رواناب از طریق سیستم زهکشی سطحی (D_S) جمع‌آوری و تخلیه می‌گردد. بخشی از آب نفوذ کرده در نیمرخ خاک در شرایطی بصورت جریان زیرسطحی (D_i) انتقال می‌یابد، لیکن سهم قابل ملاحظه‌ای از آن صرف جبران کمبود رطوبت ناحیه غیراشباع در ستون خاک گردیده (ΔW)و یا بصورت تراوشات عمقی آب زیرزمینی را تغذیه می‌نماید (R). در شرایطی که وضعیت زهکشی طبیعی (داخلی) خاک نامناسب باشد، ضرورت احداث سامانه زهکشی زیرزمینی وجود خواهد داشت (D_r). با توجه به موارد بیان شده ملاحظه می‌گردد که میزان تبخیر (E) طی مدت زمانی معادل چند ساعت (دوره بارندگی و تولید رواناب) در مقایسه با سایر مؤلفه‌های بیلان آبی ناچیز است و می‌توان از آن صرفنظر نمود و بدین ترتیب سایر اجزاء مندرج در معادله (۳-۳) را می‌توان بصورت زیر ارایه داد.

$$\left.\begin{aligned} &S_r \rightarrow D_s \\ &Inf = (D_i + \Delta W + R) \\ &R \rightarrow D_r \end{aligned}\right\} \qquad (۴-۳)$$

مقدار بارندگی مورد انتظار را با تناوب وقوع مجدد (Tr) برای یک دوره بحرانی می‌توان از ارقام هواشناسی برآورد نمود. مقادیر بارش‌های فوق‌العاده زیاد را بایستی به کمک روش ارایه شده بوسیله گمبل[1] پیش‌بینی نمود.

از دیدگاه و ملاحظات زهکشی (سطحی) دو نوع ضریب رواناب سطحی وجود دارد که عبارتند از:

– نسبت بارندگی به روان آب مربوطه، و

– نسبت بارندگی حداکثر به حداکثر میزان سیلاب

مورد نخست بطور معمول برای محدوده‌های وسیع در اراضی غیر مرتفع (پست) کاربرد دارد در حالیکه مورد دوم برای برآورد

1 - Gumbel's Method.

omoorepeyman.ir

سیلاب حداکثر که بوسیله بارندگی‌های متراکم در دوره‌های زمانی کوتاه‌مدت بوقوع می‌پیوندد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳-٤-۱-۲- برآورد دبی تخلیه در اراضی شیب‌دار*

روش‌های مورد استفاده در محاسبه دبی‌های طراحی تخلیه، بطور قابل ملاحظه‌ای با وضعیت توپوگرافی منطقه مورد نظر تفاوت می‌نماید. سیستم‌های زهکشی سطحی در اراضی مسطح برای انتقال و دفع مقادیر معینی حجم رواناب طی مدت زمان محدودی که از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر باشد، به انجام می‌رسد. لیکن در اراضی شیب‌دار، سیستم‌های زهکشی سطحی بایستی مقدار روان آب حداکثر را آن هم با احتمال وقوع مجدد مشخص تخلیه و دفع نماید. چنین مقادیر رواناب حداکثری به طور معمول از طریق الگوی زهکشی طبیعی حوضه آبخیز مشخص می‌گردد که روشهای دستیابی و محاسبه میزان دبی در دو حالت متذکره از نظر اصولی متفاوت می‌باشند.

روشی که در زیر ارائه می‌شود مرتبط با حوضه‌های زهکشی کشاورزی با مساحت کم، در ارتباط با بارندگی‌هائی با شدت زیاد که در مدت کوتاهی اتفاق می‌افتد، است و در این حوضه‌ها اثرات کاربری اراضی برروی رابطه « بارندگی- رواناب» تحت تاثیر جریان‌های آبراهه‌ای و یا ذخیره آب‌های زیرزمینی قرار نمی‌گیرد.

- **روش استدلالی یا منطقی[1]**

این روش از لحاظ نظری ممکن است فقط در شرایط ویژه‌ای که برای آن بنیان شده است، کاربرد داشته باشد. هر چند این روش دارای مبانی مجرّد نظری نمی‌باشند، لیکن می‌توان آن را به عنوان ابزاری برای برآورد روانابهای حداکثر در حوضه‌های کشاورزی کوچک که معمولاً در مورد آنها ارقام هیدرولوژیکی کافی وجود ندارد، بکار برد.

- **مبانی**

با احتمال وقوع مجدد یکسان، متوسط حداکثر شدت بارندگی با افزایش دوره تناوب مورد نظر کاهش خواهد یافت (منحنی‌های شدت- فراوانی بارندگی[2]). هرگاه مدت بارندگی از زمان تمرکز[3] بیشتر شود، بطوری که دوره زمانی بین شروع بارندگی و زمانی که تمامی اراضی بالادست نقطه خروجی ، مشتمل بر رواناب باشند ، متوسط شدت بارندگی کمتر از متوسط شدت آن طی مدت زمان برابر با زمان تمرکز خواهد بود. در نتیجه به دلیل آنکه کلیه اراضی در حال تولید رواناب خواهند بود، میزان رواناب حوضه آبخیز کمتر است. از جهت دیگر هرگاه مدت بارندگی کمتر از زمان تمرکز باشد، شدت بارندگی مورد نظر بیشتر خواهد بود، لیکن فقط بخشی از اراضی حوضه آبخیز در حال تولید رواناب خواهند بود.

بدین ترتیب می‌توان نتیجه‌گیری نمود که حداکثر میزان رواناب[4] زمانی حاصل می‌شود که دوره بارندگی معادل با زمان تمرکز در حوضه آبخیز باشد. مفاهیم بیان شده را از نظر ریاضی می‌توان به شرح زیر و به عنوان رابطه استدلالی یا منطقی ارائه نمود.

$$Q_p = 0.0028\ C.I.A \qquad (۵-۳)$$

که در آن :

* برای آگاهی تفصیلی به مندرجات پیش‌نویس " راهنمای برآورد رواناب در طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی" نشریه ۲۸۳- الف، دفتر استاندارد مهندسی آب- وزارت نیرو (۱۳۸۳) مراجعه شود.

1- Rational Method.
2- Rainfall Intensity Frequency Curves.
3- Time of Concentration.
4- Peak Runoff Rate.

omoorepeyman.ir

Q_p ، حداکثر میزان رواناب (مترمکعب در ثانیه)

C ، ضریب رواناب (بدون بعد، مثبت و کوچکتر از واحد)

I ، متوسط شدت بارندگی طی مدتی برابر با زمان تمرکز (میلیمتر در ساعت)

A ، مساحت اراضی حوضه آبخیز (هکتار)

توجه : امکان ارایه حداکثر میزان رواناب (Q_p) برحسب واحدهای دیگری از طریق کاربرد ضریب تبدیل متناسب و مربوطه به بیان مقادیر متفاوت واحدهای (A) و (I) نیز وجود دارد.

• تعیین زمان تمرکز (T_C)

زمان تمرکز طبق تعریف به دوره زمانی بین شروع بارندگی و لحظه‌ای گفته می‌شود که کلیه محدوده مورد نظر و بالادست نقطه خروجی رواناب تولید می‌نماید. طبق تعریف دیگری، زمان تمرکز دوره زمانی لازم در آبراهه (کانال) و در محل شاخص اندازه‌گیری (جریان) است که سطح آب در آن از مقدار کم و موجود و یا جریان پایه به حالت حداکثر افزایش می‌یابد. طبق تعاریف بیان شده رابطه تجربی زیر ارائه شده است[1].

$$T_C = 0.0195\,(K)^{0.77} = 0.0195^{0.77} \cdot S^{-0.385} \qquad (۶-۳)$$

که در آن :

$K = \frac{L}{\sqrt{S}}$ و $S = \frac{H}{L}$ (شیب برحسب متر بر متر)

T_C ، زمان تمرکز برحسب (دقیقه)

L، حداکثر طول آبراهه در حوضه آبخیز (متر)

H، اختلاف ارتفاع بین دورترین نقطه تا محل خروجی (متر)

برآورد بسیار دقیق از زمان تمرکز را می‌توان بطور مستقیم از اندازه‌گیری سطح آب در کانال یا آبراهه مربوط به حوضه آبخیز بدست آورد مشروط برآنکه شرایط زهکشی طبیعی بالای نقطه خروجی بدون تغییر باقی بماند. هرگاه پروژه اهمیت کافی را نداشته باشد و مدت زمان لازم نیز برای تجزیه و تحلیل رقوم اندازه‌گیری شده موجود نباشد می‌توان از رابطه تجربی بیان شده استفاده نمود. در جدول زیر، موارد محاسبه شده زمان تمرکز برای مقادیر متفاوت حداکثر طول و شیب‌های مختلف حوضه‌های آبخیز کوچک ارایه شده است.

omoorepeyman.ir

1- Kirpich (1940).

جدول (۳-٤)- مقادیر متفاوت زمان تمرکز (T_C) برای حوضه‌های آبخیز کوچک

ردیف	حداکثر طول آبراهه (متر)	شیب اراضی حوضه آبخیز					
		۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۱۰	۰/۰۲۰	۰/۰۵۰
		زمان تمرکز (T_C) برحسب دقیقه					
۱	۱۵۰	۱۷	۱۳	۷	۶	۴	۳
۲	۳۰۰	۲۹	۲۳	۱۲	۹	۷	۵
۳	۶۰۰	۵۰	۳۸	۲۱	۱۶	۱۲	۹
۴	۱۲۰۰	۸۵	۶۵	۳۵	۲۷	۲۱	۱۵
۵	۱۸۰۰	۱۱۷	۸۹	۴۸	۳۷	۲۸	۲۰
۶	۲۴۰۰	۱۴۶	۱۱۲	۶۰	۴۶	۳۵	۲۵
۷	۳۰۰۰	۱۷۳	۱۳۳	۷۱	۵۵	۴۲	۲۹
۸	۶۰۰۰	۲۹۵	۲۲۶	۱۲۲	۹۳	۷۱	۵۰

* محاسبه شده از معادله (۳-۶)

• شدت میزان بارندگی (I)

بطور کلی، برای یک میزان فراوانی مشخص، شدت بارندگی (I) را برای زمان تمرکز (T_C) می‌توان از منحنی‌های «فراوانی – مدت بارندگی[1] » بدست آورد. از طرفی در روش استدلالی یا منطقی، شدت میزان بارندگی در طول مدت بارش بایستی یکنواخت باشد و بارندگی تمامی سطح حوضه آبخیز را بپوشاند (توزیع یکنواخت در زمان و مکان). بدین دلیل است که موارد کاربرد این روش فقط برای حوضه‌های کوچک توصیه شده است. هم چنین شدت بارندگی برحسب دوره بازگشت طرح انتخاب می‌گردد و مدت بارندگی معادل با زمان تمرکز حوضه آبخیز انتخاب می‌شود (بدین ترتیب بایستی $T_r \geq T_C$ انتخاب گردد که در آن T_r طول مدت بارندگی است).

• تعیین ضریب رواناب (C)

کلیه عواملی که به روی رواناب سطحی موثر هستند به جز موارد مرتبط با مساحت اراضی حوضه آبخیز (A) و شدت بارندگی (I) در مقدار ضریب رواناب (C) در نظر گرفته می‌شوند. ضریب رواناب سطحی به ویژگی‌های هندسی، پوشش گیاهی، وضعیت خاک، میزان رطوبت اولیه خاک، شدت نفوذ اراضی حوضه و سرانجام میزان بارندگی حوضه آبخیز وابسته است.

از طرفی ضریب رواناب با شدت بارندگی رابطه مستقیمی دارد و تابعی از میزان نفوذ سطحی حوضه آبخیز است. رابطه بین ضریب رواناب (C) و شدت بارندگی (I) غیرخطی می‌باشد. آزمایشهای بانجام رسیده نمایانگر آنست که مقدار رواناب با افزایش شدت بارندگی، افزایش می‌یابد. در جدول زیر، رابطه ضریب رواناب (C) با شدت بارندگی را برای خاکهای با نفوذپذیری نسبتاً زیاد (متوسط) نشان می‌دهد.

omoorepeyman.ir

1- Rainfall – Frequency – Duration.

جدول (۳-۵)- ضریب رواناب (C) برای حوضه‌های آبخیز (خاکهای گروه B)

ردیف	نوع گیاه و شرایط هیدرولوژیکی (وضعیت حوضه آبخیز)	ضرایب رواناب برای شدت‌های متفاوت بارندگی		
		۲۵ (میلیمتردرساعت)	۱۰۰ (میلیمتردرساعت)	۲۰۰ (میلیمتردرساعت)
۱	زراعت ردیفی- عملیات زراعی ضعیف	۰/۶۳	۰/۶۵	۰/۶۶
۲	زراعت ردیفی- عملیات زراعی خوب	۰/۴۷	۰/۵۶	۰/۶۲
۳	گیاهان دانه‌ریز- عملیات زراعی ضعیف	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸
۴	گیاهان دانه‌ریز- عملیات زراعی خوب	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۲۲
۵	چمن‌زار در تناوب زراعی- وضعیت خوب	۰/۲۹	۰/۳۶	۰/۳۸
۶	مراتع دایمی- وضعیت خوب	۰/۰۲	۰/۱۷	۰/۲۳
۷	باغ و درختستان- وضعیت خوب	۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۱۵

* ضریب رواناب (C) جهت کاربرد در معادله منطقی یا استدلالی موضوع معادله (۳-۶)

تذکر: گروه هیدرولوژیکی خاکهای (B)، دارای توانمندی تولید رواناب متوسط، وضعیت نفوذپذیری متوسط، خاکهای با بافت نسبتاً ریز تا نسبتاً درشت و عمق متوسط، وضعیت زهکشی طبیعی متوسط تا خوب و دارای سرعت نفوذ نهایی ۴-۸ میلیمتر در ساعت می‌باشند.

ضریب رواناب را می‌توان بصورت زیر نیز ارایه نمود:

$$C = \frac{Q_P}{A.I} \qquad (۳-۷)$$

با اندازه‌گیری یا محاسبه شدت بارندگی (I) و حداکثر میزان دبی رواناب (Q_P) و با استفاده از معادله گفته شده می‌توان ضریب رواناب (C) را محاسبه نمود. برای شرایط آرمانی مقدار (C) را می‌توان نمایانگر "نسبت حجم رواناب به حجم بارندگی" در نظر گرفت یعنی :

$$C = \frac{Q_P}{A.I} = \frac{2T_c \cdot \frac{1}{2} Q_P}{A.I.T_c} = \frac{\text{حجم رواناب}}{\text{حجم بارندگی}} \qquad (۳-۸)$$

که در آن کلیه علائم قبلاً تعریف شده‌اند.

به دلیل آنکه شرایط بندرت آرمانی است، در نتیجه مقدار (C) می‌تواند به میزان معنی‌داری کمتر از نسبت حجم رواناب به حجم بارندگی باشد.

حوضه‌های آبخیز کشاورزی کوچک و یا قطعات مجزا شده را می‌توان برای اندازه‌گیری ضریب رواناب (C) در شرایطی که مدت بارندگی مساوی یا زیادتر از زمان تمرکز باشد بکار برد. قطعات مجزا شده این مزیت را دارد که برای هر میزان بارندگی که طولانی‌تر از زمان تمرکز باشد و همچنین شرایط خاک (اشباع بودن) را می‌توان تا حدودی کنترل و به اراضی وسیعتری تعمیم داد. حوضه‌های آبخیز کوچک از جهت دیگر در اکثر حالت‌ها، معرف مناسبی از شرایط مورد نظر است، لیکن دارای این مشکل می‌باشند که بایستی منتظر ریزش باران برروی خاک‌های اشباع، آنهم برای دوره زمانی طولانی‌تر از زمان تمرکز حوضه آبخیز بود.

omoorepeyman.ir

یکی از مشکلات تجزیه و تحلیل مقدار ضریب رواناب (C) آن است که از لحظه‌ای به لحظه دیگر به دلیل تغییر در عوامل مؤثر برروی رواناب سطحی و بخصوص در رابطه با شرایط رطوبتی خاک متغیر است. برای طراحی سیستم‌های زهکشی سطحی، معمولاً مقادیری بکار گرفته می‌شود که مرتبط با خاک‌های اشباع و در زمانی است که بارندگی آغاز می‌شود و این بدان معنی می‌باشد که بایستی نوعی عامل شناخته نشده را به عنوان "ضریب اطمینان" معرفی نمود تا نقیصه عدم بارش همیشگی را بر روی خاک‌های اشباع تعدیل نمود. مقادیر ضرایب رواناب (C) که به طور گسترده‌ای بکار می‌رود در جدول زیر ارائه شده است.

جدول (۳-٦) مقادیر ضریب رواناب (C) برای کاربرد در معادله استدلالی یا منطقی

ردیف	کاربری اراضی	شیب اراضی (٪)	قابلیت نفوذپذیری خاک‌ها		
			زیاد *	متوسط *	کم *
۱	جنگل	۵ – ۰	۰/ ۱۰	۰/ ۳۰	۰/ ۴۰
۲		۱۰ – ۵	۰/ ۲۵	۰/ ۳۵	۰/ ۵۰
۳		۳۰ – ۱۰	۰/ ۳۰	۰/ ۵۰	۰/ ۶۰
۴	مرتع	۵ – ۰	۰/ ۱۰	۰/ ۳۰	۰/ ۴۰
۵		۱۰ – ۵	۰/ ۱۵	۰/ ۳۵	۰/ ۵۵
۶		۳۰ – ۱۰	۰/ ۲۰	۰/ ۴۰	۰/ ۶۰
۷	اراضی قابل کشت	۵ – ۰	۰/ ۳۰	۰/ ۵۰	۰/ ۵۰
۸		۱۰ – ۵	۰/ ۴۰	۰/ ۶۰	۰/ ۷۰
۹		۳۰ – ۱۰	۰/ ۵۰	۰/ ۷۰	۰/ ۸۰

* قابلیت نفوذپذیری خاک‌ها (زیاد، متوسط و کم) به ترتیب مترادف با بافت (تیپ) خاک‌های: لومی شنی، رسی– لومی سیلتی و رسی فشرده می‌باشد.

از آنجائی که، حوضه‌های آبخیز به ندرت همگن می‌باشند، بهتر آنست که کل محدوده حوضه مورد نظر را به چند قسمت همگن تفکیک نموده و سپس با عنایت بر عوامل متغیر (تیپ خاکها، درصد شیب اراضی و نوع کاربری آنها) برای هر زیربخش مقدار ضریب رواناب مربوطه (C) را تعیین نموده و نسبت به محاسبه "میانگین وزنی" برای کل اراضی محدوده مورد نظر اقدام نمود.

در جداول زیر ضرایب روان آب (C) برای بعضی حوضه‌های آبخیز رودخانه‌ای و روان‌آب سطحی در مزارع شالیزاری برای کاربرد در رابطه "استدلالی یا منطقی" ارایه شده است.

omoorepeyman.ir

جدول (۳-۷)- ضرایب رواناب بعضی حوضه‌های آبخیز رودخانه‌ای

ردیف	ویژگی‌های توپوگرافی حوضه	ضریب رواناب سطحی (C)
یک	کوهستانی با شیب تند	۰/۷۵-۰/۹۰
دو	مناطق جنگلی	۰/۵۰-۰/۷۵
سه	اراضی پست (غیرمرتفع) و مسطح	۰/۴۵-۰/۶۰
چهار	شالیزارهای مورد کشت و آبیاری	۰/۷۰-۰/۸۰
پنج	رودخانه های کوچک در دشت	۰/۴۵-۰/۷۰
شش	رودخانه های بزرگ در دشت	۰/۵۰-۰/۷۰

جدول (۳-۸)- ضرایب رواناب سطحی در مزارع شالیزاری برای کاربرد در معادله مربوطه

ردیف	مساحت مزارع شالیزاری (هکتار)	تعداد ساعات بارندگی	طول مدت تخلیه یا زهکشی- ساعت (T)	ضریب رواناب سطحی (C)
۱	۵۰ ≈ تراس بندی شده	۴	۴	۰/۴-۰/۷
۲	<۱۰۰	۲۴	۲۴	۰/۵-۰/۸
۳	<۵۰۰	۲۴	۲۴	۰/۴-۰/۷
۴	<۱۰۰۰	۲۴	۴۸	۰/۶-۰/۸

• پیش بینی وقوع سیلاب یا آب گرفتگی

بطوریکه قبلاً گفته شد حوضه‌های کشاورزی کوچک معمولاً دارای ارقام هیدرولوژیکی کافی نمی‌باشند بنابراین برای برآورد دبی تخلیه در اراضی شیب‌دار بناچار بایستی از روشهای ساده‌ای مانند "روش استدلالی یا منطقی" استفاده نمود. برای برآورد دبی سیلابی که منتج به آب گرفتگی اراضی (خشکه زاری و شالیزاری) می‌گردد نیز می‌توان از رابطه گفته شده که بشرح زیر است استفاده نمود:

$$Q_P = \frac{1}{3.6}.C.I.A \qquad (۹-۳)$$

که در آن:

Q_P، حداکثر میزان رواناب (مترمکعب در ثانیه)

C، ضریب رواناب (بدون بُعد مثبت و کوچکتر از واحد)

I، متوسط شدت بارندگی و آن متوسط میزان بارندگی در اثناء وقوع سیلاب است (میلیمتر در ساعت)

A، مساحت حوضه آبخیز (کیلومترمربع)

سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (FAO) برای برآورد شدت بارندگی رابطه زیر را ارایه نموده است:

omoorepeyman.ir

$$I = \frac{P_{24}}{24}\left(\frac{24}{T}\right)^{0.67} \qquad (۱۰-۳)$$

معادله بالا را می‌توان بصورت ساده زیر نیز ارایه داد:

$$I = 0.347 \,.\, P_{24} \,.\, T^{-0.67} \qquad (۱۱-۳)$$

که در آن:

P_{24}، حداکثر میزان بارندگی روزانه (میلیمتر)

T، زمان وقوع سیلاب (ساعت)

برای محاسبه T برحسب ساعت رابطه زیر پیشنهاد گردیده است[1]:

$$\mathrm{T} = \frac{\mathrm{L}}{\mathrm{V}} \qquad (۱۲-۳)$$

که در این رابطه:

T، زمان وقوع سیلاب (ساعت)

L، فاصله دورترین نقطه‌ای که رودخانه یا آبراهه طبیعی شکل می‌گیرد تا محل اندازه‌گیری، فاصله افقی (متر)

V، سرعت جریان سیلاب (متربرثانیه) که از رابطه زیر قابل محاسبه می‌باشد.

$$V = 20\left(\frac{H}{L}\right)^{0.6} \qquad (۱۳-۳)$$

که در آن:

H، اختلاف ارتفاع نقطه شروع جریان (سیلاب) تا محل اندازه‌گیری (متر)

در شرایطی که مقادیر L و H برحسب کیلومتر بیان شوند، میزان سرعت جریان سیلاب (کیلومتر در ساعت) از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$V = 72\left(\frac{H}{L}\right)^{0.6} \qquad (۱۴-۳)$$

توجه: برای حوضه‌های آبخیز کوچک و متوسط، با کاربرد مقادیر L و H در سیستم متریک و جایگزینی آن در معادله (۳-۶) زمان تمرکز برحسب دقیقه بدست می‌آید که پس از تبدیل آن به ساعت و لحاظ نمودن آن در رابطه (۳-۱۰) و یا (۳-۱۱) می‌توان به طور تقریبی مقدار متوسط شدت بارندگی را از میزان بارندگی روزانه P_{24} "برحسب میلیمتر در ساعت" برآورد نمود.

omoorepeyman.ir

1- Rziha's Equation.

۳-٤-۱-۳- محاسبات دبی طراحی برای اراضی مسطح *

اراضی مسطح که در این مبحث مورد نظر است، بطور معمول حوضه‌های آبخیز کوچک کشاورزی و آبیاری می‌باشند که متوسط شیب اراضی آنها کمتر از ۱٪ باشد. در این شرایط چنین سوالی مطرح نیست که مقدار حداکثر رواناب با دوره بازگشت مشخص چقدر می‌باشد. لیکن سوال این است که دوره زمانی لازم (تناوب زمانی) برای تخلیه حجم مشخصی آب اضافی سطحی که با میزان احتمال وقوع مشخصی بوجود می‌آید، چقدر است. این موضوع محاسبه دبی طراحی را برای اراضی مسطح بسیار پیچیده می‌نماید.

روشی که برای محاسبه دبی طراحی در اراضی مسطح در زیر مورد بحث قرار می‌گیرد، بر مبنای تجربه سالیان متمادی در کشور ایالات متحده امریکا می‌باشد، که تجربیات متعددی در مورد کاربرد موفقیت‌آمیز آن در پروژه‌های آبیاری و زهکشی کشور نیز وجود دارد.

با تاکید ویژه بر ارزشمندی این روش، بایستی اذعان نمود که کاربرد مستقیم (تعدیل نشده) این رابطه تجربی، ممکن است منتج به حصول پیامدهای ناخواسته و جدّی گردد. هر چند بعضی از اهداف این روش، بهرحال و بطور یقین برای برآورد دبی طراحی در مناطق مرطوب خارج از کشور ایالات متحده امریکا، هم چنان ارزشمند است.

- **رابطه سیپرس- کریک**[1]

طی سال‌های ۱۹۳۵ تا ۱۹۳۷ تعداد زیادی حوضه‌های آبخیز (زهکشی) در کشور ایالات متحده امریکا با شیب متوسطی معادل ۰/۴۵ درصد مجهز به شاخص اندازه‌گیری جریان گردیدند. مقادیر دبی‌های اندازه‌گیری شده با ارقام و اطلاعاتی که از قبل موجود بوده مورد بررسی، تجزیه و تحلیل قرار گرفت و این در شرایطی بود که قبلاً چهار ناحیه مختلف و مرطوب در این کشور تفکیک و مشخص گردیده بود. برای هر منطقه لگاریتم میزان دبی متوسط تخلیه و حداکثر دبی مشاهده شده در ۲۴ ساعت در مقابل لگاریتم مساحت هر حوضه زهکشی ترسیم گردید. همزمان با آن تبادل نظرهائی نیز با بهره‌برداران و کارکنان فنی مزرعه‌ای و در رابطه با تجربیات نامبردگان در مورد کفایت سیستم زهکشی، با در نظر گرفتن موارد کاربری اراضی و غیره بانجام رسید. در رابطه با این بررسی دشوار، مشخص گردید که بطور کلی امکان ترسیم خط مستقیمی برروی نمودار لگاریتمی تهیه شده در رابطه با موارد کاربرد خاص اراضی و کفایت سیستم زهکشی مقدور می‌باشد. از این خطوط به عنوان رهنمودی برای تعیین ظرفیت مورد نیاز سیستم زهکشی می‌توان استفاده نمود. بنابراین شکل کلی ارائه شده برای محاسبه دبی طراحی بصورت رابطه زیر می‌باشد:

$$Q_P = C.A^{\frac{5}{6}} = C.A^{0.833} \qquad (۱۵-۳)$$

که در آن:

Q_P، دبی طراحی (مترمکعب برثانیه)

C، ضریب جریان که به خصوصیات پوشش گیاهی (کاربری اراضی)، نوع خاک و ارتفاع بارندگی بستگی دارد (مترمکعب برثانیه بر کیلومترمربع).

A، مساحت اراضی محدوده مورد نظر (کیلومترمربع) می‌باشد.

* برای آگاهی تفصیلی به مندرجات پیش‌نویس"راهنمای برآورد رواناب در طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی" نشریه ۲۸۳- الف، دفتر استاندارد مهندسی آب- وزارت نیرو (۱۳۸۳) مراجعه شود.

1- Cypress Creak Formula.

omoorepeyman.ir

این معادله که بعنوان «رابطه سیپرس- کریک» نامیده می‌شود، بطور کلی نوعی رابطه تجربی است که شرایط هیدرولوژیکی و همچنین توجیهات اقتصادی را دربر دارد. مقدار دبی طراحی (Q_P) نبایستی با میزان دبی حداکثر تخلیه اشتباه شود. زیرا در شرایطی احتمال دارد که میزان دبی حداکثر (تخلیه) از میزان دبی طراحی (محاسبه شده از رابطه سیپرس- کریک) زیادتر باشد که در این مورد بعنوان مثال می‌توان دبی حالت سیلابی حاصل از بارش یک رگبار را برشمرد. بهرحال مقدار دبی طراحی (Q_P) بطور ضمنی بعضی ملاحظات اقتصادی ناشی از شرایط غرقاب یا ماندابی شدن اراضی را نیز شامل می‌گردد.

در نقاط زیادی از کشور ایالات متحده امریکا، مقادیر ضریب جریان (C) که بایستی در معادله (۳-۱۵) بکار رود، طی سالیان متمادی تجربیات محلی مشخص شده است. بعضی پژوهشگران رابطه‌ای را برای مرتبط نمودن مقدار ضریب جریان (C) با میزان بارندگی اضافی[1] (R_e) بشرح زیر استخراج و ارایه نمودند.

$$C = 0.21 + 0.0075 \ . R_e \qquad (۳-۱۶)$$

که در آن:

R_e، میزان بارندگی مازاد حاصل از یک رگبار که بایستی آن را از مقدار بارندگی‌های شدید ۲۴ ساعته بدست آورد (میلیمتر).

ضرایب ارایه شده در رابطه بالا، فقط برای مناطق خاصی که رابطه برای آن بدست آمده معتبر می‌باشند، بنابراین ضرورت دارد که به روش دستیابی به آن نیز اشاره گردد. بارندگی مازاد را می‌توان از روش شماره منحنی[2] (CN) بدست آورد و موارد کاربری آن در اراضی مسطح بایستی دقیقاً مد نظر باشد که روش شماره منحنی فقط در مواردی کاربرد دارد که شرایط زهکشی آزاد برقرار است و کاربری آن منحصراً برای برآورد مؤلفه مستقیم روان آب سطحی مورد توصیه است. روش محاسبه میزان بارندگی اضافی (مازاد)، بشرح زیر است:

$$S = (\frac{1000}{CN} - 10) \times 25.4 = (\frac{25400}{CN} - 254) \qquad (۳-۱۷)$$

$$R_e = P_n = Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8س)} \qquad P > 0.2S \qquad (۳-۱۸)$$

که در آن :

$Q = P_n = R_e$، ارتفاع یا میزان بارندگی مازاد حاصل از یک رگبار (میلیمتر)

P، ارتفاع یا میزان بارندگی (میلیمتر) با دوره بازگشت مشخص

CN، شماره منحنی رواناب (عدد اختیاری که دامنه آن ۱۰۰-۰ می‌باشد)

S، پتانسیل نگهداشت حداکثر[3] (میلیمتر)

مفهوم کلی تخلیه (دفع) ۲۴ ساعته بر آن مبنا می‌باشد که بارندگی مازاد که از یک رگبار بخصوص حاصل می‌گردد بایستی از حوضه آبخیز طی مدت ۲۴ ساعت پس از اتمام بارندگی تخلیه شود. لیکن در حقیقت تخلیه از زمانی آغاز می‌گردد که آب بارندگی مازاد بصورت رواناب توسعه می‌یابد. از آنجائیکه رگبار بحرانی برای اراضی مسطح ممکن است در مدت زمان قابل ملاحظه‌ای حاصل

omoorepeyman.ir

1-.Excess Rainfall.
2- Curve Number.
3- Potential Maximum Retention.

گردد، بنابر این تجزیه و تحلیل برای تعیین بارندگی مازاد یا اضافی (R_e) بایستی بصورت ترجیحی از طریق کاربرد مقـادیر بارنـدگی حداکثر ۴۸ ساعته و برای آن مقدار فراوانی که اقدامات حفاظتی برای آن لازم است، بانجام رسد.

برای این منظور بهتر است، ابتدا مقدار آب مازاد حاصل از بارندگی ۴۸ ساعته را محاسبه نمـوده و حاصـل را بـر دو تقسـیم نمـود (بجای محاسبه مقدار آب مازاد ناشی از بارندگی ۲۴ ساعته) و مقدار اخیر را در رابطه محاسبه ضریب جریان (C) بکار گرفته و نتیجـه حاصله را در « معادله سیپرس- کریک» مورد استفاده قرار داد.

برای مناطق با تراکم (شدت) بارندگی زیاد (مقدار زیاد R_e)، کاربرد معادله برآورد یا محاسبه ضریب جریان (C)، موجب کاهش «دبی ویژه طراحی[1]» می‌گردد که البته این موضوع به وضعیت اراضی حوضه آبخیز نیز بستگی دارد و بدین ترتیـب رابطـه زیـر ارائـه شده است.

$$\alpha = \frac{(16.39 + 14.75\, R_e)\,.\,A^{0.832}}{26.89\,.\,R_e\,.\,A} \qquad (۱۹-۳)$$

که در آن :

R_e، میزان بارندگی مازاد (اضافی) حاصل از یک بارندگی رگباری (سیلابی) (اینچ)،

A، مساحت اراضی حوضه آبخیز مورد نظر (مایل مربع).

α، یک ثابت تجربی است که هرگاه در مقدار بارندگی مازاد (R_e) ضرب شود میزان «دبی ویژه طراحی» برحسب میلیمتر (اینچ) در ۲۴ ساعت بدست می‌آید و مقدار آن (α) با افزایش مساحت اراضی مورد نظر (A) کاهش حاصل می‌نماید در نتیجه میزان دبی طراحی (Q_p) محاسبه شده از طریق کاربرد رابطه سیپروس- کریک به‌دلیل کاهش ضریب جریان [موضوع معادله (۳-۱۶)] تعدیل می‌گردد.

تذکر : در این معادله عدد ۲۶/۸۹ در مخرج کسر مرتبط با این واقعیت است که یک اینچ بارندگی در ۲۴ ساعت برابر با ۲۶/۸۹ فوت مکعب بر هر مایل مربع می‌باشد.

- **برآورد رواناب در اراضی پست (غیرمرتفع) شالیزاری**

عملیات آبیاری در اراضی مورد زراعت برنج (شالیزارها) نیز می تواند موجب ایجـاد زه‌آب بصـورت تراوشـات عمقـی و یـا روانـاب سطحی گردد که مقادیر زه‌آبهای حاصله (رواناب سطحی) در مقایسه با آنچه از طریق بارندگی حاصل می‌گردد، قابل توجه نمی‌باشـد. بدین دلیل بطور معمول نیاز زهکشی اراضی شالیزاری برمبنای مقادیر بارندگی که بطور مستقیم برروی سـطح اراضـی مـورد زراعـت برنج ریزش می‌نماید، محاسبه می‌گردد.

انتخاب بارندگی طرح بر پایه تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی (درآمد بر هزینه) بانجـام مـی‌رسـد لـیکن در اکثـر حالـت‌هـا مقـادیر بارندگی‌های ۲ تا ۵ روزه آنهم با دوره بازگشت ۵ و یا در شرایطی ۱۰ ساله مبنـای انتخـاب بارنـدگی طـرح قـرار مـی‌گیـرد. ضـرایب زهکشی یا دبی‌های طراحی در اراضی شالیزاری بر پایه دو معیار توامان تعیین می‌گردد، که عبارتند از:

– مقدار متوسط ارتفاع یا عمق بارندگی (مازاد) طی مدت ۳ روز دوره بارش از ۲۰۰ میلیمتر تجاوز ننماید.

omoorepeyman.ir

1- Specific Design Discharge.

– هرگاه عمق یا ارتفاع بارندگی (مازاد) بیش از ۱۰۰ میلیمتر باشد، تخلیه و دفع آن از سطح اراضی محدوده مورد نظر بیش از ۳ روز بطور نیانجامد و این بدان معنی است که تخلیه مقادیر بارندگی اضافی بیش از ۱۰۰ میلیمتر در مدت زمانی کمتر از سه روز بانجام رسد.

با عنایت بر موارد گفته شده مبنای محاسبات طراحی ضرایب زهکشی یا دبی‌های طراحی در اراضی شالیزاری بصورت زیر است.

از آنجائی که بیلان آب در یک قطعه (کرت) مورد زراعت برنج که اطراف آن محصور باشد را می‌توان بشرح زیر ارایه نمود.

$$D_n = a[P_n - n(q + ET)] \qquad (۲۰-۳)$$

که در آن:

D_n،عمق آب اضافی در انتهای n روز بارندگی (میلیمتر)

P_n، مقدار باران تجمعی طرح برای دوره n روزه (میلیمتر)

ET، تبخیر و تعرق گیاهی (میلیمتر در روز)

q، دبی طرح یا ضریب زهکشی[1] (میلیمتر در روز)

a، ضریب تمرکز که بیانگر تجمع عمق آب در انتهای قطعه (کرت) محصور است.

تذکر: اگر طول کرت L منظور گردد، هرگاه آب به ترتیب در ۲۵ و ۵۰٪ انتهای قطعه که مترادف با $\frac{L}{4}$ و $\frac{L}{2}$ می‌باشد، تجمع یابد مقادیر ضریب a به ترتیب برابر با ۴ و ۲ خواهد بود.

بعنوان مثال هرگاه مقادیر بارندگی‌های ۳ روزه مبنای انتخاب بارندگی طرح قرار گیرد کاربرد رابطه بیلان آب برای روزهای متفاوت بشرح زیر خواهد بود.

برای روز اول (n = 1) $D_1 = a[P_1 - (q + ET)]$

برای روز دوم (n = 2) $D_2 = a[P_2 - 2(q + ET)]$

برای روز سوم (n = 3) $D_3 = a[P_3 - 3(q + ET)]$

با عنایت بر روابط اخیر، هرگاه معیار نخست مورد نظر باشد روابط زیر را می‌توان ارایه نمود.

$$[(D_1 + D_2)/2] = \frac{1}{2}a(P_1 + P_2 - 3q - 3ET) \qquad (۲۱-۳)$$

هرگاه نتیجه تساوی بالا از ۲۰۰ میلیمتر کمتر باشد (میلیمتر ۲۰۰>) آنگاه رابطه زیر را می‌توان ارایه داد.

$$q = \frac{1}{3}P_1 + \frac{1}{3}P_2 - [(400/3a)] - ET \qquad (۲۲-۳)$$

حال، معیار دوم مورد بررسی قرار می‌گیرد که در نتیجه آن:

$D_3 = a[P_3 - 3(q + ET)] = 100$ میلیمتر

$$q = \frac{1}{3}P_3 - ET - 100(3a) \qquad (۲۳-۳)$$

omoorepeyman.ir

1 -Drainage Coefficient. میزان جریانی که از واحد سطح در واحد زمان تخلیه می‌گردد.

با مقایسه دبی‌های طرح حاصل شده از کاربرد روابط (۳-۲۲) و (۳-۲۳) هرکدام بحرانی‌تر (زیادتر) باشد، انتخاب و اعمال خواهد شد.

برای برآورد رواناب در مناطقی که مزارع شالیزاری آن در اراضی پست (غیرمرتفع) قرار دارند می‌توان از مندرجات جداول زیر نیز بهره‌مند گردید.

جدول (۳-۹)- مقدار بارندگی کل و میزان رواناب سطحی متصور از آن

ردیف	مقدار بارندگی کل (میلیمتر)	۰-۱۰	۱۰-۳۰	۳۰-۵۰	۵۰-۱۰۰	۱۰۰-۲۰۰	۲۰۰-۳۰۰	>۳۰۰
۱	ضریب رواناب سطحی	-	۰/۱۰	۰/۳۰	۰/۵۰	۰/۸۰	۰/۹۰	۰/۹۵

جدول (۳-۱۰)- مقادیر بارندگیهای منفرد و الگوهای رواناب سطحی حاصله

(ارقام متن جدول برحسب درصد)

ردیف	روزهای بارندگی / مقدار بارندگی (میلیمتر)	روز اول	روز دوم	روز سوم	روز چهارم	جمع کل
۱	< ۳۰	۱۰۰	-	-	-	۱۰۰
۲	۳۰-۵۰	۷۰	۳۰	-	-	۱۰۰
۳	۵۰-۱۰۰	۶۰	۳۰	۱۰	-	۱۰۰
۴	>۱۰۰	۵۰	۳۰	۱۵	۵	۱۰۰

مثالهای عملی درخصوص کاربرد جداول (۳-۹) و (۳-۱۰) با فرض اینکه مقدار کل بارندگی در یک دوره پنج روزه به ترتیب برابر با ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلیمتر باشد در جداول (۳-۱۱) ، (۳-۱۲) و (۳-۱۳) ارایه گردیده است.

بطوریکه از جداول قابل استنباط می‌باشد نسبت رواناب سطحی به بارندگی مداوم (پیوسته) در یک دوره ۵ روزه به ترتیب برابر با ۰/۴۶، ۰/۶۳ و ۰/۷۷ می‌باشد و این بدان معنی است که با افزایش میزان بارندگی، مقدار رواناب سطحی نیز افزایش قابل ملاحظه‌ای حاصل می‌نماید.

omoorepeyman.ir

جدول (۳-۱۱)- مثالی از چگونگی محاسبه میزان رواناب سطحی روزانه حاصل از یک دوره بارندگی مداوم (پیوسته)۱۰۰ میلیمتر بارندگی

روزهای بارندگی [۱]	میزان بارندگی (میلیمتر) [۲]	میزان بارندگی تجمعی (میلیمتر) [۳]	ضریب رواناب سطحی [٤]	رواناب حاصل از بارندگی منفرد(بارندگی روزانه- میلیمتر) [٥]	رواناب‌های روزانه (میلیمتر) [٦]						میزان روان آبهای روزانه تجمعی (میلیمتر)
					روز اول	روز دوم	روز سوم	روز چهارم	روز پنجم	روز ششم	
اول	۲۵	۲۵	۰/۱۰	۲/۵	۲/۵	–	–	–	–	–	۲/۵
دوم	۳۰	۵۵	۰/۵۰	۱۵/۰	–	۱۰/۵	۴/۵	–	–	–	۱۷/۵
سوم	۱۵	۷۰	۰/۵۰	۷/۵	–	–	۷/۵	–	–	–	۲۵/۰
چهارم	۱۰	۸۰	۰/۵۰	۵/۰	–	–	–	۵/۰	–	–	۳۰/۰
پنجم	۲۰	۱۰۰	۰/۸۰	۱۶/۰	–	–	–	–	۱۶/۰	–	۴۶/۰
جمع کل	۱۰۰	–	–	۴۶/۰	۲/۵	۱۰/۵	۱۲/۰	۵/۰	۱۶/۰	–	–

تذکر: ستون [۴] از جدول (۳-۹) برمبنای ارقام ستون [۳] بدست آمده است.

ستون [۵] = [۲] × [۴]

ستون [۶] = [۵] × الگوی بارندگی (٪) ارایه شده در جدول (۳-۱۰)

omoorepeyman.ir

جدول (۳-۱۲)- مثالی از چگونگی محاسبه میزان رواناب سطحی روزانه حاصل از یک دوره بارندگی مداوم (پیوسته)، ۲۰۰ میلیمتر بارندگی

روزهای بارندگی [۱]	میزان بارندگی (میلیمتر) [۲]	میزان بارندگی تجمعی (میلیمتر) [۳]	ضریب رواناب سطحی [٤]	رواناب حاصل از بارندگی منفرد(بارندگی روزانه- میلیمتر) [٥]	رواناب‌های روزانه (میلیمتر) [٦]						میزان روان آبهای روزانه تجمعی (میلیمتر)
					روز اول	روز دوم	روز سوم	روز چهارم	روز پنجم	روز ششم	
اول	۴۰	۴۰	۰/۳۰	۱۲/۰	۸/۴	۳/۶	–	–	–	–	۱۲/۰
دوم	۵۰	۹۰	۰/۵۰	۲۵/۰	–	۱۵/۰	۷/۵	۲/۵	–	–	۳۷/۰
سوم	۱۵	۱۰۵	۰/۸۰	۱۲/۰	–	–	۱۲/۰	–	–	–	۴۹/۰
چهارم	۷۰	۱۷۵	۰/۸۰	۵۶/۰	–	–	–	۳۳/۶	۱۶/۸	۵/۶	۱۰۵/۰
پنجم	۲۵	۲۰۰	۰/۹۰	۲۲/۵	–	–	–	–	۲۲/۵	–	۱۲۷/۵
جمع کل	۲۰۰	–	–	۱۲۷/۵	۸/۴	۱۸/۶	۱۹/۵	۳۶/۱	۳۹/۳	۵/۶	–

* به زیرنویس جدول (۳-۱۱) مراجعه شود

omoorepeyman.ir

جدول (۳-۱۳)- مثالی از چگونگی محاسبه میزان رواناب سطحی روزانه حاصل از یک دوره بارندگی مداوم (پیوسته)، ۳۰۰ میلیمتر بارندگی

روزهای بارندگی [۱]	میزان بارندگی (میلیمتر) [۲]	میزان بارندگی تجمعی (میلیمتر) [۳]	ضریب رواناب سطحی [٤]	رواناب حاصل از بارندگی منفرد(بارندگی روزانه- میلیمتر) [٥]	رواناب‌های روزانه (میلیمتر) [٦]						میزان روان آبهای روزانه تجمعی (میلیمتر)
					روز اول	روز دوم	روز سوم	روز چهارم	روز پنجم	روز ششم	
اول	۴۰	۴۰	۰/۳۰	۱۲/۰	۸/۴	۳/۶	–	–	–	–	۱۲/۰
دوم	۱۵۰	۱۹۰	۰/۸۰	۱۲۰/۰	–	۶۰/۰	۳۶/۰	۱۸/۰	۶/۰	–	۱۳۲/۰
سوم	۱۵	۲۰۵	۰/۹۰	۱۳/۵	–	–	۱۳/۵	–	–	–	۱۴۵/۵
چهارم	۷۰	۲۷۵	۰/۹۰	۶۳/۰	–	–	–	۳۷/۸	۱۸/۹	۶/۳	۲۰۸/۵
پنجم	۲۵	۳۰۰	۰/۹۵	۲۳/۸	–	–	–	–	۲۳/۸	–	۲۳۲/۳
جمع کل	۳۰۰	–	–	۲۳۲/۳	۸/۴	۶۳/۶	۴۹/۵	۵۵/۸	۴۸/۷	۶/۳	–

* به زیرنویس جدول (۳-۱۱) مراجعه شود

تذکر: موارد محاسبه دبی جریان و ابعاد هندسی کانال زهکشی (سطحی) در مباحث زیر ارائه گردیده است.

۳-٤-۲- مبانی هیدرولیکی طراحی سامانه زهکشی باز

- تأسیسات زهکشی بایستی قادر به تخلیه آب اضافی در فرایند جریانهای سیلابی یا بارندگی‌های رگباری باشند لیکن در هر حال نگهداشت (باقی ماندن) مقادیری آب بصورت استغراقی بروی سطح اراضی شالیزاری (مزارع مورد زراعت برنج) نیز بلامانع می‌باشد.
- انتخاب دومین رقم بارندگی روزانه حداکثر که طی ده سال گذشته ثبت گردیده بعنوان رقم مبنای طراحی بدین معنی است که احتمال وقوع این میزان بارندگی هر پنج سال یکبار امکان پذیر است. استغراق سطح اراضی شالیزاری برای کوتاه مدت آنچنان خطرناک (مسئله‌ساز) نمی‌باشد و احتمال وقوع مجدد مقدار بارندگی بایستی برمبنای ملاحظات اقتصادی نیز باشد. در شرایطی که خسارت یا مشکل زهکشی علاوه بر اراضی شالیزاری (زراعی) موجبات بروز خسارت به سایر تأسیسات می‌گردد احتمال وقوع مجدد این شرایط نیز بایستی با دقت مورد نظر قرار گیرد.
- دبی یا میزان جریان زهکشی از طریق رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$Q = \frac{A.P.C}{T} \qquad (۲۴-۳)$$

یا:

omoorepeyman.ir

$$Q = \frac{10}{3600} \times \frac{A.P.C}{T} = 0.0028 \times \frac{A.P.C}{T} \qquad (۲۵-۳)$$

که در آن:

Q، حداکثر میزان دبی جریان (مترمکعب در ثانیه)

A، مساحت محدوده زهکشی (هکتار)

P، میزان بارندگی طرح (میلیمتر)

C، ضریب رواناب (بدون بُعد، مثبت و کوچکتر از واحد)

T، زمان یا مدت تخلیه مجاز طراحی (ساعت)

تذکر: ضریب رواناب (C) مرتبط با ویژگی‌های توپوگرافی، خصوصیات خاک، اراضی و شرایط بارندگی است. در اراضی غیر مرتفع (پست) در نخستین روز بارندگی فقط بخش کمی از میزان بارندگی بصورت رواناب خارج می‌گردد و مابقی آن در سطح اراضی شالیزاری ذخیره می‌شود و در اکثر مواقع مقادیر بارندگی پس از دومین روز بارش به مجاری خروجی زهکشی تخلیه می‌شوند، توصیه می‌گردد ضریب رواناب در فرایند روزهای با بارندگی مداوم (پیوسته) اندازه‌گیری و برآورد گردد.

توجه: دوره زمانی لازم برای تخلیه مقادیر آب مازاد (حاصل از بارندگی) می‌تواند بشرح زیر انتخاب گردد:

- برای اراضی با مساحت کمتر از ۵۰۰ هکتار، زمان لازم یک روز.
- برای اراضی با مساحت کمتر از ۱۰۰۰ هکتار، زمان لازم دو روز.
- برای اراضی با مساحت بیشتر از ۱۰۰۰ هکتار، زمان لازم سه روز.

مثال : فرض نمائیم که محدوده زهکشی یک حوضه آبخیز ۹۸۰ هکتار یا ۹۸۰۰۰۰۰ مترمربع و دومین رقم بارندگی روزانه حداکثر آن، طی ده سال گذشته ۱۲۰ میلیمتر یا ۰/۱۲ متر، ضریب رواناب سطحی۸۰٪ یا (۰/۸) و زمان لازم برای تخلیه مقادیر آب مازاد (حاصل از بارندگی)، دو روز یا ۲×۸۶۴۰۰ ثانیه در نظر گرفته شده است. مطلوبست محاسبه میزان دبی جریان زهکشی (سطحی).

$$Q = \frac{9{,}800{,}000 \times 0.12 \times 0.8}{2 \times 86{,}400} = 5.45$$ مترمکعب در ثانیه

و بدین ترتیب مدول زهکشی مربوطه ۶/۹۴ لیتر در ثانیه در هکتار خواهد بود.

۳-٤-۳- طراحی کانال‌های باز زهکشی

سامانه زهکشی مشتمل بر زهکشی تکمیلی (کمکی)[1]، زهکش فرعی[2] و زهکش اصلی[3] است. زهکش کمکی (تکمیلی) با تراکم ۲۰ متر (طول) در هر هکتار احداث می‌گردد. هرچند در مسایل مهندسی طراحی انواع مختلف کانالهای باز می‌تواند مطرح باشد که بدین منظور از جداول، نمودارها و سایر روشهای متداول برای سهولت محاسبات می‌توان استفاده نمود. لیکن کاربرد معادله مانینگ[4] برای محاسبه سرعت و میزان جریان (دبی) بطور معمول بیشتر کاربرد دارد.

$$Q = A \,.\, V \qquad (۲۶-۳)$$

1- Supplementary Drainage.
2- Lateral Drainage.
3- Main Drainage.
4- Manning Equation.

omoorepeyman.ir

$$Q = A\frac{1}{n} R^{0.667}.I^{0.5} \qquad (۲۷-۳)$$

که در آن:

Q، میزان جریان یا دبی طراحی (مترمکعب در ثانیه)

A، سطح مقطع جریان (آبراهه) (مترمربع)

n، ضریب زبری یا خشونت بستر کانال که برای مجاری آب بر طبیعی معادل ۰/۰۳۵ در نظر گرفته می‌شود (ثانیه بر متر به توان یک سوم).

R، شعاع هیدرولیکی (نسبت سطح مقطع جریان به محیط یا پیرامون خیس شده آبراهه) (متر)

I، شیب طراحی سطح آب (طولی) یا کف کانال (متر بر متر)

مثال: هرگاه در میزان دبی معادل ۱/۴۵ مترمکعب در ثانیه از طریق یک عدد کانال ذوزنقه‌ای با عرض کف ۰/۵ متر و شیب جانبی ۱:۱ (H : V) با شیب طولی ۱:۱۰۰۰ و ضریب زبری یا خشونت جدار n = ۰/۰۳۵ طراحی گردد، ابتدا عمق جریان (d) برابر با ۱/۳۰ فرض گردیده و محاسبات لازم بانجام می‌رسد.

متردر ثانیه V = 0.61 متر R = 0.56 متر P =4.18 مترمربع A = 2.34

مترمکعب در ثانیه Q = V.A = 2.34 × 0.61 = 1.44 ≈ 1.45

بدین ترتیب ابعاد کانال ذوزنقه ای مورد نظر بشرح زیر خواهد بود:

۱:۱ = (S) = شیب جانبی متر 1.3 = (d) عمق جریان متر 0.5= (b) عرض کف

متر 0.32 = (F) فضای آزاد متر 3.42= (T) عرض فوقانی کانال متر 3.1 = (t) عرض فوقانی سطح آب

در شرایطی که مورد نظر باشد میزان دبی گفته شده (۱/۴۵ مترمکعب درثانیه) از طریق یک عدد کانال مثلثی شکل با شیب جانبی ۱:۱ (H:V) با همان میزان شیب طولی و ضریب زبری یا خشونت جدار n=۰/۰۳۵ طراحی گردد. ابتدا عمق جریان (d) برابر با ۱/۵۵ فرض گردیده، محاسبات لازم بانجام برسد.

متر درثانیه V = 0.61 متر R = 0.55 متر P = 4.38 مترمربع A = 2.40

مترمکعب در ثانیه Q = V.A = 2.40 × 0.61 = 1.45

و بدین ترتیب ابعاد کانال مثلثی مورد نظر بشرح زیر خواهد بود:

۱:۱ = (S) = شیب جانبی متر 1.55 = (d) عمق جریان ۰ = (b) عرض کف

متر 0.38 = (F) فضای آزاد متر 3.48 = (T) عرض فوقانی کانال متر 3.1 = (t) عرض فوقانی سطح آب

توجه: ارتفاع فضای آزاد۱ بطور معمول یک چهارم کل ارتفاع سطح مقطع (کانال زهکشی سطحی) انتخاب می‌شود.

omoorepeyman.ir

1- Free Board.

جدول (۳-۱٤)- مقادیر متفاوت ضریب زبری جدار برای طراحی انواع پوشش کانالها

ردیف	نوع پوشش کانالهای	ضریب زبری(n)
۱	پوشش بتونی با کیفیت مطلوب	۰/۰۱۴
۲	سنگ فرش با ملات سیمان	۰/۰۱۷
۳	آبراهه طبیعی با شرایط مناسب	۰/۰۲۵
۴	آبراهه طبیعی سنگی با پوشش گیاهی	۰/۰۳۵
۵	آبراهه طبیعی در وضعیت نامطلوب	۰/۰۶۵

جدول (۳-۱۵)- شیبهای جانبی متداول در احداث کانالهای بدون پوشش

ردیف	نوع خاکهای مورد نظر	افقی به عمودی
۱	خاک برداری در خاکهای سخت (سنگین بافت)	۱:۱
۲	خاک برداری یا خاکریزی در خاکهای لومی	۱:۱/۲۵
۳	خاک برداری یا خاک ریزی در خاکهای ماسه ای (شنی)	۱:۲/۵

جدول (۳-۱٦)- حداکثر سرعتهای مجاز در طراحی انواع کانالهای باز با پوشش های متفاوت

ردیف	انواع کانالها با پوششهای متفاوت	حداکثر سرعت مجاز (متردرثانیه)
۱	خاکهای شنی	۰/۴۵
۲	خاکهای شنی لومی	۰/۶۰
۳	خاکهای لومی	۰/۷۰
۴	خاکهای لومی سنگین	۰/۹۰
۵	خاکهای رسی	۱/۰۰
۶	خاکهای شنی رسی	۱/۲۰
۷	کانالهای با پوشش بتونی نازک	۱/۵
۸	کانالهای با پوشش بتونی ضخیم	۳/۰۰

۳-٤-٤- ملاحظات خاص در طراحی سامانه‌های زهکشی باز

- بطور معمول سامانه زهکشی از محل زهکشی تکمیلی (کمکی) آغاز و سپس به نهرچه‌های کوچک زهکشی متصل و به تدریج به زهکشهای جانبی، فرعی و کانالهای زهکشی اصلی مرتبط می‌گردد.
- سطح مقطع نهرچه زهکشی کمکی (جانبی)، که در برنامه‌های تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری استفاده از آن متداول و معمول است، موجود می‌باشد، بنابر این نیازی به محاسبه ابعاد هندسی آن (سطح مقطع نهرچه) وجود ندارد.
- مقدار تراکم زهکشی کمکی یا تکمیلی می‌تواند از ۲۰-۵۰ متر در هکتار حسب مورد متغیر باشد.
- برای احداث کانال زهکشی، مخارج ساخت (احداث) رابطه نزدیکی با شیب طولی و سطح مقطع جریان دارد. بدین دلیل در این ارتباط بایستی مؤثرترین شیوه محاسبه و طراحی را انتخاب نمود. در چنین شرایطی بایستی حداکثر سرعت مجاز را طوری انتخاب

omoorepeyman.ir

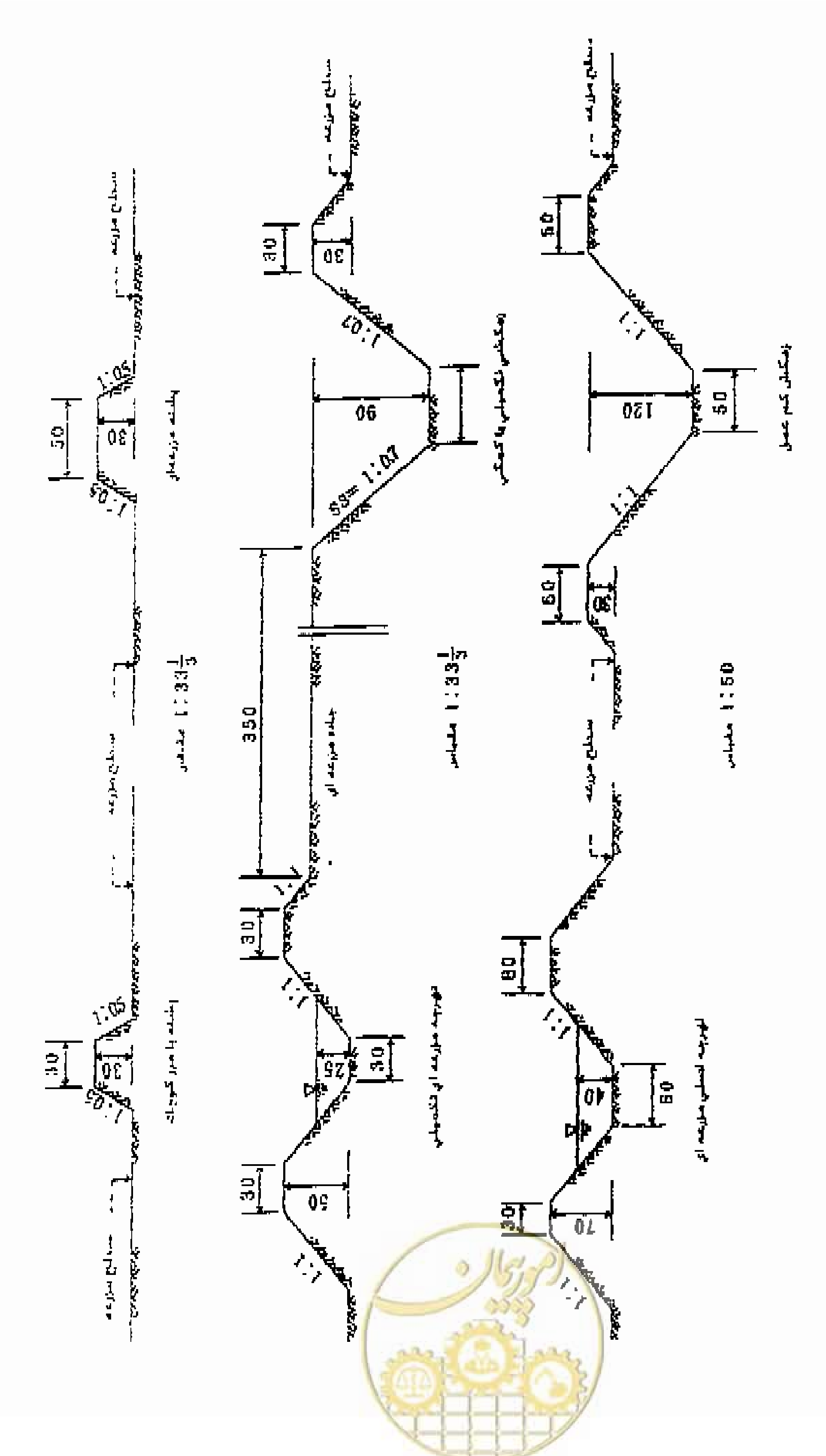
نمود که موجب رسوب گرفتگی و رویش علف‌های هرز آب دوست در کانال نگردد. حداکثر ارتفاع (مجاز) سطح آب در کانال زهکشی بایستی پایین‌تر از ارتفاع سطح خاک مزرعه در پست‌ترین بخش اراضی شالیزاری (از نظر ارتفاعی) باشد.

- دریچه‌های تنظیم کننده جریان و آبشارها فقط در شرایط کاملاً ضروری طراحی و اجرا می‌گردند.

۳-٤-٥- مخارج احداث سامانه زهکشی باز

- بطور کلی مخارج (هزینه‌های) ساخت هر سامانه زهکشی با پروژه آبیاری متفاوت می‌باشد، گرانی احداث سامانه زهکشی بیشتر با مخارج پیاده نمودن و اجرای پروژه، نصب و راه‌اندازی ایستگاههای پمپاژ در سطوح بزرگ مرتبط می‌باشد.
- شیب جانبی کانالهای زهکشی و دوره زمانی تخلیه زه آبها بوسیله آنها اثرات قابل ملاحظه‌ای به‌روی هزینه‌های ساخت هر سامانه دارد.

omoorepeyman.ir



شکل (۳-۱)- سطح مقطع های متداول نهرچه های آبیاری و زهکشی در مزارع تجهیز، نوسازی و یکپارچه سازی شده شالیزاری

omoorepeyman.ir

۳-۵- موارد مرتبط با عملیات اجرایی نگهداری

نوع برنامه مشخص (معین) عملیات اجرایی نگهداری بایستی در زمان طراحی سامانه زهکشی با بهره‌برداران مورد توافق قرار گیرد زیرا روشهای عملیاتی نگهداری می‌تواند بطور اصولی بروی نوع طرح مورد نظر تأثیرگذار باشد. یک برنامه عملیاتی نگهداری مطلوب بایستی مشتمل بر انواع عملیات لازم به اجرا و هم چنین زمان مناسب برای انجام عملیات در طول سال و بخصوص ایام مشخصی باشد که اجرای عملیات در آن ایام امکان‌پذیر می‌باشد.

موارد و عملیات کنترل منظم نگهداری برای اهداف دفع علف‌های هرز (روئیده شده در درون کانال، دیواره‌های جانبی و شانه‌های خاکی یا سکو) و رسوب‌زدایی (لایروبی رسوبات موجود در درون کانال) است که این موارد می‌تواند در کوتاه مدت بروی عملکرد زهکش‌ها اثرات نامطلوب برجای بگذارد، بطوریکه ظرفیت نهرچه (کانال) زهکشی را طی مدت یک سال تا حد ۵۰٪ در اثر رسوب گرفتگی و رویش متراکم علفهای هرز و گیاهان بوته‌ای (گیاهان آب دوست و غیر آب دوست) کاهش دهد بگونه‌ای که انجام این قبیل عملیات از نوع جاری (معمول) محسوب می‌گردند. سایر موارد لازم به توجه و اجرا حسب مورد می‌تواند بشرح زیر باشد.

۳-۵-۱- برش دادن[1] یا قطع گیاهان و علفهای هرز

قطع گیاهان و علفهای هرز روئیده شده بروی شانه‌های خاکی (سکو) و درون زهکش‌ها و به طریق ماشینی در شرایطی مؤثر و مقتصدانه است که شیب‌های جانبی کانالها بسیار تند نباشد.

برای شیب‌های تند ۱:۱ (زاویه ۴۵ درجه) عملیات قطع گیاهان و علفهای هرز از طریق نصب ماشین برش (برداشت) که بطریق هیدرولیکی عمل می‌نماید به وسیله بازوی طویلی که به تراکتور متصل است، امکان‌پذیر می‌گردد. زمان و تناوب قطع گیاهان و علفهای هرز بایستی با رعایت ملاحظات مرتبط با ارزش حیات وحش، جلوگیری از رشد بی‌رویه گیاهان روئیده شده و رعایت موارد لازم به توجه درخصوص شرایط رویشی سایر گیاهان، برنامه‌ریزی و به مرحله اجرا درآید.

طبق بررسیهای انجام شده گیاهان و علفهای هرز غالب که در مناطق شالیزاری و مرطوب کشور برروی شانه‌های خاکی و درون مجاری آب (نهرچه‌های آبیاری و زهکشی) و اراضی شالیزاری رشد و نمو می‌نمایند عبارتند از: مَرغ، بندواش، اوریاسلام، سوروف، تیر و کمان آبی، سلواش، قاشق واش، عدسک آبی و در شرایطی نیلوفر آبی و... از نظر ویژگیهای گیاهشناسی کلیه این گیاهان دارای حالت بوته‌ای و یا گیاهچه‌ای و غیرخشبی می‌باشند. بنابراین قطع یا برش دادن این قبیل گیاهان علفی (بوته‌ای یا گیاهچه‌ای) بوسیله انواع دروگرهای استوانه‌ای[2] و دورانی[3] و در شرایطی دروگرهای شانه‌ای (عمدتاً بدون لنگ[4]) که بروی اتصال سه نقطه تراکتور (P.T.O) قابل نصب هستند، عملی می‌باشد. ماشینهای برداشت (دروگر) مذکور در حالتهای افقی و یا مایل (با انحناء تا ۶۰ درجه) قابلیت برش دادن گیاهان را به‌ارتفاع ۱۰-۵ سانتیمتر از سطح زمین دارا می‌باشند. بنابراین می‌توان از این نوع ماشینها در عملیات نگهداری کانالهای باز زهکشی در اراضی تجهیز و نوسازی شده شالیزاری استفاده نمود. بدیهی است برای دفع آن قبیل گیاهان آب دوست که بحالت شناور در نهرچه‌های

1- Mowing.
2- Drum Mower
3- Rottary Mower
4- No Pitman

omoorepeyman.ir

زهکشی رشد و نمو می‌نمایند بایستی از روشهای متعارف دیگری از جمله پاکسازی کانالها بوسیله زنجیرهای فلزی و درشت‌دانـه[1] اسـتعانت جست.

۳-۵-۲- سوزانیدن[2] گیاهان و علفهای هرز

سوزانیدن علفهای هرز و گیاهان روئیده شده در فصل زمستان و یا اوایل فصل بهار که گیاهان مذکور در حالت خزان و خشک (غیرمرطوب) و اراضی مرطوب می‌باشد، بعنوان یک اقدام عملی برای کنترل گیاهان غیرضروری (هرز) و موجود در درون نهرچه‌های زهکشی در شرایطی می‌تواند مؤثر باشد. در این مورد اقدامات احتیاطی لازم در زمینه عدم ایجاد خسارت به پلها، خروجی‌های زهکشی (از نوع پلاستیکی)، حصارها و سایر تأسیسات بایستی مدنظر و مورد رعایت باشد. بهر حال، هرگونه عملیاتی که مرتبط با آتش‌سوزی است بایستی با رعایت مقررات و مصوبات مربوطه باشد. علاوه بر آن اثرات آتش‌سوزی بروی موارد آلودگی هوا نیز لازم است مورد امعان نظر قرار گیرد.

۳-۵-۳- کاربرد موادشیمیایی[3]

استفاده از مواد شیمیایی مختلف بمنظور کنترل علفهای هرز و گیاهان غیرضروری روئیده شده، نتایج بسیار رضایت‌بخشـی را حاصـل نموده بطوریکه در حال حاضر در بعضی از کشورها استفاده از این روش نگهداری بوسیله کشاورزان و ارگانهای ذیربط مورد توجـه خـاص قرار گرفته است. دراین خصوص ضرورت دارد تا در زمینه کاربرد این قبیل مواد (شـیمیایی)، آثـار آن بـروی حیـات وحـش، عـدم ایجـاد خسارت به گیاهان زراعی و آلودگی منابع آب در اثر پخش مواد مذکور مورد ملاحظه خاص قرار گیرد. گیاهان پهن برگ و بعضی گیاهان خشبی (چوبی) از نظر ایجاد خسارت در شرایط کاربرد مواد شـیمیایی نسـبتاً مقـاوم و در شـرایطی مقـاوم (مشـکوک) گـزارش شـده‌انـد، اطلاعات مورد نیاز درخصوص انواع مواد شیمیایی متذکره و تمهیدات لازم در مورد کاربرد آنها را می‌توان از ارایه دهندگان و یا ارگانهـای ذیربط دریافت نمود. بطور کلی برای استفاده از ترکیبات شیمیائی جهت مبارزه با علفهای هرز روئیده شده به‌روی پشته‌هـا و نهرچـه‌هـای زهکشی می‌توان از رهنمودهای ارایه شده بوسیله شرکت‌های سازنده و یا ادارات ترویجی محلی استعانت جست.

۳-۵-٤- روش‌های بیولوژیک[4]

به دلایل اثرات نامطلوب زیست‌محیطی ناشی از کاربرد علف‌کش‌ها و یا سوزاندان گیاهان و علفهـای هـرز، چـاره‌اندیشـی درخصـوص دست‌یابی به سایر روشهای غیر مضر در جریان می‌باشد. در آن قبیل کانالهای باز که آب در آنها بصورت دایمی در جریان مـی‌باشـد، انـواع ماهی‌هایی که می‌توانند مقادیر قابل ملاحظه‌ای گیاهان (علفهای هرز آب دوست) را مصرف نمایند از جمله ماهی تی‌لاپیا[5] با موفقیت بکـار گرفته شده است، هرچند استفاده از این روش تا به زمان حاضر، محدود می‌باشد، لیکن می‌توان به نتـایج آتـی حاصـل از کـاربرد روشـهای بیولوژیک (از جمله استفاده از انواع ماهی‌های علف‌خوار) بسیار امیدوار بود.

omoorepeyman.ir

1- Chain Cleaning Method
2- Burning.
3- Chemicals.
4- Biological.
5- Tilapia.

۳-۵-۵- مراقبت از اراضی شکل داده شده[1]

تسطیح اراضی، که منتج به تغییر در وضعیت فیزیکی و توپوگرافی سطح خاک قطعات اراضی مورد نظر می‌گردد، بطوریکه احتیاجات مورد نیاز عملیات زهکشی سطحی و آبیاری را برآورد نماید، توصیف شده است که از طریق اقداماتی مانند بسترسازی، شیب دادن و صاف کردن سطح اراضی بانجام می‌رسد. عملیات تهیه زمین در اراضی شکل داده شده بایستی همه ساله و بمنظور مراقبت از اقدامات بانجام رسیده قبلی به صورتی اعمال گردد، تا به آن وسیله راندمان کاربری اراضی محفوظ بماند. هرگاه سطح خاک قطعه زراعی با دقت مناسبی به منظور دستیابی به شرایط مطلوب زهکشی سطحی شکل داده شود، عملیات جاری کشت و کار از جمله: خاک‌ورزی، کشت، داشت و برداشت گیاهان زراعی به همراه اثرات باد و آب طی یکدوره یکساله می‌تواند نسبت به ایجاد ناهمواری در سطح اراضی شکل داده شده، اثرگذار باشند. بنابراین همه ساله بایستی سطح اراضی را با کاربرد تجهیزات مناسبی ترمیم نمود. این اقدام هم زمان می‌تواند موارد نشست مناطق خاک‌ریزی شده را برطرف نموده و بستر مناسب و مستحکمی را برای بذر و یا نشاء کاری مجدد فراهم آورد.

omoorepeyman.ir

1- Landformed.

فصل ۴

زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

٤-١- مقدمه

با دیدگاههای جدید، زهکشی فرآیندی برای خارج نمودن آب سطحی اضافی و مدیریت سفره آب زیرزمینی کم عمق از طریق نگهداشت و دفع آب و مدیریت کیفیت آن برای رسیدن به منافع دلخواه اقتصادی و اجتماعی است در حالی که محیط زیست نیز حفظ گردد.

موارد نیاز به انتخاب و احداث سامانه‌های زهکشی زیرزمینی (عمقی) بطور اصولی بدلایل مشروحه زیر می‌باشد:

- کنترل سطح ایستابی (آب زیرزمینی سفره اول)، زیرا در غیر این صورت سطح ایستابی در اثر تراوشات عمقی ناشی از بارندگی و یا آبیاری (بطور عمده) خیز برداشته و در طولانی مدت به سطح خاک مزرعه نزدیک می‌گردد. این پدیده در شرایطی که آب زیرزمینی کیفیت نامطلوبی (از نظر شوری و قلیائیت) داشته باشد موجب گرایش به شوری و یا شوری و سدیمی شدن خاکها خواهد شد.
- بهبود شرایط زهکشی داخلی (طبیعی) در نیمرخ خاک در اراضی سنگین بافت، که بطور معمول دارای نفوذپذیری نسبی کمی می‌باشند. توسعه شرایط زهکشی طبیعی (داخلی) خاکها موجب حرکت آزاد آب و هوا در درون خاک می‌گردد.

هر چند آب زیرزمینی (سفره اول) را می‌توان از طریق کانالهای عمیق (زهکش‌های روباز)، نصب لوله‌های زهکشی زیرزمینی و یا در شرایطی با استفاده از روش پمپاژ، جمع‌آوری و با استفاده از کانالهای باز و یا زهکش‌های زیرزمینی (مدفون) در نهایت به محل (های) مناسب تخلیه و دفع نمود.

در مواردی که مشکل خیز سطح ایستابی معلول منشاء مشخصی باشد در بیشتر شرایط امکان قطع جریانهای ورودی (به سفره آب زیرزمینی) را می‌توان با ایجاد زهکش‌های حائل یا قطع کننده[1] با مخارج نسبی کمتری در مقایسه با سایر روشهای متعارف کنترل سطح آب زیرزمینی بانجام رسانید. لیکن در شرایط سنگینی بافت خاک، بالا بودن سطح ایستابی (با کیفیت‌های نامطلوب تا بسیار نامطلوب)، لزوم تخلیه تراوشات عمقی حاصل از عملیات آبیاری متراکم زراعت‌ها و سرانجام در شرایطی که اعمال آبشوئی نمکهای متراکم در محدوده توسعه ریشه گیاهان مطرح است، اقدام به امر زهکشی (زیرزمینی) بطور کامل ضرورت اجرا خواهد یافت.

لازم به تذکر است که احداث سامانه‌های زهکشی سطحی و زیرزمینی (عمقی) بایستی بصورت توامان مورد توجه و اقدام قرار گیرد، لیکن به‌دلیل آنکه موارد مرتبط با چگونگی طراحی و نگهداری سامانه‌های زهکشی سطحی در فصل قبل بیان گردید، در این فصل طراحی و نگهداری سامانه‌های زهکشی زیرزمینی (عمقی) در مزارع شالیزاری مورد بحث و ارایه قرار می‌گیرد.

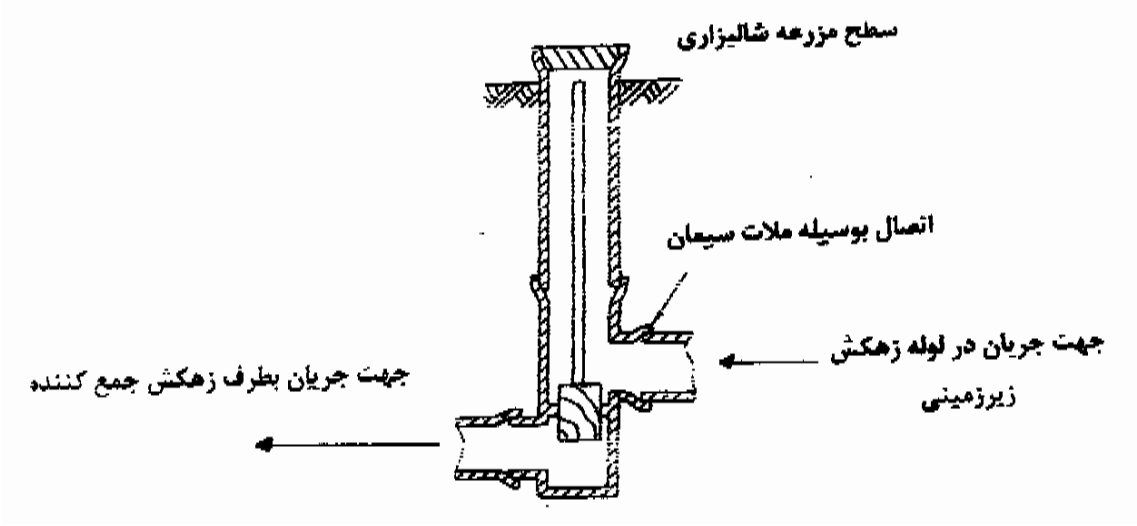
همانند مورد قبل (سامانه‌های زهکشی سطحی) بایستی یادآور شد که موفقیت عملکرد یک سامانه زهکشی زیرزمینی مزرعه‌ای فقط مرتبط با تجسس‌های میدانی (محلی و ناحیه‌ای)، اندازه‌گیری و یا محاسبه پارامترهای مورد نیاز یک طراحی دقیق و مطلوب نمی‌باشد. بلکه لزوم توجه به عملیات اجرایی در دوره ساخت و تمهیدات مربوط به نگهداری از آن نیز اهمیت ویژه‌ای دارد که عنایت خاص و رعایت این موارد می‌تواند متضمن عملکرد مناسب و مطلوب سامانه زهکشی زیرزمینی (عمقی) در درازمدت باشد.

omoorepeyman.ir

1- Interceptor Drains.

٤-۲- اهداف اختصاصی احداث زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری

زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری به طور عمده در کشورهای آسیای جنوب شرقی مورد استفاده قرار گرفته است. کنترل سطح آب زیرزمینی (ایستابی) در امور زراعی مزارع تحت کشت و زراعت برنج بسیار با اهمیت می‌باشد و امکان دستیابی به آن از طریق چاهکهای کمکی[1] که بوسیله آن می‌توان جریان زهکشی زیرزمینی (دبی زه آبها) را تنظیم نمود امکان‌پذیر است. بطوریکه سطح آب زیرزمینی را در دوره آبیاری می‌توان با بسته نمودن چاهک کمکی افزایش داده و همین طور با باز نمودن چاهک کمکی امکان کاهش سریع سطح ایستابی (نسبت به سطح مزرعه) وجود خواهد داشت.



شکل (٤-۱)- شمای یک عدد چاهک کمکی (Relief well) و اجزای آن

مزیت‌های زیر از طریق نصب (تعبیه) سامانه زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری متصور می‌باشد.

- **بهبود نفوذپذیری خاک،** افزایش نفوذپذیری عمودی (قائم) در نیمرخ خاک می‌تواند موجب تسریع در عملیات کنترل سطح آب زیرزمینی گردیده و خشک نمودن سطح خاک مزرعه را در ایام مورد نظر امکان‌پذیر نماید.
- **بهبود شرایط فیزیکی خاک،** کاهش میزان (محتوی) آب خاک موجب افزایش مقدار هوا در خلل و فرج خاک گردیده و در نتیجه آن ساختمان خاک بهبودی حاصل می‌نماید و تأثیر آن در واکنش سریع گیاهان در شرایط کاربرد، به کودهای معدنی است.
- **بهبود ظرفیت ایستایی[2] خاک و افزایش قابلیت تردد[3] ماشین‌های کشاورزی،** چند روز پس از زهکشی آب استغراقی روی سطح مزرعه امکان استفاده از ماشین‌های برداشت (برنج) عملی می‌گردد.
- **تنوع کاربری اراضی شالیزاری،** افزایش نفوذپذیری و کاهش (تعمیق) سطح آب زیرزمینی هم چنین فراهم آمدن شرایط اجرای عملیات شخم و پوک نمودن خاک امکان تنوع کاربری اراضی شالیزاری را برای گیاهان زراعی دیگر (بجز گیاه برنج) فراهم می‌آورد.

omoorepeyman.ir

1- Relief Wells.
2- Bearing Capacity.
3- Trafficability.

٤-۳- مطالعات تکمیلی خاکشناسی و طبقه بندی اراضی شالیزاری

طبقه‌بندی اراضی عبارت از ارزیابی سیستماتیک زمین با در نظر گرفتن ویژگی‌های خاک، توپوگرافی، زهکشی، دسته‌بندی عوامل مورد بررسی و مشابه فیزیکی و اقتصادی آنها به طریقی است که بتوان اراضی را از دیدگاههای قابلیت و صرفه اقتصادی، توسعه پایدار کشاورزی، مدیریت آبیاری و در نهایت افزایش عملکرد محصولات کشاورزی (زراعی و باغی) تفکیک و طبقه‌بندی نمود.

اصول اساسی و اولیه تجزیه و تفکیک فیزیکی، شیمیایی و اقتصادی اراضی "خشکه‌زاری" از "شالیزاری" عبارتند از:

- توانمندی حفظ شرایط استغراق آب بروی سطح زمین
- قابلیت اعمال عملیات گلخرابی بروی اراضی
- امکان کنترل سطح ایستابی در زیر سطح خاک مزرعه

بنابر این نخستین عامل مورد بررسی برای تجزیه و تفکیک کلاسهای خاک اراضی شالیزاری مرطوب، وضعیت کنترل آب در ارتباط با ویژگی‌های خاک و شرایطی است که امکان برقراری رژیم رطوبتی مطلوب را برای تولید شالی (برنج) فراهم می‌آورد، خواهد بود. لیکن کلاسهای خاک اراضی خشکه‌زاری در درجه نخست مرتبط با شرایط زهکشی و سایر خصوصیات بارز خاکها می‌باشد که بطور بسیار مؤثری بروی عملکرد محصولات تولیدی (زراعی و باغی) و هزینه‌های مربوط اثرگذار است.

٤-۳-۱- مراحل انجام عملیات میدانی مطالعات تکمیلی خاکشناسی

- تهیه یا آماده‌سازی نقشه پایه‌ای (بطور ترجیحی نقشه تهیه شده از عکسهای هوایی) محدوده مورد بررسی برای برنامه‌ریزی و تعیین موقت محل و تعداد نقاط "مطالعاتی" و در صورت لزوم انتخاب مکان مناسب حفر پروفیل (نیمرخ)های خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی در محدوده مطالعاتی.
- انتخاب مسیر مناسب دسترسی به نقاط "مطالعاتی" و یا پروفیل‌های خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی، آماده‌سازی وسایل و تجهیزات، آموزش نیروی انسانی عملیاتی و انجام سایر امور تدارکاتی مربوطه.
- بررسی و تعیین ویژگی‌های خاکها از طریق نقاط مطالعاتی و یا پروفیل‌های خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی که معرف اراضی محدوده مربوطه می‌باشد، در محل‌های انتخابی بانجام می‌رسد. در صورتیکه بررسی‌های خاکشناسی تکمیلی در نظر باشد که در محل نقاط مطالعاتی صورت پذیرد، برداشت نمونه خاک از طریق مته‌زنی با تناوب ۰/۱۵ متر و در شرایطی ۰/۳ متر بصورت متوالی تا عمق ۱/۵ متری (و در صورت نیاز تا عمق ۳ متری) انجام و نمونه‌های برداشت شده به تفکیک اعماق نمونه‌برداری، تنظیم و مورد بررسی دقیق (و در مواردی مضاعف) قرار می‌گیرد در این ارتباط لازم است برای جلوگیری از تعویض نمونه‌ها، تفکیک نمونه‌های مربوط به هر لایه مشخص خاک، ممانعت از اختلاط و امتزاج نمونه‌های برداشت شده از دو افق مشخصه با ویژگی‌های متفاوت و...، اهتمام لازم بعمل آید.
- در شرایطی که از پروفیل یا نیمرخ خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی استفاده بعمل می‌آید که اعمال این رویه مرتبط با زیر بخش‌هایی با مساحت قابل ملاحظه نسبی است، تفکیک موارد مورد نظر می‌تواند بطور موقت در محل انجام و سپس نتایج مربوطه مقایسه و نهایی گردد.
- محل هر نقطه مطالعاتی بروی نقشه پایه‌ای بایستی با شماره و یا گاه شماره و حرف کاملاً مشخص باشد پروفیل‌های مطالعاتی خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی نیز بایستی در محل از قبل تعیین و درج شده بروی نقشه، مورد تشریح دقیق قرار گرفته و نتایج در فرمهای مربوطه ثبت و نگهداری شود.

omoorepeyman.ir

• بطور معمول بافت نمونه خاک (ها) در مزرعه از طریق لمسی تشخیص داده می‌شود و در مواردی نیز تعدادی از نمونه‌های برداشت شده برای تجزیه مکانیکی و تأیید تشخیص مزرعه‌ای به آزمایشگاه ارسال می‌گردد.

• محل دقیق نقطه مطالعاتی یا پروفیل خاکشناسی (طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع آن)، شرایط توپوگرافی، ساختمان، رنگ، وجود یا عدم وجود رنگدانه، دانه‌های سخت شده آهک، عمق برخورد به سطح ایستابی (و کیفیت آن در صورت امکان) و سایر ویژگی‌های مورد نظر بایستی بدرستی بررسی و با دقت بروی فرم یا فرم‌های مربوطه درج و نگهداری شود*.

• نمونه‌های خاک برداشت شده از طبقات متوالی نیمرخ خاک و یا حداقل سه نمونه از هر نقطه مطالعاتی (در شرایط همگن بودن افق‌های مربوطه) پس از نصب برچسب بروی کیسه حاوی نمونه مربوطه و درج مشخصات فنی و محلی، برای اعمال تجزیه‌های جاری و یا تجزیه‌های کامل (درخصوص پروفیل‌های شاهد خاکشناسی) به آزمایشگاه ارسال گردد. وزن این قبیل نمونه‌ها در شرایط متعارف می‌تواند حدود یک کیلوگرم باشد، اعمال دقت کافی برای درج مشخصات نمونه بروی برچسب مربوطه که مشتمل بر شماره، محل، زمان نمونه‌برداری، عمق خاک نمونه‌برداری شده، بافت خاک و نام منتسب شده "طبقه‌بندی" به آن ضرورت دارد.

• در مرحله بعد لازم است تا چگونگی کاربری منابع خاک و اراضی در شرایط حاضر، سطح عملکرد تولیدات، مخارج اصلاح و بهسازی‌های مترتبه و قابلیت زهکشی اراضی با دقت سنجیده و برآورد گردد. علاوه بر آن لازم است که هرگونه نارسایی (محدودیت) مرتبط با خاکها از جمله عوارض توپوگرافی و ویژگی‌های زهکشی به دقت مورد امعان نظر باشد. در شرایطی که محدودیت هر سه عامل و یا ترکیبی از آنها ملاحظه گردد. روشهای ارزیابی مناسب دیگری درخصوص آن بایستی اعمال گردد تا اطلاعات کیفی بیشتری درخصوص این محدودیت‌ها قابل دستیابی باشد.

• در اقدام دیگر (در صورت عدم وجود هرگونه مطالعه خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی) باستناد موارد گفته شده در بالا می‌توان یک یا دو کلاس را به اراضی مورد مطالعه منتسب نمود. که در شرایط انتساب دو کلاس، موارد مرتبط با اولویت نخست و دوم اراضی از دیدگاه عملکرد تولیدات زراعی می‌باشد. بعنوان مثال هرگاه اراضی مورد نظر بعنوان شالیزار اختصاص یافته باشد، اولین کلاس اولویت مختص زراعت برنج می‌باشد و در شرایطی که وضعیت زهکشی خاک برای کشت سایر گیاهان (زراعی) مناسب باشد. دومین کلاس منتسب به اراضی مرتبط به گیاه (هان) دیگری غیر از گیاه برنج خواهد بود که رقم مربوطه درون پرانتز و هم جوار کلاس نخست بروی فرم یا نقشه مربوطه درج می‌گردد.

• پس از تشخیص کلی و جداسازی اراضی قابل کشت و زرع (از سایر اراضی) نیاز به قضاوت اقتصادی- زراعی خواهد بود تا بدین وسیله بتوان دلایل و مستندات لازم را برای اجرای عملیات عمرانی قطعات اراضی تفکیک شده، ارایه نمود.

٤-۳-۲- موارد حداقل نیازها برای انواع طبقه‌بندی

تفکیک و برآورد موارد تفصیلی اطلاعات خاک و اراضی ارتباط با درجه دقت نتایج مورد انتظار دارد. بطور معمول سه نوع طبقه‌بندی در شرایط فعلی رایج است که عبارتند از: اجمالی، نیمه تفصیلی و مطالعات تفصیلی، موارد اجمالی و نیمه‌تفصیلی بیشتر مرتبط با برنامه‌ریزی و دریافت اطلاعات مقدماتی می‌باشند در حالیکه ارقام و اطلاعات حاصل از مطالعات تفصیلی در مرحله سازماندهی، ساخت و بهره‌برداری از پروژه‌ها کاربرد دارد.

* برای آگاهی مجدد از تعداد و تراکم نقاط مطالعاتی لازم به مندرجات جدول (۱-۳) مراجعه شود.

٤-۳-۳- ویژگی‌های لازم برای طبقه‌بندی خاک و اراضی شالیزاری

حداقل مشخصات فیزیکی برای هر کلاس اراضی، تحت کلاس و اطلاعات مورد نیاز تفکیکی که بتواند اهداف کامل طبقه‌بندی خاک و اراضی را تأمین نموده و متضمن قابلیت مقایسه خاکهای محدوده و کل منطقه مربوطه باشد، بسهولت قابل بیان نیست. زیرا هیچ گونه محدوده اطلاعاتی معینی نمی‌تواند بطور کامل برای کلیه مناطق در یک محدوده بدلایل اختلافات جغرافیایی، اقلیمی و شرایط کشاورزی جاری و مانند آن کامل و نافذ باشد بدین دلیل برای شرایط هر منطقه‌ای ضروریست حداقل مشخصات لازم با توجه به ویژگی‌ها و تجربیات موجود برنامه‌ریزی و تعیین گردد.

٤-۳-٤- روشهای برداشت نمونه‌های خاک برای بررسی توانمندی تولید

- گودالی به عمق ۲۰–۲۵ سانتیمتر در محل مورد نظر حفر نموده و ذرات خاک حفاری شده از درون گودال خارج می‌گردد. از محل دیواره عمودی گودال نمونه‌های نازکی از خاک به ضخامت ۲/۵۰ سانتیمتر و عرض ۵/۰ سانتیمتر با دقت برداشت می‌شود.
- برداشت مقدار زیادتری از این قبیل نمونه‌های خاک از سایر گودالهای حفر شده که پراکندگی آنها محدوده مورد مطالعه را پوشش دهد، توصیه می‌گردد (بهتر آنست که ۱۰ گودال در هر ۴/۰ هکتار حفر و نمونه‌برداری شود).
- نمونه‌های برداشت شده را با هم مخلوط (هر گودال یک نمونه) نموده و نمونه خاکی به وزن یک کیلوگرم را جداسازی و با نصب برچسب محل نمونه‌برداری، نام مالک یا کشاورز، تاریخ نمونه‌برداری، وضعیت خاک لایه سطحی، پوشش گیاهی زراعی فعلی یا فصل گذشته، عملکرد محصول، عملیات زراعی اجرا شده در سطح مزرعه (از قبیل افزایش کودهای شیمیایی یا آلی)، وضعیت شیب و سایر خصوصیات قطعه نمونه‌برداری شده بروی برچسب نمونه درج گردد.
- از برداشت نمونه در جوار جاده‌ها، ساختمانها، گودالهای گردآوری کاه، کُلش و فضولات دامی و عوارض مشابه از قبیل حصار باید خودداری نمود. نمونه‌های آماده شده را بایستی برای اعمال تجزیه‌های ضروری به نزدیکترین آزمایشگاه ارسال نمود. برداشت این قبیل نمونه‌های خاک برای دوره‌هایی با تناوب ۳–۵ سال یکبار توصیه می‌گردد.

٤-٤- بررسیهای قابلیت زهکشی خاک و اراضی

مطالعات و تجسس‌های قابلیت زهکشی خاک و اراضی، از طریق بررسیهای میدانی (مزرعه‌ای) بیشتر مرتبط با تعیین عمق، شیب، چگونگی نوسانات سطح ایستابی (سفره اول)، وجود یا عدم وجود آبخوانهای تحت فشار (آرتزین) یا نیمه تحت فشار، ضخامت و چگونگی نفوذپذیری افقهای موجود در نیمرخ خاک و بطور مشخصی لایه‌های زیرین (که ممکن است موجب عدم امکان نفوذ و تحرک آب در خاک را فراهم آورد) می‌گردد. این مطالعات بطور عمده مشتمل بر کلیه موارد یا بخشی از اهداف زیر است.

- تهیه طرح و ارایه پیشنهادات لازم درخصوص احداث شبکه چاهکهای مشاهده‌ای برای بررسی چگونگی وضعیت نوسانات سطح ایستابی اراضی محدوده موردنظر.
- ارایه برنامه لازم جهت انجام حفاریهای مورد نیاز در زمینه شناخت طبقات خاک (لایه‌بندی) و تعیین محل استقرار لایه محدود کننده یا غیرقابل نفوذ در گستره منطقه مطالعاتی.

omoorepeyman.ir

• ارائه پیشنهادات و برنامه مورد نیاز برای اجرای آزمونهای مزرعه‌ای اندازه‌گیری نفوذپذیری خاکها (تراوش‌پذیری) در اراضی محدوده موردنظر.

• ارایه برنامه و پیشنهادات لازم درخصوص تعداد و روشهای اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی خاکها از طریق روشهای زیر سطح ایستابی (روش چاهک، پیزومتری) و بالای سطح ایستابی (پورشه یا چاهک معکوس، تزریق به چاهک کم عمق، روش نفوذسنج گلف) در سطح محدوده مطالعاتی.

• ارایه توصیه‌های لازم در مورد انجام بررسیهای تکمیلی و یا اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای عوامل (فاکتورهای) مورد نیاز در ارتباط با موارد زهکشی و یا مطالعات اصلاح خاک و اراضی.

علاوه بر آنچه بدان اشاره شد موارد لازم به توجه در مورد "بررسیهای قابلیت زهکشی خاک و اراضی" با این پیش فرض که قبلاً گروههای اصلی خاکها و نحوه پراکنش اراضی در محدوده مورد بررسی بانجام رسیده و منتج به حصول توافق علمی و فنی گردیده است، را می‌توان بشرح زیر و بصورت خلاصه ارایه نمود.

الف– منطقه مورد مطالعه ابتدا بایستی بطور اجمالی و در ارتباط با نوع پوشش گیاهی، ویژگیهای خاک و اراضی از نظر مسائل شوری و سدیمی بودن، تعیین مناطق زهدار و ماندابی، ضرورت احداث (ایجاد) نوعی زهکش کمکی (قبل از اجرای شبکه آبیاری) مورد بررسی قرار گیرد.

ب– هرگاه موقعیت عمومی پروژه مشخص گردید، می‌توان نسبت به احداث شبکه نقاط مطالعاتی اقدام نمود. بطور معمول احداث ردیف‌های نقاط مورد نظر می‌تواند در جهت خطوط میزان منحنی، هم جهت با جریان آب در رودخانه و یا آبراهه‌های سطحی اصلی بانجام رسد.

در مراحل بررسیهای صحرائی (میدانی) یک پروژه بزرگ (از نظر وسعت) نقاط مورد بررسی می‌تواند با تناوب و فواصل یک تا دو کیلومتر بین خطوط و دو تا پنج کیلومتر روی خطوط میزان منحنی سطح اراضی پیاده و مورد اقدام قرار گیرد. هرگاه حدود میزان تغییرات خاکها و لایه‌های زیرین بسیار زیاد باشد، انتخاب نقاط اضافی الزامی است. در این قبیل نقاط بایستی نسبت به شناسائی افقهای متشکله (بخصوص از نظر بافت خاک) تا اعماق ۱/۵ تا ۳/۰ متری اقدام نمود*.

• بافت خاک هر لایه (طبقه) و چگونگی هوازدگی (هوادیدگی) آن، بطوریکه مجموع اطلاعات هر نقطه وضعیت لایه‌بندی افقهای متشکله خاکهای آن نقطه را ارایه نماید.

• وضعیت زهکشی، از طریق بررسی چگونگی نفوذپذیری نمونه‌های خاک مقدور می‌باشد و قضاوت در مورد آن بایستی برمبنای ساختمان خاک، میزان تخلخل، جرم مخصوص ظاهری، مجاری نفوذی ریشه گیاهان، چگونگی توزیع ریشه‌ها در طبقه مربوطه، عمق لایه آهکی، نوع و چگونگی توسعه لکه‌های رنگی (رنگدانه) و نحوه استقرار طبقات متفاوت در نیمرخ خاک (حالت مطبق بودن نیمرخ خاکها).

• اظهار نظر یا تعیین تفاوت بین مقادیر نفوذپذیری عمودی و افقی در هر لایه با در نظر داشتن ساختمان خاک لایه مورد بررسی.

• بررسی میزان و چگونگی سخت شدن (سیمانی شدن) لایه‌های مختلف در نیمرخ خاک در نقطه مطالعاتی.

• برآورد یا تعیین (نسبی) محل استقرار لایه محدود کننده، نیمه نفوذپذیر و یا غیرقابل نفوذ در نیمرخ خاک.

---

* برای آگاهی تفصیلی به مندرجات " دستورالعمل لایه‌بندی خاک در مطالعات زهکشی "، نشریه شماره ۱۵۳ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، سازمان مدیریت منابع آب ایران، وزارت نیرو (۱۳۷۵) مراجعه شود.

omoorepeyman.ir

پ – بطوریکه قبلاً نیز مورد تذکر قرار گرفت، اجرای آزمونهای مزرعه‌ای اندازه‌گیری نفوذپذیری خاکها (تراوش‌پذیری) در نقاط معرف اراضی محدوده مورد مطالعه نیز بایستی بانجام رسد.

ت – در زمینه تکمیل آنچه در بند "ب" درخصوص وضعیت لایه‌بندی افقهای مختلف نیمرخ خاکها بیان گردید در صورت ضرورت لازم است که بین خطوط شبکه‌بندی نقاط مورد بررسی، برای حصول اطمینان در زمینه توزیع یکنواختی میزان تغییرات (در جهات عمودی و افقی) نسبت به انجام بررسیهای لازم اقدام نمود.

ث – چاهکهای مشاهده‌ای* را بایستی بطور عمده در مناطق زهدار و یا ماندابی محدوده مورد مطالعه مستقر نمود. علاوه بر آن ضرورت دارد، در سایر نقاطی که موارد متذکره (زهدار یا ماندابی بودن) در آنها در مرحله نخست بسهولت قابل تشخیص نمی‌باشد نیز نسبت به تعبیه چاهکهای مشاهده‌ای اضافی اقدام نمود. برای استقرار این قبیل چاهکها می‌توان از ابزار دستی از جمله مته نمونه‌برداری خاک و یا تجهیزات حفاری (دستی یا ماشینی) استفاده نمود. علاوه بر آن از محل چاههای موجود در منطقه و مزارع نیز می‌توان اطلاعات مفیدی را کسب نمود. لیکن یافته‌های جمع‌آوری شده در مقایسه با چاهکهای مشاهده‌ای حدود اعتماد کمتری را حاصل می‌نماید.

بطور تقریبی بایستی حدود یک سوم (۳۰٪) چاهکهای مشاهده‌ای را تا عمق ۳/۰ متری تعمیق و بررسی نمود (بجز درشرایطی که وجود لایه غیرقابل نفوذامکان انجام این اقدام را غیرممکن می‌نماید).

ج– در مرحله مقدماتی مطالعات و برای بررسی وضعیت کمی و کیفی آب زیرزمینی می‌توان چاهکهای مطالعاتی را در همان محلهای تعیین بافت خاک (لایه‌بندی) مستقر نمود مگر در شرایطی که در آن مناطق مشکل زهکشی وجود نداشته باشد.

چ– در مواردی که احتمال فشار آرتزین آب زیرزمینی از طریق آبخوان‌های محصور یا نیمه محصور سازندهای زیرین وجود داشته باشد، لزوم تهیه و نصب پیزومتر در محل یا محدوده‌های محتمل ضروری است** و بدینوسیله می‌توان فشار هیدرواستاتیک محل ورود آب به انتهای پیزومتر نصب شده (در عمق یا لایه مشخص) را اندازه‌گیری نمود.

ح– تعیین ارتفاع دقیق محل استقرار چاهکهای مشاهده‌ای (اندازه‌گیری نوسانات سطح ایستابی و برداشت نمونه‌های آب زیرزمینی برای اعمال تجزیه‌های شیمیائی لازم بروی آنها) و پیزومترهای ساده یا مرکب تعبیه (نصب) شده از طریق ارتفاع‌یابی مهندسی ضرورت دارد.

خ – قرائت و ثبت رقوم سطح آب زیرزمینی از محل چاهکهای مشاهده‌ای (و پیزومترها)، برای مدت حداقل یکسال (چهار فصل) و یا بطور ترجیحی دوره طولانی‌تری و با تواتر (فواصل) زمانی معقولی (حداکثر یکماهه) بایستی بانجام رسد تا بدینوسیله بتوان روند تغییرات نوسانات سطح ایستابی (آب زیرزمینی) را پایش نمود. در ادوار بارندگی‌های قابل ملاحظه (متراکم و شدید) انجام اندازه‌گیری و قرائت‌های اضافی رقوم آبهای زیرزمینی مورد توصیه است.

د – هرگاه خصوصیات پدولوژیکی و زمین‌شناسی طبقات زیرین در نیمرخ خاکها، حدوداً یکنواخت باشد اندازه‌گیری میزان دبی جریانها در آبراهه‌های موجود (زهکش، قنات، چشمه) برای بررسی چگونگی و میزان تحرک آب زیرزمینی بایستی بانجام رسد. لیکن در

---

* برای آگاهی تفصیلی به مندرجات " دستورالعمل حفر و تجهیز چاهکهای مشاهده‌ای" ، نشریه شماره ۱۵۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، سازمان مدیریت منابع آب ایران، وزارت نیرو (۱۳۷۵) مراجعه شود.

** برای آگاهی تفصیلی به مندرجات " دستورالعمل حفر و تجهیز پیزومترهای مرکب" ، نشریه شماره ۱۶۲ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، سازمان مدیریت منابع آب ایران، وزارت نیرو (۱۳۷۶) مراجعه شود.

omoorepeyman.ir

شرایطی که آبراهه‌های (زهکشها) موجود در سطح اراضی عرصه، معرف کل منطقه مورد مطالعه نباشد، اندازه‌گیری میزان جریان در آنها مورد خاصی را مشخص نخواهد نمود.

ذ – بطوریکه در بند " ح " نیز متذکر گردید، انجام تجزیه‌های آزمایشگاهی برروی نمونه‌های آب برداشت شده از محل چاهکهای مشاهده‌ای (مطالعاتی)، قنوات، چشمه‌ها و چاههای موجود در محدوده و زهکش‌های ایجاد شده در مطالعات و بررسیهای قابلیت زهکشی خاک و اراضی منطقه مورد نظر ضروری می‌باشد.

ر – در فرایند تجزیه و تحلیل ارقام و اطلاعات گردآوری شده، تهیه نقشه‌های مرتبط با موارد مورد بررسی یعنی: نقشه‌های خطوط همتراز و هم عمق سطوح ایستابی (آب زیرزمینی)، نیمرخ سطح آب، نیمرخ پیزومترها، هیدروگراف (آبنمود) چاهکهای مطالعاتی (مشاهده‌ای) و کل محدوده طرح، نقشه هم ارز هدایت هیدرولیکی اشباع نیمرخ خاکها و نقشه عمق استقرار لایه محدود کننده (غیرقابل نفوذ) ضروری می‌باشد.

ز – بدیهی است که کلیه ارقام و اطلاعات گردآوری شده که بخشی از آن در این مبحث مورد تذکر قرار گرفت از جمله: عمق استقرار لایه غیرقابل نفوذ، میزان تراوشات عمقی، عمق مطلوب سطح ایستابی، رفتارسنجی سطح ایستابی (آب زیرزمینی) موجود یا مقادیر نفوذپذیری جانبی لایه‌های زیرین (هدایت هیدرولیکی اشباع خاکها) و... در طراحی شبکه زهکشی مورد استفاده قرار خواهند گرفت.

٤-٥- خصوصیات پدولوژیکی[1] و هیدرودینامیکی[2] خاکها

در مطالعات جاری خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی، به طور معمول شناسائی افقهای متفاوت نیمرخ خاک تا عمق ۱/۲۵ و حداکثر ۱/۵۰ متری بانجام می‌رسد. در حالیکه در بررسی‌های زهکشی خاک و اراضی شناخت ویژگی لایه‌های عمیق‌تر نیمرخ خاک بخصوص از نظر لایه محدود کننده و هدایت هیدرولیکی افق‌های متشکله نیمرخ خاک با اهمیت تلقی می‌گردد. زیرا آنچه در این خصوص مورد نظر است چگونگی "قابلیت انتقال آب[3] یا رطوبت" در لایه‌های متفاوت نیمرخ خاک است.

در شرایط متعارف، عمق استقرار زهکشهای زیرزمینی (بطور عمده) در شرایطی نظیر آنچه در اراضی شالیزاری در کشور حاکم است، ۱/۰–۰/۹ متری انتخاب می‌شود. بدین دلیل عمق چاهکهای تجسس لایه‌بندی خاک بایستی حداقل ۱/۵ برابر عمق استقرار محتمل زهکشهای زیرزمینی مورد بررسی قرار گیرد. که بدین دلیل و به جهت سهولت‌های اجرایی در اکثر شرایط عمق چاهکهای لایه‌بندی افق‌های متشکله در نیمرخ خاک ۱/۵ متر و یا حداکثر ۳/۰ متر برنامه‌ریزی و اجرا می‌گردد.

اطلاع از ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی افق‌های زیرین و بالائی محل قرار گرفتن زهکشهای زیرزمینی از اعتبار زیادی برخوردار است. بعلاوه تعیین روش اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی خاکها و منظور نمودن فرضیات بکار رفته در اشتقاق روابط مربوطه، منوط به تعیین یا برآورد دقیق لایه محدود کننده[4] (نفوذناپذیر یا غیرقابل نفوذ) در نیمرخ خاک است. هم چنین بافت خاک طبقات نیز در تعیین نوع و ضخامت مواد پوششی زهکشهای زیرزمینی مؤثر می‌باشد.

1- Pedological.
2- Hydrodynamical.
3- Water Transmission.
4- Barrier.

omoorepeyman.ir

با توجه به موارد فوق ملاحظه می‌شود که تشخیص یا برآورد دقیق بافت خاک در مطالعات زهکشی (عمقی) با اهمیت است زیرا بافت خاک یکی از ویژگی‌های فیزیکی خاک می‌باشد که ارتباط بسیار نزدیکی با میزان هدایت هیدرولیکی و ظرفیت نگهداری آب در خاک دارد. بطور کلی در خاکهای درشت بافت میزان هدایت هیدرولیکی زیاد و مقدار ظرفیت نگهداری آب در خاک کم و بالعکس در خاکهای ریزبافت مقدار ظرفیت نگهداری آب در خاک زیاد و هدایت هیدرولیکی آن کم است.

مهمترین عواملی که در بررسی لایه‌های خاک مورد توجه قرار می‌گیرند عبارتند از : رنگ، بافت و ساختمان خاک، وجود گچ، آهک، بلورهای نمک، رنگدانه[1]، علایم احیای خاک[2]، پایداری ذرات خاک، وجود ریشه یا بقایای آن، بقایای جانوران خاک‌زی، بوی لجن و مردابی بودن نمونه‌های خاک، میزان مقاومت خاک در مقابل حفاری، مقدار رطوبت خاک طبقات در هنگام حفاری و سطح برخورد به آب زیرزمینی و... .

٤-٥-١- نفوذپذیری (سرعت نفوذ) آب به خاک

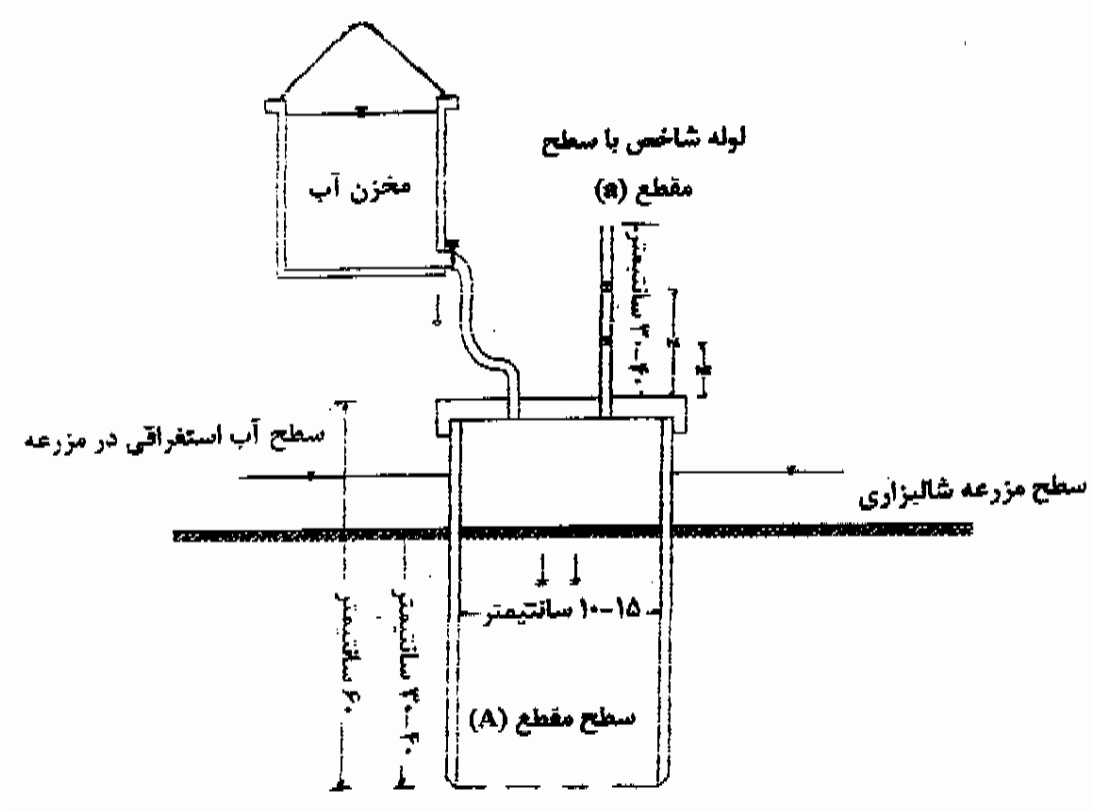
در اراضی شالیزاری به دلیل ایجاد سخت لایه (نسبی) در جریان عملیات گلخرابی و آماده‌سازی اراضی برای انتقال و کشت نشاء طی سالیان متمادی، آن هم در افق‌های سطحی نیمرخ خاک (۰/۳-۰/۲۰ متر زیر سطح خاک مزرعه)، اندازه‌گیری سرعت نفوذ آب به خاک با استفاده از روشهای متعارف مانند کاربرد استوانه‌های مضاعف و یا تک استوانه امکان‌پذیر نمی‌باشد بدین دلیل راهکار خاصی بنام "روش سریع[3] " ابداع و در اکثر کشورهای آسیایی جنوب شرقی که زراعت برنج در اراضی شالیزاری آنها کشت غالب محسوب می‌گردد، عمومیت اجرا یافته است.

از نظر علمی این روش همانند اندازه‌گیری نفوذپذیری نمونه خاک به روش "بارافتان[4] " می‌باشد. برای این منظور از یک عدد استوانه فلزی به قطر داخلی ۱۵-۱۰ و به طول ۶۰ سانتیمتر به ضخامت ۵-۳ میلیمتر استفاده به عمل می‌آید. سطح جانبی بخش انتهایی استوانه فلزی برای تسهیل در فرو بردن (کوبیدن) آن در نیمرخ خاک پردازش و به ارتفاعی معادل ضخامت جدار استوانه فلزی (۵-۳ میلیمتر) بصورت مقطع مثلثی، شکل داده شده است.

برای اندازه‌گیری نفوذپذیری (سرعت نفوذ) آب به خاک در نخستین مرحله استغراق آب برروی سطح قطعه زراعی با استفاده از صفحه و چکش استوانه فلزی به عمق ۴۰-۳۰ سانتیمتر در نیمرخ خاک کوبیده می‌شود بدین ترتیب حتی اگر ارتفاع یا عمق آب استغراقی بروی سطح خاک برابر با ۱۰ سانتیمتر باشد ارتفاعی معادل ۲۰-۱۰ سانتیمتر از استوانه فلزی بالاتر از سطح آب قرار می‌گیرد. بخش فوقانی لوله استوانه‌ای بوسیله درپوشی که مجهز به واشر لاستیکی (برای آب‌بندی) می‌باشد، پوشیده می‌گردد. بروی این درپوش دو تکه لوله رابط هم جنس درپوش به قطر خارجی حدود ۱/۰ سانتیمتر از قبل تعبیه شده است که بروی یکی از لوله‌های رابط شاخص مدرج و شفاف شیشه‌ای یا پلاستیکی به قطر داخلی معادل قطر خارجی لوله رابطه به صورت عمودی نصب می‌گردد. لوله رابط دیگر بوسیله لوله‌ای پلاستیکی به قطر داخلی مشابه لوله شاخص مدرج و شفاف، به یک مخزن آب که ارتفاع کف آن بالاتر از بخش فوقانی استوانه فلزی است و هم جوار با استوانه فلزی استقرار داده شده است، متصل می‌شود. در محل اتصال مخزن آب به لوله پلاستیکی (شیلنگ) یک عدد شیر قطع و وصل جریان از قبل تعبیه گردیده است.

omoorepeyman.ir

1- Mottling.
2- Gley.
3- Quick Method.
4- Falling Head Method.



شکل (٤-۲)- شمای یک دستگاه اندازه گیری مقدار نفوذ آب به خاک به روش سریع

برای شروع آزمایش ابتدا مخزن پر از آب صاف می‌گردد و سپس شیر قطع و وصل جریان باز می‌شود تا فضای خالی بخش فوقانی استوانه فلزی (محفظه بین سطح آب استغراقی و سقف درپوش) بوسیله آب اشغال گردیده و سپس جریان آب در لوله مدرج و شفاف خیز برداشته و هم سطح آب درون مخزن و یا کمی پایین‌تر از آن قرار گیرد. در این حال ارتفاع آب خیز برداشته در لوله شفاف مدرج یادداشت و با ثبت زمان، شیر قطع و وصل جریان بسته می‌شود. با شروع نفوذ آب به خاک ارتفاع یا بار آبی در لوله شفاف و مدرج شروع به افت می‌نماید. پس از مدت زمان لازم که نوعی هماهنگی بین زمان اندازه‌گیری و فروکش نمودن سطح آب در لوله شاخص برقرار گردد با یادداشت ارتفاع آب در لوله شفاف و مدرج می‌توان آزمایش را خاتمه یافته تلقی نمود. مقدار نفوذپذیری خاک را با استفاده از این روش می‌توان از رابطه زیر محاسبه نمود:

$$P = \left(\frac{a}{A}\right)\left(\frac{2.3.L}{t_i - t_f}\right) \times \log\left(\frac{h_1 + L}{h_2 + L}\right) \times 86400 \qquad (۱-۴)$$

که در آن:

P، مقدار نفوذپذیری (سانتیمتر در روز)

a، سطح مقطع لوله شاخص و مدرج (سانتیمترمربع)

A، سطح مقطع داخلی استوانه فلزی (سانتیمترمربع)

L ، عمق کوبیده شده استوانه فلزی در نیمرخ خاک (سانتیمتر)

h_1، ارتفاع اولیه سطح آب در لوله شاخص و مدرج نسبت به سطح آب استغراقی در مزرعه (سانتیمتر) در زمان t_i

h_2، ارتفاع سطح آب در لوله شاخص و مدرج نسبت به سطح آب استغراقی در مزرعه (سانتیمتر) در زمان t_f

t_n، مدت زمان تجمعی از شروع اندازه‌گیری افت سطح ایستابی در لوله شاخص (ثانیه) و برابر با $t_f - t_i$ می‌باشد.

مثال: هرگاه قطر داخلی استوانه فلزی ۱۵/۰ سانتیمتر و قطر داخلی لوله شاخص و مدرج ۱/۰ سانتیمتر، عمق کوبیده شدن استوانه فلزی در خاک ۴۰/۰ سانتیمتر و ارتفاع بار آبی یا هیدرولیکی در شروع آزمایش نفوذسنجی (h_1) برابر با ۳۵/۰ سانتیمتر و افت بار هیدرولیکی ($h_2 - h_1$) معادل ۱۰/۰ سانتیمتر طی مدت زمانی مساوی ۲ ساعت باشد با کاربرد رابطه گفته شده، میزان نفوذپذیری خاک برابر با ۰/۳۰۴۸ "سانتیمتر در روز" خواهد بود.

$$P = \left(\frac{0.785}{176.62}\right) \times \left(\frac{2.3 \times 40}{2 \times 3600}\right) \times \log\left(\frac{35+40}{25+40}\right) \times 86400 = 0.3048$$

رقم محاسبه شده معادل ۰/۱۲۷ "میلیمتر در ساعت" می‌باشد.

توجه: کاربرد این روش بدلیل سهولت‌های اجرایی و محاسباتی می‌تواند در هر دوره زمانی مرتبط با مراحل مختلف رشد و نمو گیاه برنج به مرحله اجرا درآید و از نتایج حاصل برای محاسبه مقادیر نفوذ عمقی واقعی خاک در برنامه‌ریزی و مدیریت آبیاری اراضی شالیزاری استفاده نمود.

٤-٥-٢- لایه محدود کننده

در بررسی ویژگی‌های متفاوت نیمرخ خاک به منظور تجسس‌های زهکشی، تشخیص یا برآورد لایه محدود کننده از اهمیت بیشتری برخوردار است و انجام این مهم از طریق تجزیه و تحلیل مجموعه‌ای از عوامل بیان شده امکان‌پذیر می‌باشد. که از میان این عوامل تشخیص صحیح بافت خاک، وجود ذرات درشت و انتقال دهنده آب (رطوبت) از جمله بلورهای گچ وذرات شن و وجود رنگدانه و علایم احیای خاک نقش موثرتری را دارا می‌باشند. علاوه بر موارد قابل بررسی مزرعه‌ای که بیان گردید، تعاریف (قراردادی) زیر نیز بایستی همواره مورد امعان نظر باشد.

- لایه غیرقابل نفوذ[1]، طبقه‌ای است با نفوذپذیری کم که بطور پیوسته در بخش قابل توجهی از اراضی محدوده مورد مطالعه (زهکشی) گسترش داشته و برای جلوگیری از نفوذ تراوشات عمقی (عمودی) ضخامت لازمه را داشته باشد. هدایت هیدرولیکی چنین طبقه‌ای بایستی بین ۵ تا ۱۰٪ هدایت هیدرولیکی لایه‌های مجاور (فوقانی) باشد تا آن را بتوان "محدود کننده" تلقی نمود.
- لایه محدوده کننده (غیرقابل نفوذ) به طبقه‌ای گفته می‌شود که در مقایسه با خاک افقهای مجاور دارای هدایت هیدرولیکی نسبی کمتری بوده و مقاومت زیادی نسبت به جریان‌های عمودی یا تراوشات عمقی داشته باشد. مقاومت هیدرولیکی افق مشخصه‌ای از نیمرخ خاک را می‌توان بصورت رابطه زیر ارایه نمود:

$$C = \frac{D}{Kv} \qquad (۲-۴)$$

که در آن :

C، مقاومت هیدرولیکی لایه مورد نظر (برحسب روز)

D، ضخامت افق مشخصه و مورد نظر (متر یا سانتیمتر)

1- Impervious.

omoorepeyman.ir

Kv، هدایت هیدرولیکی عمودی لایه مورد نظر (متر یا سانتیمتر در روز)

بر پایه اطلاعات موجود و منتشره، مقادیر زیر برای بیان "مقاومت هیدرولیکی" خاکها ارایه شده است.

- مقادیر C=۲۵۰ یا بیشتر موید وجود لایه غیرقابل نفوذ واقعی در نیمرخ خاک.
- مقادیر C =۵۰ یا کمتر بیانگر عدم وجود لایه محدود کننده در نیمرخ خاک.
- مقادیر C =۲۵۰-۵۰ معرف طبقاتی است که ممکن است دارای محدودیت‌های زهکشی معنی‌داری باشند که در این شرایط بایستی ویژگی‌های هیدرولیکی سایر لایه‌های خاک هم جوار را نیز بررسی و سپس قضاوت نمود.

بهرحال، در صورتیکه لایه محدود کننده (لایه غیرقابل نفوذ نسبتاً ضخیمی) در اعماق حداقل ۱/۰ متری نیمرخ خاک (نسبت به سطح زمین) قرار داشته باشد. شاید مناسب‌ترین محل نصب زهکشهای زیرزمینی به روی این لایه غیرقابل نفوذ باشد و در مواردی که لایه نیمه تراوا[1] یا نفوذناپذیر در اعماق کمتر از حد فوق در طبقات سطحی نیمرخ خاک موجود باشد به تبع عمق و فاصله نصب زهکشهای زیرزمینی کاهش خواهد یافت. همین طور بعلت عدم امکان نفوذ عمقی ریشه گیاهان (زراعی و باغی) محدودیتهایی در رشد و نمو گیاهان و در نتیجه آن کاهش عملکرد محصول را در پی خواهد داشت. در چنین مواردی لازم است که نوع و میزان عملکرد محصول موردنظر (پس از احداث سیستم زهکشی) در برنامه تناوب زراعی موردبررسی قرار گرفته، مطالعات وبررسیهای احتیاطی بیشتری در مورد احداث سیستم زهکشی اعمال گردد.

٤-٥-٣- هدایت هیدرولیکی اشباع خاکها

بطور کلی، جریان آب به سمت زهکش‌ها بطور عمده افقی می‌باشد و هدایت هیدرولیکی افقی و اشباع خاک از مهمترین ویژگی‌های هیدرودینامیکی خاکها است که در محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی مورد نیاز می‌باشد.

روشهای متعددی برای اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی خاکها وجود دارد*. این اندازه‌گیری‌ها را می‌توان در آزمایشگاه و یا در محل واقعی (مزرعه) بانجام رسانید. اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی به دلیل کوچک بودن اندازه نمونه و دست خورده بودن آنها (به رغم اقداماتی که ممکن است جهت تهیه نمونه اعمال گردد) در مطالعات زهکشی از اولویت برخوردار نمی‌باشند. آزمایشهای مزرعه‌ای نیز به نوبه خود به دو گروه زیر سطح ایستابی و بالای سطح ایستابی تقسیم‌بندی می‌گردند. برای اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی در شرایط زیر سطح ایستابی دو روش معمول و متداول‌تر است که عبارتند از : روش چاهک[2] و روش حفره زیر لوله (روش پیزومتری[3]). روش چاهک یا روش نخست عموماً برای اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی در لایه‌هایی که آزمایش در آن انجام می‌شود و روش دوم (روش پیزومتری) برای اندازه‌گیری در یک لایه خاص (مشخص) بانجام می‌رسد.

روشهای متداول در اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی خاک در بالای سطح ایستابی عبارتند از: روش چاهک معکوس (پورشه)، روش تزریق به درون چاهک و روش نفوذسنج گلف.

omoorepeyman.ir

1- Semi-Impervious.

* برای آگاهی تفصیلی به مندرجات "دستورالعمل تعیین ضریب هدایت هیدرولیک خاک به روشهای مختلف"، نشریه شماره ۳۲۲، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، سازمان مدیریت منابع آب ایران، وزارت نیرو (۱۳۸۴) مراجعه شود.

2- Auger Hole Method.

3- Piezometer Method.

در ایران "روش چاهک" بیش از سایر روشها متداول است و نتایج حاصل از آن ارقام و اعداد مطلوبتر و منطقی‌تری را حاصل می‌نماید. در هر حال بررسیهای بعمل آمده نشان می‌دهد که در خاکهای کشور، همواره این روش (روش چاهک) نتایج بیشتری را نسبت به سایر روشهای اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی بالای سطح ایستابی حاصل می‌نماید. بطوری که می‌توان استباط نمود که نتایج حاصل از کاربرد روش چاهک عمدتاً ۳/۰ تا ۴/۰ برابر نتایج حاصل از روش به عنوان مثال چاهک معکوس (پورشه) می‌باشند که با نظریه مبتنی بر یکسان بودن نتایج، متفاوت است.

تعداد آزمایش‌های صحرایی یا میدانی به وضعیت غیر همگنی خاکها بستگی دارد، بطوریکه هرچه خاک همگن‌تر باشد آزمایش‌های مورد نیاز کمتر است. در ایران با توجه به مراحل مختلف مطالعاتی در طرحهای بزرگ تعداد اندازه‌گیری‌های توصیه شده به شرح زیر است:

- در مرحله شناسایی، تراکم شبکه منظم مطالعاتی (۲×۲ کیلومتری)، ۰/۲۵ نقطه در هر یکصد هکتار.
- در مرحله اول، تراکم شبکه منظم مطالعاتی (۱×۱ کیلومتری)، ۱/۰ نقطه در هر یکصد هکتار
- در مرحله دوم، تراکم شبکه منظم مطالعاتی (۰/۵×۰/۵ کیلومتری)، ۴/۰ نقطه در هر یکصد هکتار

تراکم نقاط اندازه گیری در شرایط خاکهای کشور، که بطور عمده مطبق می‌باشند، کم است و این تعداد باید تا آنجایی که امکان دارد، افزایش یابد.

بطوریکه در مباحث آتی در پی خواهد آمد در شرایط کاربرد معادله‌های زهکشی مبتنی بر جریان همگام (ماندگار) از جمله « معادله هوخهات یا کرکهام » حسب مورد می‌توان از میانگین وزنی (یا هندسی) در شرایط همگن بودن نیمرخ خاک و یا از ارقام هدایت هیدرولیکی (ضریب آبگذری اشباع) لایه‌های مربوطه، به شرط مطبق بودن ستون خاک استفاده نمود*. با فرض همگنی نیمرخ خاک و یا مطبق بودن آن (دولایه) روابط مرتبط با ضرایب آبگذری (هدایت هیدرولیکی اشباع) مربوطه به شرح زیر می‌باشد.

$$\overline{K} = \frac{K_1.D_1 + K_2.D_2}{(D_1 + D_2)} \qquad (۳-۴)$$

$$K_1 = \frac{\overline{K}(D_1 + D_2) - K_2.D_2}{D_1} \qquad (۴-۴)$$

$$K_2 = \frac{\overline{K}(D_1 + D_2) - K_1.D_1}{D_2} \qquad (۵-۴)$$

که در آن: $\overline{K}$، میانگین وزنی هدایت هیدرولیکی ستون خاک به ضخامت $\{D = (D_1 + D_2)\}$برحسب متر یا سانتیمتر در روز، D_1 و D_2 به ترتیب ضخامت لایه‌های اول و دوم در نیمرخ خاک برحسب متر یا سانتیمتر K_1 و K_2 به ترتیب هدایت هیدرولیکی نخست و لایه دوم می‌باشد.

به‌همین ترتیب، هرگاه ضخامت لایه‌های خاک (D_1 ، D_2 و... D_n) حدوداً برابر باشند و ضرایب آبگذری (هدایت هیدرولیکی) منتسب به آنها برابر با K_1، K_2 و... K_n باشد میانگین هندسی آن را می‌توان بصورت زیر محاسبه نمود.

* برای آگاهی تفصیلی به مندرجات " ضوابط طراحی تعیین فاصله و عمق زهکش‌های زیرزمینی"، نشریه شماره ۳۱۹، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، سازمان مدیریت منابع آب ایران، وزارت نیرو (۱۳۸۴) مراجعه شود.

omoorepeyman.ir

$$\overline{K}_G = (K_1.K_2 \ ....Kn)^{1/n} \qquad (۶-۴)$$

که در آن : n تعداد داده‌ها و بُعد $\overline{K}_G$، K_1، K_2 و... K_n نیز برحسب متر یا سانتیمتر در روز است.

تذکر: مزیت میانگین هندسی نسبت به میانگین حسابی در آن است که کمتر تحت تأثیر داده‌های بزرگ و کوچک قرار می‌گیرد، بدین دلیل کاربرد آن در عرف امور مهندسی متداول‌تر می‌باشد.

همانگونه که در مراجع مربوطه بیان گردیده، تغییرات جزئی و حتی نسبتاً زیاد در مقدار عددی هدایت هیدرولیکی (ضریب آبگذری اشباع) خاکها تأثیر آنچنان زیادی را برروی تعیین فاصله زهکشهای زیرزمینی (بطور عمده در روشهای کاربرد معادله‌های مبتنی برحالت همگام یا ماندگار از قبیل معادله هوخهات) نخواهد داشت ضمن آنکه در اندازه‌گیری و تعیین این پارامتر بایستی دقت لازم و کافی را مبذول نمود (زیرا تغییرات فاصله زهکشهای زیرزمینی با جذر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک تغییر می‌نماید) بنابراین با داشتن عمق ستون یا نیمرخ خاک یا لایه غیرقابل نفوذ، هدایت هیدرولیکی خاک ممکن است حدوداً تغییراتی داشته باشد بدون اینکه برروی محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی اثر قابل ملاحظه‌ای را موجب گردد.

٤-٥-٤- تأثیر غیر همروندی[1] و مطبق بودن[2] نیمرخ خاکها

خاکهای رسوبی در اکثر حالات مشتمل بر نوعی نیمرخ خاک متشکل از چندین لایه (افق) با مواد تشکیل دهنده متفاوت می‌باشند که در شرایطی هدایت هیدرولیکی آنها نیز متفاوت است. بدین ترتیب بایستی مقدار هدایت هیدرولیکی معادل[3] و همروندی (ایزوتروپ) برای آن برآورد یا محاسبه نمود.

نوعی مدل برای تبدیل چنین شرایطی ابداع گردیده است. در این مدل ضریب غیرهمروندی (غیرایزوتروپی) که طبق تعریف عبارت از نسبت بین هدایت هیدرولیکی افقی و عمودی لایه‌ای از خاک می‌باشد، معرفی شده است $[R_K = (K_h / K_v)]$. بدین ترتیب با استفاده از این مدل، مقدار هدایت هیدرولیکی معادل و همروند برای لایه‌ای از خاک (K′) برابر با میانگین هندسی مقادیر هدایت هیدرولیکی افقی (K_h) و عمودی (K_v) می‌باشد.

$$K' = \sqrt{K_h.K_v} = [K_h.K_v]^{0.5} \qquad (۷-۴)$$

علاوه بر آن، ضخامت هر لایه (افق) نیز از طریق ضرب نمودن ضخامت واقعی لایه خاک (D) در جذر (ریشه دوم) ضریب غیرهمروندی بشرح زیر حاصل می‌گردد:

$$D' = D.\sqrt{R_K} = D.[R_K]^{0.5} \qquad (۸-۴)$$

در خاکهای مطبق (چند لایه) هرگاه نیمرخ خاک مشتمل بر تعدادی لایه (n) باشند، مقادیر متوسط هدایت هیدرولیکی افقی (K_h) و عمودی (K_v) را می‌توان از طریق کاربرد روابط زیر محاسبه نمود.

$$K_h = \frac{\sum_{i=1}^{n} K_{hi}.D_i}{\sum_{i=1}^{n} .D_i} \qquad (۹-۴)$$

1- Soil Anisotropy.
2- Soil Stratification.
3- Equivalent Value.

omoorepeyman.ir

و

$$K_v = \frac{\sum_{i=1}^{n} .D_i}{\sum_{i=1}^{n} \cdot \frac{D_i}{K_{vi}}} \qquad (۱۰-۴)$$

تعیین (مشخص نمودن) حالت غیرهمروندی (غیر ایزوتروپی) در مزرعه کار ساده‌ای نمی‌باشد. زیرا در روشهای اندازه‌گیری متداول (جاری) عمدتاً هدایت هیدرولیکی (اشباع) واقعی نیمرخ خاک (K_h) حاصل می‌گردد. بهر حال عدم توجه به آن (حالت غیرهمروندی) نیز موجب خطاهای (اشتباه) قابل ملاحظه‌ای خواهد شد. برای خاکهای مطبق که شرایط لایه‌ای در نیمرخ خاک آنها به وضوح قابل تشخیص می‌باشد، نسبت $[(K_h / K_v) = ۱۶]$ برآورد بهتری از نادیده گرفتن حالت غیرهمروندی که در آن شرایط این نسبت معادل واحد (یک) فرض می‌شود، حاصل می‌نماید.

٤-٥-٥- آبدهی ویژه یا درصد تخلخل قابل زهکشی (موثر) اراضی

آبدهی ویژه یا ضریب تخلخل موثر (قابل زهکشی) اراضی را می‌توان بطور مستقیم از طریق برداشت نمونه‌های دست نخورده، در آزمایشگاه فیزیک خاک تعیین نمود. متأسفانه چنین آزمونهائی دقت لازم را نداشته و کاربرد عملی آن با اشکالاتی به‌همراه است. ضمن آنکه روش پر هزینه‌ای نیز محسوب می‌گردد. از جمله عوامل مهم در پر هزینه بودن این روش، تعدّد نمونه‌برداری‌ها از نیمرخ خاک می‌باشد.

در روش آزمایشگاهی تعیین ضریب آبدهی ویژه یا تخلخل موثر خاک، ابتدا بایستی نسبت به تهیه نمونه دست نخورده خاک، از خاکهای معرف منطقه اقدام و در آزمایشگاه درصد تخلخل مؤثر یا آبدهی ویژه آن را اندازه‌گیری و محاسبه نمود و پس از آن لازم است که ارقام اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه با ساختمان و بافت خاک مربوطه تطبیق و از نظر همبستگی کنترل شود. در مرحله بعد ایجاب می‌نماید که اطلاعات حاصله با ارقام تجربی و نظری دیگر نیز سنجیده و مقایسه گردد. حتی پس از آن، تنها می‌توان از چنین ارقامی به تناسب گروههای مختلف خاکهای منطقه بطور موقت استفاده نمود.

از آنجائیکه آبدهی ویژه یا تخلخل موثر مقدار آب موجود در خاک است که تحت تأثیر نیروی ثقل و سایر نیروهای داخلی خاک از آن خارج می‌شود بطور معمول، سهم نیروی ثقل چندین برابر سایر نیروهای داخلی است. بنابراین آبدهی ویژه تقریباً برابر مقدار آب (رطوبت) است که بین حد اشباع[1] (SP) و ظرفیت مزرعه[2] (F_C) قرار دارد. با توجه به مشکلات متذکرهٔ قبلی که درخصوص برداشت نمونه و اعمال تجزیه‌های (اندازه‌گیری) لازم بدان اشاره شد بطور معمول برای برآورد آبدهی ویژه از روشهای تجربی استفاده می‌شود. در یکی از این روشهای تقریبی، مقدار آبدهی ویژه از رابطه زیر تخمین زده می‌شود.

$$S = 0.1[k]^{0.5} \qquad (۱۱-۴)$$

که در آن: S آبدهی ویژه یا تخلخل قابل زهکشی (موثر) بصورت (اعشاری)، K، هدایت هیدرولیکی اشباع خاک برحسب (مترد روز) می‌باشد.

omoorepeyman.ir

1- Saturation Percentage.
2- Field Capacity.

روش دیگری در این خصوص، استفاده از شکل رابطه بین میزان آبدهی ویژه (درصد حجمی) و هدایت هیدرولیکی خاک (سانتیمتر در ساعت) می‌باشد که براساس نتایج تعداد قابل ملاحظه‌ای آزمون حاصل گردیده است.

تجربیات نشان داده است که کاربرد نتایج حاصل از معادله (۴-۱۱) و یا استفاده از شکل متذکره برآوردهای تقریبی مشابهی را حاصل می‌نماید. بهرحال بایستی اذعان نمود که حتی اگر در برآورد یا تخمین میزان درصد آبدهی ویژه خاک اشتباهی در حدود ۲۵٪± اتفاق افتد نتیجه این میزان اشتباه یا خطا در محاسبه فاصله زهکش‌های زیرزمینی حداکثر حدود ۱۰٪± خواهد بود.

نکته: بهتر آن است که ابتدا مقدار آبدهی ویژه (تخلخل موثر) از طریق رابطه (۴-۱۱) به‌دلیل سهولت‌های کاربردی محاسبه (برآورد) گردیده و سپس جهت حصول اطمینان موارد از طریق شکل گفته شده، مقایسه و کنترل گردد.

٤-٦- مبانی طراحی سیستم‌های زهکشی زیرزمینی

در طراحی زهکشهای زیرزمینی، عوامل تعیین عمق استقرار و فاصله بین دو خط زهکشی زیرزمینی بسیار با اهمیت می‌باشند. برای دستیابی به فاصله مناسب و عملکرد مطلوب زهکشها، ضرورت دارد تا پارامترهای لازم و مربوطه به دقت بررسی و تعیین گردند. زیرا در صورتی که فواصل زهکشهای زیرزمینی بیش از حد لازم طراحی گردند کنترل سطح ایستابی مطلوب در اراضی شالیزاری، زهدار و ماندابی بانجام نخواهد رسید و بالعکس اعمال فواصل بسیار نزدیک زهکشهای زیرزمینی موجب افزایش هزینه‌های مترتبه خواهد شد. بدین دلیل برای حصول فواصل منطقی و مطلوب زهکش‌های زیرزمینی، داشتن شناخت کاملی از ویژگی‌های آب و هوایی منطقه طرح، مشخصات خاک، خصوصیات اگرونومیکی و فیزیولوژیکی گیاهان زراعی در تناوب با زراعت برنج الزامی است. بدین ترتیب عوامل موثر در تعیین عمق کارگذاری زهکشهای زیرزمینی تابع موارد زیر است:

- مقدار، شدت و روند توزیع ریزش‌های آسمانی در منطقه.
- میزان و دور آبیاری گیاهان مورد عمل (در تناوب زراعی با زراعت برنج).
- وضعیت استقرار لایه‌های متشکله در نیمرخ خاک.
- حدود استقرار لایه غیرقابل نفوذ و یا نیمه تراوا در ستون خاک.
- تخلخل مؤثر یا آبدهی ویژه افق یا افق‌های مختلف نیمرخ خاک.
- میزان نفوذ عمقی به طبقات زیرین خاک.
- حد مجاز سطح ایستابی برای رشد و نمو مطلوب گیاهان در ترکیب کشت.
- نوع گیاهان (فصلی و یکساله) در محدوده مورد نظر.
- و سرانجام، کیفیت آب آبیاری، آب زیرزمینی، حد تحمل گیاهان مورد عمل به شرایط استغراق، زهداری، شوری و غیره.

درخصوص عمق مورد نیاز و مطلوب سطح ایستابی برای طراحی شبکه زهکشهای زیرزمینی، متذکر می‌گردد که عمق مطلوب و مورد نیاز سطح ایستابی، تابعی از نوع خاک، ترکیب کشت گیاهان زراعی، مقدار و دور آبیاری در منطقه موردنظر می‌باشد.

صرفنظر از نوع گیاهان (فصلی و یکساله) در حالاتی که سطح آب زیرزمینی پائین‌تر از محدوده توسعه ریشه‌ها باشد، گیاهان بنحوی رشد و نمو می‌نمایند که کاهش در عملکرد محصول حاصل نمی‌گردد، تراوشات ناشی از کاربرد آب آبیاری و یا بارندگی در خیز سطح ایستابی و بالعکس زهکشی و یا تبخیر و تعرّق گیاهی در افت سطح آب زیرزمینی موثر می‌باشند. در عمل خیز کوتاه‌مدت

omoorepeyman.ir

سطح ایستابی تأثیر زیادی برروی رشد و عملکرد اکثر گیاهان زراعی نداشته لیکن مسایل زهدار و ماندابی بودن طولانی مدت اثرات نامطلوب بر فعالیت و تولید گیاهان مورد نظر خواهد داشت. بنابراین انتخاب عمق مناسب کنترل سطح ایستابی در طراحی شبکه زهکشی زیرزمینی (عمقی) از اهمیت خاصی برخوردار است. بعلاوه در تعیین فاصله بین زهکشهای زیرزمینی، تعیین یا انتخاب سطح ایستابی مناسب نیز مؤثر می‌باشد.

توجه: برای طراحی سامانه زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری لزوم توجه خاص به موارد زیر نیز ضروری است.

- مشخص نمودن دقیق محدوده‌هایی از اراضی که به زهکشی (زیرزمینی) نیاز دارند.
- سطح کیفی عملیات زهکشی برای بهبودی اراضی مورد نظر.
- مواد و مصالح زهکشی.
- زمان مناسب برای احداث سامانه زهکشی زیرزمینی .
- روشهای اجرا و نصب (تعبیه) زهکشهای زیرزمینی.
- چگونگی و ارتباط موارد اجرایی احداث سامانه زهکشی با سایر تأسیسات زیربنایی.
- هزینه‌های مورد نیاز احداث سامانه.
- روش (های) بهره‌برداری و نگهداری از سامانه زهکشی.

٤-٦-١- ضریب زهکشی عمقی یا شدت تخلیه زهکشهای زیرزمینی

در روابط تعیین فاصله زهکشهای زیرزمینی که فرض پایدار و یا همگام بودن جریانهای نفوذی (تراوشات عمقی و یا شدت تخلیه) در استخراج آن اعمال گردیده است، ضریب زهکشی عمقی (و به تبع آن مُدول زهکشی زیرزمینی) بصورت یک پارامتر "صریح[1]" بکار گرفته می‌شود. در شرایطی که منشاء تراوشات عمقی بطور عمده مبتنی بر تلفات آب آبیاری می‌باشد، بهتر آنست که حداکثر میزان شدت تخلیه "دوره حداکثر نیاز آبی گیاه" مورد توجه و اقدام قرار گیرد. بهرحال در شرایطی نیز "متوسط یا میانگین وزنی شدت تخلیه و یا ضریب زهکشی عمقی دوره آبیاری" می‌تواند مورداستفاده قرار گیرد. در جداول زیر بعضی ویژگی‌های فیزیکی خاکها و مقادیر تراوشات عمقی مورد انتظار ارایه شده است.

omoorepeyman.ir

1- Explicit.

جدول (٤-١)- بعضی ویژگی‌های فیزیکی خاکها و مقادیر تراوشات عمقی ذاتی مورد انتظار

ردیف	نوع اجزاء غالب خاک	اندازه (قطر) ذرات خاک (میلیمتر)	نفوذپذیری خاک		میزان تراوشات عمقی	
			نام توصیفی	علامت اختصاری	سانتیمتر در ساعت	متر در روز
۱	رس	<۰/۰۰۲	خیلی آهسته	V.S	<۰/۱۲۷	<۰/۰۳۰
۲	سیلت (لای)	۰/۰۵۰-۰/۰۰۲	آهسته	S	۰/۵۰۸-۰/۱۲۷	۰/۱۲۲-۰/۰۳۰
۳	ماسه بسیار ریز	۰/۱۰۰-۰/۰۵۰	تقریباً آهسته	M.S	۲/۰۳۲-۰/۵۰۸	۰/۴۸۸-۰/۱۲۲
۴	ماسه ریز	۰/۲۵۰-۰/۱۰۰	متوسط	M	۶/۳۵-۲/۰۳۲	۱/۵۲۴-۰/۴۸۸
۵	ماسه متوسط	۰/۵۰۰-۰/۲۵۰	تقریباً سریع	M.R	۱۲/۷۰-۶/۳۵	۳/۰۴۸-۱/۵۲۴
۶	ماسه درشت	۱/۰۰-۰/۵۰۰	سریع	R	۲۵/۴۰-۱۲/۷۰	۶/۰۹۶-۳/۰۴۸
۷	ماسه خیلی درشت	۲/۰۰-۱/۰۰	خیلی سریع	V.R	> ۲۵/۴۰	> ۶/۰۹۶

جدول (٤-٢)- مقادیر متوسط ضریب زهکشی (عمقی) برای اراضی مورد کشت و آبیاری

ردیف	ویژگی‌های خاک	عملیات مدیریتی آبیاری	ضریب زهکشی (میلیمتردرروز)
۱	خاکهای با نفوذپذیری کم	شرایط زهکشی طبیعی محدود کننده	<۱/۵
۲	خاکهای نفوذپذیر	شرایط زهکشی طبیعی و زراعت متراکم	۳/۰-۱/۵
۳	خاکهای نفوذپذیر	عملیات مدیریتی آبیاری ضعیف و یا در شرایط آبشوئی برای کنترل نمکهای محلول خاک	۴/۵-۳/۰
۴	خاکهای بسیار نفوذپذیر	آبیاری اراضی شالیزاری در خاکهای سبک	>۴/۵

برای حصول اطمینان از اینکه میزان تراوشات عمقی (آب) برای اهداف آبشوئی نمکها در محدوده توسعه ریشه گیاهان مورد عمل کفایت می‌نماید و در این خصوص مشکل گرایش به شوری (یا شور شدن ثانویه) بوقوع نخواهد پیوست ضروریست که نسبت به محاسبه نیاز آبشوئی نمکهای محلول در جریان کشت و آبیاری گیاهان مورد نظر در تناوب زراعی اهتمام بعمل آید. برای انجام این مهم بهتر آنست که با فرض طولانی مدت بودن دوره کاشت و آبیاری گیاهان (مثل دوره کشت و آبیاری هر زراعت) و بر مبنای معادلهٔ بیلان یا توازن آب و نمکها، اقدام شود.

توجه: در مناطقی که علاوه بر تراوشات عمقی آب با منشاءهای متفاوت (حرکت بالا به پایین آب یا رطوبت در اثر نیروی ثقل) وجود نوعی لایه تحت فشار (آرتزین یا نیمه آرتزین) محتمل و موجد زهدار بودن افقهای مختلف نیمرخ خاک طبقات سطحی (حرکت پائین به بالای آب یا رطوبت) می‌باشد نیز می‌توان میزان تغذیه را برآورد و یا با استفاده از روابط زیر محاسبه نمود:

$$V = \frac{(h_b - h_t)}{(\frac{D_t}{K_t} + \frac{D_b}{K_b})} = \frac{\Delta h}{C_t + C_b} \qquad (۱۲-۴)$$

V، سرعت پایین به بالای آب (رطوبت) (متر یا میلیمتر در روز)

omoorepeyman.ir

h_b، فشار یا بارهیدرولیکی پیزومتر نصب شده درلایه زیرین(تحت فشار یا نیمه‌آرتزین)، برحسب واحد طول.

h_t، فشار یا بار هیدرولیکی پیزومتر نصب شده در لایه فوقانی (سفره آزاد یا غیر تحت فشار)، برحسب واحد طول

Δh، اختلاف ارتفاع (فشار) اندازه‌گیری شده در پیزومترهای زیرین و فوقانی (h_t , h_b)، برحسب واحد طول

D_b , D_t، به ترتیب ضخامت لایه‌های آبدار (آبخوان) فوقانی (غیر تحت فشار) و زیرین (تحت فشار)، برحسب واحد طول

K_b , K_t، به ترتیب هدایت هیدرولیکی لایه‌های فوقانی (D_t) و زیرین (D_b) (متر یا میلیمتر در روز)

C_t , C_b، به ترتیب مقاومت هیدرولیکی[1] لایه‌های فوقانی و زیرین (روز) می‌باشد.

تذکر : هرگاه مقادیر فشار یا بار هیدرولیکی لایه‌های فوقانی و زیرین، ضخامت لایه‌های بالائی و پایینی برحسب متر یا میلیمتر بیان شوند و هدایت هیدرولیکی لایه‌های مربوطه نیز برحسب متر یا میلیمتر در روز بیان گردد، آنگاه مقدار سرعت جریان (V یا سرعت پایین به بالا) برحسب متر یا میلیمتر در روز حاصل می‌شود و با مشخص بودن سطح (مساحت) اراضی مسئله‌دار می‌توان میزان شدت جریان یا حجم مقادیر تغذیه را محاسبه نمود.

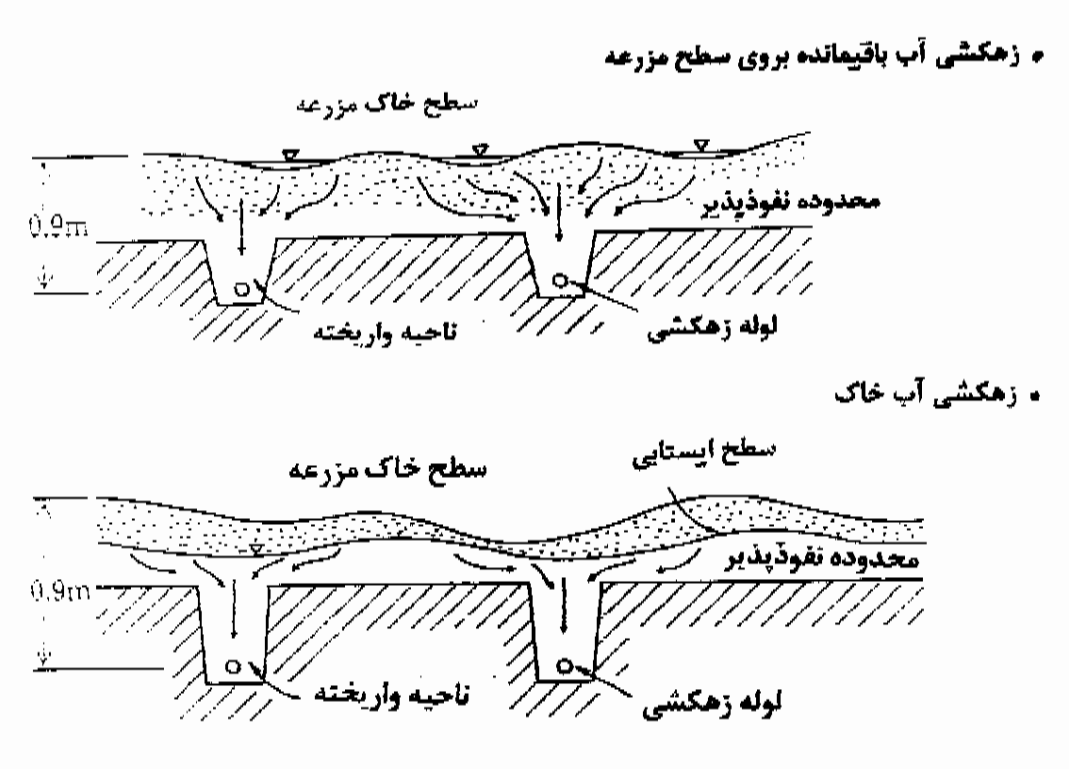
٤-٦-٢- دبی طراحی سامانه زهکشی زیرزمینی

دبی طراحی با توجه به اندازه قطعات (زراعی)، چگونگی و کیفیت عملیات تسطیح، نفوذپذیری خاک و تنوع کاربری اراضی می‌تواند از حداقل ۱۰ تا حداکثر ۵۰ میلیمتر در روز دامنه تغییر داشته باشد. حجم دبی خروجی زهکش زیرزمینی برابر با تخلیه کل مقدار آب استغراقی برروی سطح مزرعه (مقدار آبی که در گودالهای سطح مزرعه قرار دارند و امکان تخلیه آن بوسیله عملیات زهکشی سطحی مقدور نیست) و میزان آب ثقلی موجود در نیمرخ خاک است. در مورد اراضی شالیزاری که بافت خاک آنها رسی (سنگین) می‌باشد درصد قابل ملاحظه‌ای از میزان تخلیه زهکش زیرزمینی مشتمل بر آب استغراقی بروی سطح خاک مزرعه است.

در شکل زیر چگونگی عملکرد زهکشهای زیرزمینی در اراضی شالیزاری سنگین بافت (رسی) که نشان دهنده نقش بارز درز و ترکها و مواد پوششی در بهبود نفوذپذیری خاک می‌باشد ارایه شده است.

omoorepeyman.ir

1- Hydraulics Resistance.



شکل (٤-٣)- چگونگی عملکرد سامانه زهکشی زیرزمینی

در مناطق با بارندگی زیاد، که خاکهای آن از نفوذپذیری کمی برخوردار می‌باشند، بارندگی‌های سنگین موجب آب ماندگی سطح اراضی می‌گردد. دبی طراحی سامانه زهکشی زیرزمینی را می‌توان از طریق دوره زمانی لازم برای تخلیه کل حجم آب باقیمانده برروی سطح خاک (مزرعه) مشخص نمود. دوره زمانی مجاز در اراضی شالیزاری برای تخلیه آب باقیمانده بروی سطح خاک در جدول (۴-۳) نشان داده شده است و بطور کلی ۲-۱ روز می‌باشد (برای گیاهان در مناطق مرتفع این دوره کمتر از یک روز است).

جدول (٤-٣)- دوره زمانی مجاز برای تخلیه آب باقیمانده بروی سطح اراضی شالیزاری

ردیف	در دوره آبیاری		در ایام بدون آبیاری	
	عملیات زراعی	دوره زمانی مجاز (روز)	عملیات زراعی	دوره زمانی مجاز (روز)
۱	وجین و مصرف کود	۲-۱	آیش و آماده‌سازی بستر کشت	۳-۱
۲	مستغرق نمودن و زهکشی پس از استقرار گیاهچه‌ها	۱	بذرکاری (کشت در خزانه یا بذرکاری مستقیم)	۲-۱
۳	زهکشی اواسط تابستان	۳-۲	سبز شدن بذور کاشته شده	۲-۱
۴	خاتمه عملیات آبیاری	۵-۳	برداشت محصول	۲-۱
۵	-	-	کشت دوم در مزرعه	۳-۲

به‌دلیل آنکه در جریان عملیات تسطیح و صاف کردن اراضی شالیزاری، میزان رواداری در حد ۵ سانتیمتر قابل حصول است بدین دلیل در شرایط غیر مطلوب ۵ سانتیمتر آب روی سطح مزرعه باقی می‌ماند. هرگاه عمق آب باقی‌مانده بروی سطح مزرعه ۵-۲ سانتیمتر و دوره مجاز تخلیه آن ۲-۱ روز در نظر گرفته شود. دبی طراحی سامانه زهکشی زیرزمینی برابر با ۵۰-۱۰ میلیمتر در روز

omoorepeyman.ir

خواهد بود. حجم کل میزان تخلیه از ضرب نمودن دبی طراحی (۵۰–۱۰ میلیمتر در روز) در مساحت (محدوده) اراضی مورد زهکشی حاصل می‌گردد.

برای تبدیل ضریب زهکشی به دبی تخلیه زه‌آبهای حاصل از عملیات زهکشی زیرزمینی می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود:

$$q = A_c \times 0.1157 \times D_c \qquad (۱۳–۴)$$

که در آن :

q ، دبی تخلیه زهکشی زیرزمینی (لیتر در ثانیه)

A_C، ضریب مساحت و آن عبارت از حاصل تقسیم مساحت قطعه مورد نظر (مترمربع) به مساحت یک هکتار (مترمربع) (بدون بُعد و مثبت)

D_C، ضریب زهکشی یا شدت تخلیه (میلیمتر در روز)

تذکر: مقادیر عددی ضریب مساحت (A_C) برای قطعات کوچکتر از یک هکتار، اعشاری و کوچکتر از واحد و برای قطعات بزرگتر از یک هکتار بزرگتر از واحد خواهد بود.

با استفاده از رابطه گفته شده نسبت به محاسبه دبی تخلیه زهکشهای زیرزمینی (لیتردرثانیه) برای قطعات (کرتهای) مورد زراعت برنج در محدوده های مساحت ۰/۰۱ تا ۱/۰ هکتار و ضرایب زهکشی زیرزمینی ۵–۵۰ میلیمتر در روز اقدام بعمل آید که نتایج در جدول زیر ارایه شده است. برای مقادیر ضریب زهکشی یا شدت تخلیه (D_C) کوچکتر از آنچه در جدول ارایه گردیده می‌توان بطور مستقیم از رابطه گفته شده استفاده نمود.

جدول (٤–٤)– رابطه بین محدوده مورد زهکشی زیرزمینی، شدت تخلیه عمقی و مدُول زهکشی زیرزمینی (ارقام متن جدول برحسب لیتر در ثانیه)

ردیف	محدوده مورد زهکشی زیرزمینی (مترمربع)	ضریب زهکشی زیرزمینی یا شدت تخلیه عمقی (میلیمتر در روز)									
		۵۰	٤۵	٤۰	۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۵
۱	۱۰۰	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱
۲	۲۰۰	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱
۳	۳۰۰	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۲
۴	۴۰۰	۰/۲۳	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۲
۵	۵۰۰	۰/۲۹	۰/۲۶	۰/۲۳	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۳
۶	۱۰۰۰	۰/۵۸	۰/۵۲	۰/۴۶	۰/۴۰	۰/۳۵	۰/۲۹	۰/۲۳	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۰۶
۷	۲۰۰۰	۱/۱۶	۱/۰۴	۰/۹۳	۰/۸۱	۰/۶۹	۰/۵۸	۰/۴۶	۰/۳۵	۰/۲۳	۰/۱۲
۸	۳۰۰۰	۱/۷۴	۱/۵۶	۱/۳۹	۱/۲۱	۱/۰۴	۰/۸۷	۰/۶۹	۰/۵۲	۰/۳۵	۰/۱۷
۹	۴۰۰۰	۲/۳۱	۲/۰۸	۱/۸۵	۱/۶۲	۱/۳۹	۱/۱۶	۰/۹۳	۰/۶۹	۰/۴۶	۰/۲۳
۱۰	۵۰۰۰	۲/۸۹	۲/۶۱	۲/۳۱	۲/۰۲	۱/۷۴	۱/۴۵	۱/۱۶	۰/۸۷	۰/۵۸	۰/۲۹
۱۱	۱۰۰۰۰	۵/۷۹	۵/۲۱	۴/۶۳	۴/۰۵	۳/۴۷	۲/۸۹	۲/۳۱	۱/۷۴	۱/۱۶	۰/۵۸

omoorepeyman.ir

توجه: در شرایطی که دبی تخلیه یا مُدول زهکشی زیرزمینی (لیتر برثانیه) مشخص باشد با حل معادله (۴-۱۳) می‌توان ضریب زهکشی یا شدت تخلیه (میلیمتر در روز) را بصورت زیر برآورد نمود.

$$D_c = \frac{q}{A_c \times 0.1157} = 8.64(q \div A_c) \qquad (۱۴-۴)$$

که در آن، کلیه علایم قبلاً تعریف شده است.

٤-٦-٣- طراحی برای کنترل سطح آب زیرزمینی و سرعت افت سطح ایستابی

مقادیر استاندارد سطح آب زیرزمینی برای انواع گیاهان (کاربردهای مختلف اراضی) در جدول زیر ارایه شده است. سطح آب زیرزمینی (ایستابی) نمایه‌ای (اندیس) بسیار مهم می‌باشد که از آثار آن می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- شرایط رطوبتی خاک بالای سطح آب زیرزمینی (ایستابی)
- میزان عملکرد محصولات مورد عمل
- قابلیت تردد ماشین‌های مزرعه‌ای

جدول (٤-٥)- سطح آب زیرزمینی مورد نیاز برای انواع گیاهان (فصلی، یکساله، دائمی)

ردیف	طبقه‌بندی کاربری اراضی	سطح آب زیرزمینی ۳-۲ روز پس از بارندگی، نسبت به سطح خاک مزرعه(سانتیمتر)	سطح عادی آب زیرزمینی ۷ روز پس از بارندگی، نسبت به سطح خاک مزرعه (سانتیمتر)
۱	فقط زراعت برنج	۳۰-۴۰	۴۰-۵۰
۲	مرتع، شالیزار در تناوب زراعی و گیاهان غیر از برنج	۴۰-۶۰	۵۰-۶۰
۳	گیاه(هان) دایمی	۵۰-۶۰	۶۰-۱۰۰

٤-٦-٤- احتیاجات زهکشی اراضی برپایه عمق و کیفیت آب زیرزمینی

در مطالعات جاری برای بررسی چگونگی نوسانات سطح آب زیرزمینی در محدوده مورد نظر، آنهم به مدت حداقل یکسال (چهار فصل)، اقدام به نصب چاهکهای مطالعاتی (و یا در شرایطی پیزومترهای ساده) با تراکم شبکه نقاط مطالعاتی توصیه شده می‌نمایند*. اندازه‌گیری تغییرات سطح ایستابی از محل چاهکهای مطالعاتی حداقل یک بار در ماه بانجام می‌رسد. با استفاده از ارقام حاصله می‌توان نسبت به تهیه محدوده‌های هم عمق (نسب به سطح زمین) و منحنی‌های همتراز (نسبت به نقطه نشانه) برای کلیه ماههای سال اقدام نمود. بطور معمول دو دوره مشخصه: ماه حداکثر خیز سطح ایستابی و ماه حداکثر افت سطح ایستابی در بررسی‌های جاری بیشتر مورد توجه و نیاز می‌باشند.

هم زمان با اندازه‌گیری و ثبت رقوم سطوح ایستابی از محل چاهکهای مطالعاتی در هر ماه نیز می‌توان از آب زیرزمینی نقطه مطالعاتی (مشاهده‌ای) نسبت به برداشت نمونه‌های آب اقدام بعمل آورد و نمونه‌های تهیه شده را برای اعمال تجزیه‌های شیمیایی

* برای آگاهی به مندرجات "دستورالعمل حفر و تجهیز چاهکهای مشاهده‌ای" نشریه شماره ۱۵۴، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، سازمان مدیریت منابع آب ایران، وزا ت نیرو (۱۳۷۵) مراجعه شود.

omoorepeyman.ir

لازم بخصوص عوامل اصلی یعنی: هدایت الکتریکی (ECw)، واکنش (pH)، نسبت جذب سدیم (SAR) و میزان کلر (Cl) به آزمایشگاه ارسال نموده و برمبنای نتایج مربوطه می‌توان نسبت به تهیه منحنی‌های هم ارز عوامل شور (ECw)، نسبت جذب سدیم (SAR)، یون کلر(Cl) و یا ترکیبی از این عوامل (ECw و SAR) بصورت ماهیانه و یا فصلی (در شرایط عدم وجود تغییرات قابل ملاحظه در ماههای مربوط به هر فصل) اقدام نمود.

برمبنای رقوم اندازه‌گیری شده نوسانات سطح آب زیرزمینی از محل هر چاهک مشاهده‌ای یا پیزومتر ساده طی یک دوره مشخص (یکساله) می‌توان نسبت به تهیه نقشه "هم عمق بحرانی سطوح آب زیرزمینی" که در آن رقوم اندازه‌گیری شده هر چاهک طی دوره آماربرداری حداکثر خیز یا حداقل افت سطح ایستابی نسبت به سطح زمین را نشان می‌دهند، اقدام نمود. بطوری که مشخص است رقوم مورد استفاده در تهیه این نقشه برای هر چاهک مطالعاتی مربوط به زمان (ماه) معینی بوده و یا بعبارتی چنین نقشه‌ای اگر چه حاصل آمار استخراج شده طی یکدوره (یکساله) مشخص است لیکن با نقشه هم عمق آب زیرزمینی در ماه "حداکثر خیز سطح ایستابی" محدوده مورد بررسی که مربوط به یک ماه است. تفاوت قابل ملاحظه‌ای دارد و بدین ترتیب موارد کاربری اراضی در امور کشاورزی و آبیاری و اثرات آن بر تغذیه و خیز سطح ایستابی اراضی محدوده مورد مطالعه در آن لحاظ می‌باشد.

هرگاه ارقام میانگین عوامل شیمیایی مربوط به کیفیت آب زیرزمینی هر چاهک مطالعاتی طی دوره نمونه‌برداری نیز بر مبنای اطلاعات حاصل از تجزیه نمونه‌های آب زیرزمینی برداشت شده مورد استفاده قرار گیرد و نسبت به تهیه منحنی‌های هم ارز این عوامل و یا منحنی ترکیبی آنها اقدام گردد. با انطباق دو نقشه: هم عمق بحرانی سطوح آب زیرزمینی و منحنی هم ارز شوری (هدایت الکتریکی) و یا منحنی ترکیبی شوری و نسبت جذب سدیم، اقدام به عمل آید و محدوده‌های مورد نظر مساحت‌یابی گردیده و در جدولی مطابق آنچه در زیر ارایه شده است، مقایسه گردد، احتیاجات زهکشی اراضی بر پایه عمق و کیفیت آب زیرزمینی مشخص خواهد شد. برمبنای نتایج حاصل از این بررسی می‌توان اولویت‌های مطالعاتی و اجرایی عملیات اصلاح و بهسازی فیزیکو- شیمیایی خاکهای اراضی شالیزاری در محدوه مورد بررسی را مشخص و برنامه‌ریزی نمود.

جدول (٤-٦)- احتیاجات زهکشی اراضی شالیزاری براساس عمق و کیفیت آب زیرزمینی محدوده مورد مطالعه (ارقام کمی و کیفی مندرجات جدول بر پایه مشاهدات سالیانه)

ردیف	عوامل شیمیایی طبقه بندی آب			عمق سطح آب زیرزمینی / کیفیت آب زیرزمینی	عمق سطح ایستابی (متر)			
	ECw (dS/m)	pH	SAR $(meq/lit)^{0.5}$		<۰/۵	۰/۵-<۱/۰	۱/۰-<۱/۵	۱/۵-<۲/۰
۱	>۴/۰	>۸/۴	>۲۵/۰	بسیار نامناسب	شدید	متوسط	کم	ناچیز
۲	۲/۰-۴/۰	>۸/۴	>۲۵/۰	نامناسب	متوسط	شدید	متوسط	کم
۳	۰/۵-۲/۰	۸/۰-۸/۴	۱۵/۰-۲۵/۰	متوسط تا نامناسب	کم	متوسط	شدید	متوسط
۴	<۰/۵	۶/۵-۸/۴	<۱۵/۰	بسیار مناسب	ناچیز	کم	متوسط	شدید

* در نقشه تلفیقی مربوطه محدوده‌های احتیاجات زهکشی اراضی: شدید، متوسط، کم و ناچیز به ترتیب با علایم اختصاری D_4، D_3، D_2 و D_1 مشخص میگردد

omoorepeyman.ir

٤-٦-٥- ملاحظات اقتصادی و امکانات اجرائی در تعیین عمق استقرار بهینه

علاوه بر عوامل فیزیکی (توپوگرافی، شیب و...) و هیدرولیکی که قبلاً مورد اشاره قرار گرفت، هزینه احداث زهکشهای زیرزمینی بطور عمده مربوط به عمق نصب، قطر لوله‌های زیرزمینی، نحوه تهیه و کاربرد مواد پوششی، ساختمانهای حفاظتی و بازبینی کنترل نحوه عملکرد زهکشهای زیرزمینی می‌باشد. بنابر این لازم است جنبه‌های اقتصادی احداث و تعیین عمق "بهینه" نصب زهکشهای زیرزمینی نیز مورد بررسی و توجه قرار گیرد.

بطور کلی بر پایه روابط موجود، برای هر ناحیه معین با ویژگی‌های فیزیکی و هیدرودینامیکی مشخص، افزایش عمق نصب زهکشهای زیرزمینی موجب افزایش فاصله بین زهکشها می‌گردد. به عبارتی دیگر هر مقدار افزایش در عمق کارگذاری از یک جهت موجب افزایش هزینه‌های عملیاتی و اجرائی در واحد طول گردیده و از طرف دیگر به‌دلیل افزایش فاصله، در نهایت باعث کاهش واحد طول خط زهکش در واحد سطح (هکتار) می‌گردد که در نتیجه کاهش هزینه‌های مربوطه را بهمراه خواهد داشت.

بطوریکه می‌توان اذعان نمود که فاصله و عمق استقرار زهکشها هر دو به یکدیگر مرتبط می‌باشند. زیرا هرچه عمق نصب زهکشها بیشتر شود فاصله بین دو خط زهکشی ازدیاد حاصل می‌نماید و در نتیجه آن تراکم عملیات زهکشی و به تبع آن هزینه‌های نصب زهکش زیرزمینی کاهش می‌یابد که برای بیان آن رابطه زیر را می‌توان ارایه نمود.

$$C_I = (\frac{10000}{L}).Cu \qquad (۱۵-۴)$$

که در آن:

C_I ، مخارج استقرار (نصب) سامانه زهکشی (برحسب واحد پول در هکتار)، (۱۰۰۰۰/L) معرف تراکم سیستم زهکشی (متر در هکتار)، L، فاصله بین دو خط زهکش (متر)، Cu، مخارج نصب یا هزینه استقرار به ازای واحد طول زهکش مزرعه‌ای (لترال) (برحسب واحد پول در متر) می‌باشد.

توجه : در شرایط تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی جاری در مورد طرحهای آبیاری و زهکشی در کشور بهتر آنست که واحد پول حداقل برحسب "هزار ریال" منظور گردد.

٤-٧- تعیین فاصله و عمق نصب زهکشهای زیرزمینی

طراحی سیستم‌های زهکشی زیرزمینی مشتمل بر تهیه طرح کلی و چگونگی آرایش خطوط زهکشی، انتخاب نوعی خروجی (محل تخلیه و دفع زه‌آبهای حاصله) مطلوب، محاسبه عمق و فواصل مناسب زهکشهای مزرعه‌ای (فرعی)، تعیین یا محاسبه طول و قطر زهکشهای زیرزمینی (فرعی و جمع کننده)، انتخاب مواد و مصالح مناسب و با کیفیت مرغوب و متعلقات مربوطه از جمله ورودی‌های سطحی و ابنیه خروجی سامانه می‌باشد.

نظریه‌های جریانهای زهکشی که روابط متعددی بر مبنای آنها برای تعیین فاصله زهکشهای زیرزمینی اشتقاق یافته مشتمل بر: نظریه و فرض ماندگار (همگام) بودن جریان از و به طرف زهکشهای (زیرزمینی)، نظریه و فرض غیرماندگار (غیرهمگام) بودن جریان از و به طرف زهکشهای (زیرزمینی) می‌باشد. برای کاربرد هر کدام از این روابط لازم است مراحل تواتری زیر به مورد اجرا در آید:

- تعیین ضریب زهکشی (زیرزمینی) و یا ارتفاع سطح ایستابی بین دو خط زهکش.

omoorepeyman.ir

- برآورد یا اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی و سایر ویژگی‌های مورد نیاز نیمرخ خاکها نظیر عمق لایه محدود کننده.
- انتخاب عمق مناسب و مطلوب نصب زهکشهای زیرزمینی.
- محاسبه فاصله بین دو خط زهکشی (زهکشهای زیرزمینی) با توجه به بررسی‌های بیان شده.

٤-۷-۱- نظریه ماندگار یا همگام بودن جریان

در این حالت فرض می‌شود که میزان شدت تخلیه و جریانهای نفوذی که بایستی بوسیله زهکشهای زیرزمینی خارج شوند، معادل ریزش‌های آسمانی و یا نفوذ عمقی آب کاربردی در امر آبیاری است که در نتیجه آن سطح ایستابی مزرعه یا خاک تابعی از زمان نبوده و بدون تغییر باقی می‌ماند. در عمل مشاهده می‌شود که شدت میزان بارندگی و مقدار آب کاربردی در آبیاری زراعت‌ها توزیع یکسان و یکنواختی ندارد بنابراین با فرضیات بکار رفته در اشتقاق روابط مبتنی بر حالت ماندگار (همگام) مغایر است. به طور معمول در مناطق مرطوب با توزیع بارندگی یکنواخت و یا در اراضی پست که لایه‌های تحت فشار آب زیرزمینی در سرتاسر منطقه‌ای وجود داشته باشد کاربرد روابطی که با فرض ماندگار بودن جریان حاصل گردیده‌اند، بعلت سادگی کاربرد، مورد استفاده دارد. در عمل ثابت شده است که حتی در سایر مناطق نیز استفاده از این روابط می‌تواند نتایج قابل قبولی را حاصل نماید، مشروط بر آنکه دقت کافی در کاربرد پارامترهای مورد نیاز آن به کار رفته باشد.

- **روابط زهکشی برمبنای حالت ماندگار (همگام)**

با فرض یک بعدی و افقی بودن جریان و بکارگیری خطوط جریان موازی به سمت نهرچه‌هایی که با دیواره‌های عمودی تـا روی لایه محدود کننده امتداد داشته باشند را می‌توان با معادله دونن[1] (۱۹۴۶) بصورت زیر ارایه نمود:

$$R = q = \frac{4K(H^2 - D^2)}{L^2} \qquad (۱۶-۴)$$

که در آن :

R ، میزان تغذیه بازاء واحد سطح (متر در روز)

q ، میزان دبی زهکش بازاء واحد سطح (متر در روز)

K ، هدایت هیدرولیکی خاک (متر در روز)

H ، ارتفاع سطح ایستابی بالای لایه محدود کننده در حد وسط دو خط زهکش (متر)

D ، ارتفاع سطح آب درون زهکش‌ها بالای لایه محدوده کننده [= ضخامت لایه آبدار در بخش زیرین محـل اسـتقرار زهکـش] (متر)

L ، فاصله زهکش (متر)

رابطه (۴-۱۶) بوسیله هوخهات[2] (۱۹۳۶) نیز ارایه گردیده بود. این معادله را بصورت زیر نیز می‌توان ارایه داد:

$$q = \frac{4K(H + D)(H - D)}{L^2} \qquad (۱۷-۴)$$

1- Donnan.
2- Hooghoudt.

omoorepeyman.ir

با جایگزینی h = H-D و H+D=2D+h، که در آن:

h، سطح ایستابی بالای سطح استقرار در حد وسط دو خط زهکشی و به عبارتی بار هیدرولیکی (آبی) جریان به سمت زهکش‌ها (متر).

رابطه (۴-۱۷) را می‌توان بصورت زیر تغییر داد:

$$q = \frac{8K(D+\frac{1}{2}h)h}{L^2} \qquad (۴-۱۸)$$

که در آن:

عبارت $(D+\frac{1}{2}h)$ را می‌توان نمایانگر متوسط ضخامت لایه خاک که جریان در آن بوقوع می‌پیوندد (لایه آبدار) محسوب نمود هرگاه این عبارت با نشانه $\overline{D}$ در رابطه (۴-۱۸) قرار داده شود نتیجه بصورت زیر خواهد شد:

$$q = \frac{8K\overline{D}h}{L^2} \qquad (۴-۱۹)$$

در رابطه اخیر:

$K\overline{D}$، برابر با قابلیت انتقال پذیری[1] لایه آبدار (متر مربع در روز) می‌باشد.

رابطه (۴-۱۸) را می‌توان به صورت زیر نیز ارایه داد:

$$q = \frac{8KDh + 4Kh^2}{L^2} \qquad (۴-۲۰)$$

هرگاه D=۰ باشد رابطه (۴-۲۰) بصورت زیر در می‌آید:

$$q = \frac{4Kh^2}{L^2} \qquad (۴-۲۱)$$

رابطه اخیر بیانگر جریان افقی بخش بالایی محل استقرار زهکش می‌باشد. این رابطه بعنوان "معادله روت[2]" شناخته می‌شود. به نظر می‌رسد که در سال (۱۹۸۷) بوسیله گلدنیگ[3] در دانمارک اشتقاق یافته باشد.

در شرایطی که مقدار D در مقایسه با h بسیار بزرگ باشد، عبارت دوم در صورت کسر معادله (۴-۲۰) قابل صرفنظر کردن می‌باشد و در نتیجه رابطه زیر حاصل می‌گردد.

$$q = \frac{8KDh}{L^2} \qquad (۴-۲۲)$$

رابطه (۴-۲۲) و عبارت نخست معادله (۴-۲۰) در واقع بیانگر جریان افقی بخش زیرین محل استقرار زهکش می‌باشند.

ملاحظات گفته شده تعمیم اهداف استقرار زهکش در حد فاصل دو لایه را در نیمرخ خاک فراهم می‌آورد، بنابراین رابطه (۴-۲۰) را می‌توان بشرح زیر ارایه داد:

1-Transmissivity.
2-Rothe Equation.
3-Golding.

omoorepeyman.ir

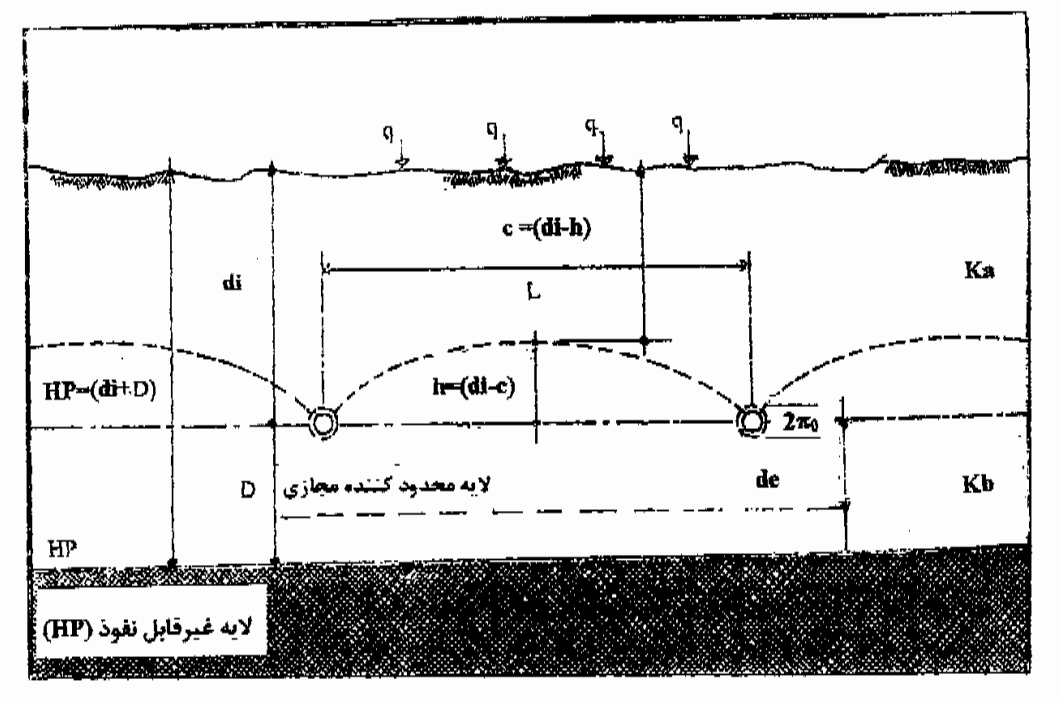
$$q = \frac{8K_b D.h + 4K_a h^2}{L^2} \qquad (۲۳-۴)$$

که در آن:

K_a، هدایت هیدرولیکی لایه بالایی سطح استقرار زهکش (متر در روز)

K_b، هدایت هیدرولیکی لایه زیرین محل استقرار زهکش (متر در روز)

در شکل زیر علایم و نشانه های بکار رفته در اشتقاق روابط مبتنی بر حالت جریان همگام (ماندگار) زهکشی کـه در پـی خواهـد آمد، ارایه شده است.



شکل (٤-٤)- علایم و نشانه های بکار رفته در اشتقاق روابط مبتنی بر حالت جریان همگام (ماندگار) زهکشی زیرزمینی و شرایط تعدیل شده آن (معادله های هوخهات و کرکهام)

• اصول رابطه هوخهات

در شرایطی که نهرچه‌های زهکشی تا روی لایه محدوده کننده امتداد نداشـته باشـند، خطـوط جریـان بصـورت مـوازی و افقـی نخواهند بود، بلکه به سمت زهکش همگرا می‌شوند (جریان شعاعی)، در این ناحیه منظور نمودن سیستم جریان بصورت حالت سـاده جریان با خطوط موازی و افقی بدون ایجاد مقادیر قابل ملاحظه‌ای خطا نخواهد بود. جریـان شـعاعی موجـب طـولانی شـدن مسـیر خطوط جریان می‌گردد. که بروز این حالت (مسیر جریان) موجب افت نسبی بیشتر بار هیدرولیکی مـی‌گـردد زیـرا سـرعت جریـان در مجاورت زهکشها بیشتر از هر محل دیگر در محدوده جریان است. در نتیجه ارتفاع سطح ایستابی در شرایطی که نهرچه‌های زهکشی با دیواره عمودی بوسیله لوله‌های زهکشی جایگزین گردند، در صورت یکسان بودن سطح محل استقرار زهکش‌ها، بیشتر خواهد بود.

omoorepeyman.ir

هوخهات (۱۹۴۰) رابطه‌ای را برای چگونگی جریان اشتقاق نمود که در آن، محدوده جریان مشتمل بر دو بخش جریان افقی و جریان شعاعی می‌باشد. در صورتی که جریان افقی بالای محل استقرار زهکش نادیده گرفته شود، معادله جریان برای نوعی خاک یکنواخت (همگن و همروند) بصورت زیر می‌باشد:

$$h = \frac{q.L}{K}.F_H \qquad (۲۴-۴)$$

و

$$F_H = \frac{(L - D\sqrt{2})^2}{8D\,L} + \frac{1}{\pi}\ln\frac{D}{r_\circ\sqrt{2}} + f(D,L) \qquad (۲۵-۴)$$

که در آن:

$r_\circ$، شعاع زهکشها

f (D,L) ، تابعی از D و L می‌باشد که در حالت عمومی و در مقایسه با سایر عبارت‌های مندرج در معادله (۴-۲۵) مقدار آن جزیی است و می‌توان از آن صرفنظر نمود. بنابراین اولین عبارت سمت راست در معادله (۴-۲۵) مرتبط با جریان افقی و عبارتهای دوم و سوم مربوط به جریان شعاعی است.

هوخهات براین باور بود که به جای کاربرد روابط (۴-۲۴) و (۴-۲۵) از نظر عملی بهتر است برای لحاظ نمودن میزان مقاومت زیادتر که بوسیله جریان شعاعی به وقوع می‌پیوندد نسبت به تعدیل مقدار D به صورت عمق معادل[1] de (که همواره de < D می‌باشد) اقدام نمود که بدین ترتیب الگوی جریان بوسیله مدلی که فقط شامل جریان افقی است، حاصل می‌گردد. در شرایطی که فقط جریان در بخش زیرین محل استقرار زهکش مورد نظر باشد رابطه (۴-۲۲) بصورت ساده زیر در می‌آید:

$$q = \frac{8K\,de\,h}{L^2} \qquad (۲۶-۴)$$

که در آن:

de<D می‌باشد. این رابطه به طو اصولی بایستی مساوی با معادله (۴-۲۴) باشد. با حل معادله(۴-۲۴) برای q و مساوی قرار دادن آن با رابطه (۴-۲۵) نتیجه بصورت رابطه "عمق معادل" بشرح زیر خواهد بود:

$$de = \frac{L}{8\,F_H} \qquad (۲۷-۴)$$

عامل de همانند F_H تابعی از L و D و $r_\circ$ می‌باشد، بطوریکه از روابط (۴-۲۵) تا (۴-۲۷) نیز قابل استنتاج است.

برای لحاظ نمودن جریان شعاعی مقادیر de را می‌توان در کلیه روابط به کار برد، بدین ترتیب با منظور نمودن آن در معادله (۴-۲۴)، رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$q = \frac{8K_b.de.h + 4K_a.h^2}{L^2} \qquad (۲۸-۴)$$

که معادله اخیر بنام "رابطه هوخهات" معروف است.

omoorepeyman.ir

1- Equivalent Depth.

بطوریکه قبلاً اشاره شد در رابطه (۴–۲۵) اولین عبارت سمت راست بیانگر جریان افقی در محدوده جریان است و در مقایسه با معادله (۴–۲۲) به اثبات می‌رساند که جریان افقی در بازه $L-D\sqrt{2}$ بجای L اتفاق می‌افتد. همچنین جریان شعاعی در بازه $\frac{1}{2}D\sqrt{2}$ از دو سمت زهکش بوقوع می‌پیوندد.

هرگاه در معادله (۴–۲۵) از عبارت f (D,L) صرفنظر گردد و تساویهای زیر :

$$F_h = \frac{(L-D\sqrt{2})^2}{8DL} \qquad (۴–۲۹)$$

و

$$F_r = \frac{1}{\pi}\ln\frac{D}{r_\circ\sqrt{2}} \qquad (۴–۳۰)$$

در نظر گرفته شده و در معادله (۴–۲۵) جایگزین گردد، رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$F_H = F_h + F_r$$

و در نتیجه آن رابطه (۴–۲۴) بصورت زیر در می‌آید:

$$h = \frac{8.L}{K}F_h + \frac{q.L}{K}F_r = h_h + h_r \qquad (۴–۳۱)$$

بنابراین کل بار هیدرولیکی برابر با مجموع بارهای h_r و h_h می‌باشد که به ترتیب برای برقراری جریان افقی و شعاعی مورد نیاز می‌باشند.

قابل ذکر است که در محاسبه "عمق معادل" مقادیر de بازاء D تا زمانی افزایش حاصل می‌نماید که تساوی $D=\frac{1}{2}L$ برقرار باشد و برای مقادیر بزرگتر D، عمق معادل بطور تقریبی به مقدار ثابتی می‌رسد که بدین دلیل الگوی جریان تحت تأثیر عمق استقرار لایه محدود کننده نمی‌باشد.

• موارد کاربرد رابطه هوخهات

رابطه هوخهات را در شرایط متداول برای محاسبه فاصله زهکشها (L) در حالتهایی که عواملی نظیر ضریب زهکشی یا شدت تخلیه (q)، بار هیدرولیکی بین دو خط زهکش (h)، ضریب هدایت هیدرولیکی (K)، عمق یا ارتفاع سطح آب درون زهکشها بالای لایه محدود کننده (D) و شعاع لوله زهکشی $r_\circ$ معلوم باشند، می‌توان بکار برد. این رابطه را همچنین می‌توان برای محاسبه پارامترهای ثابت خاک یعنی K و D در شرایطی که مقادیر q، h و $r_\circ$ معلوم باشند، نیز به صورت زیر بکار گرفت.

$$K = \left[\frac{(L^2.q)}{4h(2D+h)}\right] \qquad (۴–۳۲)$$

$$D = \left[\left(\frac{L^2.q}{8Kh}\right) - \frac{h}{2}\right] \qquad (۴–۳۳)$$

و هرگاه کلیه عوامل معلوم باشد مقدار بار هیدرولیکی (آبی) بین دو خط زهکشی یا سطح ایستابی بالای سطح استقرار در حد وسط دو زهکش را نیز می‌توان از رابطه زیر محاسبه نمود.

omoorepeyman.ir

$$h = \left[\left(\frac{L^2.q}{4K} + D^2 \right)^{0.5} - D \right] \qquad (۳۴-۴)$$

از آنجایی که فاصله زهکشها (L) وابسته به عمق معادل (de) که عامل اخیر خود تابعی از L می‌باشد، بدین دلیل رابطه را نمی‌توان بصورت صریح برای محاسبه فاصله زهکشها (L) ارایه نمود. بنابراین، برای محاسبه فاصله زهکشها با استفاده از این رابطه نیاز به اعمال روشهای "آزمون و خطا" می‌باشد. هرچند برای احتراز از روش آزمون و خطا می‌توان از راه‌حل‌های ترسیمی (گرافیکی) نیز استفاده نمود، در سنوات اخیر استفاده از رایانه‌ها انجام محاسبات لازم را تسهیل و تدقیق نموده است*.

در جدول زیر، عمق معادل هوخهات [(de) برحسب متر] برای مقادیر متفاوت (L) و (D) در شرایطی که شعاع لوله‌های زهکشی زیرزمینی ($r_\circ$) برابر ۰/۱ متر باشد، ارایه گردیده است.

* برای آگاهی از روش حل عددی محاسبه عمق معادل (هوخهات) می‌توان به نشریه "مبانی و ضوابط طراحی تجهیز و نوسازی اراضی خشکه‌زاری (آبیاری ثقلی) جلد سوم زهکشی، فصل دوم زهکشی زیرزمینی" نشریه شماره ۳-۳۴۶، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۸۵) مراجعه نمود.

omoorepeyman.ir

جدول (٤-٧)- مقادیر عمق معادل (de) پیشنهادی "هوخهات" برای مقادیر متفاوت فاصله زهکشهای زیرزمینی (L) و ارتفاع سطح آب درون زهکشها بالای لایه محدود کننده (D)

[ارقام متن جدول برحسب متر می باشد] [مقادیر (L) و (D) برحسب متر (m) و مقدار شعاع زهکشها (r_o) برابر با ۰/۱۰ متر در محاسبات بکار رفته است]

L	۵	۷/۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰
D											
۰/۵۰	۰/۴۷	۰/۴۸	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۵۰	۰/۵۰				
۰/۷۵	۰/۶۰	۰/۶۵	۰/۶۹	۰/۷۱	۰/۷۳	۰/۷۴	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۶	۰/۷۶
۱/۰۰	۰/۶۷	۰/۷۵	۰/۸۰	۰/۸۶	۰/۸۰	۰/۹۱	۰/۹۳	۰/۹۴	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶
۱/۲۵	۰/۷۰	۰/۸۲	۰/۸۹	۱/۰۰	۱/۰۵	۱/۰۹	۱/۱۲	۱/۱۳	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۵
۱/۵۰		۰/۸۸	۰/۹۷	۱/۱۱	۱/۱۹	۱/۲۵	۱/۲۸	۱/۳۱	۱/۳۴	۱/۳۵	۱/۳۶
۱/۷۵		۰/۹۱	۱/۰۲	۱/۲۰	۱/۳۰	۱/۳۹	۱/۴۵	۱/۴۹	۱/۵۲	۱/۵۵	۱/۵۷
۲/۰۰			۱/۰۸	۱/۲۸	۱/۴۱	۱/۵۰	۱/۵۷	۱/۶۲	۱/۶۶	۱/۷۰	۱/۷۲
۲/۲۵			۱/۱۳	۱/۳۴	۱/۵۰	۱/۶۹	۱/۶۹	۱/۷۶	۱/۸۱	۱/۸۴	۱/۸۶
۲/۵۰				۱/۳۸	۱/۵۷	۱/۶۹	۱/۷۹	۱/۸۷	۱/۹۴	۱/۹۹	۲/۰۲
۲/۷۵				۱/۴۲	۱/۶۳	۱/۷۶	۱/۸۸	۱/۹۸	۲/۰۵	۲/۱۲	۲/۱۸
۳/۰۰				۱/۴۵	۱/۶۷	۱/۸۳	۱/۹۷	۲/۰۸	۲/۱۶	۲/۲۳	۲/۲۹
۳/۲۵				۱/۴۸	۱/۷۱	۱/۸۸	۲/۰۴	۲/۱۶	۲/۲۶	۲/۳۵	۲/۴۲
۳/۵۰				۱/۵۰	۱/۷۵	۱/۹۳	۲/۱۱	۲/۲۴	۲/۳۵	۲/۴۵	۲/۵۴
۳/۷۵				۱/۵۲	۱/۷۸	۱/۹۷	۲/۱۷	۲/۳۱	۲/۴۴	۲/۵۴	۲/۶۴
۴/۰۰					۱/۸۱	۲/۰۲	۲/۲۲	۲/۳۷	۲/۵۱	۲/۶۲	۲/۷۱
۴/۵۰					۱/۸۵	۲/۰۸	۲/۳۱	۲/۵۰	۲/۶۳	۲/۷۶	۲/۸۷
۵/۰۰					۱/۸۸	۲/۱۵	۲/۳۸	۲/۵۸	۲/۷۵	۲/۸۹	۳/۰۲
۵/۵۰						۲/۲۰	۲/۴۳	۲/۶۵	۲/۸۴	۳/۰۰	۳/۱۵
۶/۰۰							۲/۴۸	۲/۷۰	۲/۹۲	۳/۰۹	۳/۲۶
۷/۰۰							۲/۵۴	۲/۸۱	۳/۰۳	۳/۲۴	۳/۴۳
۸/۰۰							۲/۵۷	۲/۸۵	۳/۱۳	۳/۳۵	۳/۵۶
۹/۰۰								۲/۸۹	۳/۱۸	۳/۴۳	۳/۶۶
۱۰/۰									۳/۲۳	۳/۴۸	۳/۷۴
∞	۰/۷۱	۰/۹۳	۱/۱۴	۱/۵۳	۱/۸۹	۲/۲۴	۲/۵۸	۲/۹۱	۳/۲۴	۳/۵۶	۳/۸۸

L	۵۰	۷۵	۸۰	۸۵	۹۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰
D									
۰/۵	۰/۵۰								
۱/۰	۰/۹۶	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹
۲/۰	۱/۷۲	۱/۸۰	۱/۸۲	۱/۸۲	۱/۸۳	۱/۸۵	۱/۰۰	۱/۹۲	۱/۹۴
۳/۰	۲/۲۹	۲/۴۹	۲/۵۲	۲/۵۴	۲/۵۶	۲/۶۰	۲/۷۲	۲/۷۰	۲/۸۳
۴/۰	۲/۷۲	۳/۰۴	۳/۰۸	۳/۱۲	۳/۱۶	۳/۲۴	۳/۴۶	۳/۵۸	۳/۶۶
۵/۰	۳/۰۲	۳/۴۹	۳/۵۵	۳/۶۱	۳/۶۷	۳/۷۸	۴/۱۲	۴/۳۱	۴/۴۳
۶/۰	۳/۲۳	۳/۸۵	۳/۹۳	۴/۰۰	۴/۰۸	۴/۲۳	۴/۷۰	۴/۹۷	۵/۱۵
۷/۰	۳/۴۳	۴/۱۴	۴/۲۳	۴/۳۳	۴/۴۲	۴/۶۲	۵/۲۲	۵/۵۷	۵/۸۱
۸/۰	۳/۵۶	۴/۳۸	۴/۴۹	۴/۶۱	۴/۷۲	۴/۹۵	۵/۶۸	۶/۱۳	۶/۴۳
۹/۰	۳/۶۶	۴/۵۷	۴/۷۰	۴/۸۲	۴/۹۵	۵/۲۳	۶/۰۹	۶/۶۳	۷/۰۰
۱۰/۰	۳/۷۴	۴/۷۴	۴/۸۹	۵/۰۴	۵/۱۸	۵/۴۷	۶/۴۵	۷/۰۹	۷/۵۳
۱۲/۵		۵/۰۲	۵/۲۰	۵/۳۸	۵/۵۶	۵/۹۲	۷/۲۰	۸/۰۹	۸/۶۸
۱۵/۰		۵/۲۰	۵/۴۰	۵/۶۰	۵/۸۰	۶/۲۵	۷/۷۷	۸/۸۴	۹/۶۴
۱۷/۵		۵/۳۰	۵/۵۳	۵/۷۶	۵/۹۹	۶/۴۴	۸/۲۰	۹/۴۷	۱۰/۴
۲۰/۰			۵/۶۲	۵/۸۷	۶/۱۲	۶/۶۰	۸/۵۴	۹/۹۷	۱۱/۱
۲۵/۰			۵/۷۴	۵/۹۶	۶/۲۰	۶/۷۹	۸/۹۹	۱۰/۷	۱۲/۱
۳۰/۰							۹/۲۷	۱۱/۳	۱۲/۹
۳۵/۰							۹/۴۴	۱۱/۶	۱۳/۴
۴۰/۰								۱۱/۸	۱۳/۸
۴۵/۰								۱۲/۰	۱۳/۸
۵۰/۰								۱۲/۰۱	۱۴/۳
۶۰/۰									۱۴/۶
∞	۳/۸۸	۵/۳۸	۵/۷۶	۶/۰۰	۶/۲۶	۶/۸۲	۹/۵۵	۱۲/۲	۱۴/۷

omoorepeyman.ir

• مبانی رابطه کرکهام

کرکهام[1] (۱۹۵۸) راهکاری تحلیلی برای حل مسئله مشابه‌ای با آنچه هوخهات برای جریان دو بعدی، در شرایطی که بارندگی بصورت منظم بروی سطح وجود داشته و زهکشها تا روی لایه محدود کننده امتداد نیافته باشند، ارایه داد. بدین ترتیب که هرگاه از میزان جریان بالای زهکشها صرفنظر گردد راه حل کرکهام را می‌توان مشابه با رابطه (۴-۲۴) ارایه نمود:

$$h = \frac{q.L}{K} F_K \qquad (۴-۳۵)$$

و

$$F_K = \frac{1}{\pi}\left[\ln\frac{L}{\pi r_\circ} + \sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n}(\cos\frac{2n\pi r_\circ}{L} - \cos n\pi)(\coth\frac{2n\pi D}{L} - 1)\right] \qquad (۴-۳۶)$$

مقادیر F_K در جدول (۴-۱۸) ارایه شده است. بطوریکه ملاحظه می‌گردد مقادیر F_K معرفی شده بوسیله کرکهام با مقادیر F_H ارایه شده بوسیله هوخهات بسیار نزدیک می‌باشند. بدین دلیل کاربرد روابط ارایه شده بوسیله هوخهات و کرکهام نتایج تقریبی مشابهی را حاصل می‌نماید.

در راه حل ارایه شده در رابطه (۴-۳۵) از جریان در ناحیه بالای زهکش صرفنظر گردیده است. در تحقیق دیگری کرکهام (۱۹۶۰) گزارش نمود که هرگاه جریان عمودی در این محدوده مورد نظر باشد، بار آبی (هیدرولیکی) را بایستی در عبارت $[(2 - q/K)^{-1}]$ ضرب نمود. از آنجایی که عبارت اخیر مرتبط با میزان جریان در بخش بالایی سطح استقرار زهکش است، بنابراین رابطه عمومی برای حالت خاک دو لایه بصورت زیر حاصل می‌گردد:

$$h = \frac{q.L}{K_b}.\frac{1}{1 - q/K_a}.F_k \qquad (۴-۳۷)$$

که در آن:

K_a، هدایت هیدرولیکی خاک بخش بالایی سطح استقرار زهکش و K_b، همان عامل لیکن مرتبط با بخش زیرین محل استقرار زهکش می‌باشد. حد فاصل بین دو لایه در نیمرخ خاک همانند راه‌حل ارایه شده بوسیله هوخهات بایستی محل نصب زهکشها در نظر گرفته شود.

omoorepeyman.ir

1- Kirkham.

جدول (٤-٨)- مقادیر F_K ارایه شده بوسیله توکسوز و کرکهام[1]

ردیف	L / D / $D/2r_\circ$	۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۲/۵	٦/۲۵	۳/۱۲۵	۱/۵٦۲۵	۰/۷۸۱۲۵
۱	۸۱۹۲	–	–	–	–	–	–	–	۲/۶۵۴
۲	۴۰۹۶	–	–	–	–	–	–	۲/۶۵	۲/۴۳
۳	۲۰۴۸	–	–	–	–	–	۲/۶۶	۲/۴۳	۲/۲۱
۴	۱۰۲۴	–	–	–	–	۲/۸۴	۲/۴۵	۲/۲۱	۱/۹۹
۵	۵۱۲	–	–	–	۳/۴۰	۲/۶۳	۲/۲۳	۱/۹۹	۱/۷۶
۶	۲۵۶	–	–	۴/۷۶	۳/۱۹	۲/۴۰	۲/۰۱	۱/۷۶	۱/۵۴
۷	۱۲۸	–	۷/۶۴	۴/۵۳	۲/۹۶	۲/۱۹	۱/۷۸	۱/۵۴	۱/۳۲
۸	۶۴	۱۳/۶۷	۷/۴۳	۴/۳۱	۲/۷۴	۱/۹۶	۱/۵۴	۱/۳۲	۱/۱۰
۹	۳۲	۱۳/۴۷	۷/۲۱	۴/۰۹	۲/۵۲	۱/۷۴	۱/۳۵	۱/۱۰	۰/۸۸
۱۰	۱۶	۱۳/۲۷	۶/۹۹	۳/۸۶	۲/۳۰	۱/۵۲	۱/۱۳	۰/۸۸	۰/۶۶
۱۱	۸	۱۳/۰۲	۶/۷۶	۳/۶۴	۲/۰۸	۱/۳۰	۰/۹۰	۰/۶۶	۰/۴۴
۱۲	۴	۱۲/۷۹	۶/۵۴	۳/۴۲	۱/۸۶	۱/۰۸	۰/۶۸	۰/۴۴	–
۱۳	۲	۱۲/۵۷	۶/۳۲	۳/۲۰	۱/۶۳	۰/۸۵	۰/۴۶	–	–
۱۴	۱	۱۲/۳۳	۶/۰۸	۲/۹۵	۱/۴۰	۰/۶۲	–	–	–
۱۵	۰/۵	۱۲/۰۳	۵/۷۷	۲/۶۶	۱/۱۱	–	–	–	–
۱۶	۰/۲۵	۱۱/۲۵	۵/۲۹	۲/۲۰	–	–	–	–	–

• موارد کاربرد رابطه کرکهام

راه حل ترسیمی (گرافیکی) معادله کرکهام در شکلی بوسیله توکسوز و کرکهام (۱۹۶۱) اصلاح و ارایه گردیده است که از طریق آن می‌توان فاصله بین دو خط زهکشی را محاسبه نمود*.

نکته : در مورد کاربرد رابطه کرکهام برای محاسبه زهکشهای روباز، شعاع زهکش یا (r_o) بایستی معادل سطح مقطع لوله زهکشی با مقطع دایره‌ای، در کانال باشد. در این حالت مقدار r_o (شعاع کانال زهکش) از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$B.t = \pi r_\circ^2 \rightarrow r_\circ = \left(\frac{B.t}{\pi}\right)^{0.5} \qquad (۳۸-۴)$$

که در آن:

B، عرض فوقانی سطح آب (جریان) در کانال

t، عمق آب (جریان) در کانال

به عنوان مثال هرگاه در کانال ذوزنقه‌ای شکل، B =۰/۴۵ متر و t = ۰/۱۰ باشد مقدار $r_\circ$ برابر با ۰/۱۲ متر خواهد بود.

1- Toksoz and Kirkham.

* برای آگاهی تفصیلی از چگونگی حل گرافیکی (ترسیمی) فواصل زهکشهای زیرزمینی در حالتهای مختلف می‌توان به مندرجات "ضوابط طراحی تعیین فاصله و عمق زهکشهای زیرزمینی" نشریه شماره ۳۱۹، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، سازمان مدیریت منابع آب ایران، وزارت نیرو (۱۳۸۴) مراجعه نمود.

omoorepeyman.ir

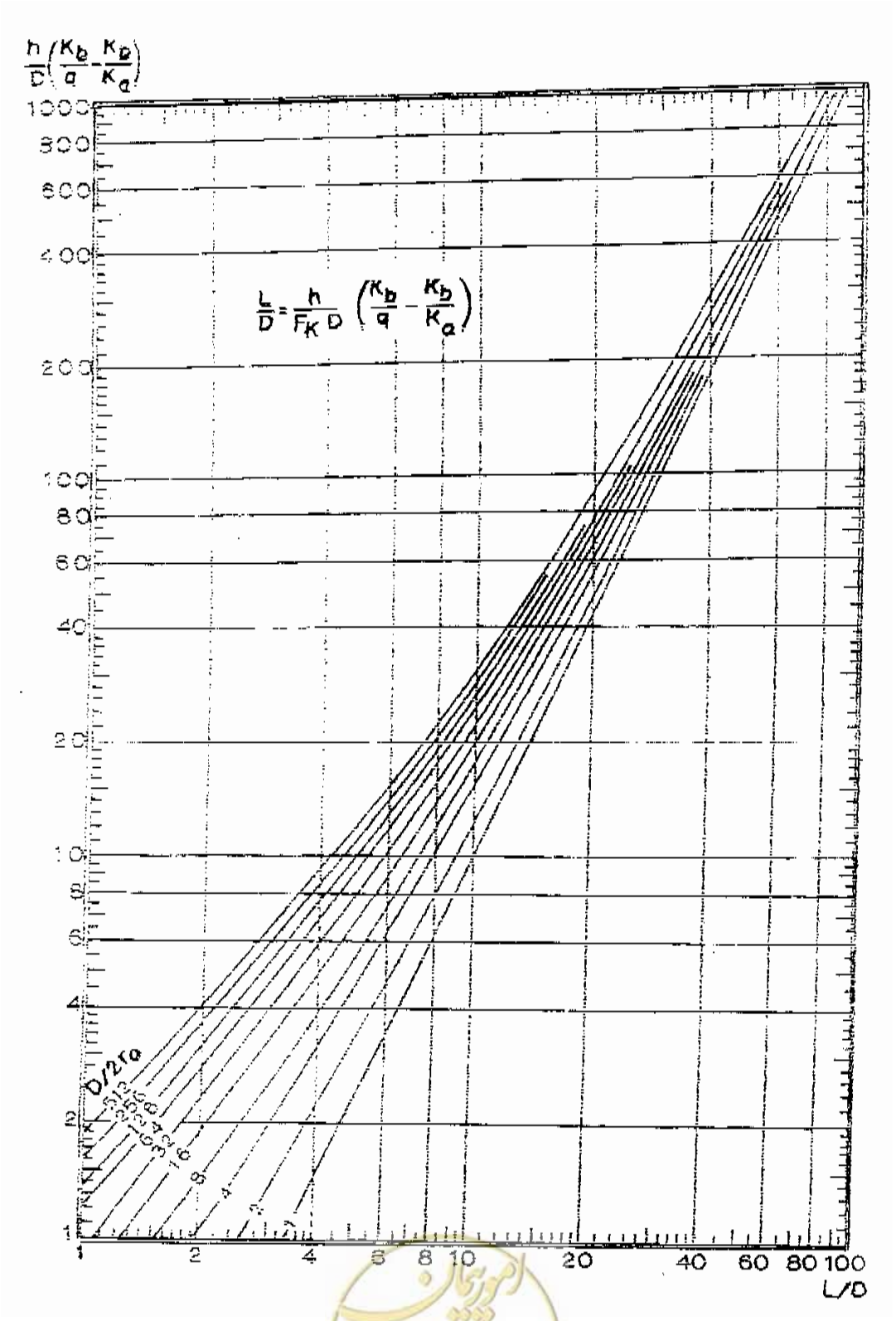
توجه: در این حالت سطح مقطع جریان در کانال زهکش به صورت مستطیل معادل منظور شده است.

تذکر: موارد گفته شده برای کاربرد رابطه هوخهات به منظور محاسبه زهکشهای روباز نیز می‌تواند بکار گرفته شود.

- **مثالهایی در مورد کاربرد روابط زهکشی بر مبنای حالت ماندگار (همگام)**

در یک مزرعه شالیزاری، لایه محدوده کننده (HP) در عمق ۲/۰ متری از سطح خاک قرار داشته و در نظر است در این مزرعه تناوب زراعی "برنج- شبدر" مورد اقدام قرار گیرد هرگاه ضریب زهکشی زیرزمینی (شدت تخلیه) برای زراعتهای برنج و شبدر به ترتیب ۲ و ۴ میلیمتر در روز برآورد شده باشد و عمق نصب زهکشهای زیرزمینی (di) برای برقراری حداکثر بار هیدرولیکی یا آبی بین دو خط زهکش زیرزمینی (h) به ترتیب ۱/۰ و ۰/۵ متر منظور گردد. در شرایطی که متوسط هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (K) برابر با ۰/۷ متر در روز اندازه‌گیری شده باشد، محاسبه فاصله بین دو خط زهکش زیرزمینی مزرعه‌ای (لوله‌ای با قطر ۰/۱ متر) مورد نظر است.

omoorepeyman.ir



شکل (٤-٥)- نمودار تعیین فاصله زهکش های زیرزمینی به روش کرکهام
(تعدیل شده بوسیله توکسوز و کرکهام، ۱۹٦۱)

[در این نمودار نشانه $2\pi_0$ قطر لوله زهکش زیرزمینی فیلترسازی شده است]

omoorepeyman.ir

راه حل نخست، کاربرد روابط ارایه شده بوسیله "هوخهات"

الف- محاسبه فاصله زهکشهای زیرزمینی برای زراعت برنج

متر	$h = 0.50$	متر	$HP = 2.0$
متر در روز	$K = 0.70$	متر در روز	$q = 0.002$
متر	$D= (HP-di) = 2.0 – 1.0 = 1.0$	متر	$di = 1.0$

ابتدا با کاربرد روابط ارایه شده بوسیله هوخهات (۱۹۳۶) موضوع معادله‌های (۴–۱۸) و یا (۴–۲۰) فاصله بین دو خط زهکش زیرزمینی با توجه به عوامل معلوم فیزیکی و هیدرولیکی برابر با:

$L = 41.83$ متر

حاصل می‌گردد. دراین حالت اثرات جریانهای شعاعی بطرف لوله‌های زهکشی زیرزمینی در نظر گرفته نشده است. بنابراین بایستی نسبت به تعدیل فاصله زهکشهای زیرزمینی محاسبه شده اقدام نمود.

برای انجام این مهم لازمست از رابطه "هوخهات تعدیل شده" استفاده بعمل آید و پیش نیاز آن محاسبه عمق معادل هوخهات (de) و جایگزینی آن در روابط متذکره [معادلات (۴–۱۸) و یا (۴–۲۰)] است. با کاربرد $D = 1.0$ و $L = 41.83$ (از طریق میان یابی بین مقادیر ۴۰ و ۴۵ متر) و استفاده از جدول (۴–۷)، $de = 0.96$ متر حاصل می‌گردد که با کاربرد آن فاصله زهکشهای زیرزمینی برابر با:

$L = 41.16$ متر

بدست می‌آید که در این شرایط حداکثر عمق سطح ایستابی از سطح مزرعه [c=(di-h)] برابر با ۰/۵ متر تثبیت می‌گردد.

ب – محاسبه فاصله زهکشهای زیرزمینی برای زراعت شبدر

با ثابت بودن کلیه عوامل فیزیکی و هیدرولیکی بیان شده در حالت قبل (برای زراعت برنج) و منظور نمودن ضریب زهکشی زیرزمینی (شدت تخلیه) برابر با $q = ۰/۰۰۴$ متر در روز و کاربرد روابط گفته شده (معادله هوخهات) فاصله زهکشهای زیرزمینی مساوی با :

$L = 29.58$ متر

حاصل می‌گردد که با کاربرد $D = ۱/۰$ و $L \approx ۳۰/۰$ (و یا میان یابی بین مقادیر ۲۵و ۳۰ متر) و استفاده از جدول(۴–۷)، $de = ۰/۹۳$ متر بدست می‌آید که با استفاده از آن فاصله زهکشهای زیرزمینی مساوی با:

$L = 28.74$ متر

حاصل می‌گردد*.

پ – تعیین فاصله زهکشهای زیرزمینی برای تناوب زراعی "برنج- شبدر"

در این مورد می‌توان از یکی از راهکارهای زیر استفاده نمود:

– محاسبه فاصله زهکشهای زیرزمینی بر مبنای میانگین حسابی $L = 34.95$ متر

* علاوه بر روش ساده ارایه شده در این مبحث، راهکار دیگری مبتنی بر آزمون و خطا برای محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی در حالت ماندگار (همگام) در استاندارد "ضوابط طراحی تعیین فاصله و عمق زهکشهای زیرزمینی" ، نشریه شماره ۳۱۹ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، سازمان مدیریت منابع آب ایران، وزارت نیرو (۱۳۸۴) نیز وجود دارد که می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

– محاسبه فاصله زهکشهای زیرزمینی بر مبنای میانگین وزنی ارقام ضریب زهکشی زیرزمینی

متر L =32.88

– محاسبه فاصله زهکشهای زیرزمینی بر مبنای متوسط ارقام ضریب زهکشی زیرزمینی*

متر L =33.32

بدلیل اینکه میانگین فاصله زهکشهای زیرزمینی بیان شده برابر با ۳۳/۷۲ متر می‌باشد بنابراین استفاده از ارقام محاسبه فاصله زهکشهای زیرزمینی بر مبنای "متوسط ضریب زهکشی زیرزمینی" منطقی‌تر بنظر می‌رسد. لیکن استفاده از ارقام حاصل از میانگین‌های حسابی و یا وزنی ساده‌تر بود و اختلاف قابل توجهی را نیز موجب نمی‌گردد.

ت – بررسی اثرات تعیین فاصله زهکشهای زیرزمینی محاسبه شده از طریق "متوسط ضریب زهکشی زیرزمینی" در تناوب زراعی با فرض ثابت بودن کلیه عوامل فیزیکی و هیدرولیکی بکار رفته در محاسبه فاصله زهکشهای زیرزمینی، بخصوص در روش استفاده از ارقام "متوسط ضریب زهکشی زیرزمینی" تنها عامل قابل تغییر و بررسی "حداکثر عمق سطح ایستابی از سطح مزرعه (c)" می‌باشد که در کلیه محاسبات قبلی برابر با ۰/۵۰ متر منظور گردیده بود.

با کاربرد رقم L= ۳۳/۷۲ متر و استفاده از رابطه (۴–۳۴) و بکارگیری de = ۰/۹۴ متر (بجای D = ۱/۰ متر) اقدام بعمل آمد که نتایج بشرح زیر است.

– برای زراعت برنج (با میزان ضریب زهکشی زیرزمینی ۰/۰۰۲ متر در روز) متر h = 0.36

– برای زراعت شبدر (با میزان ضریب زهکشی زیرزمینی ۰/۰۰۴ متر در روز) متر h = 0.64

همانگونه که مورد انتظار بوده است انتخاب فاصله بین دو خط زهکش زیرزمینی برابر با ۳۳/۷۲ متر، عمق سطح ایستابی از سطح مزرعه (c) را برای زراعت برنج ۰/۱۴ متر کمتر و بالعکس برای زراعت شبدر ۰/۱۶ متر زیادتر حاصل می‌نماید که در این شرایط وضعیت مطلوب‌تری برای رشد و نمو زراعت شبدر حاصل می‌گردد.

– بدلیل آنکه در دوره رشد و نمو زراعت برنج چند دوره زهکشی سطحی آب استغراقی بایستی اعمال گردد که در این ایام سطح ایستابی آب زیرزمینی افت قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت و رجعت سطح ایستابی به حالت قبل مدت زمانی بطول می‌انجامد و بدلیل آنکه گیاه برنج آنچنان به بالا بودن سطح ایستابی (بطور نسبی) حساس نمی‌باشد بنابر این حتی در شرایط بیان شده کاهش قابل ملاحظه‌ای در عملکرد محصول متصور نمی‌باشد. بدین دلیل استفاده از ارقام میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی محاسبه شده برای شرایط "تنوع کاربری اراضی شالیزاری" از نظر اگرونومیکی و اقتصادی توجیه‌پذیر می‌گردد.

omoorepeyman.ir

* با کاربرد q = ۰/۰۰۳ متر در روز L = ۳۴/۱۶ متر حاصل می‌شود که با استفاده از آن و D = ۱/۰ متر عمق معادل هوخهات de = ۰/۹۴ متر بدست می‌آید و با کاربرد رقم اخیر فاصله زهکشهای زیرزمینی حاصل می‌گردد.

راه حل دوم، کاربرد روابط ارایه شده بوسیله "کرکهام"

الف– محاسبه فاصله زهکشهای زیرزمینی برای زراعت برنج

متر	$h = 0.50$	متر	$HP = 2.0$
متر در روز	$K=Ka=Kb = 0.70$	متر در روز	$q = 0.002$
متر	$D= (HP-di) = 2.0 - 1.0 = 1.0$	متر	$di = 1.0$
متر	$2r_0 = 0.1$	متر	$r_0 = 0.05$

ابتدا با توجه خاص به نمودار (۴–۵) که برای تعیین فاصله زهکشهای زیرزمینی به روش کرکهام (تعدیل شده بوسیله کرکهام و توکسوز، ۱۹۶۱) تهیه و تدوین یافته است نسبت به محاسبه عبارتهای لازم (نسبتهای بدون بُعد) و مندرج بروی محورهای عمودی و منحنی مربوطه در متن نمودار بایستی اقدام گردد.

روی محور قائم
$$\frac{h}{D}\left(\frac{K_b}{q}-\frac{K_b}{K_a}\right)=\frac{0.5}{1.0}\left(\frac{0.7}{0.002}-\frac{0.7}{0.7}\right)=174.5$$

منحنی متن جدول
$$\frac{D}{2r_\circ}=\frac{1.0}{0.1}=10$$

در مرحله بعد، از محل رقم ۱۷۴/۵ روی محور قائم (عمودی) خطی افقی (بموازات محور افقی) رسم نموده تا منحنی $(D/2r_\circ)$ را در محل برخورد با منحنی برابر با ۱۰ قطع نماید (که در این حالت بایستی از طریق میان یابی بین دو منحنی ۸ و ۱۶ استفاده نمود). از نقطه برخورد، خط عمودی به سمت پایین (به موازات محور عمودی یا قائم) رسم نموده تا به محور افقی برخورد نماید. بدین ترتیب نسبت L/D=۳۸ قابل قرائت است. با معلوم بودن D = ۱/۰ متر فاصله بین دو خط زهکش زیرزمینی حدود ۳۸ متر برآورد می‌گردد.

با معلوم بودن پارامترهای مربوطه و جایگزینی آنها در رابطه مندرج در متن نمودار نتیجه زیر حاصل می‌شود.

$$\frac{L}{D}=\frac{h}{F_k.D}\left(\frac{K_b}{q}-\frac{K_b}{K_a}\right)$$

(نسبت بدون بُعد)
$$F_k=\frac{D}{L}.\frac{h}{D}\left(\frac{K_b}{q}-\frac{K_b}{K_a}\right)=\frac{h}{L}\left(\frac{K_b}{q}-\frac{K_b}{K_a}\right)=4.59$$

رقم اخیر F_k = ۴/۵۹ تقریبی می‌باشد و مقدار دقیق آنرا با معلوم بودن فاصله بین دو خط زهکش محاسبه شده (مقدماتی و یا برآورد تقریبی) یعنی L برحسب متر می‌توان از رابطه (۴–۳۶) محاسبه نمود. در شرایط معلوم بودن پارامترهای لازم با کاربرد رابطه (۴–۳۵) می‌توان عمق سطح ایستابی تا سطح مزرعه را بطریق زیر برای خاکهای همگن (غیرمطبق) محاسبه نمود.

متر
$$h=\frac{q.L}{K}.F_k=\frac{0.002\times38}{0.7}\times4.59=0.498\approx0.50$$

هم چنین با کاربرد رابطه (۴–۳۷) نتیجه مشابه‌ای حاصل می‌گردد.

متر
$$h=\frac{q.L}{K_b}.\frac{1}{1-(q/K_a)}.F_k=\frac{0.002\times38}{0.7}\times\frac{1}{1-(0.002\div0.7)}\times4.59=0.499\approx0.50$$

omoorepeyman.ir

ب – با استفاده از روش مشابهی (راه حل گرافیکی یا ترسیمی) می‌توان فواصل زهکشهای زیرزمینی را برای زراعت شبدر و یا تناوب زراعی برنج– شبدر، شرایط "تنوع کاربردی اراضی شالیزاری" بطور تقریبی تعیین نمود.

توجه: راه‌حل‌های ترسیمی و عددی تعیین فاصله زهکشهای زیرزمینی در شرایط کاربرد روابط زهکشی مبتنی بر حالت جریان همگام (ماندگار) از جمله رابطه کرکهام به تفصیل در استاندارد "ضوابط طراحی تعیین فاصله و عمق زهکشهای زیرزمینی"، نشریه ۳۱۹ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، سازمان مدیریت منابع آب ایران، وزارت نیرو (۱۳۸۴) ، ارایه گردیده که می‌تواند مورد استفاده علاقمندان قرار گیرد.

تذکر: برای تدقیق محاسبات و ارایه فواصل زهکشهای زیرزمینی در این مجموعه، نسبت به تهیه یک برنامه رایانه‌ای به زبان کوئیک بیسیک (Quick Basic) اقدام و نسبت به انجام محاسبات لازم از طریق نرم‌افزار مذکور اهتمام بعمل آمد در نتیجه آنچه در مبحث ۴-۷-۴ و جداول (۴-۱۱)، (۴-۱۲) و (۴-۱۳) برای زراعت برنج (بعنوان کشت اصلی) و هم چنین جداول (۴-۱۹)، (۴-۲۰) و (۴-۲۱) برای زراعت شبدر برسیم (بعنوان کشت دوم) که در مباحث آتی ارایه می‌گردد، بر پایه نتایج حاصل از محاسبات رایانه‌ای بوده است که موارد نظری آن به تفصیل در زیربخشهای مربوطه مورد تذکر و تشریح قرار گرفته است.

٤-۷-۲- نظریه غیرماندگار (غیرهمگام) بودن جریان

بطوریکه قبلاً بیان شد، پیش فرض‌های همگام و یا ماندگار بودن جریان‌های نفوذی به خاک طی یک دوره آنهم با تنوع منشاء آبهای نفوذی که قبلاً مورد اشاره قرار گرفت، کاربرد معادلات تعیین فاصله زهکشهای زیرزمینی را که مبتنی بر حالت یا جریان ماندگار است را فقط در مراحل مقدماتی (برآورد فاصله بین دو خط زهکش) مجاز می‌دارد و در مراحل نهائی ضرورت دارد که از روابط مبتنی بر جریانهای غیرماندگار (غیرهمگام) در تعیین فاصله زهکشها استفاده بعمل آید. در این خصوص نیز توجه به ترکیب کشت موجود در الگوی زراعی در تناوب با زراعت برنج بایستی مدنظر قرار گیرد و محاسبات تعیین فاصله زهکشهای زیرزمینی با عنایت بر آن بانجام رسد. متذکر می‌گردد که جریانهای ورودی به خاک در زمانهای مختلف، متفاوت می‌باشد و در نتیجه مقدار جریانهای نفوذی به خاک تابعی از زمان است که در نتیجه آن سطح ایستابی (درون نیمرخ خاک) نیز همواره نوسان خواهد داشت. گرچه با اعمال فرض همگام یا ماندگار بودن جریان منجر به کاربرد روابط ساده‌تری می‌گردد لیکن باتوجه به این مهم که جریانهای نفوذی (ورودی) به نیمرخ خاک غیرهمگام و غیرماندگار می‌باشد، بنابراین برای تعیین فاصله زهکشهای زیرزمینی در این حالت بایستی از معادلات شناخته شده و معتبر مربوطه نیز استفاده نمود.

در شکل (۴-۶) علایم و نشانه‌های بکار رفته در اشتقاق رابطه "گلاور–دام" که در پی خواهد آمد، ارایه شده است.

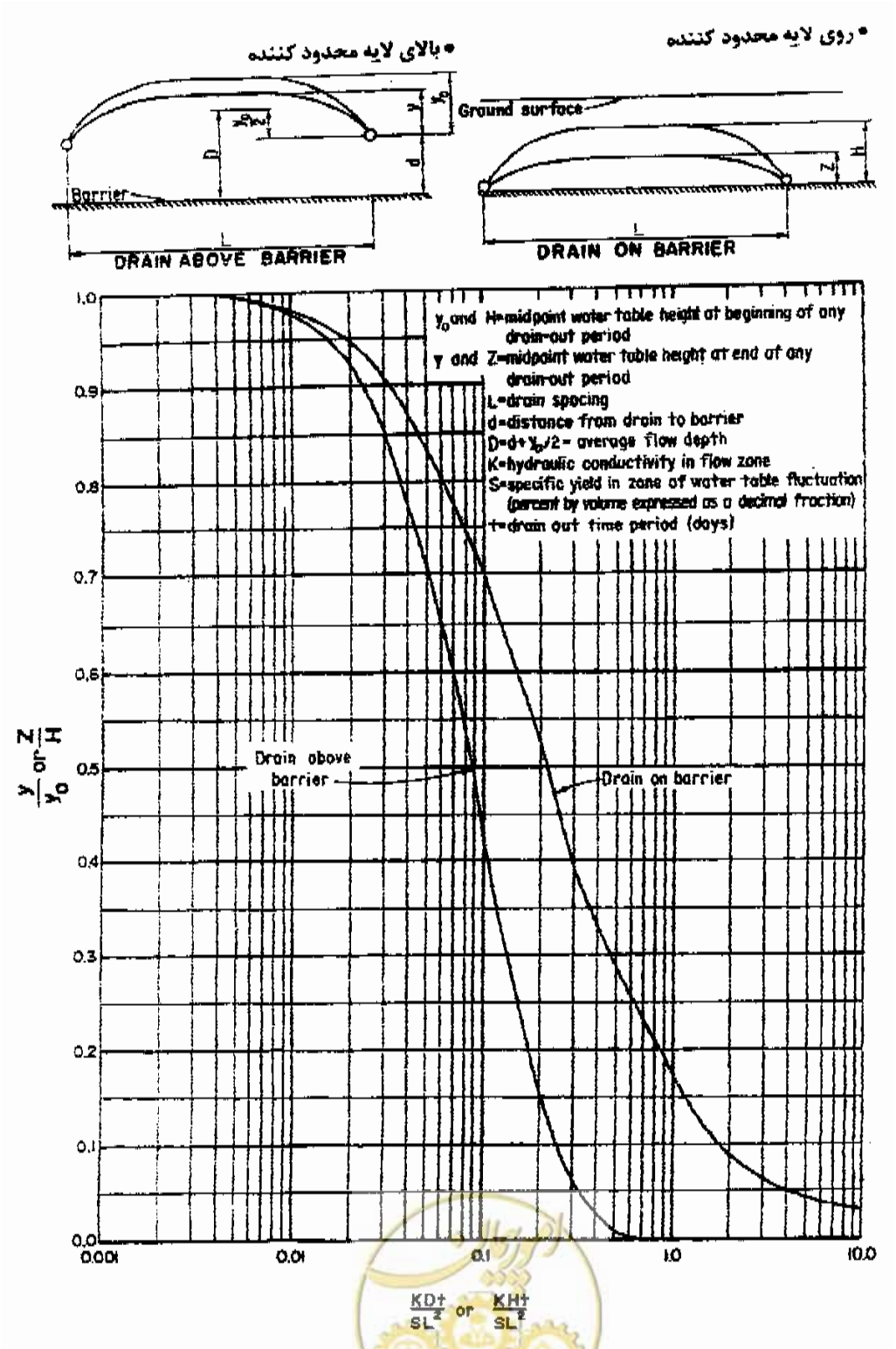
• اصول معادله گلاور– دام

در پی موارد بیان شده قبلی در شرایط واقعی مزرعه‌ای، معمولاً شرایط جریان غیرماندگار عمومیت دارد و تعدادی معادلات درخصوص بیان این شرایط توسعه یافته است. یکی از عملی‌ترین و مناسب‌ترین روابط در این زمینه معادله گلاور–دام[1] (۱۹۶۰) می‌باشد. شکل تعدیل شده این رابطه بصورت زیر است:

omoorepeyman.ir

1- Glover- Dumm .

$$L = \pi \left[t.K\,(de + 0.5Y_0)/S \right]^{0.5} \bullet \left[\ln 1.16(Y_\circ / Y_t) \right]^{-0.5} \qquad (۳۹-۴)$$



شکل (٤-٦)- علایم و نشانه های بکار رفته در اشتقاق رابطه "گلاور- دام" برای شرایط استقرار زهکشهای زیرزمینی (لوله ای) روی لایه محدود کننده (Barrier) و بالای آن

omoorepeyman.ir

که در آن :

t ، تناوب بین دو نوبت بارندگی یا آبیاری (روز)

S ، تخلخل قابل زهکشی (درصد بصورت اعشاری)

$Y_{\circ}$، حداکثر ارتفاع سطح ایستابی در بخش فوقانی زهکشها (متر)

Y_t، ارتفاع متغیر سطح ایستابی بعنوان تابعی از زمان (متر)

K ، متوسط هدایت هیدرولیکی نیمرخ خاک (متر در روز)

de ، عمق معادل هوخهات (متر)

L ، فاصله بین دو خط زهکشی (متر)

متذکر می‌گردد که عبارت $(de+0/5Y_{\circ})$معرف ضخامت متوسط نیمرخ خاک است که جریان از آن عبور می‌نماید. هرگاه این عبارت با $\overline{D}$ نشان داده شود معادله گفته شده بشکل زیر در می‌آید:

$$L=\pi\left[\frac{t.K.\overline{D}}{S}\right]^{0.5}\bullet\left[\ln 1.16\left(\frac{Y_{\circ}}{Y_t}\right)\right]^{-0.5} \qquad (۴۰-۴)$$

که در آن :

$K\overline{D}$ ، ضریب انتقال پذیری نیمرخ خاک (مترمربع درروز) و سایر علائم قبلاً تعریف شده‌اند.

برای محاسبه فاصله زهکشهای زیرزمینی با استفاده از معادلات گفته شده لزوم کاربرد روابط کمکی زیر ضروری می‌باشد.

$$Y_{\circ}=\Delta Y+Y_t \qquad (۴۱-۴)$$

$$Y_t=Y_{\circ}-\Delta Y \qquad (۴۲-۴)$$

$$\Delta Y=\frac{Ri}{S} \qquad (۴۳-۴)$$

که در آن:

Ri ، میزان تغذیه ناشی از تراوشات عمقی بارندگی و یا آب آبیاری (میلیمتر یا متر) می‌باشد.

همچنین با استفاده از رابطه اصلی نیز می‌توان نوشت :

$$\frac{Y_t}{Y_0}=\frac{1}{1.16}e^{\left(\frac{\pi^2.K.\overline{D.t}}{SL^2}\right)} \qquad (۴۴-۴)$$

$$Y_t=1.16Y_{\circ}e^{-\alpha.t} \qquad (۴۵-۴)$$

$$\alpha=\frac{\pi^2.K.\overline{D}}{S\,L^2} \qquad (۴۶-۴)$$

که در آن:

omoorepeyman.ir

α بنام ضریب بازتاب (روز به توان ۱−) و سایر علائم معانی و ابعاد پیش گفته را دارا می‌باشد.

همچنین با معلوم بودن کلیه پارامترهای بکار رفته در معادله‌های اصلی، زمان لازم برای افت سطح ایستابی از مقدار اولیه $Y_\circ$ به مقدار Y_t را می‌توان بشرح زیر "برحسب روز" محاسبه نمود.

$$t = \ln 1.16 \left(\frac{Y_\circ}{Y_t}\right).\left(\frac{S\,L^2}{\pi^2.K.\overline{D}}\right) \qquad (۴۷-۴)$$

در مورد استفاده از معادله بالا در تعیین فاصله زهکشهای زیرزمینی دو روش به شرح زیر معمول است.

• محاسبه فاصله زهکشهای زیرزمینی برمبنای دوره بارندگیهای متراکم یا حداکثر نیاز آبی گیاه

در این روش تراوشات عمقی دوره‌های گفته شده برای گیاه مورد نظر و انتخابی که در تناوب زراعی کوتاه‌ترین تواتر (زمانی) را داشته باشد مورد توجه قرار می‌گیرد و فرض می‌شود که همین میزان تراوشات عمقی در کلیه نوبتهای بارندگی یا آبیاری نیز وجود داشته باشد، که در نتیجه آن، سطح ایستابی زیرزمینی به حداکثر خیز ممکن خواهد رسید. علاوه بر آن فرض می‌گردد که تغذیه آنی (موقت) آب زیرزمینی قبل از شروع نوبت بعدی به کلی تخلیه و بار دیگر پس از تغذیه نوبت بعد به سطح اولیه (حداکثر مجاز سطح ایستابی) رجعت می‌نماید. در این روش $Y_\circ$ تفاضل میزان عمق استقرار زهکشهای زیرزمینی و حداکثر مجاز خیز آب زیرزمینی محسوب می‌گردد و مقدار Y_t نیز حاصل تفریق $Y_\circ$ از خیز سطح ایستابی مربوط به دوره بارندگیهای متراکم یا حداکثر نیاز آبی گیاه (کوتاه‌ترین تناوب بین دو دوره بارندگی متراکم و یا حداکثر نیاز آبی) می‌باشد و مقدار اخیر یعنی ΔY از تقسیم تراوشات عمقی بر تخلخل قابل زهکشی خاک حاصل می‌گردد. پیشنهاد گردیده در این مورد، مقدار $\overline{D}$ برابر با $[de + 0.25(Y_\circ + Y_t)]$ منظور شود. به تجربه ثابت شده است که هرگاه در روابط زهکشی برمبنای حالت ماندگار (همگام) از جمله معادلات هوخهات و کرکهام عبارت $[h = 0.5(Y_\circ + Y_t)]$ به کار گرفته شود فواصل زهکشهای زیرزمینی (و یا باز) به طور تقریبی برابر خواهند بود.

• محاسبه فاصله زهکشهای زیرزمینی با روش تعادل دینامیکی

در شرایطی که عمق نصب زهکشهای زیرزمینی بطور نسبی زیاد باشد، تراوشات عمقی حاصل از بارندگی یا کاربرد آبیاری در مزرعه به یکباره موجب خیز سطح ایستابی تا عمق مجاز و طراحی شده نخواهد شد. باتوجه به مفاهیم "تعادل دینامیکی" که بوسیله دایره اصلاح اراضی کشور ایالات متحده امریکا ارائه شده است، در این روش، امکان خیز تدریجی سطح ایستابی طی دوره‌های بارندگی یا آبیاری فراهم می‌آید بطوریکه در پایان فصل زراعی و یا در خاتمه "دوره بحرانی"، خیز سطح ایستابی به حداکثر مجاز (حد طراحی شده) می‌رسد و در دوره زمانی آیش "دوره تخلیه یا زهکشی" سطح ایستابی گفته شده بطور تقریبی به سطح استقرار محل نصب زهکشهای زیرزمینی تنزل خواهد یافت و بر این مبنا چنین فرض می‌شود که میزان تغذیه سالیانه آب زیرزمینی با میزان تخلیه آن برابر است. در غیر اینصورت خیز سطح ایستابی طی چند سال زراعی به چنان سطح تعادلی خواهد رسید که موجب تأثیر نامطلوب بر روی رشد و نمو گیاهان زراعی خواهد داشت.

در روش تعادل دینامیکی، طی دوره‌های بارندگی متراکم یا حداکثر نیاز آبی گیاه (هان) میزان تخلیه زهکشهای زیرزمینی از مقدار تراوشات عمقی مربوطه کمتر است که بدین دلیل در این شرایط اگرچه خیز سطح ایستابی در مزرعه به وقوع می‌پیوندد لیکن همواره این محدوده سطح ایستابی از میزان طراحی شده (عمق سطح ایستابی مجاز) بایستی بطور اصولی کمتر باشد.

omoorepeyman.ir

انجام محاسبات براساس فرضیات بکار رفته در روش "تعادل دینامیکی" کمی با آنچه در مبحث مربوطه (دوره بارندگی‌های متراکم یا حداکثر نیاز آبی گیاه) بیان گردید، متفاوت است. زیرا مقادیر $Y_{\circ}$ و Y_t را نمی‌توان از پیش ثابت فرض نمود. به‌دلیل آنکه این مقادیر در هر دوره بارندگی یا آبیاری متغیر می‌باشند. در این روش محاسبه، برای دستیابی به فاصله مناسب و مطلوب زهکشهای زیرزمینی، بایستی از یکسری عملیات محاسباتی مبتنی بر "آزمون و خطا" بهره‌مند شد که در آن ابتدا ضروری است رقمی را برای فاصله زهکشهای زیرزمینی (L) فرض نمود و محاسبات را با داشتن سایر پارامترهای معلومی از جمله: فاصله محل نصب زهکشهای زیرزمینی تا لایه محدود کننده، زمان بین دو دور بارندگی متراکم یا آبیاری، تخلخل موثر یا قابل زهکشی خاک، میزان خیز سطح ایستابی در هر نوبت تغذیه (Ri/S) و سرانجام ارقام سطح آب زیرزمینی قبل و پس از هر دور بارندگی متراکم یا آبیاری ($Y_{\circ}$ و Y_t) و برای کلیه دوره‌های مربوطه تکرار نمود. هرگاه سطح ایستابی محاسبه شده در مقایسه با سطح ایستابی مجاز و طراحی شده، افزایش یابد بناچار بایستی محاسبات را با فاصله زهکشهای زیرزمینی (L) کمتری تکرار نمود.

اگر چه در کتب مرجع انجام محاسبات با استفاده از این روش بطور عمده برای دوره‌های بارندگی و یا آبیاری توصیه گردیده لیکن امکان کاربرد آن برای یکدوره یکساله (با معلوم بودن میزان تراوشات عمقی و زمانهای مربوط) در بعضی مراجع نیز مورد توصیه قرارگرفته است. متذکر می‌گردد که مقدار $\overline{D}$ مورد استفاده در این روش برابر با $(de + 0/5Y_{\circ})$ می‌باشد.

توجه: متذکر می‌گردد که محاسبه فاصله زهکشهای زیرزمینی در دو روش گفته شده، برای سایر گیاهان زراعی که در تناوب با گیاه برنج (در اراضی خشکه‌زاری و مورد آبیاری در مناطق غیرمرطوب) مورد زراعت قرار می‌گیرند، توصیه شده است.

٤-۷-۳- عمق مناسب نصب زهکشهای زیرزمینی

عوامل مؤثر در تعیین عمق مناسب و مطلوب استقرار زهکشهای زیرزمینی در مباحث قبل مورد تذکر قرار گرفت، از دیدگاه نظری هرچه عمق نصب زهکشهای زیرزمینی بیشتر باشد، فاصله بین دو خط زهکشی افزایش می‌یابد، لیکن در عمل محدودیت‌هایی برای نصب زهکشهای زیرزمینی بشرح زیر وجود دارد.

- دقت در تعیین عمق مجاز سطح ایستابی بین دو خط زهکش
- تعیین افق مناسب برای نصب زهکشهای زیرزمینی، با توجه به لایه‌های مشخصه در نیمرخ خاک
- توجه به هدایت هیدرولیکی خاک لایه محل نصب زهکشهای زیرزمینی در مقایسه با افق‌های بالایی و زیرین در خاک.
- امکانات اجرایی، زیرا عمق طراحی برای نصب زهکشهای زیرزمینی نه تنها تابع عوامل فیزیکی و هیدرولیکی خاک بلکه تابع امکانات اجرایی نیز می‌باشد.

به استناد موارد بیان شده در بعضی منابع معتبر موارد زیر در مورد عمق نصب زهکشهای زیرزمینی برای اراضی مورد زراعت برنج (اراضی شالیزاری و خشکه‌زاری) توصیه گردیده است.

الف– برای قطعات دایم زراعت برنج، بدون تنوع کاربری اراضی (ترکیب کشت گیاهان در تناوب زراعی با گیاه برنج) عمق مناسب کنترل سطح ایستابی از سطح خاک مزرعه در محدوده‌های ۰/۵–۰/۴ متر برای رشد و نمو مطلوب گیاه برنج در دوره‌های رشد رویشی و زایشی توصیه گردیده است که امکان کنترل آن هم چنین تعمیق سطح ایستابی در دوره‌های مورد نیاز می‌تواند بطور

omoorepeyman.ir

معمول و یا با استفاده از چاهکهای کمکی (نوعی شیر تخلیه برای کنترل میزان زه‌آب خروجی و به تبع آن تنظیم سطح ایستابی در حد مورد نظر) بانجام رسد.

ب – برای اراضی شالیزاری (قطعات زراعی) که در آن پس از برداشت زراعت برنج اقدام به کشت سایر گیاهان زراعی مورد نظر است (تنوع کاربری اراضی*) کنترل سطح ایستابی (زیرزمینی) در محدوده‌های ۰/۵–۰/۴ متر برای رشد و نمو مناسب سایر گیاهان زراعی در تناوب با زراعت برنج مورد نیاز خواهد بود. طبق بررسیهای به انجام رسیده، برای انواع گیاهانی که کشت پاییزه و زمستانه آنها بدون نیاز به کاربرد آب آبیاری در مناطق شالیزاری و مرطوب کشور می‌تواند مورد اقدام قرار گیرد درجدول زیر ارایه شده است:

جدول (٤-٩)- عمق توسعه و ریشه دوانی بعضی از انواع گیاهان زراعی فصلی

ردیف	نوع گیاهان	نام توصیفی و عمق توسعه ریشه گیاهان انتخابی (متر)		
		خیلی کم عمق ۰/۲۰>	کم عمق ۰/۳۰>	تقریباً کم عمق ۰/۵>
۱	برگی یا علوفه‌ای	شوید، جعفری، گشنیز، ترتیزک (شاهی)، تره	کاهو، اسفناج، کلم معمولی، گل کلم	علوفه مرتعی، شبدر برسیم
۲	ریشه‌ای یا غده‌ای	–	ترب سفید	پیاز، سیر، هویج فرنگی، شلغم
۳	میوه‌ای یا دانه‌ای	–	توت فرنگی	لوبیا سبز، باقلا، کدو، کلزا

* برای کشت و بهره‌برداری مناسب از برخی گیاهان مندرج در جدول بایستی بعضی از تمهیدات لازم برای " تولید خارج از فصل" به انجام رسد.

با توجه به مندرجات جدول ملاحظه می‌گردد که از میان انواع گیاهانی که در شرایط گفته شده امکان کشت و کار آن در سطح قطعات می‌تواند مورد توجه قرار گیرد، شبدر برسیم با طول دوره رشد حدود شش ماه و عمق ریشه دوانی کمتر از ۰/۵ متر مقبولیت بیشتری می‌تواند داشته باشد. بنابراین اجرای تناوب زراعی برنج– شبدر (برسیم) را می‌توان بعنوان تناوب زراعی مطلوب مورد توجه قرار دارد.

پ– با توجه به موارد بیان شده در بندهای الف و ب، عمق مناسب و مطلوب نصب زهکشهای زیرزمینی (مجهز به چاهکهای کمکی) در اعماق ۱/۰–۰/۹ متر (نسبت به سطح خاک مزرعه) می‌تواند اهداف مورد نظر را برای کاربری اراضی شالیزاری در مناطق مرطوب (تنوع کاربری اراضی) تأمین نماید.

توجه : برای آن قبیل اراضی خشکه‌زاری مورد کشت و آبیاری در مناطق غیرمرطوب (اقلیم‌های خشک و نیمه خشک) که زراعت برنج در تناوب زراعی با سایر گیاهان لحاظ شده در ترکیب کشت قرار دارد. تعیین عمق مطلوب استقرار زهکشهای زیرزمینی، تعیین فاصله بین زهکشها و سایر موارد لازم به توجه بایستی براساس مندرجات نشریه "مبانی و ضوابط طراحی، تجهیز و نوسازی اراضی خشکه‌زاری (آبیاری ثقلی) جلد سوم زهکشی، فصل دوم زهکشی زیرزمینی" نشریه شماره ۳-۳۴۳ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۸۵) صورت پذیرد. بدیهی است که در این شرایط عمق مناسب نصب و فاصله بین زهکشهای زیرزمینی، تابع چگونگی اجرای عملیات آبیاری اصولی و یا تکمیلی و پارامترهای مرتبط با نوع زراعت و خاک خواهد بود که در مقایسه با مندرجات این نشریه، نتایج حاصله می‌تواند کاملاً متفاوت باشد. بهرحال عمق تثبیت سطح ایستابی در این شرایط و در دوره آیش در خاکهای سبک و ریزبافت نباید از ۱/۴ متر و در خاکهای با بافت متوسط از ۱/۷ متر کمتر درنظر گرفته شود، تامعضل " گرایش به شوری خاک و اراضی" پیش نیاید.

* فراهم آمدن شرایط زراعی و محیطی (اکولوژیکی) مناسب برای تنوع کاربری اراضی شالیزاری در مناطق مرطوب کشور در این مبحث از جمله اهداف اولیه بررسیهای امکان احداث سامانه زهکشی زیرزمینی در اراضی مورد زراعت برنج بوده است.

٤-۷-٤- محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی در اراضی شالیزاری

بطور کلی، فاصله و عمق نصب زهکشهای زیرزمینی بطور قابل ملاحظه‌ای با وضعیت نفوذپذیری خاکها (هدایت هیدرولیکی اشباع) و نحوه مدیریت‌های زراعی و به خصوص نوع گیاه مورد زراعت و ویژگی‌های زهکشی سطحی اراضی محدوده مورد مطالعه بستگی دارد. در شرایط اعمال عملیات مناسب مدیریتی بروی گیاه و خاکهای مورد بهره‌برداری اعماق و فواصل زهکشهای زیرزمینی (مزرعه‌ای) را در اراضی شالیزاری می‌توان به صورت زیر محاسبه نمود.

• محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برای کشت اصلی (زراعت برنج) در اراضی شالیزاری و مرطوب

هرچند گیاه برنج قادر است در حالت استغراق سطح مزرعه و در شرایط اعمال روشهای آبیاری غرقاب دایم و یا متناوب رشد و نمو نموده و عملکردهای نسبی مورد انتظار را تولید نماید، لیکن در هر حال لزوم تخلیه مقادیر کمی "تراوشات عمقی روزانه" از بخش زیرین محدوده توسعه رشد گیاه وجود خواهد داشت در غیر اینصورت در شرایط اشباع بودن خاک در اراضی شالیزاری ترکیباتی از قبیل آهن، منگنز و گوگرد احیاء گردیده که در نتیجه آن انواع مواد سمی و مضر در خاک ایجاد می‌شود، تراکم غلظت این مواد، کمبود اکسیژن و افزایش میزان گاز کربنیک در خاک و یا اثر مشترک این عوامل می‌تواند موجب بروز تغییرات قابل ملاحظه‌ای در وضعیت فیزیولوژیکی ریشه گیاه برنج گردد که در نتیجه آن اثرات نامطلوبی بر تنفس، جذب آب و یونها بوجود خواهد آمد.

شرایط بیان شده محیط رویشی نامناسبی را برای رشد و نمو گیاه فراهم می‌آورد که در نهایت کمیت و کیفیت عملکرد محصول زراعت برنج را تحت تأثیر (نامطلوب) قرار می‌دهد بنابراین مقادیر نفوذ عمقی روزانه (بمیزان کم) را بایستی جزیی از "نیاز آبیاری زراعت برنج" در اراضی شالیزاری محسوب نمود.

در خاکهای با نفوذپذیری متوسط تا زیاد، در صورت تعبیه سامانه زهکشی زیرزمینی لوله‌ای (مزرعه‌ای)، می‌توان با تجهیز آن به چاهک کمکی (نوعی شیر تخلیه که از طریق آن امکان کنترل میزان دبی خروجی زه‌آبها فراهم است) مقادیر تراوشات عمقی را در محدوده‌های تخلیه مجاز و مورد نظر در اراضی شالیزاری کنترل نموده و این نقیصه را در خصوص زراعت برنج تنظیم یا برطرف نمود. در جدول زیر وضعیت آب مورد نیاز زراعت برنج و تراوشات عمقی در اراضی شالیزاری مناطق مختلف کشور ارایه شده است*.

جدول (٤-۱۰)- وضعیت آب مورد نیاز زراعت برنج و تراوشات عمقی در استانهای مختلف و مرطوب کشور

ردیف	طول دوره زراعت (روز)	نام منطقه (استان)	نیاز خالص آبی گیاه (میلیمتر)	تراوشات عمقی در دوره زراعت (میلیمتر)	نیاز آبی گیاه برنج (میلیمتر)	بارندگی مؤثر در دوره زراعت (میلیمتر)	نیاز آبیاری در دوره زراعت (میلیمتر)	حداکثر میزان تراوشات عمقی (میلیمتردرروز)
۱	۱۴۱	مازندران (ساری)	۶۴۰/۰	۲۳۳/۰	۱۰۷۳/۰	۱۴۵/۰	۹۲۸/۰	۲/۰
۲	۱۴۲	گیلان (رشت)	۵۳۶/۰	۱۷۴/۰	۹۱۰/۰	۱۹۳/۰	۷۱۷/۰	۱/۵
۳	۱۳۲	گلستان (گرگان)	۶۵۲/۰	۲۵۷/۰	۱۱۰۹/۰	۱۱۶/۰	۹۹۳/۰	۲/۵

* ۲۰۰ میلیمتر عمق آب برای آماده‌سازی زمین و عملیات گلخرایی منظور شده است.

** طول دوره زراعت با احتساب ایام تهیه و آماده سازی زمین برای کشت نشاء برنج می‌باشد.

* اقتباس از کتاب "برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور"، جلد اول (گیاهان زراعی)، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت کشاورزی (۱۳۷۶)، نشر آموزش کشاورزی.

omoorepeyman.ir

با کاربرد ارقام حداکثر میزان تراوشات عمقی (میلیمتر در روز) مندرج در جدول فوق، انجام بررسیهای لازم درخصوص تخمین (برآورد) هدایت هیدرولیکی اشباع خاکها با بافت‌های متفاوت، اعمال فرضیه اینکه عمق استقرار لایه محدود کننده در اعماق ۱/۰، ۱/۵ و ۲/۰ متری از سطح خاک قرار داشته باشد، منظور نمودن عمق نصب زهکشهای زیرزمینی (لوله‌ای مزرعه‌ای) در اعماق ۰/۹، ۰/۹۵ و ۱/۰ متری از سطح مزرعه با عنایت بر موارد بیان شده در مبحث قبل و لحاظ نمودن حداکثر بار هیدرولیکی (آبی) بین دو خط زهکش در حد ۰/۵ متر که منتج به برقراری عمق سطح ایستابی (بین دو خط زهکش تا سطح زمین) در محدوده‌های حداقل ۰/۴، ۰/۴۵ و ۰/۵ متر خواهد شد. که در چنین شرایطی عمق لازم برای توسعه ریشه گیاه برنج و تنوع کاربری اراضی (کشت دوم پس از برداشت زراعت برنج) بصورت توامان فراهم خواهد بود. با کاربرد روابط مبتنی برحالت جریان ماندگار (همگام) که استفاده از آنها برای محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی در اراضی شالیزاری در اکثر منابع معتبر توصیه شده است اقدام بعمل آمد که نتایج بعنوان "راهنما" در جداول زیر ارایه گردیده است.

توجه:

برای آگاهی تفصیلی از چگونگی انجام محاسبات مربوط به تعیین فواصل زهکشهای زیرزمینی و کاربرد روابط مبتنی بر شرایط ماندگار یا همگام (معادله‌های هوخهات و کرکهام) به مندرجات مبحث " مثالهایی در مورد کاربرد روابط زهکشی بر مبنای حالت ماندگار (همگام) " ارائه شده در صفحات ۱۲۱– ۱۲۵ بخصوص آنچه به عنوان "**تذکر**" درصفحه ۱۲۶ ارائه گردیده، عطف توجه نمود.

omoorepeyman.ir

جدول (٤-١١)- نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برمبنای حالت ماندگار (همگام) برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف
[برای کشت اصلی (زراعت برنج) در اراضی شالیزاری و مرطوب]

عمق استقرار لایه محدود کننده ۱/۰ متر، عمق نصب زهکشهای زیرزمینی ۰/۹ متر، حداکثر بار هیدرولیکی بین دو خط زهکش ۰/۵ متر، عمق سطح ایستابی بین دو خط زهکش تا سطح زمین ۰/٤ متر و شعاع لوله زهکشی ۰/۰۵ متر در محاسبات منظور شده است.

ردیف	بافت خاک *	هدایت هیدرولیکی خاک (مترد‌رروز)		ضریب زهکشی یا شدت تخلیه (مترد‌رروز)			میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)	حدود تغییرات فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)		
		نام توصیفی	حدود تغییرات	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۲۵		حداقل	متوسط	حداکثر
۱	رسی سنگین، رسی	خیلی آهسته	< ۰/۰۳۰–۰/۰۷۵	۶/۸۵	۵/۹۵	۵/۳۰	۶/۰۳	۵/۳۰	۶/۰۷	۶/۸۵
۲	سیلتی رسی، شنی رسی	آهسته	۰/۱۲۵–۰/۳۰۵	۱۳/۸۰	۱۱/۹۵	۱۰/۷۰	۱۲/۱۵	۱۰/۷۰	۱۲/۲۵	۱۳/۸۰
۳	رسی لومی، سیلتی رسی لومی	تقریباً آهسته	۰/۴۸۵–۱/۰۰۰	۲۶/۰۰	۲۲/۵۰	۲۰/۱۰	۲۲/۸۷	۲۰/۱۰	۲۳/۰۵	۲۶/۰۰
۴	شنی رسی لومی، لومی	متوسط	۱/۵۰۰–۲/۳۰۰	۴۱/۹۵	۳۶/۳۵	۳۲/۵۰	۳۶/۹۳	۳۲/۵۰	۳۷/۲۲	۴۱/۹۵
۵	سیلتی لومی، شنی لومی	تقریباً سریع	۳/۰۵۰–۴/۵۵۰	۵۹/۳۵	۵۱/۴۰	۴۹/۹۵	۵۳/۳۷	۴۹/۹۵	۵۴/۶۵	۵۹/۳۵
۶	شنی لومی ریز، لومی شنی ریز **	سریع	> ۶/۰۰۰	۷۵/۴۰	۶۹/۸۰	۵۸/۴۰	۶۷/۸۷	۵۸/۴۰	۶۹/۹۰	۷۵/۴۰
	میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)			۳۷/۲۲	۳۲/۹۹	۲۹/۴۹	۳۳/۲۳	۲۹/۴۹	۳۳/۳۵	۳۷/۲۲

* نام توصیفی ردیفهای ۱ تا ۶ به ترتیب: خیلی سنگین (V.H)، سنگین (H)، تقریباً سنگین (M.H)، متوسط (M)، تقریباً سبک (M.L) و سبک (L) می‌باشد.

** بافت خاکهای شنی لومی و شنی که از نظر توصیفی خیلی سبک (V.L) محسوب می‌گردند، نیز شامل اطلاعات مندرج در ردیف ۶ جدول هستند.

توجه: ارقام فواصل زهکشهای زیرزمینی متن جدول میانگین دو رقم مربوط به کران‌های پایین و بالای هدایت هیدرولیکی خاک در کلاس مربوطه است.

omoorepeyman.ir

جدول (٤-۱۲)- نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برمبنای حالت ماندگار (همگام) برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف [برای کشت اصلی (زراعت برنج) در اراضی شالیزاری و مرطوب]

عمق استقرار لایه محدود کننده ۱/۵ متر، عمق نصب زهکشهای زیرزمینی ۰/۹۵ متر، حداکثر بار هیدرولیکی بین دو خط زهکش ۰/۵ متر، عمق سطح ایستابی بین دو خط زهکش تا سطح زمین ۰/٤۵ متر و شعاع لوله زهکشی ۰/۰۵ متر در محاسبات منظور شده است.

ردیف	بافت خاک *	هدایت هیدرولیکی خاک (مترددروز)		ضریب زهکشی یا شدت تخلیه (مترددروز)			میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)	حدود تغییرات فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)		
		نام توصیفی	حدود تغییرات	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۲۵		حداقل	متوسط	حداکثر
۱	رسی سنگین، رسی	خیلی آهسته	< ۰/۰۳۰–۰/۰۷۵	۹/۸۵	۸/۴۵	۷/۵۰	۸/۶۰	۷/۵۰	۸/۶۷	۹/۸۵
۲	سیلتی رسی، شنی رسی	آهسته	۰/۱۲۵–۰/۳۰۵	۲۰/۲۵	۱۷/۴۵	۱۵/۵۵	۱۷/۷۵	۱۵/۵۵	۱۷/۹۰	۲۰/۲۵
۳	رسی لومی، سیلتی رسی لومی	تقریباً آهسته	۰/۴۸۵–۱/۰۰۰	۳۸/۶۵	۳۳/۴۰	۲۹/۸۰	۳۳/۹۵	۲۹/۸۰	۳۴/۲۲	۳۸/۶۵
۴	شنی رسی لومی، لومی	متوسط	۱/۵۰۰–۲/۳۰۰	۶۲/۸۰	۵۴/۳۵	۴۸/۵۵	۵۵/۲۳	۴۸/۵۵	۵۵/۶۷	۶۲/۸۰
۵	سیلتی لومی، شنی لومی	تقریباً سریع	۳/۰۵۰–۴/۵۵۰	۸۹/۱۰	۷۷/۰۵	۶۸/۹۰	۷۸/۳۵	۶۸/۹۰	۷۹/۰۰	۸۹/۱۰
۶	شنی لومی ریز، لومی شنی ریز **	سریع	> ۶/۰۰۰	۱۱۳/۴	۹۸/۲۰	۸۷/۷۰	۹۹/۷۷	۸۷/۷	۱۰۰/۵۵	۱۱۳/۴
	میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)			۵۵/۶۹	۴۸/۱۵	۴۳/۰۰	۴۸/۹۵	۴۳/۰۰	۴۹/۳۳	۵۵/۶۹

* نام توصیفی ردیفهای ۱ تا ۶ به ترتیب: خیلی سنگین (V.H)، سنگین (H)، تقریباً سنگین (M.H)، متوسط (M)، تقریباً سبک (M.L) و سبک (L) می‌باشد.

** بافت خاکهای شنی لومی و شنی که از نظر توصیفی خیلی سبک (V.L) محسوب می‌گردند، نیز شامل اطلاعات مندرج در ردیف ۶ جدول هستند.

توجه: ارقام فواصل زهکشهای زیرزمینی متن جدول میانگین دو رقم مربوط به کران‌های پایین و بالای هدایت هیدرولیکی خاک در کلاس مربوطه است.

omoorepeyman.ir

جدول (٤-۱۳)- نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برمبنای حالت ماندگار (همگام) برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف [برای کشت اصلی (زراعت برنج) در اراضی شالیزاری و مرطوب]

عمق استقرار لایه محدود کننده ۲/۰ متر، عمق نصب زهکشهای زیرزمینی ۱/۰ متر، حداکثر بار هیدرولیکی بین دو خط زهکش ۰/۵ متر، عمق سطح ایستابی بین دو خط زهکش تا سطح زمین ۰/۵ متر و شعاع لوله زهکشی ۰/۰۵ متر در محاسبات منظور شده است.

ردیف	بافت خاک *	هدایت هیدرولیکی خاک (مترد‌رروز)		ضریب زهکشی یا شدت تخلیه (مترد‌رروز)			میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)	حدود تغییرات فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)		
		نام توصیفی	حدود تغییرات	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۲۵		حداقل	متوسط	حداکثر
۱	رسی سنگین، رسی	خیلی آهسته	< ۰/۰۳۰–۰/۰۷۵	۱۱/۳۵	۹/۶۵	۸/۵۰	۹/۸۳	۸/۵۰	۹/۹۲	۱۱/۳۵
۲	سیلتی رسی، شنی رسی	آهسته	۰/۱۲۵–۰/۳۰۵	۲۴/۲۵	۲۰/۸۰	۱۸/۴۵	۲۱/۱۷	۱۸/۴۵	۲۱/۳۵	۲۴/۲۵
۳	رسی لومی، سیلتی رسی لومی	تقریباً آهسته	۰/۴۸۵–۱/۰۰۰	۴۷/۲۰	۴۰/۶۵	۳۶/۲۰	۴۱/۳۵	۳۶/۲۰	۴۱/۷۰	۴۷/۲۰
۴	شنی رسی لومی، لومی	متوسط	۱/۵۰۰–۲/۳۰۰	۷۷/۴۰	۶۶/۸۵	۵۹/۶۰	۶۷/۹۵	۵۹/۶۰	۶۸/۵۰	۷۷/۴۰
۵	سیلتی لومی، شنی لومی	تقریباً سریع	۳/۰۵۰–۴/۵۵۰	۱۱۰/۲۵	۹۵/۲۵	۸۵/۰۰	۹۶/۸۳	۸۵/۰۰	۹۷/۶۲	۱۱۰/۲۵
۶	شنی لومی ریز، لومی شنی ریز **	سریع	> ۶/۰۰۰	۱۴۰/۷	۱۲۱/۶۰	۱۰۸/۶۰	۱۲۳/۶۳	۱۰۸/۶۰	۱۲۴/۹۵	۱۴۰/۷
	میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)			۶۸/۵۳	۵۹/۳۰	۵۲/۷۳	۶۰/۱۳	۵۲/۷۳	۶۰/۶۳	۶۸/۵۳

* نام توصیفی ردیفهای ۱ تا ۶ به ترتیب: خیلی سنگین (V.H)، سنگین (H)، تقریباً سنگین (M.H)، متوسط (M)، تقریباً سبک (M.L) و سبک (L) می‌باشد.

** بافت خاکهای شنی لومی و شنی که از نظر توصیفی خیلی سبک (V.L) محسوب می‌گردند، نیز شامل اطلاعات مندرج در ردیف ۶ جدول هستند.

توجه: ارقام فواصل زهکشهای زیرزمینی متن جدول میانگین دو رقم مربوط به کران‌های پایین و بالای هدایت هیدرولیکی خاک در کلاس مربوطه است.

omoorepeyman.ir

تذکر: در اقدام تفصیلی و دقیق‌تر دیگری با انتخاب متغیرهای فیزیکی و هیدرولیکی زیر:

– عمق استقرار لایه محدود کننده در اعماق ۱/۰، ۱/۵ و ۲/۰ متری از سطح خاک

– عمق نصب زهکشهای زیرزمینی در اعماق ۰/۹۰، ۰/۹۵ و ۱/۰ متری از سطح مزرعه

– حداکثر بار هیدرولیکی (آبی) در حد ۰/۵۰ متر بین دو خط زهکش

– مقادیر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در محدوده‌های ۰/۰۵، ۰/۱۰، ۰/۱۵، ۰/۲۰، ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۰/۷۵، ۱/۰۰، ۱/۲۵، ۱/۵۰، ۱/۷۵ و ۲/۰۰ متر در روز

– ضریب زهکشی زیرزمینی یا شدت تخلیه (تراوشات عمقی) در محدوده‌های ۰/۰۰۱۰، ۰/۰۰۱۵، ۰/۰۰۲۰، ۰/۰۰۲۵، ۰/۰۰۳۰، ۰/۰۰۳۵، ۰/۰۰۴۰، ۰/۰۰۴۵ و ۰/۰۰۵۰ متر در روز

اقدام به عمل آمد که خلاصه نتایج حاصله در جدول زیر ارایه شده است.

جدول (٤-١٤)- متوسط عمق و فاصله نصب زهکشهای زیرزمینی برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف [برای کشت اصلی (زراعت برنج) در اراضی شالیزاری و مرطوب]

ردیف	عمق استقرار لایه محدود کننده از سطح خاک (متر)	عمق نصب زهکشهای زیرزمینی (متر)	فاصله عمق نصب زهکشهای زیرزمینی از لایه محدوده کننده (متر)	حداکثر ارتفاع سطح ایستابی یا بار هیدرولیکی بین دو خط زهکش (متر)	حداقل فاصله سطح ایستابی از سطح خاک مزرعه (متر)	فواصل زهکشهای زیرزمینی محاسبه شده (متر)		
						رابطه هوخهات	معادله کرکهام	میانگین دو روش محاسبه
۱	۱/۰	۰/۹۰	۰/۱۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۱۸/۸	۱۵/۴	۱۷/۱
۲		۰/۹۵	۰/۰۵		۰/۴۵	۱۷/۴	۱۴/۲	۱۵/۷
۳		۱/۰	–		۰/۵۰	۱۵/۹	۱۲/۹	۱۴/۴
میانگین		۰/۹–۱/۰	–		۰/۴–۰/۵	۱۷/۴	۱۴/۲	۱۵/۸
۴	۱/۵	۰/۹۰	۰/۶۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۲۸/۶	۲۳/۷	۲۶/۱
۵		۰/۹۵	۰/۵۵		۰/۴۵	۲۷/۸	۲۳/۰	۲۵/۴
۶		۱/۰	۰/۵۰		۰/۵۰	۲۷/۰	۲۲/۳	۲۴/۶
میانگین		۰/۹–۱/۰	–		۰/۴–۰/۵	۲۷/۸	۲۳/۰	۲۵/۴
۷	۲/۰	۰/۹	۱/۱۰	۰/۵	۰/۴۰	۳۴/۸	۲۸/۹	۳۱/۸
۸		۰/۹۵	۱/۰۵		۰/۴۵	۳۴/۳	۲۸/۵	۳۱/۴
۹		۱/۰	۱/۰		۰/۵۰	۳۳/۷	۲۸/۰	۳۰/۸
میانگین		۰/۹–۱/۰	–		۰/۴–۰/۵	۳۴/۳	۲۸/۵	۳۱/۴

* حدود تغییرات هدایت هیدرولیکی اشباع خاکها ۲/۰۰–۰/۰۵ متر در روز

** حدود تغییرات ضریب زهکشی یا شدت تخلیه (تراوشات عمقی) ۰/۰۰۵–۰/۰۰۱۰متر در روز

نکته: میانگین ارقام مندرج در متن جدول (بدون احتساب میانگین‌های مربوطه) بشرح زیر می‌باشند:

– میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی محاسبه شده مبتنی بر رابطه هوخهات ۲۶/۵ متر

– میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی محاسبه شده بر پایه معادله کرکهام ۲۱/۹ متر

omoorepeyman.ir

– میانگین کل فواصل زهکشهای زیرزمینی محاسبه شده از دو روش مربوطه ۲۴/۱ متر

• محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برای کشت دوم در اراضی شالیزاری و مرطوب (زراعت شبدر برسیم)

بطوریکه در مباحث قبل گفته شده یکی از اهداف مهم تهیه و تدوین این سری "مبانی و ضوابط طراحی" فراهم آوردن شرایط زراعی و محیطی (اکولوژیکی) مناسب "برای تنوع کاربری اراضی شالیزاری در مناطق مرطوب" کشور است. که امکان دستیابی به آن مستلزم تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری، از جمله بررسیهای امکان احداث سامانه‌های زهکشی در اراضی مورد زراعت سنتی "برنج" می‌باشد. استمرار کاربری اراضی شالیزاری بمنظور زراعت برنج آنهم به مدت یک و یا دو فصل زراعی در سال علاوه بر استفاده محدود از منابع خاک و اراضی، عدم بهره‌مندی مؤثر از پتانسیل‌های اقلیمی (آب و هوایی بخصوص مقادیر بارندگی قابل ملاحظه در فصول پاییز و زمستان)، قابل ملاحظه نبودن عایدات حاصل از زراعت تک کشتی برنج (در مقایسه با تنوع کاربری اراضی در دوره زراعی سالیانه)، محدودیت‌های ژنتیکی و اگرونومیکی عملکرد محصول زراعت برنج در واحد سطح و سایر عوامل طبیعی و غیرطبیعی از جمله رویکردهای قابل بیان برای "تنوع کاربری اراضی شالیزاری" است.

بمنظور توجیه علمی این مهم که امکان تعمیم آن بطور تقریبی برای بخشهای قابل ملاحظه‌ای از اراضی شالیزاری و مرطوب کشور فراهم است. در زیر موارد مرتبط با کاربری اراضی شالیزاری استان مازندران که از نظر سطح زیرکشت رتبه اول و از نظر تولید محصول در جایگاه چهارم قرار دارد[1]، مورد بررسی قرار می‌گیرد. در جدول (۴–۱۵) معدودی عوامل آب و هوایی (اقلیمی) استان مازندران (ایستگاه ساری) که برمبنای یک دوره آماری پنج ساله تهیه و تدوین گردیده، ارایه شده است.

بطوریکه از مندرجات جدول قابل استنباط است. میزان بارندگی سالیانه این استان ۷۸۸/۲۵ میلیمتر در سال می‌باشد که بطور تقریبی ۳/۲۲ برابر متوسط بارندگی سالیانه کشور و ۰/۹۲ میزان بارندگی سالیانه جهان است[2]، این میزان بارندگی طی ۱۲۶ روز (بطور متوسط) ریزش می‌نماید بنابر این ۲۳۹ روز در سال شرایط غیربارندگی وجود دارد که هرگاه ۵۰٪ آن بعنوان روزهای مناسب برای عملیات فیزیکی میدانی منظور گردد میزان روزهای کاری بدون مشکل (شرایط غیرمرطوبی سطح خاک) معادل ۱۲۰ روز (چهار ماه حداقل در سال بصورت متناوب) می‌باشد. مقادیر حداقل و حداکثر بارندگی ماهیانه به ترتیب برابر با ۲۵/۶۴ (در مرداد ماه) و ۱۴۱/۰۴ (در آبان ماه) میلیمتر و متوسط مقدار بارندگی ماهیانه آن ۶۵/۶۹ میلیمتر می‌باشد به همین ترتیب جمع کل تبخیر سالیانه منطقه مورد بررسی ۱۰۳۸/۰ میلیمتر در سال است که مقادیر حداقل و حداکثر تبخیر ماهیانه به ترتیب ۲۸/۲۰ (در دی ماه) و ۱۶۴/۸۰ (در مرداد ماه) میلیمتر و متوسط میزان تبخیر ماهیانه آن ۸۶/۵ میلیمتر است. نکته قابل توجه اینکه در جریان مرداد ماه که مقدار بارندگی بمیزان حداقل می‌باشد،

www.noorepeyman.ir

۱. برای آگاهی مجدد به مندرجات مبحث مقدمه در فصل اول مراجعه شود

۲. سازمان بین‌المللی هواشناسی متوسط میزان بارندگی سالیانه جهان را ۸۶۰ میلیمتر اعلام نموده است.

جدول (٤-١٥)- معدودی عوامل اقلیمی (آب و هوایی) مورد بررسی در استان مازندران (ایستگاه ساری)
(ارقام میانگین یک دوره آماری پنج ساله ١٣٨٤-١٣٨٠ می‌باشند)

ردیف	ماههای مختلف سال			مقادیر بارندگی دهه‌های مختلف ماه		عوامل اقلیمی (آب و هوایی) مورد بررسی				
	شمسی	میلادی	دهه ماه شمسی	میزان بارندگی (میلیمتر)	تعداد روزهای بارندگی	بارندگی (میلیمتر)	درجه حرارت (سانتیگراد)			رطوبت نسبی (٪)	تبخیر از سطح طشتک کلاس (A) (میلیمتر)
							حداقل	متوسط	حداکثر		
یک	فروردین	مارس	اول	۲۰/۹۴	۵/۲	۷۴/۵۸	۹/۵۴	۱۴/۳۰	۱۹/۲۶	۷۵/۴۰	۷۹/۵۸
		آپریل	دوم	۲۷/۹۸	۵/۰						
		آپریل	سوم	۲۵/۶۶	۵/۰						
دو	اردیبهشت	آپریل	اول	۱۵/۳۸	۴/۴	۵۳/۶۰	۱۴/۱۲	۱۸/۵۲	۲۲/۸۴	۷۶/۶۰	۹۹/۳۶
		می	دوم	۱۶/۷۴	۵/۴						
		می	سوم	۲۱/۴۸	۵/۲						
سه	خرداد	می	اول	۱۵/۶۲	۳/۶	۳۶/۶۸	۱۸/۸۲	۲۳/۱۸	۲۷/۵۶	۷۳/۳۰	۱۴۴/۵۰
		جون	دوم	۹/۷۲	۳/۴						
		جون	سوم	۱۱/۳۴	۲/۸						
چهار	تیر	جون	اول	۱۳/۲۰	۳/۲	۳۳/۳۸	۲۲/۱۶	۲۶/۰۶	۲۹/۸۸	۷۶/۴۰	۱۴۹/۴۰
		جولای	دوم	۱۱/۷۰	۵/۰						
		جولای	سوم	۸/۴۸	۵/۰						
پنج	مرداد	جولای	اول	۱/۵۸	۲/۴	۲۵/۶۴	۲۳/۴۶	۲۸/۰۰	۳۲/۵۴	۷۲/۴۰	۱۶۴/۸۰
		آگوست	دوم	۵/۲۸	۲/۰						
		آگوست	سوم	۱۸/۶۸	۳/۲						
شش	شهریور	آگوست	اول	۱۷/۰۸	۴/۸۰	۵۰/۶۸	۲۱/۹۴	۲۵/۶۸	۲۹/۴۸	۷۷/۸	۱۰۶/۱۸
		سپتامبر	دوم	۱۵/۱۸	۴/۰۰						
		سپتامبر	سوم	۱۸/۴۲	۴/۶۰						
هفت	مهر	سپتامبر	اول	۱۵/۴۲	۲/۴	۶۹/۲۰	۱۸/۳۴	۲۲/۷۸	۲۷/۲۶	۷۴/۰۸	۹۱/۲۸
		اکتبر	دوم	۲۱/۱۶	۱/۸						
		اکتبر	سوم	۳۲/۶۲	۳/۲۰						
هشت	آبان	اکتبر	اول	۲۴/۵۲	۱/۸	۱۴۱/۰۴	۱۱/۸۴	۱۶/۴۶	۲۱/۰۸	۷۷/۰۰	۵۷/۵۰
		نوامبر	دوم	۵۷/۴۲	۳/۶						
		نوامبر	سوم	۵۹/۱۰	۱/۸						
نه	آذر	نوامبر	اول	۵۱/۵۰	۳/۸	۱۱۶/۵۰	۶/۸۰	۱۱/۴۴	۱۶/۱۰	۷۶/۶۰	۳۵/۹۰
		دسامبر	دوم	۳۱/۶۵	۳/۸						
		دسامبر	سوم	۳۳/۳۵	۳/۸						
ده	دی	دسامبر	اول	۳۴/۳۱	۲/۶	۸۰/۸۶	۳/۸۶	۸/۴۸	۱۳/۱۲	۷۴/۴	۲۸/۲۰
		ژانویه	دوم	۲۲/۷۰	۲/۴						
		ژانویه	سوم	۲۳/۸۵	۲/۲						
یازده	بهمن	ژانویه	اول	۲۰/۵۵	۳/۰	۴۶/۱۲	۴/۲۴	۸/۶۴	۱۳/۰	۷۷/۰۰	۴۲/۴۰
		فوریه	دوم	۹/۰۷	۳/۲						
		فوریه	سوم	۱۶/۵۰	۲/۸						
دوازده	اسفند	فوریه	اول	۱۲/۲۷	۲/۲	۶۰/۰۰	۶/۶۲	۱۱/۰۸	۱۵/۶۲	۷۶/۰۰	۳۸/۹۶
		مارس	دوم	۱۸/۹۰	۳/۰						
		مارس	سوم	۲۸/۸۳	۴/۴						
حدود تغییرات عوامل مورد بررسی		مقادیر حداقل		۱/۵۸	۱/۸	۲۵/۶۴	۳/۸۶	۸/۴۸	۱۳/۰۰	۷۲/۴۰	۲۸/۲۰
		مقادیر متوسط		۲۱/۹۰	۳/۵	۶۵/۶۹	۱۳/۴۸	۱۷/۸۹	۲۲/۳۱	۷۵/۵۸	۸۶/۵۰
		مقادیر حداکثر		۵۹/۱۰	۵/۴	۱۴۱/۰۴	۲۳/۴۶	۲۸/۰۰	۳۲/۵۴	۷۷/۸۰	۱۶۴/۸۰
جمع کل (سالیانه)				۷۸۸/۲۵	۱۲۶/۰	۷۸۸/۲۵					۱۰۳۸/۰۰

omoorepeyman.ir

میزان تبخیر از سطح طشتک کلاس (A) مقدار حداکثر را دارا می‌باشد. بطور کلی طی ماههای اردیبهشت لغایت مهرماه همواره تفوق میزان تبخیر بر مقدار بارندگی مشهود می‌باشد و طی دوره شش ماهه آبان لغایت فروردین میزان بارندگی بر مقادیر تبخیر فزونی دارد.

برای بررسی دقیق‌تر موارد متذکره، مقادیر فصلی و سالیانه بارندگی، تبخیر، کمبود رطوبت (بارندگی) و نسبت‌های مربوطه در استان مورد بررسی تهیه و در جدول زیر ارایه شده است.

جدول (٤-١٦)- مقادیر فصلی و سالیانه بارندگی، تبخیر، کمبود رطوبت (بارندگی) و نسبت های مربوطه در استان مازندران (ایستگاه ساری) [ارقام میانگین یک دوره آماری پنج ساله ١٣٨٤-١٣٨٠ می باشند]

ردیف	فصول مختلف سال	مقادیر بارندگی		مقادیر تبخیر از سطح طشتک کلاس (A)		نسبت های مربوطه		مقادیر متوسط ماهیانه فصول		تفاضل بارندگی از تبخیر طشتک کلاس (A) (میلیمتر)
		میزان (میلیمتر)	درصد از بارندگی کل	میزان (میلیمتر)	درصد از تبخیر کل	بارندگی به تبخیر	تبخیر به بارندگی	بارندگی (میلیمتر)	تبخیر (میلیمتر)	
۱	بهار	۱۶۴/۸۵	۲۰/۹۱	۳۲۳/۴۳	۳۱/۱۶	۰/۵۱	۱/۹۶	۵۴/۹۵	۱۰۷/۸۱	-۱۵۸/۵۸
۲	تابستان	۱۰۹/۷۰	۱۳/۹۲	۴۰۲/۳۷	۴۰/۵۰	۰/۲۶	۳/۸۴	۳۶/۵۷	۱۴۰/۱۲	-۳۱۰/۶۸
۳	پاییز	۳۲۶/۷۳	۴۱/۴۵	۱۸۴/۶۵	۱۷/۷۹	۱/۷۷	۰/۵۷	۱۰۸/۹۱	۶۱/۵۵	+۱۴۲/۰۸
۴	زمستان	۱۸۶/۹۷	۲۳/۷۲	۱۰۹/۵۵	۱۰/۵۵	۱/۷۰	۰/۵۹	۶۲/۳۲	۳۶/۵۲	+۷۷/۴۲
۵	سالیانه	۷۸۸/۲۵	۱۰۰/۰۰	۱۰۳۸/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱/۰۶ * ۰/۶ **	۱/۷۴ * ۱/۳۲**	۶۵/۶۹	۸۶/۵۰	-۲۴۹/۷۵

* متوسط فصول مختلف

** نسبت های مرتبط با ارقام سالیانه می باشد.

همانگونه که از مندرجات این جدول استنباط می‌گردد نسبت‌های بارندگی به تبخیر (فصلی) در فصول بهار و تابستان به ترتیب ۰/۵۱ و ۰/۲۶ می‌باشد و این در شرایطی است که درصد از بارندگی کل (سالیانه) فصول گفته شد به ترتیب ۲۰/۹۱ و ۱۳/۹۲ و درصد از تبخیر کل (سالیانه) این فصول به ترتیب ۳۱/۱۶ و ۴۰/۵ است. به بیانی دیگر فصول بهار و تابستان را بایستی به ترتیب دوره‌های خشکی "متوسط" و "مطلق" سال قلمداد نمود. این موارد بیانگر آنست که اقدام به هرگونه زراعت در شش ماهه اول سال در منطقه مورد بررسی بدون اقدام به عملیات آبیاری تکمیلی و بطور عمده اصولی بجز در بعضی سالهای کاملاً استثنایی و برای گیاهان بخصوص یا از نظر عملی غیرممکن و یا مقتصدانه نمی‌باشد. با یادآوری مجدد آنچه در جدول (۴-۱۰) ارایه شده است، ملاحظه می‌گردد که طول دوره زراعت برنج (از زمان آماده‌سازی زمین و عملیات گلخرابی تا پایان دوره برداشت) حدود ۱۴۱ روز (از دهه دوم فروردین لغایت اواخر مرداد یا دهه اول شهریور) است که طی این مدت زراعت برنج دارای نیاز خالص آبی ۶۴۰ میلیمتر (با احتساب آب لازم برای آماده‌سازی زمین برای کشت نشاء برنج) می‌باشد که با احتساب ۲۳۳ میلیمتر تراوشات عمقی در دوره زراعت، نیاز آبی گیاه برنج ۱۰۷۳ میلیمتر قابل محاسبه است که از کل این میزان ۱۴۵ میلیمتر آن از طریق بارندگی مؤثر تأمین می‌گردد (جمع کل

omoorepeyman.ir

میزان بارندگی پنج ماهه اول سال یعنی فروردین لغایت مرداد ماه در حدود ۲۴۴ میلیمتر محاسبه شده است) و ۹۲۸ میلیمتر دیگر که معادل ۹۲۸۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد بایستی از طریق عملیات آبیاری تأمین گردد به عبارت دیگر برای هر هکتار اراضی شالیزاری در مجموع حجم آبی معادل ۱۰۷۳۰ مترمکعب در هکتار لازم است که ۲۳۳۰ مترمکعب در هکتار آن بصورت نفوذ عمقی از محدوده توسعه ریشه گیاه خارج، ۱۴۵۰ مترمکعب در هکتار آن از طریق بارندگی مؤثر تأمین و مابقی آن (۹۲۸۰ مترمکعب در هکتار) بایستی از طریق آبیاری به مصرف زراعت برسد.

با تعمق مجدد در ارقام گفته شده ملاحظه می‌گردد که حدود ۱۰۰ میلیمتر از جمع میزان بارندگی دوره گفته شده که معادل ۱۰۰۰ مترمکعب در هکتار برآورد می‌گردد، غیر مؤثر متصور شده است. برای توجیه این مهم نسبت به تهیه جدول، حداکثر مقادیر بارندگی مشاهده شده یک، دو و پنج روزه دوره آماری گفته شده در منطقه مورد بررسی اقدام که موارد در جدول (۴-۱۷) ارایه گردیده است.

در روشهای کشت و آبیاری زراعت برنج بطور سنتی عملیات آبیاری در اکثر شرایط بصورت غرقاب دایم و در اراضی تجهیز و نوسازی شده بطور اصولی می‌بایستی از روش آبیاری غرقاب متناوب استفاده بعمل آید که در ارتباط با جدول اخیر موارد به تفکیک به شرح زیر می‌تواند مورد تحلیل و نتیجه‌گیری قرار گیرد.

جدول (٤-۱۷)- حداکثر مقادیر بارندگی مشاهده (ثبت) شده یک، دو و پنج روزه متوالی، طی یک دوره آماری پنج ساله در استان مازندران (ایستگاه ساری)
[طی سالهای ۱۳۸٤-۱۳۸۰ شمسی]

ردیف	سال آماری (شمسی)	حداکثر بارندگی ثبت شده یک روزه		حداکثر بارندگی ثبت شده دو روز متوالی		حداکثر بارندگی ثبت شده پنج روز متوالی		حداکثر بارندگی روزانه (میلیمتر)	
		زمان وقوع	میزان (میلیمتر)	زمان وقوع	میزان (میلیمتر)	زمان وقوع	میزان (میلیمتر)	دو روز متوالی	پنج روز متوالی
۱	۱۳۸۰	دهه اول- شهریور	۳۶/۶۰	دهه سوم- آبان	۴۶/۳۰	دهه دوم- دی	۵۵/۸۰	۲۳/۱۵	۱۱/۱۶
۲	۱۳۸۱	دهه دوم- اردیبهشت	۲۱/۱۰	دهه سوم- اردیبهشت	۲۵/۳۰	دهه سوم- فروردین	۳۰/۵۰	۱۲/۶۵	۶/۱۰
۳	۱۳۸۲	دهه دوم- آبان	۵۳/۶۰	دهه سوم- آبان	۶۲/۴۰	دهه سوم- اسفند	۶۳/۰۰	۳۱/۲۰	۱۲/۶۰
۴	۱۳۸۳	دهه اول- دی	۸۳/۰۰	دهه اول- آذر	۶۹/۹۰	دهه دوم- تیر	۴۸/۰۰	۳۴/۹۵	۹/۶۰
۵	۱۳۸۴	دهه دوم- آبان	۵۶/۹۰	دهه دوم- آبان	۱۰۰/۵۰	دهه دوم- فروردین	۳۶/۴۰	۵۰/۲۵	۷/۲۸

- روش آبیاری غرقاب دایم

در این حالت عمق آب استغراقی برروی سطح مزرعه (شالی) بطور متوسط بارتفاع ۱۰-۵ سانتیمتر حتی‌المقدور ثابت نگهداری می‌شود بنابراین مقادیر بارندگی‌های یک روزه به میزان ۲۱/۱ میلیمتر در دهه دوم اردیبهشت، دو روزه متوالی به مقدار ۲۵/۳ میلیمتر در دهه سوم اردیبهشت و پنج روزه متوالی با مقادیر ۳۶/۴، ۳۰/۵ و ۴۸/۰ میلیمتر که به ترتیب در دهه‌های دوم و سوم فروردین و

omoorepeyman.ir

دهه دوم تیر ماه احتمال وقوع آن متصور است (با احتمال وقوع هر پنج سال یکبار) بدلیل مشخص نبودن زمان واقعی بارندگی از یک طرف و غرقاب بودن سطح مزرعه شالیزاری از جهت دیگر، بطور عمده بصورت رواناب سطحی از محل سرریز پشته‌ها تخلیه (بارندگی یک روزه) و یا تعلیق عملیات آبیاری (بارندگی‌های دو روزه متوالی و پنج روزه متوالی) آنهم بطور متوسط برای دوره‌های زمانی کوتاه مدت ۳/۰ و ۵/۰ روز (به ترتیب برای حداکثر مقادیر بارندگی دو و پنج روزه متوالی) گردد که بدلیل روش سنتی آبیاری غرقاب دایم و عدم وجود تجهیزات کنترل میزان آب ورودی به قطعات و کرتهای زراعی امکان کاربرد برنامه آبیاری تعلیقی بعید بنظر می‌رسد بنابراین مقادیر بارندگی گفته شده نیز بصورت رواناب تخلیه می‌گردند.

- روش آبیاری غرقاب متناوب

این شرایط در اراضی تجهیز و نوسازی شده شالیزاری قابلیت کاربرد دارد. در این قبیل اراضی بدلیل عملیات تسطیح، کرت‌بندی، پشته‌سازی و تعبیه تجهیزات کنترل میزان آب ورودی به واحدهای زراعی و قطعات مربوطه هم چنین نصب سرریزهای قابل تنظیم برای کنترل عمق آب و تخلیه میزان آب استغراقی بروی سطح قطعات زراعی در ایام ضروری (زهکش سطحی اراضی طبق برنامه تنظیمی با توجه به مرحله رشد و نمو گیاه برنج) فراهم خواهد بود بنابراین مقادیر بارندگی‌های یک، دو و پنج روزه متوالی می‌تواند بنحو موثر و مطلوبی با اعمال مدیریت‌های لازمه به مصرف برسد در چنین شرایطی نیز دو حالت می‌تواند متصور باشد، مورد اول اینکه وقوع بارندگی‌ها (با مقادیر و زمان‌های وقوع بیان شده در مبحث قبل) در شرایطی اتفاق افتد که عمق آب استغراقی برروی سطح مزرعه به میزان حداکثر است که در این شرایط بارندگی‌های یک روزه بصورت رواناب سطحی از تجهیزات سرریز مرزها تخلیه خواهد شد و در شرایط وقوع بارندگی‌های متوالی دو و پنج روزه امکان اعمال عملیات آبیاری تعلیقی فراهم است و فقط در شرایطی که زمان وقوع بارندگی‌ها (یک، دو و پنج روزه) مصادف با دوره زهکشی سطحی اراضی شالیزاری باشد، طول دوره زهکشی بدلیل بارندگی‌های پیش‌بینی نشده از قبل، طولانی‌تر خواهد شد. لیکن بدلیل عدم حساسیت گیاه برنج به شرایط مرطوبی بودن نسبی برای یک دوره کوتاه‌مدت، امکان بروز خسارت جدی و کاهش در عملکرد محصول نهایی می‌تواند بطور جدی متصور نباشد.

تذکر : موارد کاربرد دیگر مندرجات جدول مورد بحث مشروط به طولانی‌تر بودن دوره آماری (۳۰–۱۰ ساله) که منتج به حصول ضرایب اطمینان بیشتری برای برآورد دوره بازگشت و احتمال وقوع مجدد مقادیر بارندگی‌های مورد نظر در ایام مذکور است می‌تواند بنحو مطلوبی در برآورد "رواناب سطحی در اراضی شالیزاری" مورد استفاده قرار گیرد.

پس از برداشت محصول شلتوک بطریق دستی (در اراضی سنتی) و یا با استفاده از دروگرهای ماشینی (در قطعات بزرگ زراعی و یا اراضی تجهیز و نوسازی شده) در شرایط مطلوب بودن ویژگی‌های زهکشی داخلی خاکهای اراضی شالیزاری که در چنین حالتی سطح ایستابی آب زیرزمینی در اعماق حداقل ۰/۵–۰/۴ متر از سطح خاک مزرعه استقرار داشته باشد (در غیر این صورت احداث نوعی سامانه زهکشی ضروری خواهد بود) در بعضی مناطق و با توجه به واریته برنج مورد زراعت با انجام بعضی اقدامات لازم می‌توان به عنوان یک پتانسیل افزایش تولید برنج شرایط "برداشت عملکرد رتون[1] شلتوک" را با توجه به شرایط مطلوب آب و هوایی منطقه فراهم آورد[2]، البته دستیابی به این توانمندی تولید برای گیاه برنج مستلزم رعایت موارد خاصی در ارتباط با عملیات برداشت (درو نمودن بوته‌ها) می‌باشد. در شرایطی که وضعیت زهکشی قطعات زراعی نامطلوب باشد (زهداری کامل یا شرایط ماندابی سطح

1 - Ratoon.

۲– برای آگاهی تفصیلی، پیشنهاد می‌گردد به نشریه فنی "برداشت عملکرد رتون به عنوان یک پتانسیل افزایش تولید برنج و بررسی مطالعات انجام شده"، موسسه تحقیقات برنج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (۱۳۷۹) مراجعه شود.

omoorepeyman.ir

اراضی) بدون اقدام به احداث نوعی سامانه زهکشی برای اراضی مسئله‌دار، امکان تنوع کاربری اراضی شالیزاری در فصول پاییز و زمستان که مصادف با کاهش نسبی میزان تبخیر و افزایش مقدار بارندگی می‌باشد، عملی بنظر نمی‌رسد در حالت مطلوب بودن شرایط زهکشی خاکهای اراضی شالیزاری (بطور طبیعی و یا با اعمال تمهیدات لازم برای احداث نوعی سامانه زهکشی) و با آگاهی قبلی از اینکه در نظر است زراعت دیگری پس از برداشت برنج مورد اقدام قرار گیرد، درو کردن بوته‌های گیاه برنج بایستی بصورت کف‌بُر نمودن ساقه‌های گیاه و یا برجای ماندن بقایای ساقه گیاه با ارتفاع حداقل بانجام رسد.

در محدوده مورد نظر (استان مازندران) اقدام به کشت دوم (زراعت شبدر برسیم) در نیمه‌های دوم شهریور یا اول مهر ماه، با اجرای عملیات حداقل خاک‌ورزی و یا بدون خاک‌ورزی و بصورت کشت مستقیم بذور (دست‌پاشی و یا استفاده از روشهای مشابه) عملی می‌باشد، در طول دوره کشت تا برگرداندن بقایای زراعت شبدر به خاک حدود ۵/۰ ماه بطول می‌انجامد که طی این مدت مقادیر آب مورد نیاز گیاه از طریق بارندگی قابل تأمین خواهد بود. عملکرد شبدر برسیم طی این مدت، در سه نوبت قابل برداشت است که می‌تواند علوفه تازه و مورد نیاز دامهای اهلی را تأمین نماید. بدلیل فراهم نبودن شرایط زهکشی مطلوب داخلی خاکهای اراضی شالیزاری در حال حاضر کشت شبدر برسیم محدود می‌باشد و بدلیل عدم وجود ماشین‌های خشک‌کن، علوفه تولیدی (شبدر تازه) در شرایط فعلی بجای برداشت, از روش چرانیدن دامها در سطح قطعات و کرتهای (تعلیف مستقیم) استفاده بعمل می‌آید. برای دستیابی به میزان عملکرد مناسب، ضرورت کاربرد حداکثر ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در یک یا چند نوبت وجود خواهد داشت. اقدام به زراعت شبدر برسیم بعنوان کشت دوم در اراضی شالیزاری نه تنها به دلیل تولید علوفه، بلکه به لحاظ بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک، افزایش میزان مواد آلی و ازت خاک که از طریق تثبیت ازت بوسیله باکتریهای هم زیست با ریشه گیاه شبدر برسیم بانجام می‌رسد، هم‌چنین بهره‌مندی مؤثر از مقادیر بارندگی‌های ماههای مربوطه، قابل ملاحظه است. برای پیشگیری از بروز تأخیر در زمان کشت برنج بعنوان گیاه اصلی ضرورت دارد تا در جریان بهمن یا اسفند ماه نسبت به زیر خاک نمودن بقایای شبدر برسیم (پس از آخرین چرای دامها) اقدام لازم بعمل آید.

نکته: هرچند در سالهای اخیر توجهات خاصی معطوف به گسترش کشت گیاه کُلزا بعنوان نوعی گیاه روغنی گردیده و امکان کشت بدون نیاز به عملیات آبیاری آن در فصول پاییز و زمستان در منطقه مورد بررسی نیز فراهم است، لیکن بدلیل طولانی بودن طول دوره زراعت و امکان برداشت آن در اوایل تا اواسط خرداد ماه، امکان اقدام به زراعت برنج (بعنوان کشت اول) فراهم نخواهد بود. مگر آنکه بجای آن از زراعت تابستانه دیگری با طول دوره رشد کوتاه (سه تا چهار ماهه) استفاده بعمل آید.

بطوریکه در مبحث ۴-۷-۳ گفته شد اقدام به زراعت شبدر برسیم (به عنوان کشت دوم) در منطقه مورد مطالعه مستلزم کنترل سطح ایستابی آب زیرزمینی در عمق حداقل ۰/۴ متر از سطح خاک مزرعه طی دوره زراعت می‌باشد و همانگونه که در مباحث پیشین مورد تذکر قرار گرفت اقدام به زراعت شبدر برسیم در منطقه بدون نیاز به کاربرد آب آبیاری (اصولی و یا تکمیلی) عملی می‌باشد. بدین ترتیب ضرورت بررسی مجدد ارقام و اطلاعات هواشناسی منطقه وجود خواهد داشت. در اجرای این مهم، نسبت به تهیه جدول مقادیر بارندگی، تبخیر از سطح طشتک کلاس (A)، تفاوت بارندگی از تبخیر و مقادیر متوسط نفوذ عمقی در ماههای مختلف (شهریور لغایت بهمن ماه) بر پایه دوره آماری پنج ساله اقدام بعمل آمد که نتایج در جدول زیر نشان داده شده است.

omoorepeyman.ir

جدول (٤-١٨)- مقادیر بارندگی، تبخیر از سطح طشتک کلاس (A)، تفاوت بارندگی از میزان تبخیر و مقادیر متوسط نفوذ عمقی در ماههای مختلف

[استان مازندران (ایستگاه ساری) ارقام میانگین یک دوره آماری پنج ساله ١٣٨٤-١٣٨٠ می باشند]

ردیف	ماههای مختلف			میزان بارندگی (میلیمتر)	مقدار تبخیر از سطح طشتک کلاس (A) (میلیمتر)	تفاوت بارندگی از میزان تبخیر طشتک کلاس (A) (میلیمتر)	متوسط میزان نفوذ عمقی حاصل از بارندگی مازاد (میلیمتردردهه)	میزان متوسط نفوذ عمقی حاصل از بارندگی مازاد (میلیمتردرروز)
	میلادی	شمسی	دهه ماه شمسی					
۱	اگوست	شهریور	اول	۱۷/۰۸	۳۴/۲۵	−۱۷/۱۷	–	–
	سپتامبر		دوم	۱۵/۱۸	۳۴/۲۵	−۱۹/۰۷	–	–
	سپتامبر		سوم	۱۸/۴۲	۳۷/۶۸	−۱۹/۲۶	–	–
۲	سپتامبر	مهر	اول	۱۵/۴۲	۳۰/۴۳	−۱۵/۰۱	–	–
	اکتبر		دوم	۲۱/۱۶	۳۰/۴۳	−۹/۲۷	–	–
	اکتبر		سوم	۳۲/۶۲	۳۰/۴۳	+۲/۱۹	۲/۱۹۰	۰/۲۱۹
۳	اکتبر	آبان	اول	۲۴/۵۲	۱۹/۱۷	+۵/۳۵	۵/۳۵۰	۰/۵۳۵
	نوامبر		دوم	۵۷/۴۲	۱۹/۱۷	+۳۸/۲۵	۳۸/۲۵۰	۳/۸۲۵
	نوامبر		سوم	۵۹/۱۰	۱۹/۱۷	+۳۹/۹۳	۳۹/۹۳۰	۳/۹۹۳
۴	نوامبر	آذر	اول	۵۱/۵۰	۱۱/۹۷	+۳۹/۵۳	۳۹/۵۳۰	۳/۹۵۳
	دسامبر		دوم	۳۱/۶۵	۱۱/۹۷	+۱۹/۶۸	۱۹/۶۸۰	۱/۹۶۸
	دسامبر		سوم	۳۳/۳۵	۱۱/۹۷	+۲۱/۳۸	۲۱/۳۸۰	۲/۱۳۸
۵	دسامبر	دی	اول	۳۴/۳۱	۹/۴۰	+۲۴/۹۱	۲۴/۹۱۰	۲/۴۹۱
	ژانویه		دوم	۲۲/۷۰	۹/۴۰	+۱۳/۳۰	۱۳/۳۰۰	۱/۳۳۰
	ژانویه		سوم	۲۳/۸۵	۹/۴۰	+۱۴/۴۵	۱۴/۴۵۰	۱/۴۴۵
۶	ژانویه	بهمن	اول	۲۰/۵۵	۱۴/۱۳	+۶/۴۲	۶/۴۲۰	۰/۶۴۲
	فوریه		دوم	۹/۰۷	۱۴/۱۳	−۵/۰۶	–	–
	فوریه		سوم	۱۶/۵۰	۱۴/۱۳	+۲/۳۷	۲/۳۷۰	۰/۲۳۷
جمع کل دوره مورد مطالعه				۵۰۴/۴۰	۳۶۱/۴۸	۱۴۲/۹۲	۲۲۷/۷۶۰	۲۲/۷۷۶
متوسط ماههای مورد بررسی (شش ماهه)				۸۴/۰۷	۶۰/۲۵	۲۳/۸۲	۳۷/۹۶	۳/۸۰
متوسط روزانه (دوره ۱۸۱ روزه)				۲/۷۸۷	۱/۹۹۷	۰/۷۹۰	۱/۲۵۸	۰/۱۲۶

omoorepeyman.ir

بررسی موارد مندرج در جدول نشان می‌دهد که طی این دوره شش ماهه مقادیر بارندگی و تبخیر به ترتیب برابر با ۵۰۴/۴۰ و ۳۶۱/۴۸ میلیمتر با متوسط ماهیانه ۸۴/۰۷ و ۶۰/۲۵ میلیمتر می‌باشد که نه تنها میزان کمبود آبی مطرح نمی‌باشد، بلکه رقمی در حدود ۱۴۲/۹۲ میلیمتر بارندگی مازاد نیز وجود دارد که می‌تواند بصورت نفوذ عمقی در ماههای مربوطه از سطح اراضی تخلیه گردد (با متوسط میزان ماهیانه ۲۳/۸۲ میلیمتر). هر گاه میزان نیاز آبیاری گیاه شبدر طی یک دوره شش ماهه معادل میزان تبخیر از سطح طشتک کلاس (A) در دوره مشابه، منظور شود با کسر متوسط میزان نفوذ عمقی حاصل از بارندگی (۲۲۷/۷۶ میلیمتر) مقدار تبخیر و تعرق گیاه معادل ۲۱۸/۵۶ میلیمتر بطور تقریبی قابل برآورد است*. هم چنین میزان متوسط نفوذ عمقی حاصل از بارندگی مازاد برابر ۰/۱۲۶ و ۳/۸ میلیمتر در روز (بصورت روزانه و ماهیانه) است. حداکثر میزان نفوذ عمقی برابر با ۳/۹۹۳ میلیمتر در روز (در دهه سوم آبان ماه) می‌باشد، نتیجه می‌گردد که برای محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی به رقم اخیر که بطور تقریبی دو برابر ضریب زهکشی و یا شدت تخلیه روزانه بکار رفته در محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برای زراعت اصلی (گیاه برنج) است، نیز بایستی بذل توجه نمود. هرگاه فرض شود که همین نسبت (دو برابر ضریب زهکشی زیرزمینی) برای مناطق هم‌جوار یعنی استانهای گیلان و گلستان نیز صادق باشد، با کاربرد مقادیر تراوشات عمقی برای کشت دوم (شبدر برسیم) متذکره یعنی ۰/۰۰۳، ۰/۰۰۴ و ۰/۰۰۵ میلیمتر در روز، انجام بررسیهای لازم درخصوص تعیین (برآورد) هدایت هیدرولیکی اشباع خاکها با بافت‌های متفاوت، اعمال فرضیه اینکه عمق استقرار لایه محدود کننده در اعماق ۱/۰، ۱/۵ و ۲/۰ متری از سطح خاک قرار داشته باشد، منظور نمودن عمق نصب زهکشهای زیرزمینی (لوله‌ای مزرعه‌ای) در اعماق ۰/۹، ۰/۹۵ و ۱/۰ متری از سطح مزرعه و با توجه به موارد بیان شده در مباحث قبل و منظور نمودن حداکثر بار هیدرولیکی (آبی) بین دو خط زهکش در حد ۰/۵ متر که منتج به ایجاد عمق سطح ایستابی (بین دو خط زهکش تا سطح زمین) در محدوده‌های حداقل ۰/۴، ۰/۴۵ و ۰/۵۰ متر خواهد شد که در چنین شرایطی عمق لازم برای توسعه ریشه گیاه شبدر و تنوع کاربری اراضی (کشت اول پس از شبدر برسیم، یعنی زراعت برنج) بصورت توامان فراهم خواهد بود. با کاربرد روابط مبتنی بر حالت جریان ماندگار (همگام) که استفاده از آنها برای محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی در اراضی شالیزاری و مرطوب در اکثر منابع معتبر توصیه شده است، اقدام بعمل آمد که نتایج حاصل بعنوان "راهنما" در جداول زیر ارایه شده است.

* [(۸۴/۸۴ – ۲۲۴/۷۶) – ۳۶۱/۴۸ = ۲۱۸/۵۶]

تذکر: رقم ۸۴/۸۶ میلیمتر جمع ارقام با علامت منفی مندرج در ستون تفاوت بارندگی از میزان تبخیر از سطح طشتک کلاس (A) در جدول می‌باشد.

جدول (٤-١٩)- نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برمبنای حالت ماندگار (همگام) برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف
[برای کشت دوم در اراضی شالیزاری و مرطوب (شبدر برسیم)]

عمق استقرار لایه محدود کننده ۱/۰ متر، عمق نصب زهکشهای زیرزمینی ۰/۹ متر، حداکثر بار هیدرولیکی بین دو خط زهکش ۰/۵ متر، عمق سطح ایستابی بین دو خط زهکش تا سطح زمین ۰/٤ متر و شعاع لوله زهکشی ۰/۰۵ متر در محاسبات منظور شده است.

ردیف	بافت خاک *	هدایت هیدرولیکی خاک (مترد‌رروز)		ضریب زهکشی یا شدت تخلیه (مترد‌روز)			میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)	حدود تغییرات فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)		
		نام توصیفی	حدود تغییرات	۰/۰۰۳۰	۰/۰۰٤۰	۰/۰۰۵۰		حداقل	متوسط	حداکثر
۱	رسی سنگین، رسی	خیلی آهسته	< ۰/۰۳۰–۰/۰۷۵	۴/۹۰	۴/۲۵	۳/۷۵	۴/۳۰	۳/۷۵	۴/۳۳	۴/۹۰
۲	سیلتی رسی، شنی رسی	آهسته	۰/۱۲۵–۰/۳۰۵	۹/۷۵	۸/۴۵	۷/۵۴	۸/۵۸	۷/۵۴	۸/۶۵	۹/۷۵
۳	رسی لومی، سیلتی رسی لومی	تقریباً آهسته	۰/۴۸۵–۱/۰۰۰	۱۸/۳۵	۱۵/۹۰	۱۴/۲۱	۱۶/۱۵	۱۴/۲۱	۱۶/۲۸	۱۸/۳۵
۴	شنی رسی لومی، لومی	متوسط	۱/۵۰۰–۲/۳۰۰	۲۹/۷۰	۲۵/۷۰	۲۲/۹۸	۲۶/۱۳	۲۲/۹۸	۲۶/۳۴	۲۹/۷۰
۵	سیلتی لومی، شنی لومی	تقریباً سریع	۳/۰۵۰–۴/۵۵۰	۴۱/۹۵	۳۶/۳۵	۳۲/۴۹	۳۶/۹۳	۳۲/۴۹	۳۷/۲۲	۴۱/۹۵
۶	شنی لومی ریز، لومی شنی ریز **	سریع	> ۶/۰۰۰	۵۳/۴۰	۴۲/۲۰	۴۱/۳۱	۴۶/۹۷	۴۱/۳۱	۴۷/۳۶	۵۳/۴۰
	میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)			۲۶/۳۴	۲۲/۸۱	۲۰/۳۸	۲۳/۱۸	۲۰/۳۸	۲۳/۳۶	۲۶/۳۴

* نام توصیفی ردیفهای ۱ تا ۶ به ترتیب: خیلی سنگین (V.H)، سنگین (H)، تقریباً سنگین (M.H)، متوسط (M)، تقریباً سبک (M.L) و سبک (L) می باشد.

** بافت خاکهای شنی لومی و شنی که از نظر توصیفی خیلی سبک (V.L) محسوب می گردند، نیز شامل اطلاعات مندرج در ردیف ۶ جدول هستند.

توجه: ارقام فواصل زهکشهای زیرزمینی متن جدول میانگین دو رقم مربوط به کران های پایین و بالای هدایت هیدرولیکی خاک در کلاس مربوطه است.

omoorepeyman.ir

جدول (٤-۲۰)- نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برمبنای حالت ماندگار (همگام) برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف
[برای کشت دوم در اراضی شالیزاری و مرطوب (شبدر برسیم)]

عمق استقرار لایه محدود کننده ۱/۵ متر، عمق نصب زهکشهای زیرزمینی ۰/۹۵ متر، حداکثر بار هیدرولیکی بین دو خط زهکش ۰/۵ متر، عمق سطح ایستابی بین دو خط زهکش تا سطح زمین ۰/٤۵ متر و شعاع لوله زهکشی ۰/۰۵ متر در محاسبات منظور شده است.

ردیف	بافت خاک*	هدایت هیدرولیکی خاک (مترروز)		ضریب زهکشی یا شدت تخلیه (مترروز)			میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)	حدود تغییرات فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)		
		نام توصیفی	حدود تغییرات	۰/۰۰۳۰	۰/۰۰٤۰	۰/۰۰۵۰		حداقل	متوسط	حداکثر
۱	رسی سنگین، رسی	خیلی آهسته	< ۰/۰۳۰–۰/۰۷۵	۶/۸۰	۵/۸۵	۴/۹۱	۵/۸۵	۴/۹۱	۵/۸۵	۶/۸۰
۲	سیلتی رسی، شنی رسی	آهسته	۰/۱۲۵–۰/۳۰۵	۱۴/۱۵	۱۲/۱۵	۱۰/۴۷	۱۲/۲۶	۱۰/۴۷	۱۲/۳۱	۱۴/۱۵
۳	رسی لومی، سیلتی رسی لومی	تقریباً آهسته	۰/۴۸۵–۱/۰۰۰	۲۷/۱۵	۲۳/۴۵	۲۰/۴۱	۳۳//۶۷	۲۰/۴۱	۲۳/۷۸	۲۷/۱۵
۴	شنی رسی لومی، لومی	متوسط	۱/۵۰۰–۲/۳۰۰	۴۴/۵۵	۳۸/۲۵	۳۳/۶۶	۳۸/۸۲	۳۳/۶۶	۳۹/۱۱	۴۴/۵۵
۵	سیلتی لومی، شنی لومی	تقریباً سریع	۳/۰۵۰–۴/۵۵۰	۶۲/۸۰	۵۴/۳۵	۴۷/۸۹	۵۵/۰۱	۴۷/۸۹	۵۵/۳۴	۶۲/۸۰
۶	شنی لومی ریز، لومی شنی ریز **	سریع	> ۶/۰۰۰	۸۰/۰۰	۶۹/۲۰	۶۱/۲۸	۷۰/۱۶	۶۱/۲۸	۷۰/۶۳	۸۰/۰۰
	میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)			۳۹/۲۴	۳۳/۸۸	۲۹/۷۷	۳۴/۳۰	۲۹/۷۷	۳۴/۵۱	۳۹/۲۴

* نام توصیفی ردیفهای ۱ تا ۶ به ترتیب: خیلی سنگین (V.H)، سنگین (H)، تقریباً سنگین (M.H)، متوسط (M)، تقریباً سبک (M.L) و سبک (L) می باشد.

** بافت خاکهای شنی لومی و شنی که از نظر توصیفی خیلی سبک (V.L) محسوب می گردند، نیز شامل اطلاعات مندرج در ردیف ۶ جدول هستند.

توجه: ارقام فواصل زهکشهای زیرزمینی متن جدول میانگین دو رقم مربوط به کران های پایین و بالای هدایت هیدرولیکی خاک در کلاس مربوطه است.

omoorepeyman.ir

جدول (٤-٢١)- نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برمبنای حالت ماندگار (همگام) برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف
[برای کشت دوم در اراضی شالیزاری و مرطوب (شبدر برسیم)]

عمق استقرار لایه محدود کننده ۲/۰ متر، عمق نصب زهکشهای زیرزمینی ۱/۰ متر، حداکثر بار هیدرولیکی بین دو خط زهکش ۰/۵ متر، عمق سطح ایستابی بین دو خط زهکش تا سطح زمین ۰/۵ متر و شعاع لوله زهکشی ۰/۰۵ متر در محاسبات منظور شده است.

ردیف	بافت خاک*	هدایت هیدرولیکی خاک (متردرروز)		ضریب زهکشی یا شدت تخلیه (متردرروز)			میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی	حدود تغییرات فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)		
		نام توصیفی	حدود تغییرات	۰/۰۰۳۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۵۰	(متر)	حداقل	متوسط	حداکثر
۱	رسی سنگین، رسی	خیلی آهسته	< ۰/۰۳۰–۰/۰۷۵	۷/۶۵	۶/۵۰	۵/۲۸	۶/۴۸	۵/۲۸	۶/۴۶	۷/۶۵
۲	سیلتی رسی، شنی رسی	آهسته	۰/۱۲۵–۰/۳۰۵	۱۶/۷۰	۱۴/۲۵	۱۱/۸۰	۱۴/۲۵	۱۱/۸۰	۱۴/۲۵	۱۶/۷۰
۳	رسی لومی، سیلتی رسی لومی	تقریباً آهسته	۰/۴۸۵–۱/۰۰۰	۳۲/۹۰	۲۸/۳۰	۲۳/۹۲	۲۸/۳۷	۲۳/۹۲	۲۸/۴۱	۳۲/۹۰
۴	شنی رسی لومی، لومی	متوسط	۱/۵۰۰–۲/۳۰۰	۵۴/۳۰	۴۶/۷۰	۴۰/۱۱	۴۷/۰۴	۴۰/۱۱	۴۷/۲۱	۵۴/۳۰
۵	سیلتی لومی، شنی لومی	تقریباً سریع	۳/۰۵۰–۴/۵۵۰	۷۷/۴۰	۶۶/۸۵	۵۷/۹۰	۶۷/۳۸	۵۷/۹۰	۶۷/۶۵	۷۷/۴۰
۶	شنی لومی ریز، لومی شنی ریز **	سریع	> ۶/۰۰۰	۹۸/۹۰	۸۵/۴۰	۷۴/۵۶	۸۶/۲۹	۷۴/۵۶	۸۶/۷۳	۹۸/۹۰
	میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)			۴۷/۹۸	۴۱/۳۳	۳۵/۵۹	۴۱/۶۳	۳۵/۵۹	۴۱/۷۸	۴۷/۹۸

* نام توصیفی ردیفهای ۱ تا ۶ به ترتیب: خیلی سنگین (V.H)، سنگین (H)، تقریباً سنگین (M.H)، متوسط (M)، تقریباً سبک (M.L) و سبک (L) می باشد.

** بافت خاکهای شنی لومی و شنی که از نظر توصیفی خیلی سبک (V.L) محسوب می‌گردند، نیز شامل اطلاعات مندرج در ردیف ۶ جدول هستند.

وجه: ارقام فواصل زهکشهای زیرزمینی متن جدول میانگین دو رقم مربوط به کران های پایین و بالای هدایت هیدرولیکی خاک در کلاس مربوطه است.

omoorepeyman.ir

تذکر: در اقدام تفصیلی و دقیق‌تر دیگری با انتخاب متغیرهای فیزیکی و هیدرولیکی زیر:

– عمق استقرار لایه محدود کننده در اعماق ۱/۰، ۱/۵ و ۲/۰ متری از سطح خاک .

– عمق نصب زهکشهای زیرزمینی در اعماق ۰/۹۰، ۰/۹۵ و ۱/۰ متری از سطح مزرعه.

– حداکثر بار هیدرولیکی (آبی) در حد ۰/۵۰ متری بین دو خط زهکش.

– عمق سطح ایستابی بین دو خط زهکش تا سطح خاک حداقل ۰/۴۰، ۰/۴۵ و ۰/۵۰ متر.

– مقادیر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در محدوده‌های ۰/۰۵، ۰/۱۰، ۰/۱۵، ۰/۲۰، ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۰/۷۵، ۱/۰۰، ۱/۲۵، ۱/۵۰، ۱/۷۵ و ۲/۰۰ متر در روز.

– ضریب زهکشی، شدت تخلیه (تراوشات عمقی) در محدوده های ۰/۰۰۳۰، ۰/۰۰۴۰ و ۰۰۵۰/ متر در روز.

– کاربرد دو رابطه معتبر تعیین فاصله زهکشهای زیرزمینی در حالت جریان ماندگار (همگام)، رابطه هوخهات و کرکهام اقدام بعمل آمد که خلاصه نتایج حاصله در جدول زیر ارایه شده است.

جدول (٤-۲۲)- متوسط عمق و فاصله نصب زهکشهای زیرزمینی برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف [برای کشت دوم در اراضی شالیزاری و مرطوب (شبدر برسیم)]

ردیف	عمق استقرار لایه محدودکننده ازسطح خاک (متر)	عمق نصب زهکشهای زیرزمینی (متر)	فاصله عمق نصب زهکشهای زیرزمینی از لایه محدود کننده (متر)	حداکثر ارتفاع سطح ایستابی یا بارهیدرولیکی بین دوخط زهکش (متر)	حداقل فاصله سطح ایستابی از سطح خاک مزرعه (متر)	فواصل زهکشهای زیرزمینی محاسبه شده (متر)		
						رابطه هوخهات	معادله کرکهام	میانگین دو روش
۱	۱/۰	۰/۹۰	۰۰/۱۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۱۵/۱	۱۳/۸	۱۴/۳
۲		۰/۹۵	۰/۰۵		۰/۴۵	۱۴/۰	۱۱/۴	۱۲/۷
۳		۱/۰۰	–		۰/۵۰	۱۲/۸	۱۰/۴	۱۱/۶
میانگین		۰/۹۰–۱/۰۰	–		۰/۴۰–/۵۰	۱۴/۰	۱۱/۵	۱۲/۸
۴	۱/۵	۰/۹۰	۰/۶۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۲۲/۸	۱۸/۸	۲۰/۸
۵		۰/۹۵	۰/۵۵		۰/۴۵	۲۲/۳	۱۸/۴	۲۰/۳
۶		۱/۰۰	۰/۵۰		۰/۵۰	۲۱/۶	۱۷/۸	۱۹/۷
میانگین		۰/۹۰–۱/۰۰	–		۰/۴۰–/۵۰	۲۲/۲	۱۸/۳	۲۰/۳
۷	۲/۰	۰/۹	۱/۱۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۲۷/۶	۲۲/۸	۲۵/۲
۸		۰/۹۵	۱/۰۵		۰/۴۵	۲۷/۲	۲۲/۵	۲۴/۸
۹		۱/۰۰	۱/۰۰		۰/۵۰	۲۶/۸	۲۲/۲	۲۴/۵
میانگین		۰/۹۰–۱/۰۰	–		۰/۴۰–۰/۵۰	۲۷/۲۰	۲۲/۵	۲۴/۸

* حدود تغییرات هدایت هیدرولیکی اشباع خاکها ۲/۰۰–۰/۰۵ متر در روز

** حدود تغییرات ضریب زهکشی یا شدت تخلیه (تراوشات عمقی) ۰/۰۰۳۰، ۰/۰۰۴۰۰ و ۰/۰۰۵۰ متر در روز

نکته: ارقام مندرج در متن جدول (بدون احتساب میانگین های مربوطه) به شرح زیر می باشد:

– میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی محاسبه شده مبتنی بر رابطه هوخهات ۲۱/۱ متر

– میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی محاسبه شده بر پایه معادله کرکهام ۱۷/۵ متر

– میانگین کل فواصل زهکشهای زیرزمینی محاسبه شده از دو روش مربوطه ۱۹/۳ متر

omoorepeyman.ir

• مقایسه نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برای کشت‌های اصلی (برنج) و دوم (شبدر برسیم) در اراضی شالیزاری و مرطوب

شرح تفصیلی چگونگی تعیین فاکتورهای مؤثر در تعیین اعماق نصب و محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی (مزرعه‌ای) برای اراضی شالیزاری و مرطوب با دو دیدگاه استفاده از اراضی برای زراعت اصلی (گیاه برنج) و تنوع کاربری اراضی با لحاظ نمودن زراعت کشت دوم (شبدر برسیم) در خاکهای اراضی شالیزاری و مرطوب و به تفکیک در مباحث قبل بیان گردید. با مروری مجدد بر آنچه در بخشهای قبلی مورد استفاده و رعایت بوده است، ملاحظه می‌شود که در شرایط یکسان بودن ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولیکی خاکها از جمله: ضرایب هدایت هیدرولیکی، اعماق استقرار لایه محدود کننده در نیمرخ خاکها، اعماق نصب زهکشهای زیرزمینی (مزرعه‌ای) و غیره، عامل متغیر اصلی نوع گیاهان (برنج و شبدر برسیم) با ویژگی‌های خاص زراعی و اکولوژیکی می‌باشد که اقدام به زراعت برنج بدون عملیات آبیاری اصولی غیرممکن و بالعکس انجام زراعت شبدر برسیم با استفاده از شرایط مناسب اقلیمی (میزان و پراکنش بارندگی) بدون نیاز به کاربرد آب آبیاری مقدور می‌باشد. این موضوع منتج به حصول دو میزان ضریب زهکشی یا شدت تخلیه عمقی می‌گردد که میزان آن برای زراعت برنج در مناطق مورد بررسی با اعمال مدیریت‌های مطلوب زراعی و آبیاری بطور تقریبی نصف مقدار تراوشات عمقی طبیعی حاصل از بارندگی در دوره زراعت شبدر برسیم می‌باشد که این میزان اختلاف می‌تواند بروی محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی (با فرض ثابت بودن سایر متغیرهای مربوطه) اثرگذار باشد. از آنجایی که در شرایط تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری در صورت ضرورت بایستی فقط یک فاصله برای تعبیه زهکشهای زیرزمینی انتخاب و توصیه گردد، بدین دلیل لزوم بررسی مسئله و ارایه راهکارهای عملی و اقتصادی مطرح خواهد بود. در جدول (۴-۲۳) نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برای شرایط بیان شده ارایه گردیده است.

omoorepeyman.ir

جدول (٤-٢٣)- مقایسه نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برای کشتهای اصلی (برنج) و دوم (شبدر برسیم) در اراضی شالیزاری و مرطوب

[ارقام متن جدول برحسب متر می‌باشند]

ردیف	عمق استقرار لایه محدود کننده از سطح خاک (متر)	عمق نصب زهکشهای زیرزمینی (متر)	ضریب زهکشی عمقی یا شدت تخلیه (متر در روز) و میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)							
			۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۳۰	میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۴۰	میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۵۰	میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)
			زراعت برنج	شبدر برسیم		زراعت برنج	شبدر برسیم		زراعت برنج	شبدر برسیم	
۱	۱/۰	۰/۹۰	۲۴/۳	۱۷/۲	۲۰/۷	۲۱/۰	۱۴/۹	۱۷/۹	۱۸/۸	۱۳/۳	۱۶/۰
۲		۰/۹۵	۲۲/۵	۱۵/۹	۱۹/۲	۱۹/۵	۱۳/۸	۱۶/۶	۱۷/۴	۱۲/۳	۱۴/۸
۳		۱/۰۰	۲۰/۵	۱۴/۵	۱۷/۵	۱۷/۸	۱۲/۶	۱۵/۲	۱۵/۹	۱۱/۲	۱۳/۵
میانگین		۰/۹۰-۱/۰۰	۲۲/۵	۱۵/۹	۱۹/۲	۱۹/۵	۱۳/۸	۱۶/۶	۱۷/۴	۱۲/۳	۱۴/۸
۴	۱/۵	۰/۹۰	۳۷/۱	۲۶/۰	۳۱/۵	۳۲/۱	۲۲/۵	۲۷/۳	۲۸/۶	۲۰/۰	۲۴/۳
۵		۰/۹۵	۳۶/۱	۲۵/۴	۳۰/۷	۳۱/۲	۲۱/۹	۲۶/۵	۲۷/۹	۱۹/۵	۲۳/۷
۶		۱/۰۰	۳۵/۰	۲۴/۶	۲۹/۸	۳۰/۳	۲۱/۳	۲۵/۸	۲۷/۰	۱۹/۰	۲۳/۰
میانگین		۰/۹۰-۱/۰۰	۳۶/۱	۲۵/۳	۳۰/۷	۳۱/۲	۲۱/۹	۲۶/۵	۲۷/۹	۱۹/۵	۲۳/۷
۷	۲/۰	۰/۹	۴۵/۱	۳۱/۶	۳۸/۳	۳۹/۲	۲۷/۲	۳۳/۲	۳۴/۹	۲۴/۱	۲۹/۵
۸		۰/۹۵	۴۴/۸	۳۱/۲	۳۸/۰	۳۸/۶	۲۶/۸	۳۲/۷	۳۴/۳	۲۳/۷	۲۹/۰
۹		۱/۰۰	۴۴/۱	۳۰/۷	۳۷/۴	۳۷/۹	۲۶/۳	۳۲/۱	۳۳/۷	۲۳/۴	۲۸/۵
میانگین		۰/۹۰-۱/۰۰	۴۴/۸	۳۱/۲	۳۸/۰	۳۸/۶	۲۶/۸	۳۲/۷	۳۴/۳	۲۳/۷	۲۹/۰
متوسط میانگین ها (متر)			۳۴/۵	۲۴/۱	۲۹/۳	۲۹/۸	۲۰/۸	۲۵/۳	۲۶/۵	۱۸/۵	۲۲/۵

* حدود تغییرات هدایت هیدرولیکی اشباع خاکها ۲/۰۰-۰/۰۵ متر در روز

** حداکثر بار هیدرولیکی بین دو خط زهکش ۰/۵ متر.

*** عمق سطح ایستابی بین دو خط زهکش تا سطح زمین برای اعماق استقرار مندرج در جدول به ترتیب ۰/۴، ۰/۴۵ و ۰/۵۰ متر

**** شعاع لوله زهکش زیرزمینی ۰/۰۵ متر در محاسبات منظور شده است.

omoorepeyman.ir

با بررسی مندرجات جدول (۴-۲۳) نکات زیر قابل نتیجه‌گیری و ا ستنباط می‌باشد:

• افزایش عمق نصب زهکشهای زیرزمینی(مزرعه‌ای) در محدوده‌های تعیین شده ۱/۰-۰/۹ متر اثر قابل ملاحظه‌ای بروی فواصل زهکشهای زیرزمینی محاسبه شده در شرایط بدون تغییر بودن سایر عوامل مورد استفاده در محاسبات ندارد بدین دلیل حسب مورد می‌توان یکی از اعماق ۰/۹، ۰/۹۵ و ۱/۰ متر را برای نصب زهکشهای زیرزمینی انتخاب نمود.

• عمیق‌تر بودن محل استقرار لایه محدود کننده (از سطح مزرعه) در نیمرخ خاک، اثر قابل ملاحظه‌ای بروی فواصل زهکشهای زیرزمینی در شرایط یکسان بودن سایر عوامل مورد کاربرد در محاسبات دارد. در نتیجه هرچه عمق استقرار لایه محدود کننده در نیمرخ خاکها زیادتر باشد بدین دلیل فواصل بین زهکشهای زیرزمینی (مزرعه‌ای) افزایش حاصل می‌نماید.

• افزایش ضریب زهکشی عمقی یا شدت تخلیه بمیزان دو برابر که بدلیل لحاظ نمودن کشت دوم (شبدر برسیم) در تناوب زراعی با زراعت اصلی (گیاه برنج) در شرایط تنوع کاربری اراضی شالیزاری و مرطوب ممکن است حاصل گردد، در حالت عدم تغییر سایر عوامل، منتج به کاهش ۳۰٪ در محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی می‌شود*. بدین ترتیب با ضرب نمودن فواصل زهکشهای زیرزمینی محاسبه شده برای زراعت اصلی (برنج) در ضریب ۰/۷ فواصل زهکشهای زیرزمینی مربوطه برای کشت دوم (شبدر برسیم) بطور تقریبی قابل برآورد خواهد بود.

• کاهش ضریب زهکشی عمقی یا شدت تخلیه در مقایسه با ضریب زهکشی عمقی کشت دوم (شبدر برسیم) که در شرایط تنوع کاربری اراضی برای کشت اصلی (زراعت برنج) ضرورت توجه و اعمال می‌یابد، منجر به افزایش ۴۰٪ در محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی در مقایسه با زراعت شبدر برسیم خواهد شد.

• در شرایط ثابت بودن متغیرهایی نظیر عمق استقرار لایه محدود کننده در نیمرخ خاک، عمق نصب زهکشهای زیرزمینی در مزرعه، عمق سطح ایستابی بین دو خط زهکش تا سطح زمین، حداکثر بار هیدرولیکی (آبی) بین دو خط زهکش، ضریب زهکشی عمقی یا شدت تخلیه، فواصل زهکشهای زیرزمینی با ریشه دوم هدایت هیدرولیکی اشباع خاک تغییر می‌یابد**.

• در شرایط محدوده‌های عوامل بکار رفته در محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی مندرج در جدول مورد بحث، هرگاه فواصل زهکشهای زیرزمینی محاسبه شده برای زراعت اصلی (گیاه برنج) در ضریب ۰/۸۵ ضرب شود میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی برای شرایط تنوع کاربری اراضی شالیزاری و مرطوب حاصل می‌گردد***.

تذکر: بمنظور بررسی دقیق‌تر و امکان مقایسه مطلوب‌تر نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برای کشت‌های اصلی (زراعت برنج) و دوم (شبدر برسیم) و تنوع کاربری اراضی شالیزاری و مرطوب جداول (۴-۲۴)، (۴-۲۵) و (۴-۲۶) تهیه و ارایه گردیده است.

---

* فاصله زهکشهای زیرزمینی در حالت ماندگار (همگام) با ریشه دوم ضریب زهکشی عمقی یا شدت تخلیه نسبت عکس دارد.

** فاصله زهکشهای زیرزمینی در حالت ماندگار (همگام) با ریشه دوم هدایت هیدرولیکی خاک نسبت مستقیم دارد.

*** میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر) مندرج در جدول، میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی برای زراعتهای برنج و شبدر برسیم در حالت مربوطه است.

omoorepeyman.ir

- **نتیجه‌گیری از مباحث محاسبه و تعیین فواصل زهکشهای زیرزمینی برای تنوع کاربری اراضی شالیزاری و مرطوب**

در بخشهای پیشین موارد مرتبط با محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برای حالت‌های مختلف کاربری اراضی یعنی: کشت اصلی (گیاه برنج)، کشت دوم پس از برداشت زراعت برنج (شبدر برسیم) و تنوع کاربری اراضی شالیزاری و مرطوب (تناوب زراعی برنج- شبدر برسیم) مورد بحث و بررسی قرار گرفت. همانگونه که در مباحث قبلی بیان گردید، امکان محاسبه و تعیین فواصل زهکشهای زیرزمینی برای هر کدام از شرایط متذکره مستلزم در نظر گرفتن عوامل طبیعی و غیرطبیعی متعددی است که برخی از این عوامل (پارامترها) بصورت مستقیم و معدود پارامترهای دیگر بصورت ضمنی (غیرمستقیم) بایستی مورد رعایت و کاربرد باشد. که تجلی آثار این متغیرها در محاسبه عمق و فاصله زهکشهای زیرزمینی منعکس می‌باشد. بدلیل تعدّد عوامل مذکور، ارایه راهکارهای مبتنی بر هر پارامتر منفرد و مجرد بسیار دشوار می‌نماید بدین دلیل حتی‌المقدور لازمست که تأکید بر ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف متمرکز باشد زیرا فواصل زهکشهای زیرزمینی محاسبه شده برای شرایط متفاوت کاربری خاکها و اراضی قبلاً متأثر از سایر عوامل طبیعی و غیرطبیعی مترتبه بوده‌اند. با توجه به بررسی‌های انجام یافته در جدول (۴-۲۷)، احتیاجات زهکشی زیرزمینی خاکهای مختلف بر مبنای عمق استقرار لایه محدود کننده و هدایت هیدرولیکی خاک (که بطور مستقیم به بافت و ویژگی‌های فیزیکی آن مرتبط می‌باشد) برای تنوع کاربری اراضی شالیزاری و مرطوب ارایه گردیده است.

omoorepeyman.ir

جدول (٤-٢٤)- نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برمبنای حالت ماندگار (همگام) برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف اراضی شالیزاری و مرطوب عمق استقرار لایه محدود کننده ۱/۰ متر، عمق نصب زهکشهای زیرزمینی ۰/۹ متر، حداکثر بار هیدرولیکی بین دو خط زهکش ۰/۵ متر، عمق سطح ایستابی بین دو خط زهکش تا سطح زمین ۰/٤ متر و شعاع لوله زهکشی ۰/۰۵ متر در محاسبات منظور شده است.

ردیف	بافت خاک*	هدایت هیدرولیکی خاک (مترددروز)		ضریب زهکشی عمقی یا شدت تخلیه (مترددروز) و میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)							حدود تغییرات فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)		
		نام توصیفی	حدود تغییرات	۰/۰۰۱۵ زراعت برنج	۰/۰۰۳۰ شبدر برسیم	میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)	۰/۰۰۲۰ زراعت برنج	۰/۰۰۴۰ شبدر برسیم	میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)	۰/۰۰۲۵ زراعت برنج	۰/۰۰۵۰ شبدر برسیم	میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)	حداقل	متوسط	حداکثر
۱	رسی سنگین، رسی	خیلی آهسته	< ۰/۰۳۰–۰/۰۷۵	۶/۸۵	۴/۹۰	۵/۸۸	۵/۹۵	۴/۲۵	۵/۱۰	۵/۳۰	۳/۷۵	۴/۵۳	۴/۵۳	۵/۲۰	۵/۸۸
۲	سیلتی رسی، شنی رسی	آهسته	۰/۱۲۵–۰/۳۰۵	۱۳/۸۰	۹/۷۵	۱۱/۷۸	۱۱/۹۵	۸/۴۵	۱۰/۲۰	۱۰/۷۰	۷/۵۴	۹/۱۲	۹/۱۲	۱۰/۴۵	۱۱/۷۸
۳	رسی لومی، سیلتی رسی لومی	تقریباً آهسته	۰/۴۸۵–۱/۰۰۰	۲۶/۰۰	۱۸/۳۵	۲۲/۱۸	۲۲/۵۰	۱۵/۹۰	۱۹/۲۰	۲۰/۱۰	۱۴/۲۱	۱۷/۱۶	۱۷/۱۶	۱۹/۶۶	۲۲/۱۸
۴	شنی رسی لومی، لومی	متوسط	۱/۵۰۰–۲/۳۰۰	۴۱/۹۵	۲۹/۷۰	۳۵/۸۳	۳۶/۳۵	۲۵/۷۰	۳۱/۰۳	۳۲/۵۰	۲۲/۹۸	۲۷/۷۴	۲۷/۷۴	۳۱/۷۸	۳۵/۸۳
۵	سیلتی لومی، شنی لومی	تقریباً سریع	۳/۰۵۰–۴/۵۵۰	۵۹/۳۵	۴۱/۹۵	۵۰/۶۵	۵۱/۴۰	۳۶/۳۵	۴۳/۸۸	۴۹/۹۵	۳۲/۴۹	۴۱/۲۲	۴۱/۲۲	۴۵/۹۳	۵۰/۶۵
۶	شنی لومی ریز، لومی شنی ریز **	سریع	> ۶/۰۰۰	۷۵/۴۰	۵۳/۴۰	۶۴/۴۰	۶۹/۸۰	۴۲/۲۰	۵۶/۰۰	۵۸/۴۰	۴۱/۳۵	۴۹/۶۲	۴۹/۶۲	۵۷/۱۳	۶۴/۴۰
	میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)			۳۷/۲۳	۲۶/۳۴	۳۱/۷۸	۳۲/۹۹	۲۲/۱۴	۲۷/۵۷	۲۹/۴۹	۲۰/۳۸	۲۴/۹۴	۲۴/۹۴	۲۸/۳۶	۳۱/۷۸

* نام توصیفی ردیفهای ۱ تا ۶ به ترتیب: خیلی سنگین (V.H)، سنگین (H)، تقریباً سنگین (M.H)، متوسط (M)، تقریباً سبک (M.L) و سبک (L) می باشد. ** بافت خاکهای شنی لومی و شنی که از نظر توصیفی خیلی سبک (V.L) محسوب می‌گردند، نیز شامل اطلاعات مندرج در ردیف ۶ جدول هستند. نوجه: ارقام فواصل زهکشهای زیرزمینی متن جدول میانگین دو رقم مربوط به کران های پایین و بالای هدایت هیدرولیکی خاک در کلاس مربوطه است.

omoorepeyman.ir

جدول (٤-٢٥)- نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برمبنای حالت ماندگار (همگام) برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف اراضی شالیزاری و مرطوب
عمق استقرار لایه محدود کننده ۱/۵ متر، عمق نصب زهکشهای زیرزمینی ۰/۹۵ متر، حداکثر بار هیدرولیکی بین دو خط زهکش ۰/۵ متر، عمق سطح ایستابی بین دو خط زهکش تا سطح زمین ۰/٤٥ متر و شعاع لوله زهکشی ۰/۰۵ متر در محاسبات منظور شده است.

ردیف	بافت خاک*	هدایت هیدرولیکی خاک (متردرروز)		ضریب زهکشی عمقی یا شدت تخلیه (متردرروز) و میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)								حدود تغییرات فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)		
		نام توصیفی	حدود تغییرات	۰/۰۰۱۵ زراعت برنج	۰/۰۰۳۰ شبدر برسیم	میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)	۰/۰۰۲۰ زراعت برنج	۰/۰۰٤۰ شبدر برسیم	میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)	۰/۰۰۲۵ زراعت برنج	۰/۰۰۵۰ شبدر برسیم	میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)	حداقل	متوسط	حداکثر
۱	رسی سنگین، رسی	خیلی آهسته	< ۰/۰۳۰–۰/۰۷۵	۹/۸۵	۶/۸۰	۸/۳۳	۸/۴۵	۵/۸۵	۷/۱۵	۷/۵۰	۴/۹۱	۶/۲۱	۶/۳۱	۷/۲۷	۸/۳۳
۲	سیلتی رسی، شنی رسی	آهسته	۰/۱۲۵–۰/۳۰۵	۲۰/۲۵	۱۴/۱۵	۱۷/۲۰	۱۷/۴۵	۱۲/۱۵	۱۴/۸۰	۱۵/۵۵	۱۰/۴۷	۱۳/۰۱	۱۳/۰۱	۱۵/۱۱	۱۷/۲۰
۳	رسی لومی، سیلتی رسی لومی	تقریباً آهسته	۰/۴۸۵–۱/۰۰۰	۳۸/۶۵	۲۷/۱۵	۳۲/۹۰	۳۳/۴۰	۲۳/۴۵	۲۸/۴۳	۲۹/۸۰	۲۰/۴۱	۲۵/۱۱	۲۵/۱۱	۲۹/۰۰	۳۲/۹۰
۴	شنی رسی لومی، لومی	متوسط	۱/۵۰۰–۲/۳۰۰	۶۲/۸۰	۴۴/۵۵	۵۳/۶۸	۵۴/۳۵	۳۸/۲۵	۴۶/۳۰	۴۸/۵۵	۳۳/۶۶	۴۱/۱۱	۴۱/۱۱	۴۷/۳۹	۵۳/۶۸
۵	سیلتی لومی، شنی لومی	تقریباً سریع	۳/۰۵۰–۴/۵۵۰	۸۹/۱۰	۶۲/۸۰	۷۵/۹۵	۷۷/۰۵	۵۴/۲۵	۶۵/۶۵	۶۸/۹۰	۴۷/۸۹	۵۸/۴۰	۵۸/۴۰	۶۷/۱۷	۷۵/۹۵
۶	شنی لومی ریز، لومی شنی ریز **	سریع	> ۶/۰۰۰	۱۱۳/۴	۸۰/۰۰	۹۶/۷۰	۹۸/۲۰	۶۹/۳۰	۸۳/۷۵	۸۷/۷۰	۶۱/۲۸	۷۴/۴۹	۷۴/۴۹	۸۵/۶۰	۹۶/۷۰
میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)				۵۵/۶۹	۳۹/۲۴	۴۷/۴۶	۴۸/۱۵	۳۳/۸۸	۴۱/۰۱	۴۳/۰۰	۲۹/۷۷	۳۶/۳۹	۳۶/۳۹	۴۱/۹۲	۴۷/۴۶

* نام توصیفی ردیفهای ۱ تا ۶ به ترتیب: خیلی سنگین (V.H)، سنگین (H)، تقریباً سنگین (M.H)، متوسط (M)، تقریباً سبک (M.L) و سبک (L) می باشد.

** بافت خاکهای شنی لومی و شنی که از نظر توصیفی خیلی سبک (V.L) محسوب می‌گردند، نیز شامل اطلاعات مندرج در ردیف ۶ جدول هستند.

توجه: ارقام فواصل زهکشهای زیرزمینی متن جدول میانگین دو رقم مربوط به کران های پایین و بالای هدایت هیدرولیکی خاک در کلاس مربوطه است.

omoorepeyman.ir

جدول (٤-٢٦)- نتایج محاسبه فواصل زهکشهای زیرزمینی برمبنای حالت ماندگار (همگام) برای شرایط متفاوت فیزیکی و هیدرولیکی خاکهای مختلف اراضی شالیزاری و مرطوب
عمق استقرار لایه محدود کننده ۲/۰ متر، عمق نصب زهکشهای زیرزمینی ۱/۰ متر، حداکثر بار هیدرولیکی بین دو خط زهکش ۰/۵ متر، عمق سطح ایستابی بین دو خط زهکش تا سطح زمین ۰/۵ متر و شعاع لوله زهکشی ۰/۰۵ متر در محاسبات منظور شده است.

ردیف	بافت خاک*	هدایت هیدرولیکی خاک (مترددروز)		ضریب زهکشی عمقی یا شدت تخلیه (مترددروز) و میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)							حدود تغییرات فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)		
		نام توصیفی	حدود تغییرات	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۳۰	میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۴۰	میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۵۰	میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)	حداقل	متوسط	حداکثر
				زراعت برنج	شبدر برسیم		زراعت برنج	شبدر برسیم		زراعت برنج	شبدر برسیم				
۱	رسی سنگین، رسی	خیلی آهسته	< ۰/۰۳۰–۰/۰۷۵	۱۱/۳۵	۷/۶۵	۹/۵۰	۹/۶۵	۶/۵۰	۸/۰۸	۸/۵۰	۵/۲۸	۶/۸۹	۶/۸۹	۸/۲۰	۹/۵۰
۲	سیلتی رسی، شنی رسی	آهسته	۰/۱۲۵–۰/۳۰۵	۲۴/۲۵	۱۶/۷۰	۲۰/۴۸	۲۰/۸۰	۱۴/۲۵	۱۷/۵۳	۱۸/۴۵	۱۱/۸۰	۱۵/۱۳	۱۵/۱۳	۱۷/۸۰	۲۰/۴۸
۳	رسی لومی، سیلتی رسی لومی	تقریباً آهسته	۰/۴۸۵–۱/۰۰۰	۴۷/۲۰	۳۲/۹۰	۴۰/۰۵	۴۰/۶۵	۲۸/۳۰	۳۴/۴۸	۳۶/۲۰	۲۳/۹۲	۳۰/۰۶	۳۰/۰۶	۳۵/۰۶	۴۰/۰۵
۴	شنی رسی لومی، لومی	متوسط	۱/۵۰۰–۲/۳۰۰	۷۷/۴۰	۵۴/۳۰	۶۵/۸۵	۶۶/۸۵	۴۶/۷۰	۵۶/۷۸	۵۹/۶۰	۴۰/۱۱	۴۹/۸۶	۴۹/۸۶	۵۷/۸۵	۶۵/۸۵
۵	سیلتی لومی، شنی لومی	تقریباً سریع	۳/۰۵۰–۴/۵۵۰	۱۱۰/۲۵	۷۷/۴۰	۹۳/۸۳	۹۵/۲۵	۶۶/۸۵	۴۱/۰۵	۸۵/۰۰	۵۷/۹۰	۷۱/۴۵	۷۱/۴۵	۸۲/۶۴	۹۳/۸۳
۶	شنی لومی ریز، لومی شنی ریز **	سریع	> ۶/۰۰۰	۱۴۰/۶۰	۹۸/۹۰	۱۱۹/۸۰	۱۲۱/۶۰	۸۵/۴۰	۱۰۳/۵۰	۱۰۸/۶۰	۷۴/۵۶	۹۱/۵۸	۹۱/۵۸	۱۰۵/۶۹	۱۱۹/۸۰
	میانگین فواصل زهکشهای زیرزمینی (متر)			۶۸/۵۳	۴۷/۹۸	۵۸/۲۵	۵۹/۱۳	۴۱/۳۳	۵۰/۲۳	۵۲/۷۳	۳۶/۶۰	۴۴/۱۶	۴۴/۱۶	۵۱/۲۱	۵۸/۲۵

* نام توصیفی ردیفهای ۱ تا ۶ به ترتیب: خیلی سنگین (V.H)، سنگین (H)، تقریباً سنگین (M.H)، متوسط (M)، تقریباً سبک (M.L) و سبک (L) می باشد.

** بافت خاکهای شنی لومی و شنی که از نظر توصیفی خیلی سبک (V.L) محسوب می‌گردند، نیز شامل اطلاعات مندرج در ردیف ۶ جدول هستند.

توجه: ارقام فواصل زهکشهای زیرزمینی متن جدول میانگین دو رقم مربوط به کران های پایین و بالای هدایت هیدرولیکی خاک در کلاس مربوطه است.

omoorepeyman.ir

جدول (٤-۲۷)- احتیاجات زهکشی زیرزمینی خاکهای مختلف برمبنای درجه بندی نسبی (قراردادی) عمق استقرار لایه محدود کننده و هدایت هیدرولیکی، برای تنوع کاربری اراضی شالیزاری و مرطوب
[ارقام متن جدول فواصل زهکشهای زیرزمینی محاسبه شده (متر)]

ردیف	هدایت هیدرولیکی خاک * (مترددروز)		عمق استقرار لایه محدود کننده در نیمرخ خاک (متر)			
	نام توصیفی	حدود تغییرات	خیلی کم عمق	کم عمق	متوسط	تقریباً عمیق
			≤ ۰/۵	≤۱/۰	≤۱/۵	≤۲/۰
۱	خیلی آهسته	−۰/۰۷۵ <۰/۰۳۰	تغییر کاربری اراضی یا عملیات زهکشی خاص	۵/۲۰ [۵/۰]	۷/۲۷ [۱۰/۰]	۸/۲۰ [۱۰/۰]
۲	آهسته	۰/۱۲۵−۰/۳۰۵	تغییر کاربری اراضی یا عملیات زهکشی خاص	۱۰/۴۵ [۱۰/۰]	۱۵/۱۱ (۱۵/۰)	۱۷/۸۰ (۱۵/۰)
۳	تقریباً آهسته	۰/۴۸۵−۱/۰۰۰	تغییر کاربری اراضی یا عملیات زهکشی خاص	۱۹/۶۶ (۲۰/۰)	۲۹/۰۰ (۳۰/۰)	۳۵/۰۶ (۳۰/۰)
۴	متوسط	۱/۵۰۰−۲/۳۰۰	اعمال زیر خاک‌کنی یا عملیات زهکشی خاص	۳۱/۷۸ (۳۰/۰)	۴۷/۳۹ (۴۵/۰)	۵۷/۸۵ (۶۰/۰)
۵	تقریباً سریع	۳/۰۵۰−۴/۵۵۰	اعمال زیر خاک‌کنی یا عملیات زهکشی خاص	۴۵/۹۳ (۴۵/۰)	۶۷/۷ ۶۰/۰)	۸۲/۶۴ (−)
۶	سریع	> ۶/۰۰۰	اعمال زیر خاک‌کنی یا عملیات زهکشی خاص	۵۷/۱۳ (۶۰/۰)	۸۵/۶ (−)	۱۰۵/۶۹ (−)

* نام توصیفی بافت خاکهای ردیفهای ۱ تا ۶ به ترتیب خیلی سنگین (V.H)، سنگین (H)، تقریباً سنگین (M.H) ، متوسط (M)، تقریباً سبک (M.L)، سبک (L) و خیلی سبک (V.L) می‌باشد.

** ارقام درون کروشه مانند [۵/۰] و [۱۰/۰] فواصل پیشنهادی برای ایجاد مجاری زهکشی (حفره‌های زهکشی زیرزمینی) است.

*** ارقام درون پرانتز مانند (۱۵/۰) تا (۶۰/۰) فواصل پیشنهادی برای احداث زهکشهای زیرزمینی لوله‌ای(مزرعه‌ای) می‌باشد.

**** ارقام درون پرانتز مانند (−) بیانگر عدم نیاز به تعبیه سامانه‌های زهکشی زیرزمینی (مجاری زهکشی یا لوله‌ای) می‌باشد و پیش‌نیاز آن احداث زهکشهای روباز با عمق کافی است. در شرایط تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری، زهکشهای جمع کننده روباز و یا مدفون (لوله‌ای مشبک با کاربرد مواد پوششی و عمق کافی) می‌تواند، منظور را عملی نمایند.

بررسی مندرجات این جدول که استخراج شده از جداول (۴-۲۴)، (۴-۲۵) و (۴-۲۶) می‌باشد. امکان ارایه راهکارهای پیشنهادی را بر پایه بررسیهای تفصیلی بانجام رسیده بشرح زیر فراهم می‌نماید:

omoorepeyman.ir

• برای خاکهای خیلی سنگین، سنگین و تقریباً سنگین که ضرایب هدایت هیدرولیکی آن در محدوده‌های خیلی آهسته، آهسته و تقریباً آهسته و عمق استقرار لایه محدود کننده در نیمرخ خاک این اراضی ۰/۵≤ متر از سطح خاک می‌باشد، امکان ایجاد هر نوع سامانه زهکشی زیرزمینی متعارف (مجاری زهکشی یا لوله‌ای زیرزمینی) عملی بنظر نمی‌رسد بدین دلیل اختصاص این قبیل اراضی برای تناوب زراعی "برنج– شبدر برسیم" با مشکلات زراعی و محیطی برای گیاهان مذکور بهمراه است بنابراین بازده زراعی آنها ممکن است غیر مقتصدانه باشد. در نتیجه تغییر کاربری این قبیل اراضی برای پرورش آبزیان و یا اختصاص آنها بعنوان مرتع با کشت گونه‌های علوفه‌ای با ارزش‌های غذایی و اقتصادی قابل ملاحظه با بررسی شرایط خوش خوراکی علوفه‌های تولیدی برای دامهای محلی و یا اختصاص این قبیل اراضی برای کشت گیاهان ریشه افشان و دیم (از جمله انواع گیاهان خانواده‌های غلات، بقولات و غیره) می‌تواند گزینه مطلوبی تلقی گردد.

لیکن در شرایطی که این قبیل اراضی در محدوده‌های تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری قرار داشته باشند، گزینه دیگر می‌تواند معطوف به بررسی ضخامت لایه محدود کننده گردد، هرگاه طبقه نفوذ ناپذیر آن حداقل ۰/۵ متر ضخامت داشته باشد می‌توان با حفر یک یا دو خط ترانشه به موازات طول قطعه زراعی (از انتها تا اتصال به زهکش جمع‌کننده) به عمق حداقل ۰/۲۵ متر* درون آن و نصب لوله موجدار و مشبک زهکشی و پوشش آن با مصالح رودخانه‌ای (شن و ماسه با درجه‌بندی مناسب) یا مواد مشابه و واریختن خاک لایه‌های سطحی مزرعه برروی آن، تا حدودی مشکل زهکشی داخلی و نامطلوب این قبیل اراضی را تعدیل نمود. بدیهی است که بدین ترتیب فاصله دو خط زهکشی زیرزمینی در عرض قطعه زراعی (۳۰ متری) ۱۰ و ۱۵ متر خواهد بود. بنابراین بازده اقتصادی آن با توجه به مشکلات اجرایی و هزینه‌های مترتبه بایستی بررسی و مقایسه گردد.

توجه: در شرایطی ممکن است آبخوان محصور (تحت فشار) و یا نیمه محصور (نیمه آرتزین) بلافاصله در بخش زیرین لایه محدود کننده قرار داشته باشد، بدین دلیل اعمال دقت مضاعف در تعیین ضخامت لایه مذکور و اجرای عملیات گفته شده ضروری خواهد بود. شواهدی نشان داده است که در صورت شکسته یا غیر محصور شدن لایه محدود کننده مقادیر جریانهای پایین به بالای آب (تحت فشار و نیمه آرتزین) اجرای عملیات را با اشکالات عدیده‌ای روبرو نموده است.

• برای خاکهای خیلی سنگین، سنگین و تقریباً سنگین که ضرایب هدایت هیدرولیکی آن در محدوده‌های متوسط، تقریباً سریع و سریع و عمق استقرار لایه محدود کننده در نیمرخ خاک این اراضی ۰/۵≤ متر از سطح خاک است نیز امکان ایجاد هر نوع سامانه زهکشی زیرزمینی متعارف (مجاری زهکشی یا لوله‌ای زیرزمینی) عملی نمی‌باشد. لیکن بدلیل مطلوب بودن ضرایب هدایت هیدرولیکی این قبیل اراضی در شرایط اجرای عملیات زیر خاک کنی (بطور ترجیحی با استفاده از زیرخاک کن لرزاننده) در ایامی از سال که شرایط رطوبتی سطح و نیمرخ خاک امکان این اقدام را فراهم آورد می‌توان از این نوع خاکها برای یکبار کشت در سال (برنج و یا بطور ترجیحی شبدر برسیم یا سایر گیاهان پاییزه که نیاز به عملیات آبیاری اصولی ندارند) استفاده نمود. گزینه دیگری در این خصوص موارد احداث حداقل یک خط زهکشی زیرزمینی در حد وسط عرض قطعه زراعی و بموازات طول آن مطابق رویه و راهکاری که در مبحث قبل بیان گردید خواهد بود که در این حالت، هزینه‌های مترتبه به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش خواهد یافت (در مقایسه با حالت قبل) لیکن در هر حال کلیه تمهیدات و ملاحظات بیان شده قبلی نیز بایستی در این شرایط مورد رعایت کامل باشد.

• در مورد خاکهای خیلی سنگین و سنگین که ضرایب هدایت هیدرولیکی آن در محدوده خیلی آهسته و آهسته و عمق استقرار لایه محدود کننده در نیمرخ خاک این اراضی به ترتیب برای اراضی خیلی سنگین، کم عمق، متوسط و تقریباً عمیق (مترادف با ۱/۰

* که بدین ترتیب عمق کف ترانشه از سطح خاک مزرعه حداقل ۰/۷۵ متر خواهد بود.

omoorepeyman.ir

≤ ، ۱/۵ ≤ و ۲/۰ ≤ متر از سطح خاک مزرعه) و جهت خاکهای سنگین بافت در عمق ۱/۰ ≤ متر از سطح خاک می‌باشد. احداث مجاری زهکشی (حفره‌های زهکشی زیرزمینی) به فواصل ۱۰-۵ متر در عرض قطعه زراعی و به موازات طول آن (از انتهای قطعه زراعی تا اتصال به زهکش جمع کننده) می‌تواند راهکاری مناسب و کم هزینه در جهت تعدیل مشکلات زهکشی داخلی اراضی مربوطه و بهره‌برداری مطلوب (نسبی) از آنها برای تنوع کاربری اراضی محسوب گردد. شرح جزئیات مربوط به چگونگی احداث مجاری زهکشی (حفره‌های زهکشی زیرزمینی)، مزیت و اشکالات مترتب به آن در زیربخش مربوطه در پی خواهد آمد. بدلیل مطلوب بودن شرایط آب و هوایی اراضی شالیزاری و مرطوب و سدیمی نبودن خاکهای اکثر مناطق شالی کاری، عمر مفید این نوع زهکشها ۵-۳ سال پیش‌بینی می‌گردد و پس از آن بایستی نسبت به تجدید احداث آنها (در بیشتر شرایط) اقدام شود. بدلیل عدم وجود سوابق اجرایی و تحقیقاتی در مورد این قبیل زهکشهای زیرزمینی لازم است موارد کارایی آنها بطور مقدماتی در یک مزرعه آزمایشی مورد بررسی و تأیید قرار گیرد.

• برای خاکهای سنگین، تقریباً سنگین، متوسط، تقریباً سبک و سبک بافت که ضرایب هدایت هیدرولیکی آن در محدوده‌های آهسته، تقریباً آهسته، متوسط، تقریباً سریع و سریع و عمق استقرار لایه محدود کننده در نیمرخ خاک این اراضی به ترتیب برای اراضی سنگین بافت، متوسط و تقریباً عمیق (مترادف با ۱/۵ ≤ و ۲/۰ ≤ متر از سطح خاک مزرعه) و جهت خاکهای تقریباً سنگین، متوسط، تقریباً سبک و سبک به ترتیب کم عمق، متوسط و تقریباً عمیق (برابر ۱/۰≤ ، ۱/۵≤ و ۲/۰≤ متر از سطح خاک مزرعه) می‌باشد. تعبیه سامانه زهکشی زیرزمینی لوله‌ای (مزرعه‌ای) به فواصل حداقل ۱۵ و حداکثر ۶۰ متر راهکاری متعارف و مطلوب برای کاهش مسایل زهکشی داخلی اراضی و بهره‌برداری مناسب از این قبیل خاکها برای تنوع کاربری اراضی است. فواصل پیشنهادی برای نصب زهکشهای زیرزمینی مزرعه‌ای (که ارقام آن در جدول درون پرانتز ارایه شده است) با امعان نظر کامل به عرض قطعات اراضی شالیزاری در شرایط تجهیز و نوسازی (حداقل ۳۰ و حداکثر ۶۰ متر) بررسی و پیشنهاد شده است که در حالت عرض ۳۰ متر قطعات اراضی، فواصل زهکشهای زیرزمینی پیشنهادی ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ متر به ترتیب مشتمل بر ۲ خط زهکشی برای هر قطعه، ۳ خط زهکشی برای هر دو قطعه، یک خط زهکشی برای یک قطعه، دو خط زهکشی برای سه قطعه و سرانجام یک خط زهکشی برای دو قطعه در امتداد طول یکسان قطعات (کمی بیشتر از ۱۰۰ متر) مورد نیاز خواهد بود. لازم به تذکر است که در محل اتصال زهکشهای زیرزمینی به زهکشهای جمع کننده (روباز و یا زیرزمینی) حسب ضرورت بایستی نسبت به تعبیه یک عدد چاهک کمکی بمنظور امکان کنترل و تخلیه زه‌آبها اقدام گردد. بدلیل کوتاه بودن (نسبی) طول خطوط لوله‌های زهکشی زیرزمینی (برای هر کدام از فواصل گفته شده) ضرورتی در تغییر قطر لوله‌های زهکشی (بصورت تلسکوپی) در شرایط انتخاب قطرهای مناسب وجود نخواهد داشت.

• برای خاکهای تقریباً سبک، سبک و خیلی سبک بافت که ضرایب هدایت هیدرولیکی آن در محدوده‌های تقریباً سریع و سریع و عمق قرار گرفتن لایه محدود کننده آنها در نیمرخ خاک به ترتیب، تقریباً عمیق (برای خاکهای تقریباً سبک) و متوسط تا تقریباً عمیق (برای خاکهای سبک و خیلی سبک بافت) و مترادف با، به ترتیب ۲/۰ ≤ ، ۱/۵ ≤ و ۲/۰ ≤ متر می‌باشد. با توجه به قابل ملاحظه بودن ضرایب هدایت هیدرولیکی خاکها و عمق استقرار لایه محدوده کننده در نیمرخ خاک، ضرورتی به تعبیه سامانه‌های زهکشی زیرزمینی (مجاری زهکشی یا لوله‌ای) وجود نخواهد داشت، مشروط به آنکه زهکشهای جمع کننده روباز یا زیرزمینی (مشبک و پوشش داده شده) حداقل عمق لازم برای تثبیت سطح ایستابی مورد نظر را به فاصله حدود یکصد متر از هر طرف دارا باشند، بدیهی است که امکان تعمیق این قبیل زهکشهای جمع کننده مرتبط با ویژگی‌های خروجی نهایی (برای تخلیه ثقلی) و یا در

شرایطی احداث ایستگاه (های) پمپاژ می‌باشد که در حالت اخیر زه‌آبهای جمع‌آوری شده برای تخلیه از طریق پمپاژ در شرایطی می‌تواند برای اهداف آبیاری در اراضی پایین‌دست مشروط به دارا بودن کیفیت‌های قابل قبول مورد استفاده مجدد قرار گیرد.

پیشنهاد و توصیه نهایی: تغییر وضعیت فیزیکی و هیدرولیکی اراضی شالیزاری "سنتی" به گونه‌ای که شرایط زراعی و محیطی مطلوب را برای استفاده موثر و اقتصادی در حالت تنوع کاربری اراضی فراهم نماید در گرو اجرای برنامه‌های تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری است که انجام آن مستلزم فراهم آوردن شرایط خاص و اقدامات علمی و مهندسی، صرف وقت و هزینه قابل توجهی (در واحد سطح) می‌باشد و انجام بررسیهای احداث سامانه‌های زهکشی زیرزمینی و باز و اجرای آن فقط بخشی از کل هزینه‌های مترتبه را شامل می‌گردد بنابراین بهتر آن است که در حالت‌هایی که ضرورت تعبیه سامانه زهکشی زیرزمینی (لوله‌ای و یا عملیات زهکشی خاص) مسجل می‌گردد، برای هر قطعه زراعی حداقل یک خط زهکش زیرزمینی با ویژگی‌های بیان شده قبلی، برای اجرا در نظر گرفته شود و تنها در این شرایط است که امکان اعمال مدیریت آبیاری و زهکشی برای هر قطعه زراعی بصورت مستقل فراهم خواهد شد. تجربیات موفق بعضی کشورهای آسیای جنوب شرقی (از جمله کشور ژاپن) مؤید این توصیه و پیشنهاد می‌باشد.

٤-۷-۵- احداث سامانه‌های زهکشی در شرایط خاص

• خاکهای با نفوذپذیری بسیار کم

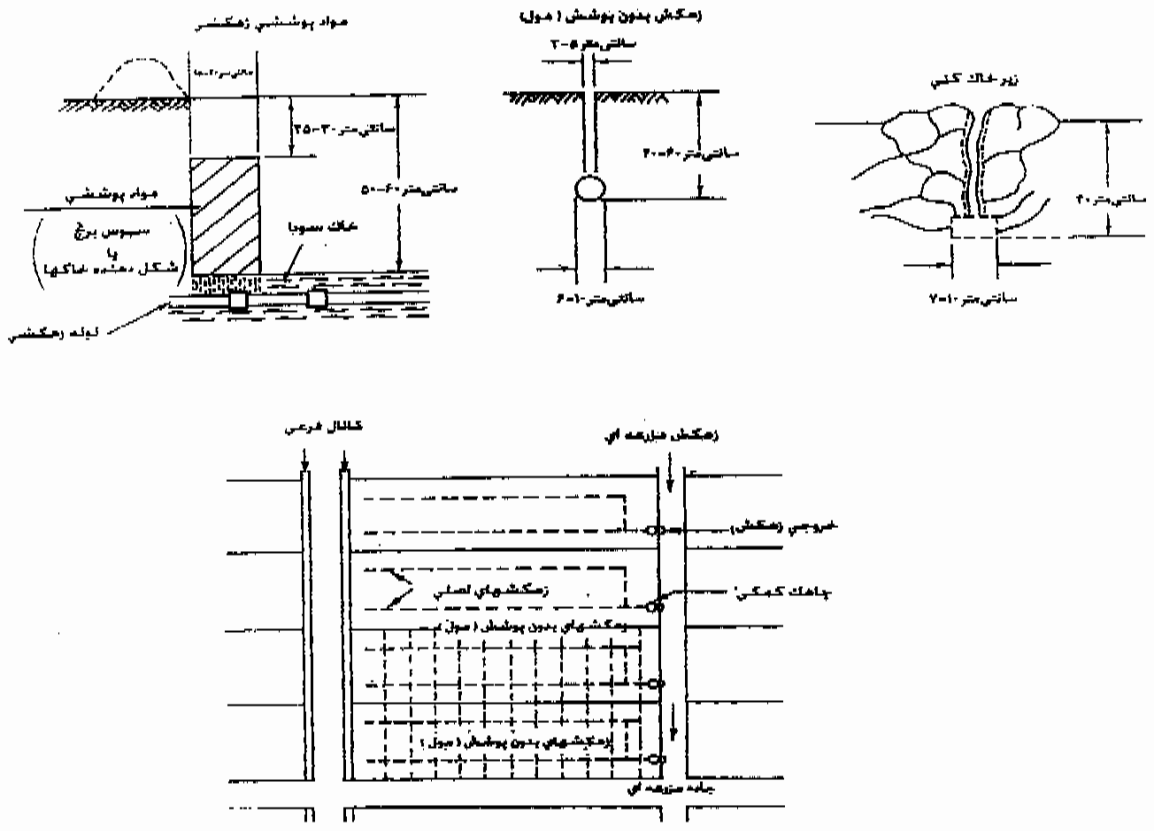
در این نوع اراضی، نیمرخ آن تا عمق یک متری از سطح خاک دارای میزان نفوذپذیری کمتر از ۰/۰۰۸۵ متر در روز می‌باشد و بدین دلیل بوسیله کاربرد روشهای زهکشی زیرزمینی متعارف، امکان تعدیل مشکل زهکشی این قبیل خاکها عملی و مورد انتظار نمی‌باشد. بنابراین، ایجاد زهکش‌های تکمیلی کم عمق (نسبت به سطح خاک) و به فواصل کم برای دستیابی به اهداف زهکشی سریع آب لایه‌های سطحی خاک، لازم به اجرا است.

بعلت آنکه نفوذپذیری این قبیل خاکها بسیار ناچیز است، بدین دلیل واکنش مؤثر ایجاد سامانه زهکشی در این شرایط بطور سریع نبایستی مورد انتظار باشد مگر آنکه مجاری انتقال آب موثری به طرف زهکشهای زیرزمینی مزرعه‌ای بوسیله درز و ترک‌ها در نیمرخ خاک وجود داشته و یا ایجاد گردد. بنابراین بایستی نسبت به ایجاد مجاری انتقال آب به صورت مصنوعی از طریق احداث مجاری زهکشی (حفره‌های زهکشی زیرزمینی) و یا کاربرد زیر خاک کن برای شکستن افق‌های سخت شده زیرین نیمرخ خاکها اقدام نموده و بدینوسیله عملکرد (کارآمدی) زهکشهای مزرعه‌ای را افزایش داد. در جدول (۴-۲۸) انواع زهکش‌های تکمیلی و پیشنهادی برای شرایط متفاوت خاکها ارایه گردیده است.

omoorepeyman.ir

جدول (٤-٢٨)- انواع و مشخصات زهکش‌های تکمیلی مزرعه‌ای

ردیف	انواع زهکشهای تکمیلی	خاکهای مناسب برای احداث زهکشهای تکمیلی	شرایط و امکانات اجرایی
۱	حفره زهکشی زیرزمینی (مجاری زهکشی معمولی)	خاکهای با تناسب خوب برای ایجاد مجاری زهکشی	با استفاده از تراکتور به سادگی قابل احداث است.
۲	حفره زهکشی زیرزمینی (مجاری زهکشی پر شده از مواد فیلتری)	خاکهای با نفوذپذیری بسیار کم با درز و ترکهای غیرپایدار	در صورت ضعیف بودن فونداسیون بسهولت قابل احداث می‌باشد و بازسازی آنها نیز به سهولت عملی است.
۳	ترانشه زهکشی پر شده با مواد پوششی یا فیلتری	خاکهای با نفوذپذیری بسیار کم با درز و ترکهای غیرپایدار	برای احداث نیاز به ماشین ترانشه‌بردار می‌باشد، پوسته برنج و مواد مشابه می‌تواند بعنوان مواد پوششی بکار رود.
۴	زیرخاک کنی یا شکستن لایه با نفوذپذیری بسیار کم زیرین در نیمرخ خاک	فونداسیون سخت و درز و ترکهای پایدار	سهولت اجرا و بهره‌برداری



شکل (٤-٧)- ترکیب زهکشهای اصلی و زهکشهای تکمیلی

omoorepeyman.ir

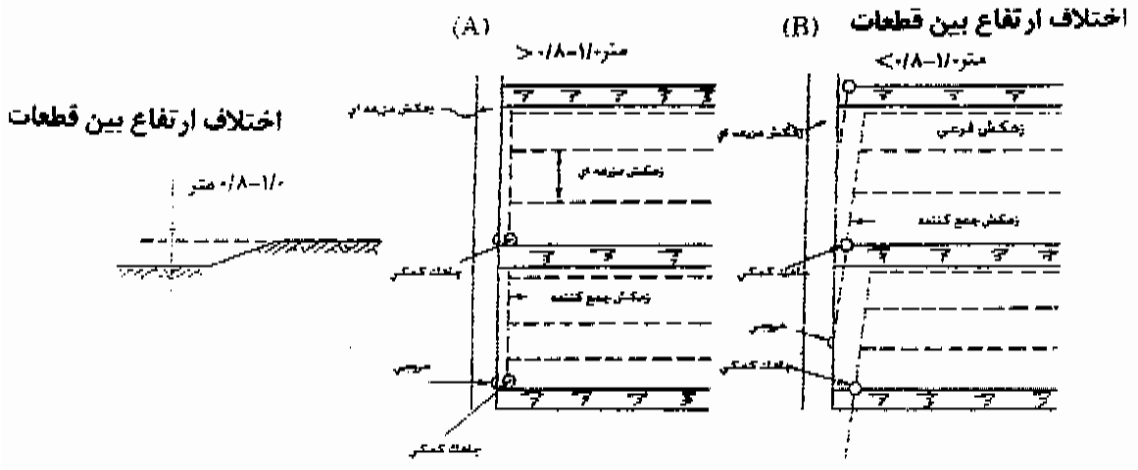
• خاک‌های پیت یا تورب*

به علت آنکه این نوع خاکها به سختی تجزیه می‌شوند، بهبود شرایط زهکشی آنها ممکن است موجب نشست غیریکنواخت خاک‌ها گردد، بدین دلیل زهکش‌های تکمیلی ساده (حفر چاهک، ایجاد مجاری زهکشی بدون پوشش و غیره) در مرحله نخست و قبل از نصب زهکش‌های مزرعه‌ای بایستی در این نوع خاکها ایجاد گردد.

پس از بهبود شرایط اولیه زهکشی اراضی، زهکش‌های مزرعه‌ای را بایستی مشابه خاک‌های لومی، از نظر عمق نصب و فاصله بین دو خط زهکش انتخاب و اجرا نمود. در حالتی که این خاکها تجزیه نشده باشند اتصال‌های طویلی را بایستی برای متصل نمودن لوله‌های زهکشی زیرزمینی به منظور جلوگیری از پدیده جدا شدن لوله‌ها در اثر نشست خاکها مورد استفاده قرار داد.

• اراضی شالیزاری و مرطوب شیب‌دار

بطور کلی احداث انواعی از زهکشهای جمع کننده برای قطع و دریافت جریانهای ورودی خارج از محدوده هر طرح آبیاری و زهکشی ضروری است. استفاده از زهکشهای جمع کننده بایستی به میزان حداقل و تا آن مقدار طولی باشد که شیب مورد نیاز بین زهکشهای زیرزمینی (مزرعه‌ای) و کانال زهکشی را تأمین می‌نماید، در شرایطی که امکان تأمین شیب مشکل باشد زهکشهای جمع کننده را بایستی بنحوی امتداد داد که به منتهی‌الیه پایین دست مزارع شالیزاری تخلیه گردند. در این شرایط تعیین فواصل بین زهکشهای زیرزمینی بطور اصولی بستگی به شرایط خاکهای محل دارد، لیکن همواره بایستی پشته بخش بالایی قطعه زارعی ارتفاع بیشتری نسبت به بخش پایین‌دست آن داشته باشد تا مانع از سرریز شدن جریانهای ورودی از مناطق بالادست در ایام مرطوبی سال گردد.



شکل (٤-٨)- نمونه ای از سامانه زهکشی زیرزمینی در اراضی شیب دار

* خاک پیت یا تورب به خاکی اطلاق می‌شود که در هر کیلوگرم آن بیش از ۵۰۰ گرم ماده آلی وجود دارد، پیت (تورب) به نهشته‌های کاملاً تجزیه نشده تا کمی تجزیه شده گفته می‌شود. این ماده آلی در شرایط رطوبتی زیاد تجمع می‌یابد.

omoorepeyman.ir

٤-٧-٦- مجاری زهکشی (حفره‌های زهکشی زیرزمینی)

مجاری زهکشی، کانالهای (مجاری) استوانه‌ای شکل و بدون پوششی می‌باشند که بطور مصنوعی در لایه‌های زیرین نیمرخ خاک، بدون ایجاد و یا حفر ترانشه احداث می‌گردند. این نوع مجاری شبیه زهکشهای لوله‌ای (زیرزمینی) هستند با این تفاوت که فاقد هرگونه پوششی از قبیل سفال (تنبوشه) و یا سایر مواد پایدار کننده‌اند. ایجاد این قبیل زهکشها (مجاری) در واقع موقتی تلقی می‌گردد زیرا هرگاه شرایط خاک مناسب باشد، مجاری زهکشی در سالیان اولیه احداث کارائی داشته و سپس این سیستم بتدریج تخریب گردیده و از بین می‌رود، که بدین دلیل در صورت ضرورت مجدداً بایستی نسبت به ایجاد آن اقدام نمود.

مجاری زهکشی بطور کلی به‌دلیل عدم پایداری مناسب خاکها (برای حفظ و نگهداری حفره ایجاد شده) در اکثر شرایط عملکرد مطلوب و مورد نظر را نداشته و به بیانی دیگر کارآئی آنها با عدم موفقیت به همراه بوده است. هرچند خاکهای رسی برای احداث این سیستم زهکشی مناسب توصیه شده است لیکن محتوی (میزان) رس خاک نمایه[1] (اندیس) خوبی برای توجیه ایجاد مجاری زهکشی نمی‌باشد. بعنوان مثال در یک بررسی که بروی سه نوع خاک با مقادیر متفاوت رس بانجام رسید، مشخص گردید که در شرایط یکسان بودن سایر متغیرها، هرگاه میزان رس خاک بیشتر باشد، تخریب حفره (مجرای) ایجاد شده در زیر سطح خاک مزرعه سریعتر است.

از جمله عوامل مهم در مورد ایجاد مجاری زهکشی، میزان رطوبت خاک مزرعه در زمان اجرای عملیات است، بطور کلی میزان رطوبت نیمرخ خاک بایستی در حدی باشد که خاک قدرت ایستایی لازمه را برای تردّد تراکتور و ایجاد مجاری زهکشی بوسیله خیش مربوطه را داشته باشد.

قطرهای متداول در ایجاد حفره‌های زیرزمینی بدون پوشش (مجاری) در اراضی شالیزاری بین ۶۰ تا ۱۰۰ میلیمتر متغیر است لیکن بهر صورت مجاری با قطر کمتر دوام (عمر مفید) بیشتری را دارا هستند.

هرگاه بررسیهای اولیه نشان دهد که امکان ایجاد و ضرورت احداث مجاری زهکشی در منطقه‌ای توجیه‌پذیر است (زیرا مخارج احداث این سیستم از سایر روشهای زهکشی کمتر می‌باشد)، می‌توان آنها را در خلاف جهت نصب زهکشهای زیرزمینی و در بخش فوقانی آنها ایجاد نمود که در این صورت مجاری زهکشی نقش زهکشهای کمکی و تکمیلی را خواهند داشت*. در هر صورت بهتر آنست که خروجی این قبیل زهکشها (مجاری) از نوع لوله‌ای (زیرزمینی) باشد. در شرایطی نیز جمع کننده مجاری زهکشی می‌تواند ترانشه‌ای با شیب و عمق کافی باشد که بوسیله شن و ماسه پر شده و زه‌آبهای تخلیه شده بوسیله مجاری زهکشی را جمع‌آوری، انتقال و به محل مورد نظر (خروجی) هدایت نماید. اعماق تجربه شده برای احداث مجاری زهکشی در اراضی شالیزاری بین ۴۰-۶۰ سانتیمتر گزارش گردیده که تعیین عمق مطلوب و مناسب آن در منطقه بستگی به وجود لایه "پایدار یا غیر ریزشی[2]" و مورد نظر در نیمرخ خاک و امکانات اجرایی ایجاد آن دارد. فاصله بین دو خط مجاری زهکشی بین ۵-۱۰ متر می‌تواند باشد و طول این قبیل زهکشها بایستی متناسب با عرض قطعات شالیزاری (یک یا چند قطعه مجاور) در نظر گرفته شود که این رقم بستگی به شیب اراضی دارد.

1- Index.

* احداث این نوع مجاری زهکشی کمکی و تکمیلی با ایجاد حفره‌های زهکشی زیرزمینی (مجاری زهکشی) که در مبحث قبل مورد تذکر قرار گرفت از نظر جهت تعبیه و اهداف کارآیی مربوطه متفاوت می‌باشد.

2- Stable.

omoorepeyman.ir

تذکر: در سنوات اخیر وسایل و روشهایی ابداع گردیده که از طریق آن می‌توان انـواعی مـواد متخلخـل طبیعـی و بـا دوام را در جریان ایجاد مجاری زهکشی (حفره‌های زهکشی زیرزمینی) درون حفره ایجاد شده در زیر سطح خاک جایگزین نمود که بدین وسیله کارآیی و دوام آن افزایش خواهد یافت. لیکن در صورت گرفتگی این قبیل زهکشها بایستی نسـبت بـه تجدیـد احـداث آن در محـل دیگری (همجوار حفره زهکشی زیرزمینی قبلی) اهتمام نمود.

٤-۷-۷- مواد و مصالح برای زهکشهای زیرزمینی

• لوله‌های زهکشی *

لوله‌های زهکشی می‌تواند از انواع سیمانی، سفالی یا تنبوشه (رسی)، لوله‌های پلاستیکی موجدار (خرطومی) و یا سایر انواع مشابه و مشبک باشد. لوله‌های فلزی موجدار (خرطومی) با استحکام سازه‌ای (ساخت) زیاد که می‌توانند بارهای قابل ملاحظه خاک واریخته را تحمل نماید. بطور معمول بعنوان خروجی زهکشهای زیرزمینی و تخلیه آن به نهرچه‌های باز مناسب می‌باشند. لولـه‌هـای مشـبک زیرزمینی برای کاربرد بعنوان زهکشهای زیرزمینی که بطور مستقیم زه‌آب را از درون نیمرخ خاک دریافت می‌نماینـد، مـورد اسـتفاده قرار می‌گیرند تنبوشه‌های رسی بطور معمول ۰/۳ متر طول داشته و قطر آنها بین ۷۵–۱۵۰ میلیمتـر و ضـخامت دیـواره آنهـا تقریبـاً ۱۲÷۱ قطر آنها می‌باشد. تنبوشه‌های زیرزمینی ابتدا بصورت نر و ماده در کف ترانشه قرار داده می‌شوند سپس ترانشه بوسیله خاک پر می‌گردد در اکثر حالت‌ها مواد پوششی نیز در اطراف لوله‌های زهکشی یا تنبوشه‌های زیرزمینی قـرار داده مـی‌شـوند. بعضـی از انـواع تنبوشه‌ها (سفالی یا سیمانی) نیز ممکن است همانند لوله‌های موجدار دارای سطح جانبی مشبک باشند. جریان آب به درون لوله‌هـای زهکش زیرزمینی بطور معمول از طریق فاصله بین دو تنبوشه (محل اتصال) و یا از طریق جدار مشبک آنها بانجام می‌رسد.

لوله‌های پلاستیکی موجدار یا خرطومی[1] (CPT) در سال ۱۹۶۷ بصورت تجاری تولید و از سال ۱۹۷۳ بطور بسیار قابل ملاحظه‌ای در امور زهکشی اراضی جایگزین لوله‌های سیمانی و سفالی بعنوان زهکشهای فرعی با قطر کم گردیدند. در حال حاضر لوله‌های پلی‌اتیلن با دانسیته زیاد[2] (HDPE) نیز بکار برده می‌شود. در کشورهای اروپائی لوله‌های پلاستیکی مورد مصرف بعنوان لوله‌های زهکشی زیرزمینی اراضی، بطور عمده از نوع پلی‌ونیل کلراید[3] (PVC) می‌باشند.

بطور کلی، لوله‌های پلاستیکی موجدار (خرطومی) از نظر وزنی سبک بوده (تقریباً حدود ۲۵÷۱ وزن لوله‌های زهکشی سیمانی و یا سفالی هم قطر آنها)، در برابر واکنش‌های شیمیائی درون خاک مقاوم هستند و تولید آنها در طول‌های زیاد نیز امکان‌پذیر است. اتصال آنها به یکدیگر ساده می‌باشد و به‌دلیل وزن کم امکان جابجائی آنها در سطح مزرعه به سادگی مقدور می‌باشد. کاربرد یا نصب این قبیل لوله‌ها از طریق خیش‌های بدون ایجاد ترانشه نیز امکان‌پذیر می‌باشد. از نظر نیروی کار، در مقایسه با لوله‌ها سیمانی یا سفالی نیاز به نیروی کار کمتری دارند. لوله‌های پلاستیکی موجدار (CPT) ممکن است بوسیله جوندگان صدمه ببینند و ضریب زبری آنها بطور نسبی زیادتر از انواع سفالی است. به‌دلیل جرم مخصوص ظاهری کم، در آب بصورت شناور در می‌آیند و در شرایط بسته‌بندی بصورت کلاف، شکل انحناء بخود می‌گیرند. این نوع لوله‌ها ممکن است در روی سطح جانبی دارای سوراخ یا شیار باشند.

---

* برای آگاهی تفصیلی به مندرجات " راهنمای طراحی و انتخاب مواد و مصالح برای زهکشهای زیرزمینی" نشریه شماره ۳۶۸ ، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، سازمان مدیریت منابع آب ایران، وزارت نیرو (۱۳۸۵) مراجعه شود.

1 - Corrugated Plastic Tubing (CPT).
2 - High-density Polyethylene (HDPE).
3 - Polyvinylchloride (PVC).

omoorepeyman.ir

نحوه تعبیه سوراخ و یا شیار برروی سطح جانبی این قبیل لوله‌ها بصورت سه ردیف یا بیشتر است. در انواعی از این قبیل لوله‌ها ممکن است نوعی صافی (فیلتر مصنوعی) متخلخل در فرایند تولید و ساخت در کارخانه بروی آنها تعبیه شده باشد که اعمال این مهم به منظور جلوگیری (فیلتر نمودن) از عبور و ورود ذرات ریز معلق و یا همراه زه‌آبهای ورودی به درون لوله‌های زهکشی زیرزمینی از نوع پلاستیکی می‌باشند.

در احداث یک شبکه زهکشهای زیرزمینی بایستی از لوله‌هائی با کیفیت بسیار مطلوب استفاده نمود و از کاربرد لوله‌های تولیدی درجه دوم یا با کیفیت نامرغوب حتی در صورتیکه از نظر مخارج مترتبه اقتصادی‌تر باشند، باید اجتناب کرد.

لوله‌های زهکشی زیرزمینی که براساس ضوابط و استانداردهای (ASTM)[1] تولید شده باشند تا حدودی کلیه ویژگی‌های لازم را دارا می‌باشند.

- لوله‌های بتونی (سیمانی)

لوله‌های بتونی بایستی از مواد و مصالح با کیفیت بسیار مرغوب تولید شده و دوره مراقبت[2] از آنها به خوبی بانجام رسیده باشد. لوله‌های بتونی که باکیفیت مطلوب تهیه شده باشند در مقابل پدیده‌های یخ زدگی مقاوم بوده لیکن ممکن است در شرایط خاکهای با واکنش (pH) اسیدی یا قلیائی صدمه دیده و مورد تخریب قرار گیرند. بدین دلیل هرگاه استقرار لوله‌های بتونی در خاکهای اسیدی یا قلیائی مورد نظر باشد، لوله‌های تولیدی باید از کیفیت بسیار مطلوبی برخوردار بوده و سیمان بکار رفته در ساخت و تولید آنها بایستی از ویژگیهای شیمیائی بخصوصی بهره‌مند باشد، روشهای مراقبت از لوله‌های تولید شده، برحسب اینکه استقرار آنها در خاکهای با واکنش (pH) اسیدی و یا قلیائی مورد نظر باشد، تفاوت می‌نماید.

- لوله‌های سفالی

لوله‌های سفالی بایستی به نحو بسیار مطلوبی در کوره پخته شوند و از نظر ظاهری هیچ گونه درز و ترک، نقاط برآمده یا فرو رفته در سطح جانبی و بخشهای فوقانی و زیرین نداشته باشند و هرگاه به وسیله جسم فلزی به آن ضربه وارد شود بایستی از آن صوتی کوتاه و یکنواخت شنیده شود. لوله‌های سفالی زهکشی به اندازه کاشی در کوره پخته نمی‌شوند. لوله‌های سفالی ساخته شده از کانی شل[3] از نظر استحکام و جذب کمتر آب در مقایسه با لوله‌های سفالی تولید شده از نوع رس لایه‌های سطحی خاک بمراتب محکم‌تر و با دوام‌تر هستند. لوله‌های سفالی بطور معمول تحت تأثیر واکنش (pH) خاکهای اسیدی و یا قلیائی قرار نمی‌گیرند. لیکن در شرایطی که به تناوب موارد یخ زدگی و ذوب آن مطرح می‌باشد بهتر آن است که از لوله‌های بتونی استفاده شود. هرچند اغلب لوله‌های سفالی در مقابل پدیده یخبندان مقاوم می‌باشند. در شرایطی که عمق نصب لوله کمتر از ۰/۷ متر باشد توصیه شده که از انواعی با استاندارد "کیفیت عالی" استفاده بعمل آید. در اکثر خاکهای معدنی نوع لوله‌های زهکشی زیرزمینی (سفالی یا بتونی) باندازه رعایت و انتخاب کیفیت لوله با اهمیت نمی‌باشد.

- لوله‌های پلاستیکی موجدار

لوله‌های پلاستیکی موجدار (CPT) از نظر ویژگیهای شیمیائی و واکنش خاکها مقاوم بوده و از این نظر از صدمات و خسارات احتمالی مصون می‌باشند. به‌دلیل سبکی وزن، امکان تولید آنها بصورت کلاف‌های طویل و دایره‌ای شکل مقدور بوده و بدین دلیل

1 - American Society for Testing Materials (ASTM).
2 - Curing.
3 - Shale.

omoorepeyman.ir

حمل و نقل آنها به سهولت امکان‌پذیر می‌باشد. این نوع لوله‌ها بایستی از نظر ظاهری دارای رنگ یکنواخت و مشابه بوده، جرم مخصوص یکسانی داشته و هیچ گونه صدمه قابل مشاهده‌ای از قبیل فرورفتگی غیرعادی، له‌شدگی، برش طولی یا عرضی ناقص، پاره شدگی غیرمتعارف و برآمدگی خارج از حد استاندارد و امثال آن نداشته باشد.

لوله‌های پلاستیکی موجدار از جنس پلی‌اتیلن بایستی دارای سایر ویژگیهای ارایه شده در استانداردهای ASTM, F405, F667 نیز باشند. هم چنین معیارهای استاندارد درخصوص لوله‌های پلی ونیل کلراید (PVC) که کاربرد آن بیشتر در اروپا رایج است بوسیله استاندارد ASTM, F800 مشخص شده است. در حال حاضر در شبکه‌های آبیاری و زهکشی کشور از استاندارد DIN-1187 سال ۱۹۸۲ میلادی که مورد تأیید سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO) می‌باشد، بیشتر استفاده بعمل می‌آید.

- **فیلتر و مواد پوششی[1] مورد نیاز زهکشهای زیرزمینی***

پس از ایجاد ترانشه تعبیه لوله‌های زهکشی زیرزمینی (یا تنبوشه‌های زهکشی) بطور معمول چنین مرسوم است که اطراف آنان را با فیلتر یا مواد متخلخل[2] می‌پوشانند کاربرد چنین موادی در اطراف لوله‌های زهکشی زیرزمینی برای حصول موارد کلی ذیل است :

– جلوگیری از حرکت و انتقال ذرات خاک به درون لوله‌های زهکشی زیرزمینی که امکان دارد موجب گرفتگی فیزیکی لوله‌های زهکشی را فراهم آورد.

– ایجاد محیط تراوائی در اطراف لوله‌های زهکشی زیرزمینی بطوریکه جریان آب بدون مقاومت وارد لوله‌های زهکشی گردد.

– ایجاد بستر مناسبی برای استقرار لوله‌های زهکشی زیرزمینی.

– سرانجام، بمنظور تثبیت فیزیکی بستر خاک طبیعی که لوله‌های زهکشی در آن کارگذاری می‌گردند.

خاکهای مناطق مرطوب عموماً دارای ساختمان نسبتاً پایداری می‌باشند و در چنین شرایطی شاید نیاز به استفاده از فیلتر یا مواد پوششی برای جلوگیری از ورود مواد بسیار ریز بدرون لوله‌های زهکشی نباشد و در اکثر مواقع از خاک لایه سطحی[3] که محتوی مواد آلی بیشتری نسبت به خاک لایه‌های زیرین[4] می‌باشد، بعنوان پوشش در اطراف لوله‌های زهکشی استفاده بعمل می‌آید.

- **معیارهای قابل پیش‌بینی برای ضرورت کاربرد فیلتر و مواد پوششی**

نیاز به مواد پوششی برای عملیات زهکشی زیرزمینی (لوله‌ای) به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیائی خاک، آب کاربردی (آبیاری) و شرایطی که زهکشهای زیرزمینی در آن نصب می‌شوند، بستگی دارد. بطور معمول آگاهی از خصوصیات خاک جهت اظهارنظر قطعی برای ضرورت کاربرد یا عدم نیاز به استفاده از مواد پوششی همواره امکان‌پذیر نمی‌باشد. در عین حال با توجه به تجارب موجود جهانی، در شرایط مشروحه زیر می‌توان لزوم و یا عدم لزوم کاربرد مواد پوششی را پیش‌بینی نمود.

– در خاکهای ریزشی و ناپایدار، استفاده از مواد پوششی برای عملیات زهکشی زیرزمینی ضروری است.

– درخاکهای ماسه‌ای ریز، کاربرد مواد پوششی در کلیه شرایط برای عملیات زهکشی زیرزمینی لازم می‌باشد.

omoorepeyman.ir

1 - Envelope Filters.

* برای آگاهی تفصیلی به مندرجات " راهنمای طراحی و انتخاب مواد و مصالح برای زهکشهای زیرزمینی" نشریه شماره ۳۶۸ ، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، سازمان مدیریت منابع آب ایران، وزارت نیرو (۱۳۸۵) مراجعه شود.

2 - Filter Materials .

3 - Top Soil .

4 - Sub Soil .

– خاکهایی که شاخص (نمایه[1]) پلاستیسیته* آنها بیشتر از ۱۲/۰ است، گرایشی به ایجاد رسوب ندارند. بدین دلیل نیازی هم به کاربرد مواد پوششی برای امور زهکشی زیرزمینی وجود ندارد. بیان این نکته ضروری است که با رعایت این شاخص (نمایه) مشکل ورود ذرات ریز به درون مواد پوششی و در نتیجه به درون لوله‌های زهکشی لحاظ شده و بدیهی است، در مواردی که کاهش مقاومت ورودی جریان زه‌آبها مورد نظر باشد، کاربرد مواد پوششی بایستی مورد توجه قرار گیرد.

– خاکهایی که ضریب یکنواختی[2] آنها بیشتر از ۱۵/۰ می‌باشد** و خاکهای درشت‌دانه‌ای که ۹۰ درصد ذرات تشکیل دهنده آن بزرگتر از عرض سوراخها (روزنه‌ها) لوله‌های زهکشی زیرزمینی باشد، نیز نیازی به کاربرد مواد پوششی در امور زهکشی زیرزمینی را ندارند.

– در رابطه با میزان رس موجود در خاکها، عامل دیگری بنام نسبت جذب سدیم[3] (SAR) در شرایطی بایستی بصورت توامان با میزان (محتوی) رس خاکها، مورد نظر قرار گیرد، بطوریکه در مناطق معتدل، هرگاه خاک بین ۲۰ تا ۳۰ درصد رس داشته باشد، نیازی به کاربرد مواد پوششی نمی‌باشد. در اراضی مورد آبیاری، هرگاه میزان رس خاکها حتی بیشتر از ۴۰ درصد باشد و در شرایطی که میزان (SAR) آنها کمتر از هشت باشد نیز نیازی به استفاده از مواد پوششی نیست، لیکن در حالاتی که این نسبت(SAR) بزرگتر از ۱۳/۰ باشد، به‌دلیل احتمال تخریب ساختمان خاک و گسیختگی خاکدانه‌ها ممکن است کاربرد مواد پوششی الزامی باشد.

تذکر : از آنجائیکه رابطه‌ای بین نسبت جذب سدیم (SAR) و درصد سدیمی تبادلی[4] (ESP) خاک وجود دارد، بطور کلی در مقادیر (ESP) کمتر از ۱۰/۰ مشکلات فیزیکی در خاک متصور نمی‌باشد و در مقادیر (ESP) زیادتر بخصوص بیشتر از ۱۵/۰ امکان تخریب ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی خاکها وجود خواهد داشت که بدین دلیل در موارد گفته شده علاوه بر میزان رس، مقدار نسبت جذب سدیم خاک (SAR) نیز لحاظ شده است.

توجه : بدلایل سهولت‌های کاربردی، عملی و هزینه‌های مترتبه در شرایط متعارف سعی می‌گردد که از یک نوع بخصوص و مناسب مواد پوششی استفاده بعمل آید. متداول‌ترین نوع مواد پوششی شن و ماسه‌هایی است که از منابع قرضه و از رسوبات (نهشته‌های) طبیعی آبرفتی (عمدتاً رودخانه‌ای) و موجود در محل یا منطقه تأمین می‌گردد.

بعضی انواع مواد مصنوعی از جمله ژئوتکستایل‌ها (زمین بافت) نیز بصورت تجاری وجود دارد که بصورت ورقه یا نوارهای طویل، با عرض‌های متفاوت و ضخامت معین (و مشبک یا روزنه‌دار) می‌تواند بعنوان صافی یا فیلتر در زمان نصب لوله‌های زهکشی زیرزمینی در بخشهای فوقانی و زیرین (و یا سطح جانبی لوله) قرار داده شود. علاوه بر آن بعضی کارخانه‌های سازنده لوله‌های زهکشی زیرزمینی (عمدتاً پلاستیکی) را تولید می‌نمایند که مجهز به نوعی فیلتر یا صافی نیز می‌باشند. فیلترهای مصنوعی (غیرطبیعی یا سنتز) معمولاً از مواد نایلونی، پلی‌پروپیلن و یا سایر مواد مشابه تولید می‌گردند. اندازه روزنه (سوراخهای) موجود در این قبیل فیلترها (صافی‌ها) بایستی بنحوی باشد که بعضی ذرات بسیار ریز و معلق در زه‌آب را از خود عبور دهند تا موجد لایه غیرقابل

---

1 - Plasticity Index .

* نمایه‌ای است که دامنه خمیرایی خاک را نشان می‌دهد و برابر با تفاضل مقدار رطوبت‌های حد روانی (LL) و خمیرایی (PL) است.

2 - Coefficient of Uniformity.

** ضریب یکنواختی، نسبت D۶۰ به D۱۰ است که در آن D۶۰ و D۱۰ به ترتیب قطرهایی هستند که ۶۰ و ۱۰ درصد وزنی دانه‌های خاک از آن کوچکتر است. این ضریب نشان دهنده عدم یکنواختی دانه‌بندی خاک است.

3- Sodium Adsorption Ratio (SAR) .

4- Exchangeable Sodium Percentage (ESP) .

omoorepeyman.ir

نفوذ در اطراف لوله‌ها نگردد. ضمن آنکه از ورود مواد درشت دانه (نسبی) که ممکن است در درون لوله‌های زهکشی رسوب نماید جلوگیری کند. در یک توصیه کلی می‌توان اظهار داشت که ۵۰٪ اندازه ذرات خاک بایستی بزرگتر یا مساوی با متوسط قطر روزنه‌های صافی یا فیلتر باشد.

در جدول (۴-۲۹) وضعیت و چگونگی دانه‌بندی مواد اولیه و پوششی برای بررسی و کاربرد در امور طراحی و نصب زهکشهای زیرزمینی ارائه گردیده است.

جدول (٤-۲۹)- روابط بین چگونگی دانه‌بندی مواد اولیه (پایه) و مواد پوششی درجه بندی شده

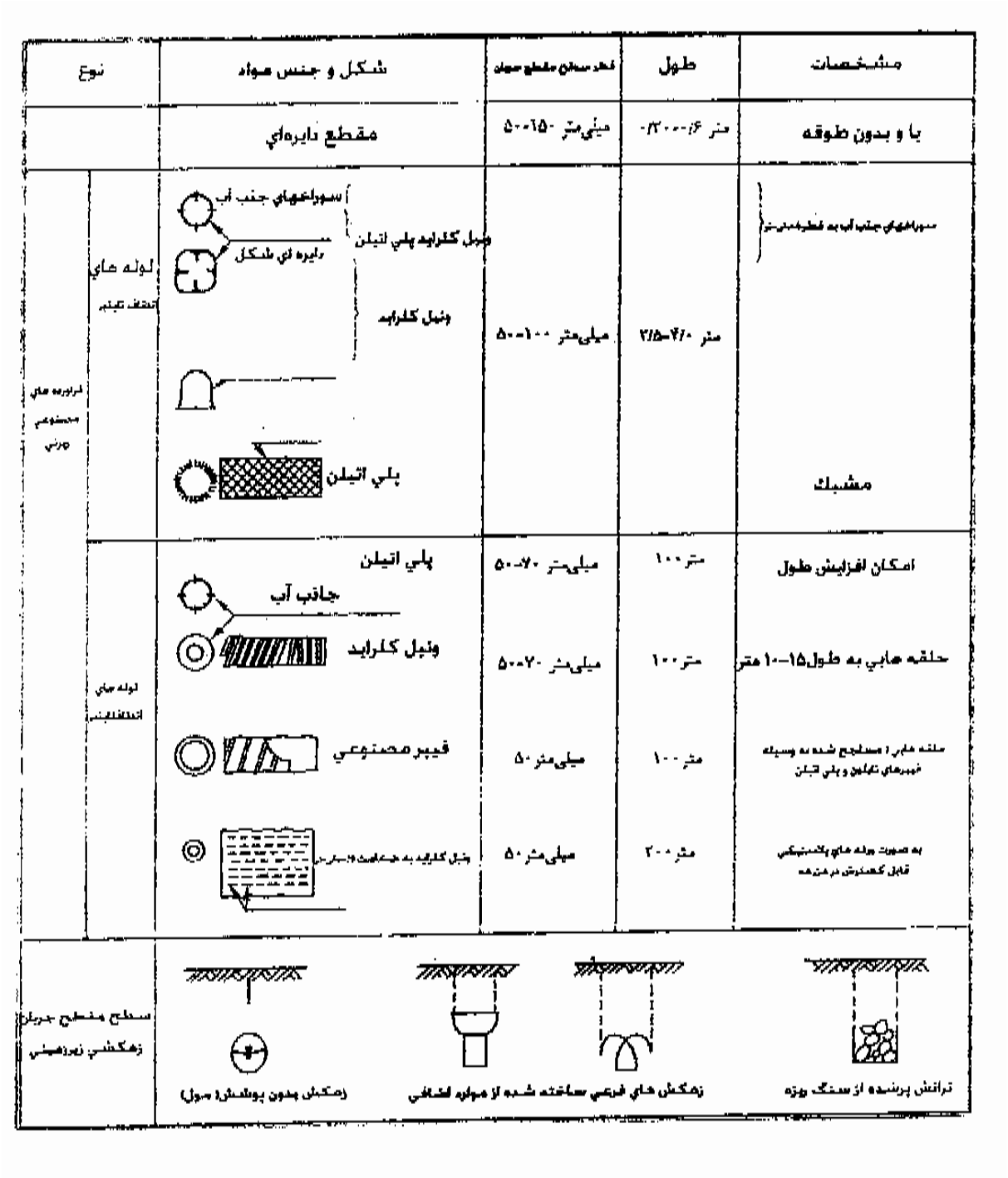
ردیف	قطرهای ذرات مواد اولیه (پایه) که ٦٠٪ آن از الک مربوطه عبور نماید (میلیمتر)	درصد ذرات عبوری				
		۱۰۰	٦٠	۳۰	۱۰	۰
		قطر ذرات مواد پوششی (میلیمتر)، محدوده‌های بالایی و زیرین آنها				
۱	۰/۰۵-۰/۰۲	۳۸/۰-۹/۵	۱۰/۰-۲/۰	۸/۷-۰/۸۰	۲/۵-۰/۳۰	۰/۶-۰/۰۷
۲	۰/۱۰-۰/۰۵	۳۸/۰-۹/۵	۱۲/۰-۳/۰	۱۰/۴-۱/۱۰	۳/۰-۰/۴۰	۰/۶-۰/۰۷
۳	۰/۲۵-۰/۱۰	۳۸/۰-۹/۵	۱۵/۰-۴/۰	۱۳/۱-۱/۳۰	۳/۸-۰/۴۰	۰/۶-۰/۰۷
۴	۱/۰۰-۰/۲۵	۳۸/۰-۹/۵	۲۰/۰-۵/۰	۱۷/۳-۱/۵۰	۵/۰-۰/۴۰	۰/۶-۰/۰۷

مثال : هرگاه مواد اولیه (پایه) دارای اندازه ۶۰٪ ذرات با قطر ۰/۰۷۵ میلیمتر را داشته باشد (ارقام ردیف دوم جدول) و اندازه (قطر) مواد پوششی ۳۰، ۷، ۲ و ۰/۳ میلیمتر برای درصدهای عبور به ترتیب ۱۰۰، ۶۰، ۳۰، ۱۰ و ۰ درصد باشد، مواد پوششی برای کاربرد مناسب (مطلوب) می‌باشد.

مواد پوششی مصرفی در اطراف لوله‌های زهکشی نه تنها بایستی نفوذپذیری محل استقرار زهکش‌ها را بهبودی بخشند بلکه باید از ورود ذرات ریز خاک به درون زهکش(ها) ممانعت بعمل آورد. انواع متفاوتی مواد فیلتری را می‌توان بدین منظور بکار برد، لیکن مهم‌ترین فاکتور در انتخاب، امکان تهیه و دسترسی محلی به چنین موادی است.

در شرایط خشک شدن خاک‌های برداشت شده از درون نهرچه‌ها (ترانشه‌ها)، پس از واریختن خاک به درون نهرچه مقادیری درز و ترک در آنها توسعه می‌یابد که باعث بهبود نفوذپذیری خاک گردیده بدین ترتیب راندمان و عملکرد زهکش به تدریج تثبیت می‌گردد. لیکن هرگاه خاک لایه زیرین بدون خشک شدن (بحالت مرطوب) واریخته گردد، پوسته برنج و یا مواد بهبود دهنده ویژگیهای فیزیکی خاک (که باعث توسعه درز و ترک در خاک می‌شود) برای افزایش میزان نفوذپذیری خاک بایستی بکار برده شود.

omoorepeyman.ir



شکل (٤-٩)- انواع مختلف زهکشهای زیرزمینی فرعی (مزرعه ای)

omoorepeyman.ir

٤-۷-۸- مبانی هیدرولیکی محاسبه اندازه (قطر) زهکشهای زیرزمینی

• مجاری ورود آب به درون لوله‌های زهکشی زیرزمینی

لوله‌های سفالی (رسی) و یا بتونی (سیمانی) که در شرایط عادی دارای ۰/۳ متر طول می‌باشند (قطعات با طول ۳۰ سانتیمتر) هرگاه بصورت منظم و با فاصله یکسان درون نیمرخ خاک (ترانشه) استقرار یابند آب درون خاک می‌تواند از محل فواصل (درزهای) بین آنها (لوله‌های زهکشی زیرزمینی) به زهکشها وارد شود و در حالت‌های متعارف مقادیر سطوح موجود برای ورود آب به درون لوله‌های زهکشی زیرزمینی در اکثر شرایط کفایت می‌نماید، زیرا مساحت ایجاد شده برابر با ۱٪ سطح جانبی خارجی لوله، که معادل با ۳۵۰۰ میلیمتر مربع در هر مترطول برای لوله‌های با قطر ۱۰۰ میلیمتر می‌باشد.

تجربیات نشان داده است که مساحت متذکره مانعی برای ورود آب به درون لوله‌های زهکشی ایجاد نمی‌نماید. برای یک لوله با قطر ۱۰۰ میلیمتر تقریباً ۸۸ شیار به ابعاد ۲۵×۱/۶ میلیمتر و یا ۱۲۵ روزنه (سوراخ) به قطر ۶ میلیمتر در هر مترطول لوله زهکشی می‌تواند کافی باشد. دو برابر نمودن مساحت و یا تعداد روزنه‌ها، مشروط بر آنکه بطور یکنواخت برروی سطح جانبی (خارجی) لوله توزیع شده باشند، فقط می‌تواند بمیزان ۲۰٪ بیشتر میزان جریان ورودی بدرون لوله‌های زهکشی زیرزمینی را افزایش دهد. برای لوله‌های پلاستیکی موجدار (CPT) تجمع خاک در بخشهای فرو رفته لوله (بخش فرو رفته لوله موجدار) می‌تواند بطور قابل ملاحظه‌ای برروی جریان ورودی اثرگذار باشد. میزان جریان ورودی به درون لوله هرگاه بجای تعبیه سوراخ (روزنه‌ها) در بخشهای فرو رفته در قسمتهای برآمده لوله موجدار ایجاد گردند، میزان جریان ورودی بدرون لوله فقط به میزان کمی افزایش حاصل می‌نماید. هرگاه شیار یا روزنه‌ها بطور یکنواخت برروی سطح جانبی لوله توزیع شده باشند، شکل درزها و یا سوراخ‌ها بطور نسبی اهمیت زیادی ندارند. محدودیت ایجاد شده برای ورود آب به درون لوله‌های زهکشی موجدار (خرطومی) بیشتر مرتبط با تجمع خاک در بخشهای فرو رفته و خاک اطراف لوله تا فاصله ۲۵ میلیمتری از آن می‌تواند بصورت قابل توجهی مطرح باشد. در طول این فاصله (متذکره) تقریباً ۵۰٪ افت بار در نتیجه همگرائی (تقارب) و اصطکاک در جریان حاصل می‌شود. هرگاه لوله زهکشی بوسیله مواد پوششی محاط و یا بوسیله مواد پوشاننده و نفوذپذیر دیگری محافظت شده باشد، میزان افت بار ورودی جریان فقط بمیزان حداکثر ۱۰٪ خواهد بود.

• محاسبه اندازه (قطر) زهکشهای زیرزمینی مزرعه‌ای

ظرفیت هیدرولیکی زهکشها را می‌توان از طریق کاربرد رابطه سرعت مانینگ (معادله ۳-۲۷) بدست آورد و با تساوی قرار دادن دبی (میزان) طراحی و ظرفیت هیدرولیکی مجرا (آبراهه لوله‌ای با جریان پر برای انتقال زه‌آب)، قطر مورد نیاز از طریق رابطه زیر قابل محاسبه می‌باشد:

$$d = 51.7\,(D_C \times A \times n)^{0.375}.S^{-0.1875} \qquad (۴۸-۴)$$

که در آن :

d ، قطر داخلی زهکش (میلیمتر)

D_C، ضریب زهکشی یا شدت تخلیه (میلیمتر در روز)

A ، مساحت محدوده زهکشی (هکتار)

n ، ضریب زبری برای کاربرد در معادله مانینگ

omoorepeyman.ir

S ، شیب طولی زهکش (متر بر متر)

پس از محاسبه نظری اندازه (قطر) زهکش، اولین اندازه لوله‌ای که بصورت تجاری تولید و در محل یا منطقه موجود است برای این منظور انتخاب می‌گردد.

ضریب زبری در معادله مانینگ (n) در اثر عواملی مانند: انحراف زهکش از مسیر در محل اتصال‌ها، ناهمواریهای سطح داخلی آبراهه (لوله) از جمله میزان زبری (خشونت) دیواره‌ها، اتصالات و یا موجدار بودن لوله‌های (پلاستیکی) افزایش حاصل می‌نماید.

توصیه می‌گردد برای لوله‌های سفالی (رسی)، لوله‌های پلاستیکی صاف (پی وی سی) و لوله‌های پلی‌اتیلن موجدار (خرطومی) به ترتیب مقادیر ضرایب زبری معادل ۰/۰۱۳ ، ۰/۰۱۵ و ۰/۰۲۰ منظور گردد.

پس از محاسبه میزان قطر موردنیاز لوله زهکشی زیرزمینی (d ، برحسب میلیمتر) میزان دبی خروجی (تخلیه) جریان را می‌توان با استفاده از رابطه زیر محاسبه نمود:

$$q = \frac{A \times D_c}{86.4} = 0.01157 \times A \times D_C \qquad (۴۹-۴)$$

که در آن :

q ، میزان دبی (تخلیه) خروجی یا انتقالی زهکش (لیتر درثانیه)

A ، مساحت محدوده زهکشی (مترمربع)

D_C، ضریب زهکشی یا شدت تخلیه (متر در روز)

محاسبه میزان دبی (تخلیه) جریان خروجی یا انتقالی (برحسب لیتر در ثانیه)، با استفاده از رابطه زیر نیز امکان‌پذیر می‌باشد:

$$q = \frac{L \times W \times \Delta h \times S}{86.4} = 0.01157 \times A \times \Delta h \times S \qquad (۵۰-۴)$$

که در آن :

q ، میزان دبی (تخلیه) خروجی یا انتقالی (لیتر در ثانیه)

L ، طول خط زهکش زیرزمینی (متر)

W ، فاصله بین دو خط زهکش زیرزمینی (متر) و مترادف با حرف (L) می‌باشد که در سایر زیربخش‌ها بکار رفته است.

Δh ، نقصان یا افت سطح ایستابی که برای رشد و نمو مطلوب گیاه (هان) مورد نیاز است (متر در روز)

S ، تخلخل قابل زهکشی (درصد بصورت اعشاری).

تذکر : رابطه بین "ضریب زهکشی عمقی یا D_C، برحسب میلیمتر در روز" و " نقصان یا افت سطح ایستابی یا Δh، برحسب متر در روز" و بصورت $[D_c = \Delta h \times S \times 1000]$ و رابطه بین " افت یا نقصان سطح ایستابی، برحسب متر در روز" و "ضریب زهکشی عمقی یا D_C، برحسب میلیمتر در روز" به شرح $[\Delta h = D_c \div (S \times 1000)]$ می‌باشد. بدیهی است که، [A=L×W] برحسب (مترمربع) خواهد بود.

نکته : در اراضی تحت آبیاری شالیزاری یا خشکه‌زاری مقدار ضریب زهکشی عمقی (D_C، برحسب میلیمتر در روز) از تقسیم میزان تراوشات عمقی بارندگی (R_P) و یا آب آبیاری کاربردی (D_P) در هر دوره (برحسب میلیمتر) بر زمان بین دو نوبت بارندگی متراکم و یا آبیاری (T) و بطور ترجیحی در ایام حداکثر بحرانی (روز) قابل محاسبه است. $[D_C = (D_P \div T), D_C = (R_P \div T)]$

omoorepeyman.ir

توجه : برای زهکشهای زیرزمینی مزرعه‌ای، با توجه به بررسیهای به انجام رسیده، انتخاب لوله‌های پلاستیکی و موجدار (مشبک) به قطر ۱۰۰ میلیمتر با رعایت موارد رواداری قابل اطمینانی توصیه می‌گردد که امکان تولید، تهیه و کاربرد آن به عنوان زهکشهای زیرزمینی در مناطق مختلف کشور فراهم می‌باشد.

توصیه: اندازه (قطر) لوله‌های زهکشی در ترکیب چند کشتی در اراضی خشکه‌زاری بایستی برمبنای محاسبه به انجام رسیده برای حالت ضریب زهکشی عمقی زیادتر بانجام رسد، در غیر اینصورت فرضیات بکار رفته در مرحله طراحی سامانه، فاقد ارزشمندی لازم خواهدبود*.

• زهکشهای جمع کننده** سامانه زهکشی در اراضی شالیزاری

زهکشهای جمع کننده برای دریافت و انتقال زه‌آبهای زهکشی مزرعه‌ای بایستی ظرفیت لازم و کافی را بدون تأخیر زمانی دارا بوده و برای تنظیم جریان زه‌آبها تناسب مورد نظر را داشته باشند. وضعیت استقرار و شیب طولی مناسب برای این قبیل زهکشها، مرتبط با نحوه اتصال زهکشهای مزرعه‌ای (زیرزمینی) به زهکش جمع کننده می‌باشد.گرچه نقش اصلی این نوع زهکشها، دریافت زه‌آبهای حاصل از عملیات آبیاری و یا جریان انتقالی بوسیله زهکشهای حایل می‌باشد و بدین دلیل بطور اصولی بایستی نوع لوله‌های "صاف و یا موجدار پلاستیکی با قطرهای حداکثر ۲۰۰–۱۵۰ میلیمتر" انتخاب و اجرا گردد، لیکن بررسیهای بانجام رسیده نشان می‌دهد که در صورت کاربرد لوله‌های پلاستیکی مشبک و مجهز نمودن زهکشهای جمع‌کننده به مواد پوششی، این نوع زهکشها قادر می‌باشند همانند سامانه زهکشهای زیرزمینی و بصورت کمکی عمل نموده و در تعدیل مشکل زهکشی اراضی موثر باشند، بدیهی است در قطرهای بیشتر از ۳۰۰ میلیمتر، لوله‌های سیمانی (با و یا بدون کاربرد مواد پوششی) و در اکثر شرایط از نوع بسیار مرغوب بایستی بکار گرفته شود. بدین دلیل در شرایط گفته شده اخیر، بهتر آنست که زهکشهای جمع کننده نقش دریافت، انتقال و دفع آبهای زهکشی را داشته باشند.

علاوه بر آنچه در مورد انتخاب قطر مناسب و مطلوب زهکشهای زیرزمینی در کتب مرجع تخصصی در مورد برآورد و یا محاسبه میزان دبی (Q) حداکثر تخلیه یا انتقالی زهکشهای زیرزمینی بیان گردیده، استفاده از روابط زیر نیز توصیه شده است.

– برای حالت جریان یکنواخت

$$Q = 50\, d^{2.714}.S^{0.572} \qquad (۵۱–۴)$$

$$Q = 22\, d^{2.667}.S^{0.50} \qquad (۵۲–۴)$$

– برای حالت جریان غیریکنواخت

$$Q = 89\, d^{2.714}.S^{0.572} \qquad (۵۳–۴)$$

$$Q = 39\, d^{2.667}.S^{0.50} \qquad (۵۴–۴)$$

---

* برای آگاهی تفصیلی به مندرجات "مجموعه مقالات سومین کارگاه فنی زهکشی" کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، مقاله تعیین فاصله زهکشهای زیرزمینی برمبنای ترکیب چندکشتی، نشریه شماره ۸۹ (۱۳۸۳) مراجعه شود.

** زهکشهای جمع‌کننده (Collector Drains)، زهکشهای روباز یا بسته‌ای (لوله‌های زیرزمینی) می‌باشند که جریان زهکشهای فرعی زیرزمینی و یا زهکشهای حایل (Interceptor Drains) را جمع‌آوری می‌کند و زه‌آبهای جمع‌آوری شده را به زهکشهای درجه ۲ و یا درجه ۱ و یا زهکش اصلی تخلیه می‌نماید. زهکشهای جمع‌کننده روباز نیز می‌توانند هرزآبهای سطحی را برای انتقال به خروجی دریافت نمایند.

omoorepeyman.ir

نکته : معادله‌های (۴-۵۱) و (۴-۵۳) مرتبط با لوله‌های صاف و روابط (۴-۵۲) و (۴-۵۴) مربوط به لوله‌های موجدار (خرطومی) مرسوم و متداول در امور زهکشی می‌باشند. جریان یکنواخت به طور معمول مربوط به زهکشهای جمع کننده و جریان غیریکنواخت مربوط به زهکشهای فرعی مزرعه‌ای است که دبی زه‌آبهای آن متغیر می‌باشد.

که در آن :

Q ، میزان دبی لوله زهکشی (مترمکعب در ثانیه)

d ، قطر داخلی لوله زهکشی (متر)

S ، گرادیان (شیب) هیدرولیکی لوله زهکشی (متر بر متر).

تذکر : روابط (۴-۵۲) و (۴-۵۴) برای آن قبیل لوله‌های پلاستیکی موجدار (خرطومی) با قطرهای داخلی ۵۰-۲۰۰ میلیمتر، اعتبار کاربردی بیشتری دارند.

توجه : اندازه (قطر) لوله‌های زهکش جمع کننده، از طریق منظور نمودن مساحت اراضی کلیه زهکشهائی که به آن متصل (تخلیه) می‌شوند، معین می‌گردد، لیکن در محاسبه نبایستی حداکثر ظرفیت زهکشهای مزرعه‌ای (لترالها) را در این مورد اعمال نمود. ظرفیت پذیرش (یا انتقال) در هر نقطه درون سامانه زهکشی باید برای دریافت و انتقال مقادیر دبی جریان (زه‌آبهای زهکشی) اراضی بالادست کارآیی لازم را داشته باشد، هر چند، بهرحال مقادیری رواداری (افزایش ظرفیت) را برای جمع‌آوری و تخلیه میزان جریانها از طریق "ورودی‌های سطحی" و یا برنامه‌های زهکشی آینده، نیز باید مورد نظر داشت و این ملاحظات را رعایت نمود.

به‌دلیل سهولت‌های کاربردی، در عمل حداقل قطر (اندازه) لازم برای زهکشهای زیرزمینی انتخاب می‌گردد (البته با اعمال ضرایب اطمینان کافی)، هرگاه قطر (اندازه) تعیین گردیده بطور دقیق و مطمئن برای انتقال میزان دبی جریان (طراحی شده) کافی باشد، قطر لوله‌های زهکشی زیرزمینی جمع‌کننده با افزایش طول (به‌دلیل افزایش سطح محدوده زهکشی) بایستی بطور متناسب افزایش داده شود که انجام این مهم از بخش انتهائی شروع و به ابتدای خط زهکش (محل خروجی یا اتصال به زهکش اصلی) منتهی می‌گردد (افزایش تلسکوپی از قطر کم به زیاد). علاوه بر موارد بیان شده عواملی از جمله: تقاضای ناحیه‌ای، موجودیت و امکان تهیه محلی، دقت در نصب، اعمال شیب مطلوب و مناسب، احتمال عدم موفقیت سیستم لوله‌های زهکشی زیرزمینی از طریق رسوب گرفتگی، در انتخاب قطعی "حداقل قطر لوله" به طور کلی مؤثر می‌باشند.

توصیه: برای اراضی شالیزاری و مرطوب کشور بهتر آنست که زهکشهای جمع کننده سامانه، از نوع روباز و با توجه به ابعاد متناسب و مرسوم در برنامه‌های تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری استفاده بعمل آید.

٤-۷-۹- ماشینهای حفاری و نصب لوله‌های زهکشی زیرزمینی

معمولی‌ترین انواع ماشینهای زهکشی[1] که برای نصب لوله‌های زهکشی (زیرزمینی) در مزرعه بکار گرفته می‌شوند را می‌توان به دو دسته : ماشینهای ترانشه بردار[2] و ماشینهای بدون ایجاد ترانشه[3] تقسیم‌بندی نمود. ماشینهای ترانشه بردار، ترانشه‌ای حفر

omoorepeyman.ir

1 - Drainage Machinery.
2 - Trenchers.
3 - Trenchless.

می‌نمایند که لوله زهکشی را می‌توان در درون آن نصب کرد در حالی که ماشینهای بدون ایجاد ترانشه عملیات خاک‌بـرداری را هـم زمان با نصب لوله‌های زهکشی بانجام می‌رساند.

ماشینهای ترانشه بردار، ابتدا ترانشه‌ای را ایجاد و سپس نسبت به نصب لوله و پوشش دادن اطراف آن بوسیله مواد پوششی[1] (در صورت لزوم) اقدام می‌کنند. ترانشه ایجاد شده پس از استقرار لوله و مواد پوششی در اطراف آن بوسیله تراکتوری که مجهز به تیغه پرکننده (شبیه تیغه بلدوزر) می‌باشد، عملیات واریختن خاک بانجام می‌رسد. ترانشه ایجاد شده بایستی در همان روز حفاری برای جلوگیری از حالت ریزش دیواره‌ها در شرایط تغییرات میزان رطوبت (به‌دلیل آبیاری، بارندگی و خیز سطح ایستابی) پر شود. خاکهای واریخته در ترانشه بایستی با عبور چرخ تراکتور از روی آن و افزایش مجدد خاکهای باقی مانده در مسیر (به‌دلیل نشست خاک درون ترانشه) و ضمن عبور مجدد چرخ تراکتور از روی آن، شرایط تراکم خاک واریخته درون ترانشه را تا حد مورد نیاز فراهم آورد. اعمال این اقدام موجب فشردگی خاکهای لایه‌های بالائی ترانشه گردیده و خاکهای لایه‌های زیرین درون ترانشه بصورت مناسبی نفوذپذیر باقی می‌مانند که مقاومت ورودی کمی را برای جریان آب ایجاد می‌نماید.

لوله‌های زهکشی موجدار با قطر کم بعنوان لوله‌های زهکشی زیرزمینی مزرعه‌ای، از طریق قرقره‌ای که بروی ماشینهای زهکشی قرار دارد، در درون ترانشه کارگذاری می‌شود. لوله‌های موجدار زهکشی با قطر زیاد (بعنوان زهکش جمع کننده)، ابتدا از حالت کلاف خارج گردیده و پس از اتصال به یکدیگر از قبل آماده و سپس بصورت پیوسته از سطح خاک برداشته و بوسیله ماشین زهکشی در حین حرکت در درون ترانشه قرار داده می‌شود. لوله‌های نوع سفالی و سیمانی بوسیله نوعی ناودانی[2] شیب‌دار که در بخش انتهای زنجیر حفاری قرار دارد، درون ترانشه قرار داده می‌شوند*.

فیلترهای غیرمعدنی و مصنوعی یا آلی در شرایط عادی بدور لوله‌های موجدار از قبل پیچیده شده‌اند. در مورد کاربرد مواد پوششی (شن و ماسه) می‌توان آن را از طریق قیفی که در انتهای ماشین زهکشی نصب گردیده و بوسیله تریلری که در امتداد ماشین زهکشی حرکت می‌نماید، مواد پوششی را از طریق تسمه نقاله به قیف تغذیه نمود. برای دستیابی به حالت پوشش کامل اطراف لوله زهکشی بایستی دو عدد قیف را به ماشین زهکشی متصل نمود که یکی از آنها مواد پوششی را قبل از نصب لوله و قیف دوم پس از استقرار لوله زهکشی عملیات پوشش دادن را بانجام می‌رساند.

دو نوع کلی ماشینهای زهکشی بدون ایجاد ترانشه وجود دارند که عبارتند از : خیش عمودی[3] و خیشV شکل[4]. خیش عمودی بعنوان نوعی زیر خاک کن[5] عمل می‌نماید، خاک را پوک نموده بطوریکه مجاری و حفره‌های ریز و درشت در عمق مربوطه ایجاد می‌گردد در حالی که خیش V شکل درون نیمرخ خاک، ستونی مثلثی شکل ایجاد می‌نماید و هم زمان عمل نصب لوله‌های زهکشی را نیز انجام می‌دهد و بدین دلیل ضرورتی برای واریختن خاک بعلت عدم ایجاد ترانشه وجود ندارد . بهرحال هرگاه لوله‌ها بوسیله خیش عمودی نصب گردند

---

1 - Envelope.
2 - Chute .

* در شرایطی که مساحت محدوده مورد زهکشی قابل ملاحظه نباشد (مزارع خصوصی) و یا دسترسی به ماشینهای زهکشی مقدور یا امکان پذیر نگردد ایجاد ترانشه را می‌توان با استفاده از بیل مکانیکی (Backhoe) یا بیل کابلی (Dragline) و به عنوان ماشینهای حفاری غیر پیوسته (بالعکس ماشینهای زهکشی) نیز بانجام رسانید. بدیهی است که در این شرایط عملیات تنظیم شیب کف ترانشه، نصب لوله‌های زهکشی و کاربرد مواد پوششی را بایستی بوسیله نیروی کارگری (بصورت دستی) بانجام رسانید.

3 - Vertical Plough .
4 - V-Plough .
5 - Sub Soiler .

omoorepeyman.ir

بخش بالایی (خاک دست خورده ترانشه) بایستی متراکم گردد. برای این منظور یکی از راه کارهای معمولی عبور چرخ ماشین زهکشی از روی خط لوله زهکشی نصب شده، در هنگام برگشت ماشین زهکشی است. در مورد خاکهای رسی و خشک تراکمی که بدین ترتیب حاصل می‌شود ممکن است، غیرکافی باشد.

لوله‌های پلاستیکی موجدار (CPP) تنها گزینه مطلوب ومناسب برای کاربرد بوسیله ماشینهای زهکشی بدون ایجاد ترانشه هستند. خیش V شکل قادر است لوله‌هایی را با قطر خارجی حداکثر (بعلاوه مواد پوششی) ۱۰۰-۱۲۵ متر را درون نیمرخ خاک قرار دهد. خیش عمودی می‌تواند لوله‌هائی با قطرهای زیادتری را نیز درون نیمرخ خاک نصب نماید. قابل ذکر است که کاربرد مواد پوششی معدنی (شن و ماسه) نیز بوسیله ماشین زهکشی بدون ایجاد ترانشه امکان‌پذیر می‌باشد، لیکن به‌دلیل خطرات (ریسک) گرفتگی قیف و مشکلات مترتبه برای تغذیه قیف با توجه به سرعت حرکت ماشین زهکشی انجام آن توصیه نگردیده است. در چنین شرایطی راه حل عملی استفاده از موادی است که از قبل به دور لوله‌های زهکشی پیچیده شده باشند.

آماده‌سازی اراضی یا تعیین مسیر حرکت و بر طرف نمودن موانع فیزیکی بسیار با اهمیت است، علاوه بر آن تهیه لوله‌های مورد نیاز و مواد پوششی، از پیش نیازهای اجرای عملیات زهکشی مطلوب در طرح ایجاد سیستم زهکشی زیرزمینی است.

٤-۷-۱۰- موارد مرتبط با عملیات نصب زهکشهای زیرزمینی

- **اجزای طرح سامانه زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری**

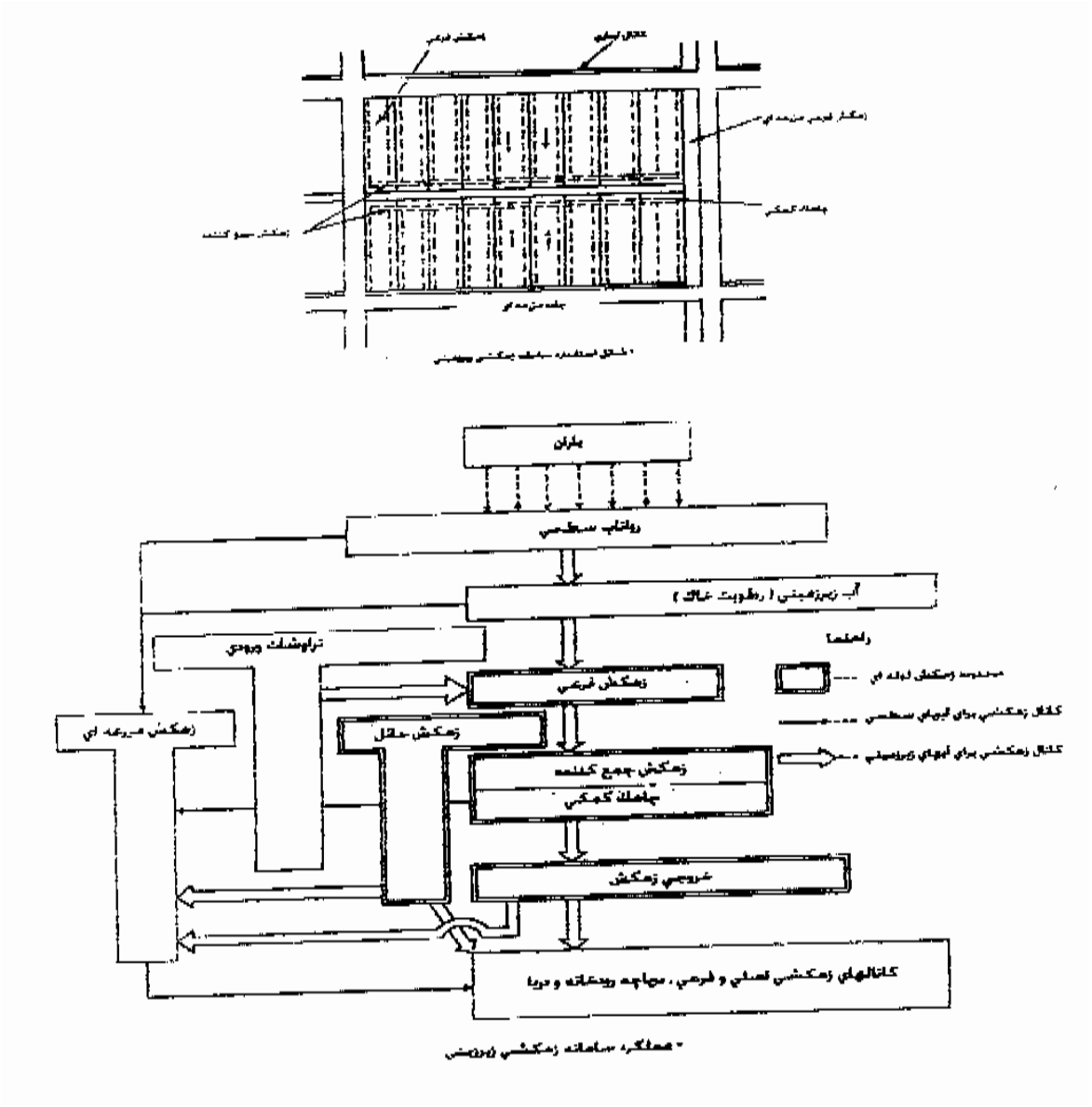
سامانه زهکشی زیرزمینی بطور کلی شامل زهکش مزرعه‌ای، زهکش جمع کننده، چاهک کمکی و خروجی‌های زهکشی است. نصب یک عدد مجرای تخلیه هوا در انتهای خط زهکشی زیرزمینی و در شرایطی نیز یک عدد چاهک آدم‌رو (چاهک بازبینی) در محل اتصال لوله زهکشی زیرزمینی به زهکش جمع کننده لوله‌ای (در صورت نیاز) بایستی احداث گردد. در طراحی سامانه زهکشی زیرزمینی عواملی از جمله: وضعیت توپوگرافی اراضی، شرایط اقلیمی (آب و هوایی)، ویژگی‌های خاک، هماهنگی موزون بین سامانه آبیاری و زهکشی، جاده‌های دسترسی، عملیات بهره‌برداری و نگهداری باید مورد امعان نظر باشد.

زهکشهای مزرعه‌ای (فرعی) شامل مجاری زهکشی و مواد پوششی است، بطوریکه ورود و جریان آب به درون زهکشهای زیرزمینی (لوله‌ای) را تسهیل و امکان‌پذیر نماید. بهرحال زهکشهای زیرزمینی می‌تواند از نوع مجاری زهکشی (حفره‌های زهکشی زیرزمینی) و لوله‌های زهکشی متعارف که در نیمرخ خاک تعبیه می‌گردند، باشد. هر خط زهکشی مزرعه‌ای بایستی دارای ظرفیت کافی، استحکام، دوام و توانایی جذب زه‌آبها باشد.

چاهک آدم‌رو (بازبینی) در نقاط تغییر ناگهانی شیب خط لوله زهکش زیرزمینی، برای کاهش میزان سرعت جریان زه‌آبها درون لوله‌ها، کنترل و تنظیم مواد رسوبی، بهره‌برداری و محافظت از لوله‌های زهکش زیرزمینی ایجاد می‌گردند، کنترل مقادیر تخلیه جریان زه‌آبها نیز در شرایطی از طریق این قبیل سازه‌ها بانجام می‌رسد که در این حالت نقش چاهک کمکی را خواهد داشت.

چاهک کمکی وسیله‌ای است که کارآمدی یا عملکرد آن مانند شیر تخلیه و برای تنظیم میزان جریان زه‌آبهای خروجی لوله‌های زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری و مرطوب است، محل نصب آن (چاهک کمکی) مرتبط با عواملی از جمله: وضعیت توپوگرافی، چگونگی آرایش لوله‌های زهکشی مزرعه‌ای، شیب طولی خط لوله، ویژگی‌های خاک مزرعه و شرایط کاربری اراضی، می‌باشد. در مواردی که اجرای عملیات زهکشی کنترل شده در سطح واحدهای زراعی و یا قطعات اراضی شالیزاری مطرح باشد، نقش چاهکهای کمکی بیشتر خواهد بود.

omoorepeyman.ir



شکل (٤-١٠)- اجزای سامانه و عملکرد (کارآمدی) زهکش زیرزمینی

• مراحل تواتری مرتبط با عملیات زهکشی زیرزمینی

موارد نصب زهکشهای زیرزمینی مزرعه‌ای بطور کلی شامل مراحل تواتری زیر است:

- اخذ تصمیم برای ایجاد خط زهکش
- جایگزینی مواد و مصالح لازم در امتداد خط زهکش
- اجرای عملیات حفاری با عمق و عرض مورد نیاز
- نصب لوله‌های زهکشی زیرزمینی (پوشش دار یا بهمراه کاربرد مواد پوششی)
- واریختن موقت خاک در نوارهای حفاری شده
- جایگزینی کامل خاک در محلهای مربوطه

omoorepeyman.ir

– تجهیز خط لوله زهکشی زیرزمینی به متعلقات مربوطه (تبدیل بخش خروجی به لوله سخت، نصب چاهک کمکی، تعبیه شبکه توری فلزی، نصب دریچه یکطرفه و...).

– کامل نمودن خروجی لوله زهکشی برای عملکرد و کارایی مطلوب.

با توجه به نوع مواد، مصالح و ماشین‌های زهکشی، چند مرحله از موارد گفته شده را می‌توان همزمان بـه انجـام رسـانید. بعنـوان مثال، امکان اعمال مراحلی از جمله حفاری، جایگزینی لوله‌ها و مواد پوششی و واریختن خاک به درون ترانشـه را مـی‌تـوان در یـک مرحله بوسیله ماشین زهکشی که لوله موجدار و قابل انعطاف با طول زیاد را بکار می‌برد، انجام داد. در حالت ضرورت احداث مجـاری زهکشی (حفره‌های زهکشی زیرزمینی)، تجهیزات مربوطه را بلافاصله پس از اخذ تصمیم می‌توان بروی تراکتور نصب و پس از ایجاد خط زهکش (حفره زیرزمینی) در بخش ابتدایی (پایین‌دست) آن اقدام به ایجاد خروجی درجا نمود. در این شرایط پیش‌بینی لازم برای جلوگیری از فرسایش بوسیله جریان آب بدرون مجاری باید به انجام رسد.

عملیات نصب زهکشهای زیرزمینی بایستی در ایام خشک (غیرمرطوبی) سال به انجام رسد. لوله‌های مورد نظر باید قبل از نصـب در جوار خط زهکش قرار داده شده باشند عملیات نصب (تعبیه) بایستی از بخش انتهایی به سمت بخش ابتـدایی کـه خـلاف جهـت عملیات حفاری می‌باشد (در شرایط ترانشه‌برداری) بانجام برسد بطوریکه از لوله‌های مزرعه‌ای شروع و به زهکشهای جمع کننده ختم گردد. بالعکس در مواقعی که عملیات حفاری و نصب سامانه زهکشی زیرزمینی بصورت یک مرحله‌ای به انجام می‌رسد، روش نصـب لوله‌ها از بخش ابتدایی به سمت بخش انتهایی است و منتهی‌الیه بخش بالادست لوله را بایسـتی بـرای جلـوگیری از ورود خـاک بـه درون آن پوشیده نگهداری نمود.

• بازبینی (بازرسی) مواد و مصالح مصرفی

کلیه مواد و مصالح مورد نیاز و مربوط به سامانه‌های زهکشی زیرزمینی بایستی قبل از احداث (اجرای) سامانه (ها) مورد بازبینی و بازرسی (بمنظور کنترل کیفیت مواد و مصالح) قرار گیرند. مواد و مصـالح مـذکور بایسـتی بـرای اهـداف مـورد نظـر مناسـب بـوده و مشخصات فنی لازم را مطابق استانداردهای مربوطه دارا باشند. از کاربرد هرگونه لوله سفالی و یا سیمانی معیوب و یا خسـارت دیـده بایستی بطور جدی اجتناب نمود. قسمتهای خسارت دیده یا معیوب لوله‌های پلاستیکی را بایستی قبل از کاربرد قطـع و از لولـه جـدا نمود. روزنه‌های موجود بروی سطح جانبی لوله‌های پلاستیکی مشبک لازم است اندازه (قطر و تعداد) مورد نظـر و مطلـوب را داشـته باشند. لوله‌ها را بایستی از نظر مشخصات فنی با آنچه کارخانه سازنده اعلام نموده است کنترل و وارسی نمود.

• عمق نصب و شیب طولی زهکشهای زیرزمینی

عمق نصب زهکشهای زیرزمینی را می‌توان با انتخاب سطح ایستابی مطلوب و مورد نظر و افزودن مقادیر لازم ارتفاع آزاد بـه آن محاسبه نمود و بطور کلی عمق نصب می‌تواند در بخش انتهایی ۰/۹–۰/۸ و در قسمت ابتدایی (محلی که بـه زهکـش جمـع کننـده متصل می‌گردد) ۱/۰–۰/۹ متر در شرایط متعارف درنظر گرفته شود، که در ایـن شـرایط ارتفـاع آزاد (فضـای آزاد) در محـدوده‌هـای ۰/۴–۰/۳ متر در آن لحاظ می‌باشد تا لوله‌های زهکشی زیرزمینی در مقابل عواملی از جمله: نشست خاک، بـار ترافیکـی و یـا فراینـد یخزدگی مصون باشند.

فاصله بین زهکشهای زیرزمینی (مزرعه‌ای) را نیز می‌توان با توجه به وضعیت توپوگرافی، شرایط خاکها، چگونگی کاربری اراضـی و در صورت موجود بودن سامانه زهکشی زیرزمینی در پروژه‌های مشابه و همجوار، از جـداول ارایـه شـده در مباحـث قبـل انتخـاب،

omoorepeyman.ir

مقایسه و تعیین نمود. بطور کلی انتخاب فاصله بین دو خط لوله زهکش زیرزمینی برای اراضی شالیزاری با بافت رسی و بسیار سنگین بستگی به چگونگی و تراکم درز و ترکهای موجود در خاکها دارد.

انتخاب حداقل شیب طولی لازم برای زهکشهای زیرزمینی (مزرعه‌ای) از نظر اصولی مرتبط با شرایط محل و اندازه (قطر) لوله‌های زهکشی می‌باشد. در موارد عادی (متعارف) انتخاب شیب‌های ۱/۱۰۰ تا ۱/۶۰۰ توصیه گردیده است، برای زهکشهای جمع کننده، لوله‌ها را بایستی با شیبی استقرار داد که میزان سرعت جریان درون لوله در محدوده‌های ۱/۰–۰/۲ متر برثانیه (با جریان پر) برقرار باشد. در شرایطی که شیب طولی لوله‌های زهکشی زیرزمینی (مزرعه‌ای) بیش از ۱/۱۰۰ انتخاب گردد بایستی از نوعی اتصال دهنده (لوله فرعی به جمع کننده) سخت و با دوام استفاده شده و محل اتصال با کاربرد مواد مقاومی پوشانده گردد. برای اجتناب از عملکرد نامطلوب سامانه زهکشی در شرایطی که وضعیت توپوگرافی و آرایش لوله‌ها اجازه انتخاب شیب مناسب را نمی‌دهد، بایستی از لوله‌های زهکشی با قطر زیادتر و انواع فیلتردار استفاده بعمل آید.

- **شکل دادن کف ترانشه**

کف ترانشه زهکشی (زیرزمینی) بایستی بنحوی شکل داده شود که در حدود یک چهارم (و یا بیشتر) اندازه محیط لوله (سطح جانبی) بروی زمین یا خاک کف ترانشه استقرار یابد. ماشین‌های ترانشه‌بردار بطور خودکار کف ترانشه را بنحو مطلوبی شکل می‌دهند که این عمل در واقع بخشی از عملیات حفاری ماشین ترانشه بردار می‌باشد. زنبه‌های[1] بیل مکانیکی[2] را نیز می‌توان بگونه‌ای تغییر کاربری داد که قادر به شکل دادن مناسب کف ترانشه‌ها باشند. هرگاه در نظر باشد که لوله‌های زهکشی زیرزمینی را در مناطقی که خاک آن غیر پایدار (ریزشی و یا مستعد نشست) است، نصب گردند یک نوع از انواع مواد (مصالح) زیر بایستی در کف ترانشه برای حفاظت و نگهداری لوله‌های زهکشی بکار برده شود:

– خاک پایدار

– سنگ (صخره) خورد شده[3]

– بسترسازی کف ترانشه با استفاده از شن و ماسه

برای لوله‌های پلاستیکی موجدار (CPP) نوعی بخصوص شیار[4] در کف ترانشه در شرایطی که کاربرد مواد پوششی معدنی (شن و ماسه) مورد نظر نباشد، بایستی ایجاد گردد. سطح مقطع (شکل) این شیار می‌تواند نیم دایره، ذوزنقه‌ای و یا مثلثی (V شکل) با زاویه بین دو ضلع ۹۰ درجه (قائمه) باشد. شیار مثلثی (V شکل) با زاویه بین دو ضلع ۹۰ درجه بایستی دارای عمق کافی برای استقرار لوله‌هایی با اقطار ۷۵ تا ۱۵۰ میلیمتر باشد. به هر حال هرگاه استقرار لوله‌های زهکشی زیرزمینی مقرر است در شیب‌های تند (طولی) بانجام رسد، کف ترانشه بایستی به گونه‌ای شکل داده شود که لوله به خوبی در درون خاک کف ترانشه قرار گیرد.

همانگونه که در بالا بیان شد در شرایطی شیار محل استقرار لوله‌های موجدار (خرطومی) در کف ترانشه را بصورت مثلث متساوی‌الساقین با زاویه بین دو ضلع ۹۰ درجه (قائمه) و بشکل وی (V) ایجاد می‌نمایند. در جدول زیر ابعاد یک شیار مثلثی (V شکل) با زاویه بین دو ضلع ۹۰ درجه که برای استقرار لوله‌های زهکشی موجدار (خرطومی) مناسب می‌باشد، ارایه شده است.

omoorepeyman.ir

1- Buckets.
2- Backhoe.
3- Crushed Rock.
4- Groove.

جدول (٤-۳۰)- ابعاد یک شیار مثلثی (V شکل با زاویه بین دو ضلع ۹۰ درجه) برای استقرار لوله پلاستیکی موجدار (CPP) در کف ترانشه

ردیف	قطر خارجی لوله [D] (میلیمتر)	شعاع خارجی لوله $[R = \frac{D}{۲}]$ (میلیمتر)	X [۰/۷۰۷ R] (میلیمتر)	Y [۰/۲۹۳ R] (میلیمتر)	Z [۰/٤١٤٠ R] (میلیمتر)
۱	۷۵	۳۷/۵	۲۶/۵۱	۱۰/۹۱	۱۵/۵۲
۲	۱۰۰	۵۰/۰	۳۵/۳۵	۱۴/۶۵	۲۰/۷۰
۳	۱۲۵	۶۲/۵	۴۴/۱۹	۱۸/۳۱	۲۵/۸۷
۴	۱۵۰	۷۵/۰	۵۳/۰۲	۲۱/۹۷	۳۱/۰۵

* ارقام متن جدول اولیه برحسب اینچ بوده که بصورت میلیمتر تبدیل شده است.

** مقادیر ارایه شده در جدول بر مبنای قطر لوله‌های شاخص می‌باشند، که فرض گردیده حدود ۲۰٪ از قطر داخلی همان لوله بزرگتر است.

در جدول (۴-۳۰) علائم بکار گرفته دارای معانی زیر می‌باشند:

X= فاصله مرکز لوله تا سطح خاک درون ترانشه شیاربرداری نشده و یا فاصله مرکز لوله تا سطح ضلع افقی مثلث (V شکل که راس آن در پائین و قاعده آن هم سطح خاک کف ترانشه است).

Y= فاصله ضلع افقی مثلث (هم سطح خاک ترانشه شیاربرداری نشده) تا سطح خارجی لوله استقرار یافته در شیار.

Z= عمق یا فاصله (خالی) سطح خارجی لوله استقرار یافته در شیار تا راس زاویه بین دو ضلع مثلث (گودترین نقطه شیار حفر شده V شکل).

- **نصب کردن لوله‌های پلاستیکی موجدار**

ماشین‌های زهکشی ترانشه‌بردار و یا خیش زهکشی برای نصب اغلب لوله‌های پلاستیکی موجدار بکار گرفته می‌شوند. هرگونه کشیدگی که به این قبیل لوله‌ها تحمیل (وارد) گردد، موجب کاهش استحکام لوله و یا باز شدگی بیشتر روزنه‌ها (یا شیارها) که بروی سطح جانبی آنها ایجاد گردیده، خواهد شد که این مورد مطلوب نمی‌باشد. مقدار کشیدگی (طولی) که در فرآیند نصب لوله پیش می‌آید، مرتبط با درجه حرارت (دمای) لوله پلاستیکی موجدار در زمان استقرار (نصب)، مقدار و مدت اثر نیروی درگ[1] که در فرایند تغذیه لوله بوسیله تجهیزات مربوطه اعمال می‌گردد و همین طور استحکام کششی لوله مصرفی دارد. هرچند برای کلیه لوله‌های پلاستیکی موجدار با قطرهای متفاوت استفاده از تغذیه کننده (لوله) موتوری توصیه گردیده است. پدیده کشیدگی که بطور معمول بصورت درصد طول بیان می‌گردد در این مورد نبایستی از ۵٪ تجاوز نماید.

- **کاربرد مواد پوششی در اطراف لوله‌های زهکشی در درون ترانشه**

واقعیت امر آن است که کاربرد (مصرف) فیلتر و مواد پوششی حتی با کیفیت بسیار مرغوب نمی‌تواند رافع معایب نصب نامطلوب لوله‌های زهکشی زیرزمینی بخصوص در شرایطی که خاک ریز دانه، دارای ساختمان ضعیف و بطور اخص اگر در شرایط اشباع باشد، گردد. کارایی مناسب مصرف مواد پوششی در شرایطی حاصل می‌گردد که خاک دارای شرایط فیزیکی مطلوبی در زمان نصب زهکشهای زیرزمینی (لوله‌ای) باشد.

omoorepeyman.ir

1- Drag.

بطور معمول شرایط مرطوبی بودن خاک می‌تواند برروی ساختمان آن اثرات نامطلوب برجای بگذارد. بدین دلیل تخریب ساختمان خاک که در فرایند عملیات ترانشه برداری برای نصب لوله‌های زهکشی پیش می‌آید، می‌تواند تأثیرات نامطلوب بروی عملکرد سامانه زهکشی بگذارد. این پدیده موجب می‌گردد که مسئله گرفتگی‌های معدنی فیلتر و مواد پوششی و حتی لوله‌های زهکشی زیرزمینی تسریع شده و موجب کاهش (تقلیل) هدایت هیدرولیکی خاک محدوده عملیاتی نیز گردد. فیلتر و مواد پوششی سنگریزه‌ای کمتر در معرض شرایط نامناسب نصب و کاربرد قرار دارند. لیکن بهرحال این نوع مواد نیز ممکن است در شرایط نامناسب کاربرد و مصرف موارد عدم کارایی مطلوب را حاصل نمایند. فیلترها و مواد پوششی زمین بافت (ژئوتکستایل[1]) بطور معمول از قبل به دور لوله‌های مورد نظر زهکشی پیچیده شده است (لفاف پیچی شده) و دارای استحکام کافی در برابر تنش‌های مربوطه در هنگام نصب می‌باشند، بدین دلیل توجهات خاص بایستی معطوف به حفظ ویژگی‌های هیدرولیکی آنها (این قبیل لوله‌ها) باشد.

شرایط بسیار مطلوب (دلخواه یا ایده‌ال) آن است که عملیات نصب زهکش‌های زیرزمینی در حالتی که خاک اشباع نیست بانجام رسد. در شرایطی که خاک دارای سطح ایستابی کم عمق باشد که نتوان آن را قبل از نصب زهکش‌ها تعمیق نمود. کلیه تمهیدات لازم باید معطوف به حفظ ساختمان خاک (موجود) و جلوگیری از ریزش دیواره‌های ترانشه گردد. تنظیم سرعت پیشروی (کار) ماشین‌های نصب زهکشی ممکن است منجر به محدود نمودن تخریب ساختمان خاک شود. در این مورد می‌توان با وارسی مواد حفاری شده (خاک درون ترانشه)، سرعت مناسب را برای ماشین(های) مربوطه زهکشی تعیین (تنظیم) نمود. ماشین(های) زهکشی بایستی با آن چنان سرعتی حرکت نمایند که از تخریب ساختمان خاک درون ترانشه و واریختن مواد گل و لای حفاری شده بدرون ترانشه جلوگیری بعمل آید. واریختن خاک به درون ترانشه در شرایطی که بلافاصله لیکن بصورت متناوب بانجام رسد می‌تواند از ریزش دیواره‌های ترانشه تا حدودی ممانعت بعمل آورد.

خیش‌های زهکشی بنحوی طراحی و توسعه یافته است که قادر به نصب لوله‌های زهکشی زیرزمینی بهمراه فیلترهای مصنوعی (سنتر) و مواد پوششی سنگریزه‌ای می‌باشند. خیش‌های (ماشین‌های بدون ترانشه‌برداری) در شرایط کاربرد قادر به جلوگیری از بروز مشکلات متعددی که در صورت کاربرد ماشین‌های زهکشی ترانشه‌بردار و یا استفاده از بیل مکانیکی برای اهداف حفاری و نصب زهکش‌های زیرزمینی حاصل می‌گردد، باشند. هرچند خیش‌های زهکشی (ماشین‌های بدون حفر ترانشه) نیز به نوبه خود دارای مسائل و مشکلات شاخصی هستند که از آن جمله می‌توان به محدودیت عمق نصب (عمق کم)، امکان جای‌گذاری لوله‌های کم قطر و هم چنین ایجاد حالت فشردگی (تراکم) را با توجه به نوع بافت و رطوبت خاک بر شمرد. بعلاوه کاربرد این قبیل ماشین‌ها در خاکهای سنگ قلوه‌دار و یا صخره‌ای نیز مورد تعمق است.

- **خروجی‌های سامانه زهکشی زیرزمینی**

– ویژگی‌های مطلوب خروجی‌ها برای زهکشهای زیرزمینی

اهمیت ویژگی‌های مطلوب خروجی‌ها برای عملیات زهکشی زیرزمینی اراضی در محدوده‌های مورد نظر بدان دلیل است که درصد قابل توجهی از عدم موفقیت سامانه‌های زهکشی (زیرزمینی) مربوط به انتخاب خروجی نادرست برای سامانه‌های زهکشی مربوطه بوده است. خروجی مطلوب سامانه زهکشی بایستی دارای ویژگی‌های زیر باشد:

الف– خروجی و جریان آزاد را با حداقل هزینه‌های نگهداری فراهم آورد.

ب – مقادیر دبی تخلیه را بدون ایجاد موارد فرسایش و یا صدمه به لوله‌های زهکشی انتقال و دفع نماید.

1- Geotextile.

omoorepeyman.ir

پ- عاری از جانوران کوچک و بخصوص جوندگان زیان‌آور باشد.

ت- بخش انتهای لوله‌های زهکشی را که به آن وارد می‌شوند، در مقابل صدمات ناشی از پایکوب شدن بوسیله چارپایان، هم چنین پدیده‌های جدی یخ زدگی و ذوب آن مصون باشد.

ث- از ورود جریانهای سیلابی حداقل به مدت چند ساعت ممانعت بعمل آورد.

- انواع خروجی‌های متداول و مرسوم برای زهکشهای زیرزمینی

دو نوع خروجی برای سیستم‌های زهکشی زیرزمینی وجود دارد که عبارتند از : خروجی‌های ثقلی و پمپاژ زه‌آبهای حاصل از عملیات زهکشی اراضی محدوده موردنظر.

خروجی غیرثقلی (پمپاژ) در شرایطی کاربرد دارد که سطح آب در محل خروجی (آبراهه‌های طبیعی و سایر مجاری انتقال آب) بالاتر از محل خروجی زهکشهای زیرزمینی طی ایام قابل توجهی از دوره بهره‌برداری در طول سال باشد و یا اینکه بطور کلی رقوم ارتفاعی کف آبراهه یا مسیر مورد نظر مرتفع‌تر از خروجی زهکشهای زیرزمینی باشد.

خروجی‌های نوع ثقلی که کاربرد آن متداول‌تر است مشتمل بر آبراهه‌های طبیعی یا ساخته شده و چاههای تخلیه زه‌آبها می‌باشند. نهرچه‌های خروجی بایستی ظرفیت لازم برای انتقال رواناب سطحی و زه‌آبهای حاصل از زهکشی زیرزمینی محدوده موردنظر را دارا باشد. در شرایطی که سامانه زهکش‌های زیرزمینی به خروجی لوله‌ای دیگری (جمع کننده) تخلیه می‌گردد، زهکش زیرزمینی دریافت کننده زه‌آبهای حاصله بایستی ظرفیت لازم و کافی را برای انتقال کل میزان دبی تخلیه داشته باشد.

برای اتصال لوله‌های زهکشی زیرزمینی به کانالها یا نهرچه‌های باز زهکشی، بخش ابتدایی لوله‌های زهکشی زیرزمینی بایستی به لوله‌های سخت یا فلزی تبدیل گردد و در محل خروجی لوله‌ها و تخلیه آن به کانالهای باز زهکشی تعبیه نوعی شبکه فلزی (توری) و یا دریچه یکطرفه[1] برای جلوگیری از ورود جانوران کوچک بخصوص جوندگان و عدم برگشت آب به درون لوله‌های زهکشی در اوقات پرآبی یا مرطوبی توصیه می‌شود. هرگاه احتمال ورود جریانهای طغیانی یا سیلابی بدرون زهکشهای زیرزمینی در مزرعه وجود داشته و یا موجب پس زدگی جریانهای خروجی گردد، نصب یکعدد دریچه خودکار (جزر و مدی) بجای دریچه یکطرفه بایستی مورد توجه قرار گیرد. کف لوله زهکشی خروجی که به کانال یا نهرچه باز تخلیه می‌گردد بایستی حداقل ۰/۲ متر از ارتفاع عادی سطح آب در محل خروجی بالاتر باشد. طول بخش ابتدایی (لوله سخت یا فلزی) نبایستی بیشتر از ۵/۰ متر در نظر گرفته شود. قطر این لوله‌ها بایستی مشابه و یا بزرگتر از قطر لوله‌های زهکشی زیرزمینی باشد. در محل اتصال لوله فلزی به کانال زهکشی ایجاد یکعدد طوقه بتونی[2] توصیه می‌گردد. در برخی موارد ممکن است ایجاد آبشار قائم یا سایر سازه‌های پایدار کننده خروجی‌ها نیز ضروری باشد.

خروجی‌های قائم زهکشی چاههایی می‌باشند که در درون سازندهای متخلخل زیرسطح خاک و یا در تشکیلات صخره‌ای طبقات زیرین احداث می‌شوند. وجود طبقات مناسب از جمله شرایط و حالت‌های استثنائی و نامتعارف است.

• موارد نظارت و بازدید در دوره ساخت

در مراحل اجرای سامانه زهکشی، امور اجرایی در مزرعه بایستی بطور منظم مورد بازدید و نظارت " کارشناس با تجربه" قرار داشته باشد، برخی دلایل ضروری برای "بازدید و نظارت کارشناسی" را می‌توان به شرح زیر خلاصه نمود.

1 - Flape Gate.
2 - Concrete Collar.

omoorepeyman.ir

– حصول اطمینان از اینکه مشخصات فنی تعیین شده مورد توجه و اقدام قرار می‌گیرد.

– اعاده طریق برای رفع شرایط غیرمتعارف که در فرآیند اجرا ممکن است پیش آید.

– کنترل کیفی سازه‌ها و مواد مصرفی بخصوص لوله‌های زهکشی و مواد پوششی مورد استفاده.

– اجرای امور مربوطه بوسیله افراد مجرب، بخصوص برای تعیین و اجرای مسیر مناسب خطوط زهکشی که بایستی حتی‌المقدور مستقیم و با شیب‌های طراحی شده اجرا گردد و رعایت مقادیر رواداری مجاز برابر با نصف قطر داخلی لوله‌های زهکشی مزرعه‌ای و کاربرد اتصالات و تجهیزات مناسب.

– اعمال دقت مضاعف درخصوص واریختن خاک به درون ترانشه و متراکم نمودن مطلوب خاکهای واریخته.

– ارایه پیشنهادهای لازم در مورد تعدیل و یا انجام بعضی توصیه‌های اضافی که موجب تطویل برنامه عملیات اجرایی نگردد که البته این موضوع بایستی بوسیله "کارشناس بسیار با تجربه" بانجام رسد.

موارد بیان شده باید مشتمل بر کلیه جوانب امور یعنی "کنترلهای کیفی و کمی" باشد. هر دو مورد بیان گردیده، لازم است بطور مرتب در مرحله ساخت و عملیات اجرایی مورد توجه قرار گیرد تا به محض بروز "مشکل" نسبت به ارایه راه‌کارهای لازم برای رفع یا تعدیل آن اقدام مقتضی و بموقع بانجام رسد.

٤-۷-۱۱- موارد مرتبط با عملیات نگهداری

نوع برنامه مشخص (معین) عملیات اجرایی نگهداری بایستی در زمان طراحی سامانه زهکشی با بهره‌برداران مورد توافق قرار گیرد زیرا روشهای عملیاتی نگهداری می‌تواند بطور اصولی بروی نوع طرح مورد نظر تأثیرگذار باشد. یک برنامه عملیاتی نگهداری مطلوب بایستی مشتمل بر انواع عملیات لازم به اجرا و هم چنین زمان مناسب برای انجام عملیات در طول سال و بخصوص ایام مشخصی باشد که اجرای عملیات در آن ایام امکان‌پذیر می‌باشد.

موارد نگهداری، نقش اصولی در دوام و عملکرد مطلوب شبکه زهکشی زیرزمینی (عمقی) در درازمدت دارد. بازرسی‌های منظم، ارزیابی نتایج عملکرد زهکش‌های زیرزمینی و برنامه‌ریزی‌های سنجیده برای عملیات نگهداری، سرمایه‌گذاری‌های انجام شده در زمینه احداث سامانه‌های زهکشی زیرزمینی را تضمین می‌نماید. سازه‌ها، ابزارهای بازدید و اندازه‌گیری که برای سامانه‌های زهکشی زیرزمینی ساخته شده و یا مورد استفاده قرار می‌گیرد، بهره‌برداران را قادر به بازرسی صحیح و قضاوت در مورد مؤثر بودن عملیات نگهداری زهکش‌های زیرزمینی می‌نمایند که می‌توان از طریق لوله خروجی، چاهک بازبینی و آدم‌رو و یا ساختمانهای مخصوص بازرسی و حفاظتی آنها (تجهیزات) را وارد لوله‌های زهکشی زیرزمینی نمود. بطور طبیعی هرگاه مورد مبهمی وجود داشته باشد، آخرین راه‌حل بازرسی، حفاری مجدد و شکافتن خط زهکش زیرزمینی است. نصب شبکه چاهکهای مشاهده‌ای برای یافتن مکان‌هایی دارای مشکل، می‌تواند کمک مؤثری نماید. بطور اصولی از این قبیل چاهکها می‌توان برای پایش[1] درازمدت چگونگی عملکرد شبکه زهکشی و اهداف پژوهشی نیز استفاده نمود.

در یک شبکه زهکشی زیرزمینی (عمقی) که به خوبی طراحی شده باشد، دو نمایه اصلی می‌تواند در شناسایی عامل بروز مشکل زهکشی بازرسی کنندگان را راهنمایی نماید. این شاخص‌ها شامل رشد ضعیف گیاهان زراعی در برخی از قسمتهای مزرعه و ماندابی بودن بخش‌هائی از

1- Monitoring.

omoorepeyman.ir

اراضی در مقایسه با سایر قسمت‌ها است. تشخیص عدم کارآیی مطلوب سامانه زهکشی زیرزمینی در مراحل اولیه از اهمیت زیادی برخوردار است. این مشکل بایستی قبل از آنکه به گیاهان زراعی مورد عمل و یا خاک مزرعه صدمه جدی برساند، برطرف شود. شستشوی زهکش‌های زیرزمینی راه‌کاری عملی و اقتصادی برای بهبود عملکرد مناسب زهکش‌های زیرزمینی محسوب می‌گردد.

- **جلوگیری از انسداد یا گرفتگی لوله‌ها بوسیله عوامل بیولوژیک و مواد معدنی**

عطف توجه به رهنمودهای مرتبط با عملیات نصب زهکش‌های زیرزمینی در عمق کم در مناطق مرطوب می‌تواند مشکلات ناشی از تشکیل و ترسیب گل آخرا[1] را به حداقل ممکن برساند.

– در مناطقی که پتانسیل (توانمندی) تشکیل گل آخرا در خاکهای آن وجود دارد، لوله‌های زهکشی زیرزمینی را نبایستی زیر سطح ایستابی نصب نمود و در صورت امکان عملیات نصب زهکش‌های زیرزمینی را بایستی در فصل (دوره) خشکی بانجام رسانید زیرا در این ایام سطح آب زیرزمینی در اعماق بطور نسبی عمیقی است که بدین دلیل عنصر آهن (Fe) در خاک در حالت غیرمحلول می‌باشد و به علت فراهم بودن شرایط حصول پایداری زهکش و خاکهای اطراف آن (لوله‌ها) احتمال بروز و تشکیل گل آخرا به حداقل ممکن کاهش و از بروز مشکل جدی جلوگیری بعمل می‌آید.

– لوله‌های زهکشی زیرزمینی بایستی بطور مستقیم به نهرچه‌های روباز تخلیه گردند و حتی‌المقدور از کاربرد لوله‌های زهکشی زیرزمینی جمع کننده بایستی اجتناب نموده و هرگاه بخش کوچکی از اراضی منطقه عملیاتی (زهکشی) از نظر تولید گل آخرا مسئله‌ساز باشد این مشکل در صورت رعایت آنچه بیان گردد فقط به یک خط لوله زهکشی زیرزمینی منتهی خواهد شد که در این شرایط تمیز نمودن یک خط لوله زهکشی آسان‌تر خواهد بود.

– مسئله گرفتگی لوله‌های زهکشی زیرزمینی بلافاصله و یا پس از مدت کوتاهی از پایان عملیات نصب بروز می‌نماید بدین دلیل بهتر آنست که عملیات تمیز نمودن لوله‌ها در اولین سال بهره‌برداری به مرحله اجرا درآید و از به تعویق انداختن این اقدام تا زمان گرفتگی لوله‌های زهکشی زیرزمینی خودداری شود. یکی از روشهای تمیز نمودن لوله‌های زهکشی زیرزمینی، تعبیه مجرای تهویه در بخش انتهای لوله‌های زهکشی زیرزمینی است که بدین ترتیب امکان تزریق (تغذیه) خط لوله زهکشی از بالادست بوسیله مقادیر لازم (زیاد) آب وجود خواهد داشت که می‌تواند موجب شستشوی محتوی درون لوله‌های زهکشی گردد. لیکن با کاربرد این روش امکان تمیز نمودن بخشهای فرورفته لوله‌های موجدار (خرطومی) زهکشی فراهم نمی‌باشد.

– استقرار زهکش‌های زیرزمینی در اعماق بطور نسبی کم و با فاصله نزدیک که بدین ترتیب میزان جریان آب در درون لوله‌ها مداوم نمی‌باشد (جریان تناوب) بطور معمول مشکل آفرین نیست. حتی اگر محدوده مورد زهکشی مستعد و پتانسیل تولید زیاد گل آخرا را نیز داشته باشد.

– نصب زهکش‌ها در خاکهای مارن[2] (آهک رس) در شرایط متعارف مشکلات کمی را به همراه دارد مگر آنکه لوله‌های زهکشی زیرزمینی در اعماق بطور نسبی زیاد نصب گردیده باشند.

– در مناطقی که مرطوب بوده و دارای پتانسیل تولید گل آخرا می‌باشند از پوشانیدن بخش فوقانی لوله‌های زهکشی زیرزمینی بوسیله خاک لایه سطحی و یا مواد آورگانیک (آلی) بایستی خودداری نمود.

omoorepeyman.ir

1- Ochre.
2- Marl.

• شستشو با فشار آب[1] (جت)

شستشوی زهکش‌های زیرزمینی (عمقی) یکی از روش‌های متداول و معمول برای نگهداری از زهکش‌های زیرزمینی است. تناوب (فراوانی) دفعات شستشوی لوله‌ها بستگی زیادی به شرایط محلی دارد بطوری که می‌تواند از چند بار در سال تا یک بار در هر ۲ یا ۳ سال متغیر باشد. شستشوی لوله‌های زهکشی با فشار آب (جت) به منظور رسوب‌زدایی مواد در درون لوله‌ها، خارج نمودن ریشه گیاهان، رفع گرفتگی‌های موضعی ایجاد شده بوسیله رسوبات، زدودن مواد ترسیب یافته شیمیایی تشکیل شده درون لوله‌ها و باز نمودن سوراخهای (درزها و یا روزنه‌ها) است که امکان بازگشایی آنها وجود دارد.

شستشو با فشار آب (جت) از بخش پایین دست لوله زهکش زیرزمینی بوسیله پمپ و یا دستگاهی که قادر به تأمین فشار آب است، صورت می‌گیرد. با فشار آب موجود در درون لوله‌ها، رسوبات معلق به بیرون رانده می‌شوند. بطور معمول دبی لازم بین ۳ تا ۴ لیتر در ثانیه برای این منظور توصیه شده است.

تجهیزات شستشو با فشار آب (جت) را می‌توان به صورت زیر تقسیم‌بندی نمود:

– تجهیزات با فشار زیاد، برای این نوع تجهیزات میزان فشار در محل پمپ بطور معمول بیشتر از ۶۰ بار است*.

– تجهیزات با فشار متوسط، برای این نوع تجهیزات میزان فشار در محل پمپ بطور معمول بین ۲۰ تا ۴۰ بار می‌باشد.

– تجهیزات با فشار کم، در این نوع تجهیزات میزان فشار در محل پمپ بایستی کمتر از ۲۰ بار باشد.

مقدار فشار در محل نازل به دلیل افت اصطکاک درون لوله لاستیکی شستشو دهنده تقریباً معادل ۵۰٪ فشار در محل پمپ می‌باشد. لوله مذکور بطور معمول لاستیک‌های تقویت شده‌ای هستند که حالت ارتجاعی داشته و میزان فشار (آب) تا ۱۰۰ بار را تحمل می‌نمایند و در انواعی دیگر که از جنس پلی‌اتیلن ساخته می‌شوند، می‌توانند میزان فشارهایی را در محدوده‌های ۳۵ تا ۵۰ بار را تحمل نمایند.

کاربرد جریان آب با فشار زیاد (جت) معادل ۸۰ تا ۱۲۰ اتمسفر، روشی مطمئن برای خارج نمودن رسوبات و ریشه درختان از درون لوله‌های زهکشی است. لوله‌های پلاستیکی با فشار زیاد و نازل جت از محل خروجی زهکش به درون لوله هدایت می‌گردد. ابتدای لوله لاستیکی دارای یک سوراخ به سمت جلو و ۳ تا ۶ سوراخ به سمت عقب[2] است که هر کدام ازاین سوراخها زاویه‌ای بین ۱۵ تا ۴۵ درجه با محور طولی لوله لاستیکی می‌سازند. لوله‌های زهکشی زیرزمینی تا طول ۲۰۰ متر می‌تواند به خوبی با این روش شستشو شوند. با استفاده از فشار آب (جت) امکان بهبود عملکرد مواد پوششی مصرفی نیز وجود دارد. بدین ترتیب که آب با فشار از درون سوراخهای (روزنه‌های) لوله‌های زهکشی خارج شده و موجب شستشوی مواد پوششی نیز می‌گردد. باید دقت لازم اعمال شود که لوله لاستیکی با فشار آب (جت) به طور یکنواخت در درون لوله‌ها حرکت نماید تا باعث صدمه زدن به لوله و مواد پوششی اطراف لوله‌های زهکشی نگردد.

روش کاربرد فشار کم تا متوسط که میزان آن در حدود ۲۰ اتمسفر است، به تدریج به عنوان رویه‌ای معمول و جاری در کشورهای اروپایی بکار گرفته شده است. مقادیر فشارهای متوسط برای راندن لوله لاستیکی به درون لوله‌های زهکشی کفایت نمی‌نماید بنابراین تجهیزات اضافی (جانبی) ساخته شده است تا عمل راندن لوله لاستیکی را به درون لوله امکان‌پذیر نماید. به دلیل این محدودیت، حداکثر طول لوله لاستیکی بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ متر می‌باشد. با کمک فشار آب (جت)، حتی رسوبات سخت لایه شده

1- Flushing.

* یک اتمسفر برابر با ۱/۰۱۳ بار و برعکس یک بار برابر با ۰/۹۸۷ اتمسفر بطور تقریبی می‌باشد. بنابراین در محاسبات با تقریب اندک این دو واحد را می‌توان مساوی فرض نمود.

2- Bachward Jets.

omoorepeyman.ir

(سیلت) را نیز می‌توان شستشو نمود. انتقال ذرات ماسه اقدام دشواری است. آب مورد نیاز برای شستشو و تمیز کردن لوله‌های زهکشی را می‌توان به وسیله مخزن تأمین آب قابل حمل و نقل و یا بطور مستقیم از طریق کانالها و نهرچه‌های روباز در مزرعه فراهم آورد.

هرگاه در منطقه مورد نظر با توجه به نوع خاک شرایط و پتانسیل رسوب گرفتگی وجود داشته باشد در این موارد لازم است برنامه‌ریزی‌های منظم سالیانه یا چند بار در سال برای عملیات رسوب‌زدایی لوله‌های زهکشی زیرزمینی پیش‌بینی شود. زمان مناسب رسوب‌زدایی ایامی است که رسوبات به صورت یکپارچه و سخت شده درآمده باشند در عمل ایام زمانی مطلوب بطور منطقی بین دو دوره خشک و مرطوبی سال است. نفوذ ریشه درختان به درون لوله‌ها باعث گرفتگی (انسداد) فیزیکی آنها می‌شود. بنابراین، در این خصوص باید عملیات شستشوی لوله‌های زهکشی در موقعی به انجام رسد که ریشه گیاهان هنوز خشبی و سخت نشده باشند.

• تمیز کردن شیمیایی(کاربرد محلولهای اسیدی)[1]

در مناطقی که مقدار زیادی ترکیبات آهن محلول (فرو یا Fe^{2+}) در آب زیرزمینی و یا تراوشات عمقی ناشی از عملیات آبیاری وجود داشته باشد. گرفتگی بیولوژیک زهکش‌ها مطرح می‌گردد. زیرا در این شرایط محیط مناسبی برای رشد و نمو سریع خزه‌ها و جلبک‌ها در درون لوله‌های زهکشی فراهم گردیده و توده‌های حجیمی تشکیل می‌شود که باعث انسداد لوله‌های زهکشی زیرزمینی می‌شوند. هم چنین در این موارد گل آخرا به صورت اکسید آهن (سه ظرفیتی Fe^{3+}) در لوله‌های زهکشی تشکیل و رسوب می‌نماید که از طریق رنگ رسوبات (قرمزی تا زرد) به سهولت قابل تشخیص است. اکسید آهن با استفاده از فشار آب و یا کاربرد مواد شیمیایی (محلول‌های اسیدی) قابل برطرف کردن می‌باشد*. بعضی پژوهشگران چگونگی حذف اکسیدهای آهن (رنگ قرمز تا زرد و قهوه‌ای روشن) و منگنز (رسوبات سیاه رنگ) را با استفاده از محلول اسید سولفوریک (H_2SO_4) در لوله‌های زهکشی زیرزمینی را تشریح نموده‌اند. این اسید از ترکیب دی اکسید گوگرد (SO_2) و آب (H_2O) در درون لوله‌های زهکشی ایجاد می‌شود. برای کاربرد این نوع اسید ضرورت دارد تا انتهای خروجی لوله‌های زهکشی بسته نگهداری شده (از طریق بستن چاهک کمکی) و سپس از بخش بالادستی لوله‌ها را با این ترکیبات (اسید یا ترکیبات مولد اسید) پر نموده و اجازه داده شود که اسید حاصله به مدت حدود ۴۸ ساعت در درون لوله زهکشی زیرزمینی باقی بماند و سپس تخلیه شود. پس از این مدت، اسید خنثی می‌گردد که در نتیجه کمترین آثار زیان‌آور زیست‌محیطی را خواهد داشت. در شرایطی لازم است که برنامه‌ریزی‌های دوره‌ای برای زدودن گل آخرا مورد نیاز باشد. هرگاه مسئله گل آخرا با وضعیت زهکشی ضعیف (داخلی) در نیمرخ خاک به دلیل گرفتگی موقت لوله‌های زهکشی زیرزمینی به همراه باشد با تمیز کردن لوله‌های زهکشی، گرفتگی‌های موجود قابل رفع است و هرگاه منشاء گل آخرا ترکیب شیمیایی آب زیرزمینی محل باشد تمیز نمودن ادواری آن کاملاً ضروری می‌باشد. بهرحال دقت مضاعف بایستی معطوف به این مهم باشد که زدودن گل آخرا در شرایطی که از نظر فیزیکی این ترکیبات بصورت نرم (ژله‌ای) می‌باشند به مراتب سهل‌تر از حالتی است که این قبیل ترکیبات بصورت بلور و یا کریستال درآمده باشند. بایستی متذکر گردد که استعانت از این روش در شرایط کاربرد فیلترهای مصنوعی (سنتز) توصیه نگردیده است.

1- Chemical Cleaning (Acid Solutions).

* گرفتگی‌های بیولوژیک بطور عمده بوسیله کاربرد مواد شیمیایی (محلول‌های اسیدی) قابل برطرف کردن می‌باشند.

• عملیات بهره‌برداری و نگهداری از سامانه زهکشی

اهداف توامان بهره‌برداری و نگهداری برای دستیابی به عملکرد (کارآمدی) مطلوب سامانه‌های زهکشی زیرزمینی از طریق اجرای مطلوب موارد زیر می‌تواند مورد انتظار باشد:

– مدنظر داشتن هدف از احداث سیستم زهکش زیرزمینی و بررسی منظم عملکرد سامانه و تجهیزات مربوط به آن.

– تهیه نقشه‌های بهره‌برداری و نگهداری برای انواع متعلقات مربوط به سامانه زهکشی در محدود ه واحدهای مورد بهره‌برداری و نگهداری.

– تهیه برنامه برای اجرای عملیات مربوط به بهره‌برداری و نگهداری بمنظور دستیابی به موارد کنترل منظم و دقیق از سامانه برای شناسایی بخش‌های خسارت دیده در مراحل اولیه ساخت و بهره‌برداری

– سازمان دهی واحدهای نگهداری و بهره‌برداری از سامانه زهکشی، بطوریکه بتوان بطور سریع مشکلات حاصله را بلافاصله پس از اطلاع رسانی بهره‌برداران مرتفع و مرمت نمود.

– تهیه و تدارک بعضی مواد، مصالح و قطعات یدکی لازم برمبنای برنامه‌ای منظم، برای اهداف بهره‌برداری و نگهداری از سامانه زهکشی زیرزمینی.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۵

اصلاح و بهسازی خاک و اراضی شالیزاری

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۵-۱- زراعت برنج در خاکهای شور و سدیمی

۵-۱-۱- طبقه بندی خاکهای متأثر از مشکلات شوری و سدیمی بودن

• **خاکهای شور**، که در آن هدایت الکتریکی (EC_e) عصاره اشباع خاک بیشتر از ۴/۰ دسی‌زیمنس برمتر، درصد سدیم تبادلی (ESP) کمتر از ۱۵/۰ و واکنش (pH) محلول خاک از ۸/۵ کمتر است. شوری به‌دلیل وجود مقادیر قابل ملاحظه نمکهای محلول در خاک تعریف شده است. [که این عامل از طریق اندازه‌گیری هدایت الکتریکی (EC)]، بانجام می‌رسد. یونهای سدیم (Na)، کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg)، کلر (Cl) و سولفات (SO_4) در خاکهای شور بعنوان یونهای غالب محسوب می‌گردند.

مشکل شوری خاکها را می‌توان فقط بوسیله عملیات آبشویی از طریق کاربرد آبهای مناسب و قابل دسترسی مرتفع نمود. به‌دلیل آنکه گیاه برنج دارای ریشه‌های کم عمق (اَفشان) می‌باشد، بنابراین لایه سطحی خاک (۲۰-۰ سانتیمتری) نیاز به آبشویی نمکهای محلول دارد. میزان مؤثر بودن عملیات آبشوئی مرتبط با متغیرهایی نظیر: مخارج اصلاحی، موجودیت آب مناسب و قابل مصرف، ویژگیهای فیزیکی و هیدرولیکی خاک و اراضی است. برای کاهش سطح شوری خاکهای مبتلابه، هدایت الکتریکی آب آبیاری (EC_w) بایستی کمتر از ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر باشد. در شرایطی که از آبهای با کیفیت بسیار مناسب بدین منظور (آبشوئی) استفاده بعمل می‌آید، میزان آب مورد نیاز برای کاهش مقدار مشخصی هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (EC_e) تا میزان مطلوب و مورد نظر (EC_c)را می‌توان از رابطه زیر برآورد نمود:

$$A_{iw} = A_{sat}[(EC_e / EC_c) + 1] \qquad (۱-۵)$$

که در آن :

A_{iw}، معرف میزان آب آبیاری مورد نیاز که بایستی در فرایند آبشویی بکار گرفته شود (میلیمتر).

A_{sat}، بیانگر مقدار آب خاک در شرایط اشباع می‌باشد (میلیمتر).

بعنوان مثال، برای کاهش (تعدیل) مقدار شوری اولیه (EC_e) برابر با ۱۶/۰ دسی‌زیمنس بر متر تا حد شوری مطلوب و مورد نظر یا نهایی (EC_c) معادل با ۴/۰ دسی‌زیمنس بر متر برای اصلاح لایه سطحی خاک به ضخامت ۲۰/۰ سانتیمتر برای نوعی خاک لومی رسی (که در آن A_{sat} = ۸۰-۹۰ میلیمتر برآورد می‌گردد) بطور تقریبی نیاز به کاربرد عمق (ارتفاع) آب آبیاری با کیفیت مناسب مساوی با ۴۰۰/۰ میلیمتر می‌باشد. پیش نیاز اجتناب‌ناپذیر آبشوئی خاکهای سنگین بافت (رسی) تعبیه زهکشهای زیرزمینی (لوله‌ای) است. مقادیر آب لازم برای کاهش میزان شوریهای اولیه عصاره اشباع خاک در جدول زیر ارایه شده است.

omoorepeyman.ir

جدول (۵-۱)- مقادیر آب لازم (A_{iw}، میلیمتر) برای کاهش میزان شوری های اولیه عصاره اشباع خاک (ECe) به مقدار مورد نظر (ECe=٤/٠dS/m) در لایه های مربوطه

ردیف	شوری اولیه عصاره اشباع خاک ECe(dS/m)	$[(EC_e/EC_c)+1]$	A_{sat} (میلیمتر)					
			ضخامت لایه خاک ۱۰ سانتیمتر			ضخامت لایه خاک ۲۰ سانتیمتر		
			۵۰	٤٥	٤٠	۱۰۰	۹۰	۸۰
۱	۸	۳	۱۵۰	۱۳۵	۱۲۰	۳۰۰	۲۷۰	۲۴۰
۲	۱۲	۴	۲۰۰	۱۸۰	۱۶۰	۴۰۰	۳۶۰	۳۲۰
۳	۱۶	۵	۲۵۰	۲۲۵	۲۰۰	۵۰۰	۴۵۰	۴۰۰
۴	۲۰	۶	۳۰۰	۲۷۰	۲۴۰	۶۰۰	۵۴۰	۴۸۰
۵	۲۴	۷	۳۵۰	۳۱۵	۲۸۰	۷۰۰	۶۳۰	۵۶۰
۶	۲۸	۸	۴۰۰	۳۶۰	۳۲۰	۸۰۰	۷۲۰	۶۴۰
۷	۳۲	۹	۴۵۰	۴۰۵	۳۶۰	۹۰۰	۸۱۰	۷۲۰

- **خاکهای شور و سدیمی،** که در آن هدایت الکتریکی (EC_e) عصاره اشباع خاک ۴/۰ دسی‌زیمنس برمتر (و یا بیشتر از آن)، درصد سدیم تبادلی (ESP) بیشتر از ۱۵/۰ و واکنش (pH) محلول خاک بطور تقریبی برابر با ۸/۵ می‌باشد.
- **خاکهای سدیمی،** که در آن هدایت الکتریکی (EC_e) عصاره اشباع خاک کمتر از ۴/۰ دسی‌زیمنس برمتر، درصد سدیم تبادلی (ESP) بیشتر از ۱۵/۰ و واکنش (pH) محلول خاک بیشتر از ۸/۵ ، هم چنین مقدار نسبت جذب سدیم (SAR) بیشتر از ۱۵/۰ میلی‌اکی‌والنت در لیتر به توان ۰/۵ است.

کاربرد گچ یا ژیپسم ($CaSO_4$) برای تعدیل یا کاهش میزان سدیم (Na) که خاک از آن اشباع شده است (ESP و نسبت Na:K) برای اصلاح این نوع خاکها ضرورت کامل دارد. به‌دلیل اثرات توامان فیزیکی و شیمیایی پیچیده در توده خاک، تعیین قطعی میزان گچ (ژیپسم) مورد نیاز اصلاح و بهسازی خاکهای سدیمی کار مشکلی است. مقدار کلسیم (Ca) موجود در گچ مورد نیاز برای کاهش درصد سدیم تبادلی (ESP) خاک تا حد مطلوب و مورد نظر را می‌توان از رابطه زیر برآورد نمود:

$$Ca = (ESP_o - ESP_d) \times CEC \times B \times D \times 20.0 \qquad (۲-۵)$$

که در آن :

Ca ، میزان کلسیم لازم که از طریق کاربرد گچ یا ژیپسم تأمین می‌گردد، (کیلوگرم در هکتار)

ESP_0 ، مقدار درصد سدیم تبادلی اولیه خاک

ESPd ، میزان درصد سدیم تبادلی مطلوب و مورد نظر خاک (بعنوان درصدی از CEC)

CEC، ظرفیت کاتیونهای تبادلی خاک ($Cmol\ c.k_g^{-1}$)

B ، جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتیمترمکعب)، و

D ، ضخامت لایه خاک که اصلاح آن مورد نظر است (متر)

omoorepeyman.ir

به عنوان مثال، در شرایطی که درصد سدیم تبادلی اولیه خاک برابر با ۳۰/۰ و در نظر باشد که مقدار آن به ۱۰/۰ درصد کاهش داده شود، هرگاه میزان ظرفیت تبادل کاتیونی خاک برابر با ۲۴/۰ میلی‌اکی‌والانت در یکصدگرم خاک خشک (و یا $\mathrm{Cmol\ c.K_g^{-1}}$)، جرم مخصوص ظاهری خاک ۱/۵ گرم بر سانتیمترمکعب و عمق اصلاحی خاک ۰/۲ متر باشد میزان کلسیم لازم (و خالص) برابر با ۲۸۸۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه می گردد که هرگاه تأمین آن از منبع گچ (ژیپسم) با درجه خلوص ۱۰۰/۰ درصد مورد نظر باشد، مقدار معادل آن برابر با ۱۲/۳۸۴ تن در هکتار خواهد بود.

مقادیر مواد شیمیایی مختلف اصلاح کننده خاکهای شور- سدیمی و سدیمی مناسب خاکهای شالیزاری در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول (۵-۲)- مقادیر مواد اصلاح کننده (گچ، گوگرد و اسید سولفوریک) لازم جهت اعماق متفاوت نیمرخ خاک برای جایگزینی با میزان مشخصی سدیم تبادلی، (تن در هکتار)*

میزان سدیم تبادلی (میلی اکی والانت در یکصدگرم خاک خشک)	گچ (ژیپسم)		گوگرد عنصری		اسید سولفوریک	
	۰-۱۰ سانتیمتری	۰-۲۰ سانتیمتری	۰-۱۰ سانتیمتری	۰-۲۰ سانتیمتری	۰-۱۰ سانتیمتری	۰-۲۰ سانتیمتری
۱	۱/۳۹	۲/۷۸	۰/۲۷	۰/۵۴	۰/۷۹	۱/۵۷
۲	۲/۷۸	۵/۵۶	۰/۵۴	۱/۰۸	۱/۵۸	۳/۱۶
۳	۴/۱۷	۸/۳۴	۰/۸۱	۱/۶۲	۲/۳۷	۴/۷۴
۴	۵/۵۶	۱۱/۱۲	۱/۰۸	۲/۱۶	۳/۱۶	۶/۳۲
۵	۶/۹۵	۱۳/۹۱	۱/۳۵	۲/۷۱	۳/۹۵	۷/۹۰
۶	۸/۳۴	۱۶/۶۸	۱/۶۲	۳/۲۴	۴/۷۴	۹/۴۸
۷	۹/۷۳	۱۹/۴۶	۱/۸۹	۳/۷۸	۵/۵۳	۱۱/۰۶
۸	۱۱/۱۲	۲۲/۲۴	۲/۱۶	۴/۳۲	۶/۳۲	۱۲/۶۴
۹	۱۲/۵۱	۲۵/۰۲	۲/۴۳	۴/۸۶	۷/۱۱	۱۴/۲۲
۱۰	۱۳/۹۱	۲۷/۸۲	۲/۷۱	۵/۴۰	۷/۹۰	۱۵/۸۰

* میزان جرم مخصوص ظاهری خاک برابر ۱/۵ تن (متریک) در مترمکعب منظور شده است.

** وزن خاک یک هکتار زمین به ضخامت‌های ۰/۱ و ۰/۲ متر به ترتیب برابر با $۱/۵\times۱۰^{۶}$ و $۳/۰\times۱۰^{۶}$ کیلوگرم منظور شده است.

۵-۱-۲- اثرات شوری بروی رشد و نمو در گیاه برنج

اثرات شوری ناشی از منابع خاک و آب (محلول خاک) را بروی گیاه برنج می‌توان به شرح زیر خلاصه نمود:

- اثرات اسمزی که موجب تنش آبی در گیاه می‌شود.
- اثرات مسمومیت‌های یونی، به‌دلیل جذب بیش از اندازهٔ یونهای سدیم (Na) و کلر (Cl).
- کاهش جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از قبیل پتاسیم (K) و کلسیم (Ca) که به‌دلیل شرایط آنتاگونیسمی[1] (اثر متقابل) بین این دو عنصر است.

علایم خسارات شوری (نمکها) در گیاه برنج بطور مقدماتی مرتبط با جذب اضافی سدیم (Na) می‌باشد که باعث مسمومیت گیاه می‌گردد. که این عامل مهمتر از بروز شرایط تنش آبی برای گیاه است. لیکن، جذب آب (تعرق[2]) در شرایط شوری زیاد کاهش

1 - Antagonistic.
2 - Transpiration.

omoorepeyman.ir

می‌یابد. هرچند گیاهان (از جمله برنج) قادرند با شرایط شوری خود را از طریق کاهش پتانسیل اسمزی سلولهای گیاهی تطبیق داده و مانع از دی‌هیدراسیون[1] اندامهای گیاهی شود. بهرحال سرعت رشد کاهش حاصل می‌نماید. اثرات آنتاگونیسمی جذب عناصر غذایی ممکن است بوقوع به پیوندد، که این عامل موجب بروز علایم کمبود مواد غذایی بخصوص پتاسیم (K) و کلسیم (Ca) در شرایطی که میزان سدیم (Na) در محلول خاک زیاد باشد، اتفاق می‌افتد. بعنوان مثال سدیم (Na) با جذب پتاسیم (K) در خاکهای سدیمی در حالتی که مقدار پتاسیم (K) به میزان متوسط تا زیاد باشد، آنتاگونیسم است، که در نتیجه آن در نسبت‌های زیاد سدیم به پتاسیم (Na:K) در گیاه برنج به وقوع می‌پیوندد و سرعت نقل و انتقال پتاسیم (K) را در اندامهای گیاهی کاهش می‌یابد.

سدیم (Na)، موجب کاهش جذب کلسیم (Ca) گردیده و باعث محدودیت در رشد رویشی ساقه(ها) گیاه برنج می‌گردد. افزایش شوری موجب کاهش فعالیت نیترات گردیده و در نتیجه آن میزان کلروفیل[2] و فتوسنتز گیاهی نقصان می‌یابد، میزان تنفس افزایش و مقدار ازت (N) نیز در گیاه افزایش حاصل می‌نماید، در شرایط شوری میزان پتاسیم (K) و کلسیم (Ca) کاهش می‌یابد، لیکن مقدار غلظت ازت نیتراته $(NO_3 - N)$ و سدیم (Na)، سولفور (S) و کلر (Cl) در بافتهای اندامهای گیاهی (بخصوص ساقه‌ها) افزایش حاصل می‌نماید. گیاه برنج در مرحله جوانه زدن به شوری مقاومت می‌نماید، لیکن در مراحل اولیه رشد رویشی (مرحله ۲-۱ برگی) به شوری بسیار حساس گردیده و دوباره در مرحله نشاءکاری و طویل شدن بوته‌ها به عامل شوری مقاومت نمودار می‌سازد. لیکن مجدداً در مرحله گل‌دهی به این عامل (شوری) حساس می‌شود.

۵-۱-۳- عوامل موثر در مقاومت گیاه برنج به شوری

فاکتورهای چندی در مقاومت گیاه به شوری مؤثر می‌باشد که از آن جمله موارد زیر را می‌توان نام برد:

- میزان تعرق و توانایی در تنظیم پتانسیل اسمزی به وسیله گیاه.

- تفاوت‌های حاصل در جذب عناصر غذایی در شرایط تنش سدیم (Na)، کولیتوارهای مقاوم نسبت سدیم به پتاسیم (Na:K) محدود (کمی) داشته زیرا میزان جذب پتاسیم قابل توجه است و بطور نسبی میزان کلسیم (Ca) در برگها بیشتر از کولیتوارهای حساس است.

- دفع موثر سدیم (Na) و کلر (Cl)، ارقام مقاوم به شوری برنج دارای مقادیر جذب کاهشی سدیم (Na) و کلر در مقایسه (Cl) با کولیتوارهای کمتر مقاوم به شوری می‌باشند.

- رشد رویشی سریع گیاه برنج، موجب رقیق شدن نمک در بافتهای گیاهی می‌گردد.

گیاه برنج در مرحله جوانه‌زنی به شرایط شوری مقاوم‌تر است، لیکن گیاه ممکن است در مرحله نشاءکاری، رشد گیاهچه‌های جوان و در مرحله گلدهی از تنش شوری متاثر شود. بنابراین ملاحظه می‌گردد که این مشکل کم و بیش در تمامی دوره رشد و نمو گیاه وجود خواهد داشت.

شوری مشکل اصلی در مناطقی (نواحی محلی) بخصوص در اراضی ساحلی پست و در نواحی غیرساحلی در اقالیم خشک و نیمه خشک محسوب می‌گردد که در این مناطق اراضی و خاکهای شور وجود دارد.

omoorepeyman.ir

1 - Dehydration.
2 - Chlorophyll.

ارقام مقاوم به شوری گیاه برنج وجود دارد، لیکن استفاده از این ارقام رافع و جایگزین لزوم اعمال مدیریت مناسب بر عملیات آب و آبیاری نمی‌تواند باشد. کارشناسان اصلاح نباتات توانایی تولید ارقام برنجی را که بطور افزایشی نسبت به شرایط شوری مقاوم باشند را ندارند. زیرا رقمی (واریته‌ای) که در یک سطح شوری نسبت به شوری مقاوم است، نمی‌تواند در شرایط افزایش میزان شوری که به‌دلیل عملیات مدیریتی (نامطلوب) آبیاری حاصل می‌گردد، را که در صورت عدم اصلاح عملیات مدیریتی آبیاری بوجود می‌آید، را ندارند. گیاه برنج بعنوان زراعتی مناسب برای برنامه‌های اصلاح خاک و اراضی در خاکهای شور و سدیمی می‌باشد. در خاکهای سدیمی، کشت و کار برنج منتج به دفع تجمعی مقدار قابل ملاحظه‌ای سدیم (Na) به‌دلیل حلالیت و تحرک یون کلسیم موجود در کربنات کلسیم ($CaCO_3$) می‌گردد. در خاکهای شور، اقدام به زراعت برنج موجب دفع نمکها بوسیله فرآیند آبشویی می‌شود، اعمال مدیریت بر موارد شوری و سدیمی بودن منابع فیزیکی تولید (خاک و آب) بایستی مشتمل بر مجموعه‌ای از اقدامات باشد.

۵-۱-٤- پتانسیل عملکرد گیاه برنج در شرایط شوری منابع تولید (آب و خاک)

برای زراعت برنج در خاکهای رسوبی، میزان شوری (هدایت الکتریکی، EC) در محلول خاک و یا در عصاره اشباع خاک (EC_e) اندازه‌گیری می‌گردد. برای زراعت برنج در اراضی مرتفع (Upland) این عامل بایستی در مقادیر ظرفیت زراعی (Fc) و یا کمتر از آن اندازه‌گیری شود، زیرا هدایت الکتریکی (EC) در محلول خاک بطور تقریبی دو برابر بیشتر از عصاره اشباع خاک می‌باشد. یک رابطه تقریبی برای برآورد کاهش عملکرد محصول در اثر خسارت ناشی از شوری را می‌توان به شرح زیر ارایه نمود:

$$Y = 100 - [12\,(EC_e - 3.0)] \qquad (۳-۵)$$

که در آن :

Y ، عملکرد نسبی محصول برحسب درصد می‌باشد.

– در هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (EC_e) کمتر از ۳/۰ دسی‌زیمنس بر متر ($dS.m^{-1}$) شرایط مطلوب برقرار است و هیچ گونه کاهشی در عملکرد محصول زراعت برنج متصور نیست.

– در هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (EC_e) بیشتر از ۴/۰ دسی‌زیمنس بر متر، مقادیر کمی از کاهش در عملکرد مورد انتظار است (۱۵/۰–۱۰٪)،

– در هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (EC_e) بیشتر از ۶/۰ دسی‌زیمنس بر متر، مقادیر متوسطی کاهش در عملکرد محصول متصور می‌باشد. (۵۰/۰–۲۰٪)،

– در هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (EC_e) بیشتر از ۱۰/۰ دسی‌زیمنس بر متر، بیش از ۵۰٪ کاهش در عملکرد محصول کولیتوارهای (Cultivars) حساس مورد انتظار است.

- **توجه :**

– اندازه‌گیری هدایت الکتریکی (EC) بعنوان شاخص شوری، اقدامی سریع و ساده است، لیکن مقدار (میزان) این عامل به تنهایی، بهرحال برای ارزیابی اثرات شوری بروی رشد گیاه (برنج) به دلیل آنکه غلظت نمکها در سطح ریشه (گیاه) می‌تواند به مراتب بیشتر از توده خاک باشد، کافی نیست. علاوه بر آن هدایت الکتریکی (EC) فقط بیانگر میزان (محتوی) مجموع نمکهای محلول است و معرف اجزاء (ترکیبات) آن نمی‌باشد. یونهای سدیم (Na) و بُر (B) نیز در این مورد بایستی مورد امعان نظر باشند. مقدار

omoorepeyman.ir

شوری می‌تواند به مقدار قابل ملاحظه‌ای در مزرعه، در بین دو فصل (زراعی و غیر زراعی) و حتی در محدوده یک مزرعه مشخص متفاوت باشد. میزان هدایت الکتریکی (EC) به تنهایی در موارد تفسیر بایستی با دقت مورد بررسی قرار گیرد مگر آنکه این ارقام معرف نمونه‌های خاک برداشت شده از سطح قطعه زراعی آن هم بصورت علمی و منطقی باشند.

– از مقدار هدایت الکتریکی (EC_e)، پتانسیل اسمزی عصاره اشباع خاک را می‌توان با استفاده از رابطه زیر برآورد نمود:

$$OP = EC_e \times 0.036 \qquad (۴-۵)$$

که در آن:

OP ، پتانسیل اسمزی برحسب مگاپاسکال (MPa) *

EC_e، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (دسی‌زیمنس بر متر)

– هرگاه نمونه خاک دارای مقادیر قابل ملاحظه‌ای گچ (ژیپسم) نباشد، میزان هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شده (EC) را می‌توان بصورت زیر به "هدایت الکتریکی محلول خاک" تبدیل نمود.

$$EC_e = 2.2 \times EC1:1 \qquad (۵-۵)$$

$$EC_e = 6.4 \times EC1:5 \qquad (۶-۵)$$

که در آن:

EC_e ، هدایت الکتریکی محلول خاک (دسی‌زیمنس بر متر)،

$EC_{۱:۱}$، هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شده در محلول ۱:۱ خاک به آب

$EC_{۱:۵}$، هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شده در محلول ۱:۵ آب به خاک.

رشد و نمو گیاه در خاکهای شور بطور عمده متأثر از میزان زیاد نمکهای محلول (NaCl) است که موجب مسمومیت، عدم توازن یونی و بهم خوردن بیلان آبی در گیاه می‌گردد. در خاکهای سدیمی، رشد گیاه بطور عمده تحت تأثیر میزان واکنش (pH) زیاد و قابل ملاحظه بودن غلظت آنیون بی‌کربنات ($HCO_۳$) می‌باشد.

دلایل قابل ذکر موجد شرایط شوری و سدیمی شدن خاکها را می‌توان بشرح زیر خلاصه نمود:

- نامناسب بودن عملیات آبیاری و یا عدم کفایت آب آبیاری کاربردی در فصل یا سال زراعی در شرایطی که میزان بارندگی کم باشد.
- تبخیر زیاد، در مناطق غیرساحلی (Upland) که بطور معمول میزان تبخیر بمراتب بیشتر از بارندگی (فصلی یا سالیانه) است، گرایش به شوری خاکها در اکثر شرایط با قلیائیت خاکها مرتبط است.
- خیز قابل ملاحظه سطح آب زیرزمینی با کیفیت غیرشور و یا با شوری‌های متفاوت.
- تداخل آب شور دریا با آبهای زیرزمینی (غیرشور) در مناطق ساحلی (مانند دلتای رودخانه‌ها و اراضی ساحلی).

به عنوان مثال گستره اراضی مبتلابه شوری خاک در جنوب و یا جنوب شرقی قاره آسیا، بطور عمده در امتداد سواحل و یا مناطق غیرساحلی (درون ناحیه‌ای یا منطقه‌ای) که در آن میزان تبخیر بطور قابل ملاحظه‌ای از مقدار بارندگی بیشتر است، یافت می‌گردند. خاکهای متأثر از مشکل شوری از نظر ویژه‌گیهای فیزیکی و شیمیایی بسیار متفاوت می‌باشند، لیکن بهرحال مشکل شوری همواره با

* هر مگاپاسکال (MPa)= با ۹/۸۷ اتمسفر (Atm) می‌باشد.

omoorepeyman

بروز علایم کمبود عناصر فسفر (P) و روی (Zn) بهمراه است، این در شرایطی است که بطور معمول در خاکهای شور "اسیدی سولفاته"، موارد مسمومیت عنصر آهن (Fe) نیز قابل ذکر می‌باشد.

۵-۱-۵- اثرات درصد سدیم تبادلی (ESP) برروی گیاه برنج

- درصد سدیم تبادلی (ESP)، در مقادیر کمتر از ۲۰٪ هیچ گونه کاهش معنی‌داری در عملکرد محصول متصور نیست.
- درصد سدیم تبادلی (ESP)، در محدوده‌های ۴۰-۲۰٪ مقادیر کمی کاهش درعملکرد محصول مورد انتظار می‌باشد (حدود ۱۰٪).
- درصد سدیم تبادلی (ESP) در کران بیش از ۸۰٪ ، ۵۰٪ کاهش عملکرد محصول متصور است.

۵-۱-٦- اثرات نسبت جذب سدیم (SAR)، کاتیونهای اندازه‌گیری شده در عصاره اشباع خاک

در مقادیر نسبت جذب سدیم (SAR)، بیشتر از ۱۵/۰ که معرف خاکهای سدیمی است، کاهش عملکرد محصول گیاه (زراعت برنج) بشرح کم و بیش مشابه با مورد درصد سدیم تبادلی (ESP) خاک خواهد بود.

۵-۱-۷- کیفیت آب آبیاری، از نظر کاربرد برای زراعت برنج

- در مقادیر واکنش (pH)، ۸/۴-۶/۵ و هدایت الکتریکی (EC_w) کمتر از ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر کیفیت آب آبیاری "بسیار مناسب" می‌باشد.
- در مقادیر واکنش (pH)، ۸/۴-۸/۰ و هدایت الکتریکی (EC_w) برابر ۲/۰-۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر کیفیت آب آبیاری "متوسط تا نامناسب" است.
- در مقادیر واکنش (pH)، بیشتر از ۸/۴ و هدایت الکتریکی (EC_w) بیشتر از ۲/۰ دسی‌زیمنس بر متر، کیفیت آب آبیاری برای زراعت برنج "نامناسب" می‌باشد.
- نسبت جذب سدیم (SAR)، کمتر از ۱۵/۰، کیفیت آب آبیاری "بسیار مناسب" است زیرا مقدار سدیم (Na) آن کم می‌باشد.
- نسبت جذب سدیم (SAR)، ۲۵/۰-۱۵/۰ کیفیت آب آبیاری "متوسط تا نامناسب" می‌باشد، به‌دلیل آنکه مقدار سدیم (Na) آن زیاد است.
- نسبت جذب سدیم (SAR)، بیشتر از ۲۵/۰، کیفیت آب آبیاری برای زراعت برنج "نامناسب" است، زیرا مقدار سدیم (Na) آن بسیار زیاد می‌باشد.

۵-۲- علل گرایش کیفیت اراضی شالیزاری به شوری و قلیائیت

۵-۲-۱- کلیات

بطور کلی، در اراضی ساحلی وجود و یا نفوذ آب از سطوح آبی شور (دریا، دریاچه و غیره...) و یا فرایند تبخیر سطحی رطوبت از نیمرخ خاکهای ماندابی و زهدار، حتی در آن قبیل اراضی که بطور مقدماتی دارای میزان شوری کمی بوده‌اند، از جمله علل عمومی گرایش کیفیت

omoorepeyman.ir

خاکها به شوری است. آبهای نفوذی در مناطق پر باران گاه نیز می‌تواند عامل مهم شوری خاکهای شالیزاری گردد. درحالیکه در نواحی خشک و نیمه خشک که میزان تبخیر به مراتب از مقدار ریزشهای آسمانی بیشتر است. عامل تبخیر و تغلیظ نمکها در نیمرخ خاکها عامل اصلی گرایش به شوری اراضی (از جمله اراضی شالیزاری) می‌باشد. در شرایطی نیز فرایندهای توامان نفوذ آب از سطوح آبی (حتی با شوری متوسط) و تبخیر سطحی همزمان عمل نموده و موجب نامطلوب شدن کیفیت خاکها را فراهم می‌آورد.

قلیائیت شدید اراضی که عامل زیان‌بار دیگری است، مرتبط با وجود یا تراکم نمکهای بی‌کربنات و کربنات سدیم در محلول خاک می‌باشد، تجمع این نمکها در نیمرخ و محلول خاک در بعضی شرایط معلول سرشار بودن آبهای زیرزمینی کم عمق از نمکهای گفته شده است که از طریق فرایند تبخیر به لایه‌های بالائی نیمرخ خاک انتقال می‌یابد. تراکم بیش از حد یونهای بی‌کربنات که در اثر تبخیر و تغلیظ نمکها حاصل می‌گردد موجب ترسیب نمکهای کربنات کلسیم و منیزیم گردیده و پیامد فرایند تبخیر باعث عدم تحرک بخشی از یونهای بی‌کربنات در خاک خواهد شد. لیکن در مقادیر زیاد بی‌کربنات که بنام "قلیائیت باقی مانده[1] " موسوم است، افزایش واکنش (pH) خاک حتی در صورتی که مقادیر نمک بی‌کربنات بمیزان کمی وجود داشته باشد، بوقوع می‌پیوندد. در خاکهای قلیائی شدید، نمکهای کربنات و بی‌کربنات سدیم بعنوان نمکهای غالب عمل نموده و یون سدیم (Na) در همتافت تبادلی خاک جایگزینی یونهای کلسیم (Ca) و منیزیم (Mg) می‌گردد که بدین دلیل خاکدانه‌های موجود بشدت گسیخته و پراکنده شده و شرایط نفوذناپذیری را برای نفوذ و تحرک آب به سطح و درون خاک فراهم می‌نماید.

شرایط قلیائیت شدن اراضی که به‌دلیل وجود "قلیائیت باقی‌مانده" بروز و توسعه می‌یابد به اراضی شالیزاری مناطق خشک و نیمه‌خشک محدود می‌گردد که از جمله دلایل موجودیت حالت قلیائیت باقی‌مانده در منابع آب سطحی و زیرزمینی بیشتر مرتبط با وفور و غالبیت صخره‌های گرانیتی در حوضه‌های آبخیز مناطق مربوطه است.

در اراضی باطلاقی، فرایند قلیائیت[2] (افزایش میزان واکنش یا pH) بیشتر مرتبط با فعالیت‌های میکروبی است که منجر به پدیده احیا، شدن سولفات می‌گردد که در این شرایط مواد آلی اکسیده گردیده و تشکیل بی‌کربنات را می‌دهد، ضمن آنکه سولفات به شکل گاز سولفید هیدروژن (H_2S) تغییر حالت حاصل می‌نماید.

چگونگی توسعه و تشکیل خاکهای مبتلا به "مسایل شوری و قلیائیت" در اراضی شالیزاری متفاوت است بطور مقدماتی می‌توان اینگونه خاکها را باتوجه به منشاء و گسترش آنها در مناطق مختلف بشرح زیر طبقه‌بندی نمود، هرچند علل موجد بروز و توسعه این نوع خاکها بصورت مجرد قابل تفکیک نبوده و شرایط تبدیلی، بینابینی و یا تلفیقی عوامل مؤثر می‌تواند بصورت موضعی و مقطعی متفاوت باشد.

- **شوری دریائی**[3] ، این قبیل اراضی از طریق نفوذ آب شوری دریا، بصور جریانهای سطحی و یا زیرزمینی بوجود می‌آیند.
- **شوری و قلیائیت درون جریانی**[4] ، این نوع اراضی به‌دلیل اثرات نفوذ جانبی آب زهکشهای منطقه که منتقل کننده نمکهای حاصل از هوادیدگی کریستالهای نمک و یا نمکهای محلول ناشی از حلالیت ترکیبات رسوبی بالادست اراضی شالیزاری است، حاصل می‌گردند.

omoorepeyman.ir

1 - Residual Alkalinity.
2 - Alkalinization.
3 - Marine Salinity
4 - Interflow.

• **شوری و قلیائیت آب زیرزمینی،** در اراضی پست یا زهدار معمولاً آب زیرزمینی در اعماق بطور نسبی کمی از سطح خاک قرار دارد که بدین ترتیب فرایندهای تبخیر و یا خیزموئینگی می‌تواند موجب تراکم و تجمع نمکها در لایه‌های سطحی نیمرخ خاکها گردد.

• **شوری و قلیائیت آبهای سطحی،** آبهای مازاد و یا رطوبت زیاد خاکها که به‌دلیل جریانهای سیلابی و یا طغیانی رودخانه‌ها و یا اعمال عملیات آبیاری بی‌رویه حاصل می‌گردند به‌دلیل نفوذپذیری کم خاکها و یا فرآیند سریع تبخیر فرصت خروج بصورت نفوذ عمقی (زهکشی طبیعی) را نداشته در نتیجه موجب گرایش به شوری و قلیائیت اراضی مربوطه را فراهم آورد.

۵-۲-۲- ضرورت کنترل شوری در اراضی شالیزاری

عامل اصلی شوری در اراضی شالیزاری نمک کلرور سدیم (NaCl) می‌باشد، هر چند نمک سولفات سدیم (Na_2SO_4) نیز بصورت موضعی در بعضی مناطق به میزان زیاد و زیان‌آوری یافت می‌گردد. غلظت زیاد نمکهای محلول کلسیم و منیزیم در ارتباط با زراعت برنج مسئله‌ساز نمی‌باشند زیرا تراکم این‌گونه نمکها بطور عمده در خاکهای مناطق بسیار خشک است که بطور معمول در این قبیل نواحی زراعت برنج کمتر مورد عمل قرار می‌گیرد.

طبق بررسیهای به انجام رسیده، تأخیر در جذب آب و مواد غذایی بوسیله گیاه برنج و در شرایط کشت مستغرق، به‌دلیل تراکم میزان کلرور سدیم به ترتیب اهمیت عبارتند از: آب، پتاسیم، فسفر، اکسیژن و ازت آمونیاکی. بدین ترتیب ملاحظه می‌گردد که در شرایط مذکور، کاهش جذب آب (H_2O) بوسیله ریشه گیاه قابل ملاحظه است ضمن آنکه پژوهشهای انجام یافته نشان می‌دهد، وجود و وفور نمک کلرور سدیم بیش از حد مجاز بطور مستقیم موجب اختلال در امر تنفس گیاه نگردیده، بلکه ضمن متاثر نمودن بخشهای اصلی اندامهای گیاهی (ریشه و آسمانه[1]) موجب بروز و توسعه نوعی "خشکی فیزیولوژیکی" می‌گردد که به‌دلیل عدم امکان جذب آب بوسیله ریشه گیاه و فرایند تعرق[2] است. لیکن عدم جذب پتاسیم احتمالاً به‌دلیل اثر متقابل[3] بین این عنصر و یون سدیم (Na) می‌باشد. درخصوص کاهش میزان جذب سایر عناصر در مقادیر شوری ناشی از کلرور سدیم نیز استنباطهای علمی متفاوتی وجود دارد که باستناد آنها می‌توان نتیجه گرفت، اثرات زیان‌بار این نمک بطور عمده فیزیولوژیکی بود، و بدین دلیل موجب اختلال در جذب عناصر و مواد غذایی مورد نیاز گیاه می‌گردد.

بطورکلی، برنج بعنوان گیاهی نسبتاً مقاوم (MT) به شوری شناخته می‌شود، بطوریکه مقادیر کاهش عملکرد محصول در شوریهای ۳/۰، ۳/۸، ۵/۱ و ۷/۲ دسی‌زیمنس برمتر (dS/m) به ترتیب مترادف با صفر، ۱۰، ۲۵ و ۵۰٪ می‌باشد و رشد این گیاه در میزان شوری ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر در عصاره اشباع خاک متوقف می‌گردد. علاوه بر آن میزان مقاومت گیاه به شوری به نوع رقم یا واریته مورد عمل نیز بستگی دارد بطوریکه بعضی ارقام مقاومت بیشتری نسبت به ارقام دیگر را نمودار می‌سازند، لیکن هیچکدام از واریته و یا ارقام مقاوم آن، قادر به تحمل شوری در مقایسه با سایر گیاهان زراعی مورد عمل در مناطق خشک و اراضی متأثر از شوری زیاد نمی‌باشند. بطوریکه قبلاً متذکر گردید بیشترین خسارت ناشی از شوری در زراعت برنج مرتبط با نمک کلرور سدیم است و تراکم نمک سولفات سدیم در خاک کمتر موجب صدمه جدی (مسمومیت) به گیاه و عملکرد محصول آن می‌گردد. بررسیهای بانجام رسیده نشان می‌دهد که میزان مقاومت به

1 - Canapy.
2 - Transpiration.
3 - Antagonism.

omoorepeyman.ir

شوری گیاه طی مراحل مختلف رشد رویشی[1] و زایشی[2] آن تغییر حاصل می‌نماید، بطوریکه گیاه در مرحله جوانه زدن به شوری مقاوم، لیکن گیاهچه‌های جوان تا هفته چهارم به شوری حساس می‌باشند، خسارت ناشی از شوری به گیاه برنج طی دورهٔ نشاءکاری به‌دلیل حساسیت گیاهچه‌ها (نشاءها) افزایش می‌یابد و مجدداً در دوره پنجه زدن مقاومت آن نسبت به شوری افزایش حاصل می‌کند، و بار دیگر طی مرحله گل‌دهی، گیاه نسبت به شوری (آب خاک) حساس گردیده و این حساسیت در دوره رسیدن محصول دوباره کاهش می‌یابد. نکته قابل ذکر آنست که گیاه برنج در یک میزان مشخص شوری، در تراکم زیاد نور و مقادیر رطوبت نسبی کم هوا به مسئله شوری حساسیت بیشتری نمودار می‌سازد. این گیاه قادر است در سطح شوری معینی، در فصول مرطوبی نسبت به فصول خشک مقاومت بیشتری را نمایان سازد.

شرایط قلیائیت زیاد که به‌دلیل تراکم بیش از حد نمکهای "بیکربنات و کربنات سدیم" بوجود می‌آید نیز موجب ایجاد خسارت به گیاه برنج می‌گردد، هرچند عوامل متعددی در کاهش عملکرد آن مؤثر می‌باشند، لیکن در مقادیر واکنش (pH) قلیائی کمبود روی (Zn) در گیاه ظاهر می‌گردد، علاوه برآن بالا بودن میزان بیکربنات در محلول خاک می‌تواند موجب ترسیب کلسیم بصورت نمک کربنات کلسیم ($CaCo_3$) گردیده و موجب کمبود کلسیم (Ca) در گیاه گردد. کمبود عنصر پتاسیم (K) و کاهش قابلیت دسترسی گیاه به سایر عناصر مورد نیاز نیز می‌تواند عامل دیگری در جهت کاهش عملکرد محصول برنج گردد. کمبود آهن (Fe) در شرایط غرقاب متناوب زراعت برنج در اراضی سدیمی نیز گزارش شده است.

خاکهای شدیداً سدیمی, محتوی مقادیر زیادی یون سدیم در همتافت تبادلی خاک می‌باشند هرچند گیاه برنج مقاومت نسبی بیشتری را در مقایسه با سایر گیاهان زراعی نسبت به یون سدیم موجود در خاک دارا می‌باشد، لیکن چنین بنظر می‌رسد که کاهش قابل ملاحظه در عملکرد محصول در مقادیر درصد سدیم تبادلی (ESP) بیشتر از /۵۰ حاصل گردد. متأسفانه در اکثر حالت‌ها تشخیص و تفکیک خسارات ناشی از بالا بودن میزان سدیم تبادلی و مقادیر واکنش (pH) زیاد در عصاره اشباع خاک بسیار مشکل است. در خاکهای با حالت سدیمی زیاد کاربرد مواد معدنی ازت‌دار نظیر آمونیوم یا اوره موجب تصعید[3] سریع آنها بصورت گاز آمونیاک می‌گردد.

گزارشهای دیگری مؤید آنست که مناسب‌ترین واکنش (pH) برای زراعت برنج ۶/۰–۵/۵ می‌باشد. ضمن آنکه محدوده وسیعی از خاکها برای کشت برنج مناسب هستند لیکن خاکهای سنگین بافت به‌دلیل ناچیز بودن میزان تراوشات عمقی آنها در شرایط استغراق کشت برنج مطلوبتر می‌باشند.

۵-۲-۳- روشهای مقابله با مشکل شوری و مدیریت اراضی شالیزاری

بطوریکه قبلاً متذکر گردید، اثرات و خسارات عامل شوری بر گیاه برنج بشرح زیر می‌باشد:

- **اثرات مستقیم،** موجب عدم جذب آب بوسیله ریشه گیاه، به‌دلیل افزایش فشار اسمزی در محلول خاک گردیده که پیامد آن نوعی "خشکی فیزیولوژیکی" در گیاه است.
- **اثرات غیرمستقیم،** از طریق برهم خوردن توازن تغذیه‌ای و اختلال در "متابولیسم گیاهی"، به‌دلیل جذب بیش از حد یونهائی نظیر سدیم (Na) و کلر (Cl) در محلول خاک که در شرایط شوری آب خاک سرشار از این یونها می‌باشد.

1 - Vegetative.
2 - Generative.
3 - Volatilization.

omoorepeyman.ir

گیاه برنج که در شرایط استغراق آب آبیاری و در خاکهای خیلی شور، رشد و نمو نموده باشد، حاوی مقادیر قابل ملاحظه‌ای ازت کل، ازت پروتئینی و بخصوص ازت محلول می‌باشد، و این در شرایطی است که جذب بعضی یونها نظیر کلسیم (Ca)و پتاسیم (K) بوسیله گیاه کاهش قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت.

باتوجه به موارد فوق ملاحظه می‌گردد که ضرورت کنترل شوری در اراضی شالیزاری، همانند خاکهای تحت کشت و آبیاری بمنظور دستیابی به عملکرد مطلوب و اقتصادی ضروری می‌باشد. درخصوص شوری زدائی (نمک زدائی[1]) اراضی تحت کشت گیاه برنج دو روش عمومی مرسوم است.

- روش استغراق اراضی شالیزاری بوسیله آب آبیاری، و
- شوری زدائی (نمک‌زدائی) اراضی تحت کشت برنج بوسیله تراوشات عمقی حاصل از عملیات آبیاری.

در هر دو روش گفته شده نیاز به کاربرد مقادیر معتنابهی آب آبیاری می‌باشد، زیرا روش موثر دیگری که متضمن رفع مشکل شوری در اراضی شالیزاری باشد، وجود ندارد. در ایام و یا مناطقی که مقادیر آب لازم فراهم نباشد و یامسئله کمبود آب آبیاری یا آبشوئی وجود داشته باشد، مورد شوری‌زدائی اراضی مبتلابه را بایستی از طریق نگه داشت بارشهای آسمانی برروی قطعات محصور شالیزاری بانجام رسانید. که در این شرایط حتی اگر مقادیر بارندگی نیز قابل ملاحظه باشد و با اذعان به این مهم که بهرحال این روش نیز می‌تواند در آبشوئی نمکهای محلول و بمیزان قابل توجهی مؤثر باشد لیکن در مقایسه با یکبار استغراق سطح اراضی بوسیله آب آبیاری در امر شوری‌زدائی نمکهای محلول از نیمرخ خاکها کمتر مؤثر است. بهرحال تا زمانی که امکانات تهیه منابع آب آبیاری مطمئنی وجود نداشته باشد، روش بیان شده (استغراق آب ناشی از بارشهای آسمانی) می‌تواند بطور موضعی و مقطعی در تعدیل مسئله شوری زدایی مؤثر باشد.

۵-۲-۳-۱- نمک زدائی (شوری زدائی) اراضی شالیزاری بطریق استغراق سطح اراضی

در این روش آبشوئی، آب آبیاری با عمق معینی بروی سطح اراضی شالیزاری (کرتها) پخش و برای مدت زمان معینی برروی سطح کرتها نگهداری می‌گردد. نمکهای محلول لایه سطحی نیمرخ خاک از طریق فرایند "پخشیدگی" با آب استغراقی اختلاط یافته و ضمن تخلیه آب سطحی (زهکشی) نمکهای محلول و موجود در آن بخارج تخلیه و دفع می‌گردد.

۵-۲-۳-۲- شوری زدائی (نمک زدائی) اراضی شالیزاری به کمک تراوشات عمقی آب کاربردی

در این روش، همانند مورد قبل پس از نگه داشتن عمق معینی از آب آبیاری برروی سطح اراضی (کرتهای شالیزاری) مقادیری از نمکهای اختلاط یافته با آب استغراقی از طریق زهکشی سطحی از لایه‌های بالائی خارج می‌گردد و به‌دلیل اشباع بودن نیمرخ خاک (بطور عمده طبقات سطحی)، مقادیری از آب موجود در نیمرخ خاک در اثر نیروی ثقل بصورت تراوشات عمقی به لایه‌های زیرین خاک نفوذ می‌نماید که تراوشات عمقی حاصله در نهایت بوسیله زهکشهای باز و یا زیرزمینی (در صورت موجود بودن) از نیمرخ خاک خارج می‌گردند که بدینوسیله امر شوری زدائی طبقات خاک مورد نظر تسهیل می‌گردد.

omoorepeyman.ir

1 - Desalting

زیرا در این مورد دفع نمک (کلرور سدیم) اضافی مورد نظر است.

توصیه: بمنظور دستیابی به نتایج مطلوبتری در مورد شوری زدائی نمکهای محلول از نیمرخ خاکها با استفاده از روشهای گفته شده، بهتر آنست که کفه شخم[1] اراضی را قبل از استغراق بوسیله آب آبیاری زیر خاک‌کنی[2] نموده و یا بوسیله شخم عمیق نفوذپذیری لایه‌های سطحی نیمرخ خاک را افزایش داد در این مورد طبق نتایج حاصل از یکسری تجربیات موفق مشخص شده است که پس از ۶-۵ بار استغراق سطح کرتهای شالیزاری بوسیله آب کاربردی و تخلیه سطحی آن (زهکشی سطحی)، نمکهای محلول نیمرخ لایه‌های سطحی خاک تا حد ۰/۴ درصد[3] کاهش حاصل نمود، که این رقم مترادف با ۰/۱ تراکم اولیه نمکهای محلول و تجمع یافته در لایه‌های مربوطه بوده است، لیکن در آن قبیل اراضی که عملیات تهیه فیزیکی خاک در آن با روشهای متذکره، قبل از اعمال آبشوئی بانجام نرسیده است، حد نهائی کاهش نمکها در شرایط یکسان کاربرد آب استغراقی فقط بمیزان ۵۰٪ نمکهای محلول و متراکم اولیه نیمرخ خاک بوده است.

در عمل بمنظور حصول نتیجه مطلوب، ضرورت دارد که ابتدا عمق معینی از آب آبیاری را برروی سطح مزرعه بحالت استغراق نگهداری نمود و پس از فروکش (کاهش) عمق آب استغراقی بمیزان چند سانتیمتر (میزان تبخیر از سطح آب نگهداری شده برروی سطح مزرعه + تراوشات عمقی آب کاربردی) و بفاصله زمانی ۳-۲ روز، مقادیر آب استغراقی باقی مانده را تخلیه (زهکشی سطحی) و دفع نمود و با رعایت مدت زمان کوتاهی مجدداً سطح مزرعه را بحالت استغراق در آورد (روش آبشوئی متناوب) و این اقدام ر ا تا حصول نتیجه مطلوب ادامه داد.

در مورد شوری‌زدائی (نمک‌زدائی) نیمرخ خاکهای شالیزاری از طریق تراوشات عمقی آب آبیاری، هر چه انهار باز زهکشی و زهکشهای زیرزمینی عمیق‌تر و متراکم‌تر طراحی و تعبیه گردند کارائی آنها بیشتر خواهد بود، بطوریکه هر گاه خطرات ناشی از شوری خاک در زارعت برنج قابل ملاحظه‌تر باشد، احداث شبکه زهکشهای زیرزمینی (مزرعه‌ای) بفواصل ۸-۵ متر توصیه می‌گردد لیکن در مواقعی که گزند ناشی از شوری خاک اراضی شالیزاری بطور نسبی زیاد نباشد می‌توان فواصل بین دو خط زهکش زیرزمینی را تا ۱۰ متر یا بیشتر نیز در نظر گرفت و این فاصله در خاکهای سبک بافت می‌تواند زیادتر نیز منظور گردد.

از آنجائیکه در حالت استغراق زراعت برنج وجود مقادیری نفوذ عمقی به‌دلیل عدم ایجاد خسارت شرایط احیاء شدن عناصر، مواد و جلوگیری از ایجاد صدمه و مسمومیت به ریشه گیاه ضرورت کامل دارد. بدین دلیل لزوم داشتن مقادیری نفوذ عمقی در حد ۵-۲ میلیمتر در روز (بسته به نوع خاک و شرایط اعمال عملیات گلخرابی[4]) ضروری است. عوامل موثر بر میزان تراوشات عمقی در زارعت برنج را بشرح زیر می‌توان توصیف نمود.

- **بافت و ساختمان لایه‌های نیمرخ خاک،** خاکهای سبک بافت در مقایسه با خاکهای سنگین بافت از تراوش‌پذیری بیشتری به تبع برخوردار می‌باشند. از نقطه نظر ساختمان بعنوان نمونه انواع "ستونی" در مقایسه با انواع "متراکم (فشرده)" دارای نفوذپذیری بیشتری می‌باشند.

– عمق سطح ایستایی، هر چه عمق سطح ایستایی نسبت به سطح خاک (زمین) نزدیکتر باشد، میزان نفوذ عمقی کمتر خواهد بود.

– نفوذپذیری خاک، در خاکهای با نفوذپذیری زیاد میزان تراوشات عمقی در زراعت برنج بطور نسبی بیشتر خواهد بود.

omoorepeyman.ir

1 - Plow Pan.

2 - Sub Soiling.

۳- ٪ املاح = ECe (dS/m) ×SP (SP : ۱۰۰) × ۰.۰۶۴

4 - Puddling.

– عمق استقرار لایه غیر قابل نفوذ، کم عمق بودن لایه غیر قابل نفوذ نسبت به سطح زمین موجد نفوذپذیری کمتری است.

تذکر : اقدام به زراعت برنج دراستمرار امر آبشوئی نمکهای محلول (پس از آبشوئی مقدماتی) بعنوان یک نبات پیشاهنگ[1] اصلاح خاکهای شور و سدیمی نه تنها از نظر اقتصادی (بهره‌برداری موثر تراز آب مورد نیاز استمرار امر آبشوئی و تولید محصول طی اجرای برنامه اصلاح خاک و اراضی) هم چنین از نظر فنی (در مقایسه باکاربرد مقادیر قابل توجهی آب آبشوئی به تنهائی) به لحاظ داشتن مزیتهای زیر:

- دارا بودن مقاومت متوسط نسبت به شوری خاک (۱۰–۶ دسی زیمنس بر متر)
- تسهیل در امر ایجاد خاکدانه در اثر رشد مکانیکی ریشه گیاه
- حصول ترقیق (نسبی) در آبهای زیرزمینی نامناسب، و سرانجام
- افزایش فشار گاز کربنیک (CO_2) در اثر فعالیت ریشه گیاه و در نتیجه کاهش میزان واکنش (pH) خاکها که منجر به حلالیت بیشتر کربنات کلسیم $(Ca\ CO_3)$ خاک گردیده و با تأمین یون کلسیم (Ca)در محلول خاک از گرایش به "سدیمی شدن خاکها" تا حدودی ممانعت بعمل می‌آورد، قابل توجه است.

توصیه می‌گردد درخصوص ضرورت کنترل شوری در اراضی شالیزاری، بطور مقدماتی به برنامه‌های مدیریت آبیاری ارائه شده در مراجع معتبر عطف توجه نموده و سپس نسبت به محاسبه یا برآورد آب مصرفی و مورد نیاز زراعت برنج در منطقه مورد عمل اقدام و در استمرار آن نسبت به برآورد نیاز آبشوئی[2] (LR) تا میزان عملکرد مورد نظر (حدود ۹۰٪) اهتمام نموده و مقایسه‌ای بین آن و تراوشات عمقی اراضی شالیزاری (پس از عملیات گلخرابی) بانجام رسیده و بر مبنای نتایج حاصله همانند آنچه درخصوص اراضی تحت آبیاری مرسوم است، اقدامات لازمه صورت پذیرد.

omoorepeyman.ir

1 - Poineer Crop.

2 - Leaching Requirement.

omoorepeyman.ir

منابع

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

تذکر: منابعی که در متن به صورت پاورقی مورد اشاره قرار گرفته در فهرست منابع مورد استفاده تکرار نگردیده است.

۱- بنایی، محمدحسن، بای‌بوردی، محمد و همکاران (۱۳۸۳): خاکهای ایران، تحولات نوین در شناسایی، مدیریت و بهره برداری، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، انتشارات سنا- تهران، چاپ اول.

۲- پذیرا، ابراهیم و محمد حسن مسیح‌آبادی (۱۳۸۶): ویژگی‌های خاک و اراضی شالیزاری و تولید محصول برنج، مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی تهران (در مرحله بررسی و انتشار).

۳- پذیرا، ابراهیم (۱۳۸۱): نظریه‌ها و مدلهای زهکشی (ترجمه و تدوین)، گروه کار زهکشی، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۷۰.

۴- خلاصه مقالات اولین همایش علمی- کاربردی تجهیز، نوسازی و یکپارچه‌سازی اراضی شالیزاری کشور (۱۳۸۱): دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم‌شهر- مازندران.

۵- سلیمانی، عبدالله و بهمن امیری لاریجانی (۱۳۸۲): اصول بهزراعی برنج، آرویج، چاپ اول.

۶- ضیاء تبار احمدی، میرخالق، تشکری، عسکری و همکاران (۱۳۸۴): نظریه‌های زهکشی زیرزمینی افقی برای اراضی کشاورزی (ترجمه و تدوین)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم‌شهر- مبعث.

۷- ضیاء تبار احمدی، میرخالق (۱۳۶۸): آبیاری برنج (ترجمه و تدوین)، جهاد دانشگاهی دانشگاه مازندران، چاپ اول.

۸- علیزاده، امین (۱۳۸۴): زهکشی جدید، برنامه‌ریزی، طراحی و مدیریت سیستم‌های زهکشی (ترجمه و تدوین)، انتشارات آستان قدس رضوی (شرکت به نشر)- مشهد.

۹- مجموعه مقالات اولین کارگاه آموزشی مبانی طراحی در تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری (۱۳۸۳): دانشگاه گیلان- رشت.

۱۰- محمد شریفی، مسلم (۱۳۷۷): علفهای هرز مزارع برنج و روشهای مبارزه با آنها، انتشارات مرکز نشر آموزش کشاورزی.

11- Abrol, L.P, Yadav, J.S.P, and F.I, Massaud (1988): Salt-Affected Soils and Their Management, FAO, Soils Buletin. No.39. FAO, Rome.

12-Advanced Drainage Systems (1978): Drainage Handbook, 3th Ed, ADS, Inc, Columbus, Ohio, 4321, U.S.A .

13-ASAE Standards (1998): Standards Engineering Practices Data, ASAE (CD).

14-Ayers, R.S and, Westcat, D.W (1985): Water Quality for Agriculture, Irrigation and Drainage Paper No. 29, Rev. 1. FAO, Rome.

15-Bruce, E.L (2000): Civil Engineering Hydraulics and Engineering Hydrology, Engineering Press U.S.A.

16-CIGR, Handbook of Agricultural Engineering (1999): Vol. 1, Land and Water Engineering, ASAE.

17-David. Dent and A, Young (1981): Soil Survey and Land Evaluation, Allen Qunwin London.

18-De Datta, S.K (1981): Principles and Practices of Rice Production. John Wiley & Sons, Inc.

19-Doneen, L. D and D, W. Westcot (1984): Irrigation Practice and Water Management, Irrigation and Drainage Paper. No. 9. Rev. 1. FAO, Rome.

20-Drainage Manual (1978): A, Water Resources Technical Publication, U.S, Dept of Interior, Bureau of Reclamation.

21-Engineering Field Manual for Conservation Practices (1969): Soil Conservation Service, U.S. Dept of Agriculture Washington. D.C.

omoorepeyman.ir

22-Frederick, S.Merritt (Editor) (1976): Standard Handbook for Civil Engineers, 2th Ed, McGraw-Hill Book. Co.

23-Institute of Soil Science, Academia Sinica (1981): Proceedings of Symposium on Paddy Soil, Science Press, Springer-Verlag.

24-Journal of Irrigation Engineering and Rural Planing (1989): Japanese Irrigation Technology of Today. No. 16, JSIDRE.

25-Kinori, B.Z (1970): Manual of Surface Drainage Engineering. Elsevier, Amsterdam,

26-Luthin, J.M (1966): Drainage Engineering, John Wiley & Sons, Inc.

27-Matsuo, Takane (1959): Rice Culture in Japan, Ministry of Agriculture and Forestry, Japanese Government.

28-Nakagawa. S. et al (1983): Advanced Rice Cultivation, Irrigation and Drainage Technology in Japan. Fuji Marketing Research Co. Ltd.

29-National Engineering Handbook (NEH), (1971): Soil Conservation Service, Section 16, Drainage of Agricultural Land. U.S. Dept of Agriculture, Washington. D.C.

30-Ogino, Y and Kazuo Murashima (1992): Planning and Design of Subsurface Drainage for Paddies in Japan, ICID CIID, IWASRI, Lahore. Pakistan.

31-Planning and Design Criteria for Land Improvement Projects (1979): Subsurface Drainage, Ministry of Agriculture, Forestry, and Fisheries. The Japanese Society of Irrigation, Drainage, and Reclamation Engineering.

32-Rice Doctor@ 2003. International Rice Research Institute (IRRI).

33-Ritzema. H.R, Kselik, R, A.L and Fernando Chanduvi (1996): Drainage of Irrigated Lands, Training Manual No 9. FAO, Rome.

34-Ritzema. H.P (Editor in chief) (1994): Drainage Principles and Application, ILRI Publication No. 16, 2 th Ed.

35-Schilfgaarde, J. van (1974): Drainage for Agriculture, ASA, Monograph, No. 17.

36-Schwab, G.O, Fangmeier, D.D et, al (1993): Soil and Water Conservation Engineering, 4th Ed, John Wiley & Sons, Inc.

37-Skaggs, R.W and J. van Schilfgaarde (Editors) (1999): Agricultural Drainage, ASA, Monograph, No. 38.

38-Smedema, L.K, Vlotman, W.F and D,W. Rycroft (2004): Modern Land Drainage, Planning, Design and Management of Agricultural Systems, Leiden, The Netherlands, A.A. Balkema Publishers, Taylor and Francis.

39-Soil Survey Investigation for Irrigation (1979): FAO Soils Buletin, No. 42, FAO Rome.

40-Sys. IR, E. Van Ranst, J. Debaveye and F. Beernaert (1993): Land Evaluation, Part 3. Principles in Land Evaluation and Crop Production Calculations, Agricultural Publications. No. 7. Brassels, Belgium.

41-Sys. IR, E. Van Ranst and J. Debaveye (1991): Land Evaluation, Part 2. Principles in Land Evaluation and Crop Production Calculations, Agricultural Publications. No. 7. Brassels,Belgium.

42-Sys. IR, E. Van Ranst and J. Debaveye (1991): Land Evaluation, Part 1. Principles in Land Evaluation and Crop Production Calculations, Agricultural Publications. No. 7. Barassels, Belgium.

43-The Impact of Salt Water on Agricultural Land (2005): UN.FAO Field Guide.

44-Tsutsui Hikaru (after Hitoshi Fukuda) (1976): Rice Irrigation in Japan, No.3, UIATC. JICA.

omoorepeyman.ir

45-van der Molen, W. H, Martinez Beltran, j and W.j. Ochs (2007): Guidelines and Computer Programs for the Planning and Design of Land Drainage Systems, Irrigation and Drainage Paper, No. 62, FAO, Rome.

46-Water Management (Drainage), Chapter 14 (2001): Part 650 Engineering Field Handbook, NEH, NRCS, U.S. Dept of Agriculture, U.S.A.

47-Watershed Management Field Manual (1989): FAO, Rome.

48-Yamazaki, F. (Translated by M. Mizutani, et. al.), (1988): Paddy Field Engineering, Asian Institute of Technology, Thailand.

49-Yoshida, Sh (1981): Fundamentals of Rice Crop Science. Theintern Rice Inst. Philippines.

50-Yukawa, K.and Y, Inoue (1979): Irrigation Water Management, No.12, UIATC, JICA.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی- فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی **http://tec.mporg.ir** قابل دستیابی می‌باشد.

دفتر نظام فنی اجرایی

omoorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran
Vice Presidency for Strategic Planning and Supervision

Design Criteria for Renovation & Mobilization of Rice Fields

Third Volume - Drainage

No: 471-3

Office of Deputy for Strategic Supervision
Bureau of Technical Execution Systems

Jihad-e- Agriculture Ministry
Agriculture Planning & Economic Research Institute
APERI

The Deputy of Soil & Water& Industry

The Bureau of On-farm Development

http://tec.mporg.ir

www.agri-peri.ir

2009

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

این نشریه

با عنوان مبانی و ضوابط طراحی، تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری (زهکشی) به منظور دست‌یابی به استفاده بهینه از منابع آب و خاک و حصول به عملکرد هرچه اقتصادی‌تر محصول با استفاده از عملیات مکانیزه کاشت، داشت و برداشت تهیه گردیده است.

omoorepeyman.ir