جمهوری اسلامی

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

مبانی و ضوابط طراحی، تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری

جلددوم

آبیاری

نشریه شماره ۲-۴۷۱

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

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره:	۱۰۰/۲۱۵۳۰
	تاریخ:	۱۳۸۸/۳/۶

موضوع:
مبانی و ضوابط طراحی، تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری، جلد دوم، آبیاری

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ٤٢٣٣٩/ت٣٣٤٩٧هـ مورخ ۱۳۸۵/٤/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۲-۴۷۱ دفتر نظام فنی اجرایی، با عنوان «**مبانی و ضوابط طراحی، تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری، جلد دوم، آبیاری**» 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

597203

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/**

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.

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 دوم از یک مجموعه پنج جلدی مربوط به "ضوابط و مبانی طراحی، تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری" است که به "آبیاری" 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

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

جلد دوم: آبیاری

نشریه شماره ۲- 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

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول- مطالعات پایه ۱
۱- برآورد آب مورد نیاز برنج ۳
مقدمه ۳
۱-۱- روش‌های برآورد آب مورد نیاز برنج ۳
۱-۱-۱-روش اندازه‌گیری مستقیم (استفاده از نتایج پژوهش های محلی و منطقه ای) ۳
۱-۱-۲- استفاده از روش‌های تجربی برآورد نیاز آبی گیاهان ۸
۱-۲- برآورد دبی ویژه (هیدرومدول) ۱۳
۱-۲-۱- دبی ویژه (هیدرومدول) در شرایط چندکشتی و یا تناوب با سایر گیاهان همراه با کشت ماهی ۱۳
۱-۲-۲- دبی ویژه در شرایط چند کشتی ۱۴
۱-۲-۳- دبی ویژه در شرایط تک کشتی ۱۴
۱-۳- تعیین ظرفیت کانال‌ها ۱۴
۱-۳-۱- تعیین ظرفیت کانال و تاسیسات در مزارع برنج ۱۶
۱-۳-۲- تعیین ظرفیت کانال با استفاده از تجربیات حاصل در کشورهای آسیایی (شرق و جنوب شرقی) ۲۰
۱-۴- راندمان آبیاری ۲۳
۱-۴-۱- دستورالعمل برآورد راندمان آبیاری در اراضی شالیزاری ۲۴
۱-۴-۱-۱- تعریف راندمان آبیاری ۲۴
۱-۴-۱-۲- اندازه‌گیری تلفات ۲۵
۱-۵- مدیریت آب در شبکه کانال‌ها ۲۶
۱-۵-۱- درصورتیکه اراضی تحت پوشش شبکه کانال‌ها با محصولات متنوعی به زیر کشت رفته باشند مدیریت جریان آب با حالت‌های زیر امکان‌پذیر است ۲۷
۱-۵-۲- در صورتیکه اراضی تحت پوشش یک محصول باشد (غیر از برنج)، جریان آب در کانال‌ها مانند شرایط فوق خواهد بود ۲۷
۱-۵-۳- اگر منطقه زیر کشت برنج باشد، شبکه کانال‌ها متناسب با استراتژی پیش‌بینی شده برای آبیاری برنج (متناوب- دایمی) در مدار قرار خواهند گرفت ۲۷
۱-۵-۴- آبیاری متناوب برنج: در اینصورت جریان آب می‌تواند مانند حالت‌های ذکر شده در بند ۱ باشد ۲۷
۱-۶- سیستم‌های توزیع آب در مزارع ۲۷
۱-۶-۱- توزیع همزمان Simultaneous Distribution : ۲۷
۱-۶-۲- توزیع گردشی Rotational Distribution: ۲۷
۱-۷- مقایسه سیستم‌های توزیع آب ۲۸
۱-۷-۱- مزایا و معایب سیستم توزیع آب بصورت دایمی ۲۸
۱-۷-۲- مزایا و معایب سیستم توزیع آب بصورت گردشی (نوبتی) ۲۸
۱-۸- ملاحظات انتخاب روش توزیع آب ۲۸
۱-۹- بیلان آبی در اراضی با توجه به شرایط توپوگرافی ۲۹
۱-۹-۱- اراضی واقع در رسوبات بادبزنی ۲۹
۱-۹-۲- اراضی پست واقع در دلتای رودخانه‌ها ۲۹
۱-۹-۳- اراضی دارای سازندهای انحلالی (Diluvial platform) ۳۰
۱-۹-۴- اراضی شیبدار دامنه کوه‌ها ۳۰
۱-۱۰- منابع آب و روش‌های مناسب تلفیق آبهای سطحی و زیرزمینی ۳۰
۱-۱۰-۱- شناخت منابع آب ۳۱

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۱-۱۰-۲- بررسی‌های الگوی زراعی ۳۱
۱-۱۰-۳- گام‌های اجرایی تلفیق منابع آب سطحی و زیرزمینی ۳۳
۱-۱۰-۴- اقدامات فیزیکی در تلفیق منابع آب ۳۳

فصل دوم- آبیاری ۳۵
۲-۱- آبیاری برنـج ۳۷
۲-۲- برنج اراضی مرتفع (Upland Rice) ۳۷
۲-۲-۱- شیب مناسب ۳۷
۲-۲-۲- خاک مناسب ۳۷
۲-۳- آبیاری مزارع برنج در کوهپایه‌ها ۳۷
۲-۳-۱- شرایط لازم برای ایجاد تراس و کرت‌های برنج در اراضی شیبدار ۳۸
۲-۳-۲- نکاتی در مورد طراحی آبیاری کرتی روی تراس‌ها ۳۸
۲-۴- طراحی واحدهای مزرعه ۳۹
۲-۵- روش‌های آبیاری برنج در اراضی پست Lowland Rice ۴۱
۲-۵-۱- آبیاری متناوب Intermittent Irrigation ۴۱
۲-۵-۱-۱- برنامه‌ریزی در روش آبیاری متناوب ۴۱
2-۵-۱-۲- تعیین نیاز آبی مزرعه ۴۳
۲-۵-۲- آبیاری دایمی (غرقابی) Continuous Submergence ۴۳
۲-۶- میزان مصرف آب ۴۶
۲-۷- آبیاری بارانی در مزارع برنج ۴۶
۲-۸- اعمال مدیریت متناسب با دوره رشد گیاه و شرایط زهکشی ۴۷
۲-۸-۱- مدیریت در مراحل مختلف رشد ۴۷
۲-۸-۲- تغییر در شرایط زهکشی ۴۷
۲-۸-۳- تغییر در ساختار زمین‌شناسی اراضی ۴۷
۲-۹- استفاده مجدد از آب ۴۸
۲-۹-۱- رواناب سطحی ۴۹
۲-۹-۲-نسبت بازگشت آب ۵۰
۲-۹-۳- مصرف مجدد آب بازگشتی ۵۱
۲-۱۰- طراحی آبیاری ۵۱
۲-۱۱- موقعیت کانال‌های اصلی ۵۱
۲-۱۲- شبکه کانال‌های آبیاری و زهکشی مستقل ۵۱
۲-۱۳- شبکه جاده‌ها ۵۲
۲-۱۴- بلوک زراعی (Farm block) ۵۲
۲-۱۵- اشکال و مساحت قطعات ۵۲
۲-۱۶- رابطه بین مساحت کرت و کارآیی ماشین‌های کشاورزی ۵۵
۲-۱۷- رابطه ابعاد کرت با شیب اراضی ۵۶
۲-۱۸- رابطه مساحت قطعات و میزان آب برای آماده‌سازی و یا آبیاری ۵۷
۲-۱۹- قطعه‌بندی اراضی در شرایط خاص ۵۸

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۲-۲۰- دبی ورودی به کرت و نحوه کنترل آن ۵۸
۲-۲۱- برآورد میزان دبی ورودی ۵۹
۲-۲۲- مشخصات دریچه‌های کنترل ورود آب به کرت ۶۱
۲-۲۳-کنترل دبی ورودی به کرت با استفاده از لوله ۶۳
۲-۲۴- کنترل سرعت ورود آب به کرت در محل دریچه‌ها ۶۳
۲-۲۵- پشته‌های اطراف کرت‌ها ۶۴
۲-۲۶- مشخصات پشته‌ها ۶۵
۲-۲۷- توصیه‌هایی در مورد تلفیق شبکه آبیاری مدرن و سنتی در شرایط مختلف ۶۷
۲-۲۷-۱- موقعیت شبکه انهار آبرسان و اصلی ۶۸
۲-۲۷-۲- بلوک‌بندی قطعات ۶۹
۲-۲۷-۳- شرایط اجتماعی و حدود مالکیت‌های اراضی ۶۹
۲-۲۸- کم آبیاری در شالیزارها و کاهش عملکرد ۷۱
۲-۲۸-۱-اثرات مدیریت آب بر شرایط بیولوژیکی و محیطی گیاه برنج ۷۲
۲-۲۸-۱-۱- اثر بر روی مشخصات فیزیکی گیاه برنج ۷۲
۲-۲۸-۱-۲- اثر مدیریت آب بر روی وضعیت مواد غذایی و شرایط فیزیکی خاک ۷۲
۲-۲۸-۱-۳- اثر مدیریت آب روی کنترل علف‌های هرز ۷۲
۲-۲۸-۱-۴- اثر مدیریت آب در کنترل آفات و بیماری‌ها ۷۳
۲-۲۸-۱-۵- اثرات مدیریت آب در مصرف کود ۷۳
۲-۲۸-۱-۶- اثر مدیریت آب بر روی کنترل عنصر روی (Zn) ۷۳
۲-۲۸-۲- اثرات تنش رطوبتی بر روی برنج ۷۳

فصل سوم- پرورش ماهی در مزارع برنج ۷۵
۳-۱- پرورش ماهی در کرت‌های شالیزار ۷۷
۳-۲- آماده نمودن کرت‌ها ۷۷
۳-۳- مشخصات ترانشه‌ها و حوضچه‌های داخل کرت‌ها ۷۹
۳-۴- برداشت برنج در شرایط کشت توام ۸۴
۳-۵-اقدامات اجرایی پرورش ماهی در کرت شالی ۸۶
۳-۶- تراکم رهاسازی بچه ماهی‌ها در کرت‌های شالی ۸۶
۳-۶-۱- تراکم رهاسازی در ایران ۸۶
۳-۶-۲- تراکم بچه ماهی در کرت در تعدادی از کشورهای جهان ۸۷
۳-۷- برداشت برنج و ماهی ۸۸
۳-۸- ادامه پرورش ماهی ۸۸
۳-۹- کوددهی ۸۸
۳-۱۰- تغذیه تکمیلی ماهیان ۸۹
۳-۱۱- مبارزه با علف‌های هرز و آفات ۸۹

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل چهارم- مجاری آب بر ۹۱
۴-۱- مجاری آب در مزارع برنج ۹۳
۴-۲- شبکه کانال‌های مزارع برنج ۹۳
۴-۳- کانال‌های روباز ۹۴
۴-۴- مجاری بسته (لوله‌های کم فشار) ۹۴
۴-۴-۱- نکاتی در مورد استفاده از شبکه لوله در آبیاری مزارع برنج ۹۵
۴-۵- زهکش‌ها ۹۵

فصل پنجم- کیفیت آب و خاک در مزارع برنج ۹۷
۵-۱- کیفیت آب در زراعت برنج ۹۹
۵-۱-۱- سایر عوامل موثر بر کیفیت آب ۱۰۰
۵-۲- اثر درجه حرارت آب بر رشد گیاه برنج ۱۰۱
۵-۳- ویژگی انواع خاک مناسب کشت برنج ۱۰۲
۵-۳-۱- وزن مخصوص ظاهری ۱۰۴
۵-۳-۲- زهکشی اراضی پست تحت کشت برنج ۱۰۴
۵-۴- عوامل مهم بازدارنده در زراعت برنج ۱۰۵
۵-۴-۱- کمبود آب کافی ۱۰۵
۵-۴-۲- شرایط اقلیمی (درجه حرارت و آب و هوا) ۱۰۶
۵-۵- حفاظت محیط زیست و ارتباط آن با زراعت برنج ۱۰۶
۵-۶- راه‌حل‌های بهبود کیفیت آب ۱۰۸
۵-۶-۱- اقدامات رفع آلودگی ۱۰۸
۵-۶-۱-۱- اقدامات در محل ورود آلودگی به منابع آبی ۱۰۸
۵-۶-۱-۲- تغییر منبع آب ۱۰۸
۵-۶-۱-۳- رقیق کردن آب ۱۰۹
۵-۶-۱-۴- تصفیه آب ۱۰۹
۵-۶-۲- راهکارهای عملی برای جلوگیری از ورود آب آلوده به کانال‌های آبیاری ۱۰۹
۵-۶-۲-۱- احداث کانال آبیاری جدید ۱۰۹
۵-۶-۲-۲- احداث کانال زهکشی جدید ۱۰۹
۵-۶-۲-۳- احداث یا بهبود شرایط کانال‌های آبیاری و زهکشی ۱۰۹
۵-۶-۳- اقدامات لازم برای جلوگیری از آلوده شدن خاک شالیزار با فلزات سنگین ۱۱۱
۵-۶-۴- آلودگی آب توسط ازت و برآورد میزان دفع ازت از آب در مزرعه برنج ۱۱۱

فصل ششم- تسطیح اراضی در شالیزارها ۱۱۳
۶-۱- کلیات ۱۱۵
۶-۱-۱- مقدمه ۱۱۵
۶-۱-۲- دامنه کاربرد ۱۱۵
۶-۱-۳- هدف تسطیح اراضی در شالیزارها ۱۱۵

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۶-۱-۴- عوامل مؤثر در طرح تسطیح ۱۱۵
۶-۲- ضوابط طراحی تسطیح شالیزارها ۱۱۶
۶-۲-۱- تقسیم‌بندی نوع تسطیح ۱۱۶
۶-۲-۲- نسبت خاکبرداری به خاکریزی ۱۱۶
۶-۲-۳- محدودیت شیب ۱۱۷
۶-۲-۴- حداکثر رقوم ارتفاعی قطعه تسطیح ۱۱۷
۶-۲-۵- تقسیم‌بندی قطعه تسطیح ۱۱۸
۶-۲-۶- انواع صفحات تسطیح ۱۱۸
۶-۳- نحوه طراحی صفحه تسطیح ۱۱۸
۶-۳-۱- روش حداقل مربعات ۱۱۸
۶-۳-۲- روش نیمرخ میانگین ۱۱۹
۶-۳-۳- روش تنظیم خطوط تراز ۱۲۰
۶-۳-۴- روش آزمون و خطا ۱۲۰
۶-۳-۵- روش برنامه‌ریزی خطی ۱۲۰
۶-۳-۶- روش باقیمانده‌های متقارن ۱۲۱
۶-۳-۷- روش میانگین وزنی ۱۲۲
۶-۴-نحوه محاسبه حجم عملیات خاکی ۱۲۳
۶-۴-۱- روش منشوری ۱۲۳
۶-۴-۲- روش تقسیم‌بندی ۱۲۵
۶-۵- استفاده از کامپیوتر در طراحی تسطیح ۱۲۶
۶-۶- مشخصات نقشه‌ها و گزارش‌های تسطیح اراضی شالیزاری ۱۲۶
۶-۶-۱- نقشه‌های توپوگرافی ۱۲۶
۶-۶-۲- نقشه‌های مالکیت اراضی (نقشه‌های کاداستر) ۱۲۷
۶-۶-۳- نقشه های شبکه آبیاری و زهکشی ۱۲۷
۶-۶-۴- مشخصات نقشه‌های طرح تسطیح شالیزارها ۱۲۸
۶-۶-۵- مشخصات گزارش‌های طرح‌های تسطیح اراضی شالیزاری ۱۲۹
۶-۶-۶- بهره‌برداری و نگهداری تسطیح اراضی ۱۲۹

فصل هفتم- نیازهای مطالعاتی ۱۳۱
۷-۱- مطالعات پایه ۱۳۳
۷-۱-۱- مطالعات خاکشناسی ۱۳۳
۷-۱-۲- مطالعات هواشناسی و هیدرولوژی ۱۳۳
۷-۱-۳- منابع آبهای سطحی و زیرزمینی ۱۳۳
۷-۱-۴- مطالعات زمین شناسی عمومی ۱۳۴
۷-۱-۵- مطالعات قبلی ۱۳۴
۷-۱-۶- مطالعات وضع موجود ۱۳۴
۷-۲- مطالعات شبکه آبیاری و زهکشی (طرح توسعه) ۱۳۴

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۷-۲-۱- آماده‌سازی مقدمات انجام مطالعات ۱۳۴
۷-۲-۲- تهیه گزارش مبانی طراحی ۱۳۵
۷-۲-۳- طراحی شبکه آبیاری و زهکشی ۱۳۵
۷-۲-۴- تهیه اسناد مناقصه ۱۳۵
۷-۲-۵- گزارش نهایی ۱۳۵
۷-۲-۶- دستورالعمل بهره‌برداری و نگهداری شبکه و ابنیه فنی ۱۳۶
۷-۲-۷- تهیه گزارش تشکیلات سازمانی دستگاه بهره‌بردار ۱۳۷

فصل هشتم- خدمات کارفرمایی مورد نیاز ۱۳۹
۸-۱- مطالعات خاکشناسی ۱۴۱
۸-۲- مطالعات آبهای زیرزمینی ۱۴۶
۸-۳- تهیه نقشه‌های توپوگرافی ۱۴۷
۸-۴- نحوه انجام عملیات برداشت ۱۵۰
۸-۵- دقت در پیمایش‌ها و برداشت جزییات ۱۵۰
۸-۶- عکس‌های هوایی مورد نیاز ۱۵۱

فصل نهم- بهره برداری و نگهداری ۱۵۳
مقدمه ۱۵۵
۹-۱- بهره‌برداری ۱۵۷
۹-۱-۱- گام‌های اجرایی در بهره‌برداری موفق ۱۵۷
۹-۱-۱-۱- استفاده از الگوی کشت مناسب ۱۵۸
۹-۱-۱-۲- تنظیم برنامه آبیاری ۱۵۸
۹-۱-۱-۳- کم آبیاری ۱۵۹
۹-۲- نگهداری ۱۶۵
۹-۳- تعویض یا اصلاح تاسیسات ۱۶۵
۹-۴- اقدامات اضطراری ۱۶۶

فصل دهم- دستورالعمل تهیه گزارش‌ها ۱۶۷
مقدمه ۱۶۹
۱۰-۲-گزارش‌های مرحله دوم ۱۶۹
۱۰-۳-گزارش نهایی مرحله دوم ۱۶۹
۱۰-۴- دستورالعمل تهیه نقشه‌ها ۱۷۱

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۱-۱- نیاز خالص آبیاری ۹
جدول ۱-۲- نمونه خروجی برآورد نیاز آبی برنج از کتاب موسسه تحقیقات خاک و آب ۱۰
جدول ۱-۳- میزان تقریبی آب نفوذی به اعماق در خاکهای مختلف ۱۱
جدول۱-۴- ضریب انعطاف تجربی ۱۶
جدول ۱-۵- برنامه آبگیری دریچه‌ها و میزان آبگیری آنها ۱۹
جدول ۱-۶- پارامترهای مربوط به برآورد ظرفیت کانال ۲۱
جدول ۱-۷- راندمان انتقال در کانال‌هایی که در شرایط نسبتاً مناسبی نگهداری شده‌اند ۲۴
جدول ۱-۸- نفوذ افقی از مرزهای کرت‌ها و نفوذ عمقی در خاک‌های مختلف ۲۶
جدول ۲-۱- نوسانات مصرف آب ۴۵
جدول ۲-۲- پارامترهای موثر در ابعاد کرت ۵۵
جدول ۲-۳- مساحت کرت، زمان مورد نیاز برای آبیاری و مدول آبیاری بر حسب عمق و دبی (لیتر در ثانیه) ۵۷
جدول ۲-۴- ارتفاع سرریز کرت در مراحل مختلف رشد ۶۵
جدول ۲-۵- درصد کاهش محصول در اثر غوطه ور شدن گیاه برنج در آب ۷۴
جدول ۳-۱- تراکم ماهی در کرت شالی در برخی از کشورها (Vincke- 1979) ۸۷
جدول ۵-۱- اثر شوری در کاهش محصول برنج (ds/m) ۹۹
جدول ۵-۲- مشخصات فیزیکوشیمیایی آب برای کشت توام برنج و ماهی قزل‌آلا ۱۰۰
جدول ۵-۳- دمای حداقل، حداکثر و بهینه برای رشد برنج در مراحل مختلف رشد ۱۰۱
جدول ۵-۴- حداکثر مجاز غلظت نمک در محیط رشد گیاه برنج ۱۰۱
جدول ۵-۵- عملکرد برنج و ارتباط آن با ظرفیت تبادل کاتیونی خاک ۱۰۳
جدول ۵-۶- مشخصات ۴ نمونه خاک مزارع برنج در فیلیپین ۱۰۳
جدول ۵-۷- استانداردهای زیست محیطی مرتبط با سلامت انسان ۱۰۷
جدول ۵-۸- استاندارد حد نهایی آلاینده‌های زیست محیطی ۱۰۷
جدول ۵-۹- استاندارد آلودگی آب در پروژه ها ۱۱۱
جدول ۶-۱- طبقه‌بندی نوع تسطیح شالیزارها ۱۱۶
جدول ۶-۲- نسبت خاکبرداری به خاکریزی در تسطیح شالیزارها ۱۱۷
جدول ۸-۱- ضوابط پراکنش کمی پروفیل‌های خاک در مطالعات خاکشناسی ۱۴۲
جدول ۹-۱- تعداد پرسنل لازم برای بهره‌برداری و نگهداری از شبکه ۱۵۷

فهرست اشکال

عنوان صفحه

شکل ۱–۱– روش مستقیم اندازه‌گیری تبخیر، تبخیر و نفوذ و تبخیر و تعرق و نفوذ در یک مزرعه توسط نصب بشکه ۴
شکل ۱–۲– روش مستقیم برآورد آب مصرفی گیاه در یک مزرعه با استفاده از بشکه ۵
شکل ۱–۳– روش برآورد آب نفوذی به اعماق در یک مزرعه با استفاده از بشکه‌های دارای کف فلزی و بدون کف ۶
شکل ۱–۴– شبکه آبیاری اصلی و فرعی شالیزار ۱۷
شکل ۲–۱– استفاده از زهکش بمنظور کاهش خطر زمین لغزش ۳۹
شکل ۲–۲– نحوه جانمایی کرت‌های شالی در اراضی شیبدار ۴۰
شکل ۲–۳ یک نمونه از نقشه جانمایی شبکه توزیع و موقعیت تاسیسات کنترل آب ۴۲
شکل ۲–۴– رابطه راندمان عملیات ماشینی (تراکتورهای مختلف) با مساحت کرت [9] ۵۵
شکل ۲–۵– نمایش مزارع برنج با کانال‌های آبیاری و زهکشی و جاده‌های ارتباطی ۵۰
شکل ۲–۶– مشخصات دریچه‌های کنترل ورود آب به کرت ۶۱
شکل ۲–۷– استفاده از لوله‌های دریچه‌دار (هیدروفلوم) به جای کانال درجه ۴ ..... ۶۲
شکل ۲–۸– شیرهای کنترل جریان آب در کرت‌ها در شبکه لوله‌های کم فشار ۶۲
شکل ۲–۹– مشخصات پشته‌ها، کانال‌ها و زهکش‌ها در مزارع برنج ۶۶
شکل ۲–۱۰– مشخصات پشته‌ها ۶۶
شکل ۳–۱ – نحوه ایجاد کانال (ترانشه) برای زندگی ماهی در کرت شالی ۷۷
شکل ۳–۲ – نمایش چند روش ایجاد ترانشه (کانال) در کرت شالی برای پرورش ماهی ۷۸
شکل ۳–۳– کشت توام برنج و ماهی با کانال‌های اریب اقتباس از کتاب Pond Fisheries ۷۹
شکل ۳–۴– کشت توام ماهی و برنج با کانال‌های جناقی و حوضچه انتهائی در وسط ضلع کوچک ۸۰
شکل ۳–۵– کرت کشت توام برنج و ماهی دارای با ترانشه‌های بزرگ ۸۰
شکل ۳–۶– کشت توام برنج و ماهی در کرت دارای استخر مرکزی ۸۱
شکل ۳–۷– کرت کشت توام برنج و ماهی دارای حوضچه‌های جانبی ۸۲
شکل ۳–۸– کشت توام ماهی و برنج به روش سنتی ۸۲
شکل ۳–۹– کشت توام برنج و ماهی به روش جوی پشته ۸۳
شکل ۳–۱۰– کشت توام ماهی و برنج به روش کانالی ۸۳
شکل ۳–۱۱– کشت توام برنج و ماهی به روش حوضچه‌ای ۸۴
شکل ۶–۱– نحوه قرار گرفتن کرت‌های منظم روی کرت‌های سنتی در روش طراحی میانگین وزنی ۱۱۱
شکل ۶–۲– محاسبه حجم خاکبرداری به روش منشوری ۱۱۲
شکل ۶–۲ ـ محاسبه حجم خاکبرداری به روش منشوری ۱۲۴
شکل ۶–۳ـ محاسبه حجم عملیات خاکی به روش تقسیم‌بندی ۱۲۵
شکل ۸–۱– نقاط نشانه شبکه پیمایش ۱۴۸
شکل ۹–۱– منحنی هزینه درآمد در مقابل سطح آبیاری (عمق آبیاری) ۱۵۹
شکل ۹–۲– دوره‌های رشد برنج ۱۶۱
شکل ۹–۳– رابطه عملکرد نسبی (1-Ya/Ym) و تبخیر و تعرق نسبی (1-ETa/ETm) برای محصول برنج ۱۶۲

فهرست اشکال

عنوان صفحه

شکل ۹-۴- عمق آب کنترل شده در مزرعه غرقابی برنج (از مأخذ Kung, 1971) ۱۶۲
شکل ۹-۵- رابطه کاهش عملکرد نسبی(1-Ya/Ym) و مقدار آب خاک برای برنج ۱۶۳
شکل ۹-۶- رابطه کاهش نسبی عملکرد (1-Ya/Ym) و تعداد کل روزهایی که محصول در شرایط غرقابی با آب صاف و گل آلوده بوده است برای برنج ۱۶۴

فهرست نمودارها

عنوان صفحه

نمودار ۱-۱ – اجزای بیلان آب در منطقه توسعه ریشه‌ها و آبخوان ۳۲
نمودار ۲-۱– مدیریت آبیاری مزرعه شالیزاری در مراحل مختلف رشد گیاه برنج ۴۵
نمودار۲-۲ – رابطه عملکرد محصول برنج با میزان آب مصرفی ۴۶
نمودار ۲-۳- اجزاء بیلان آبی در یک منطقه زراعی ۴۸
نمودار۲-۴- نمایش یک بلوک زراعی (Farm block) تشکیل شده از دو قطعه زراعی(Field block) و ۴۰ کرت یا قطعه ۵۳
آبیاری(Field lot) ۵۳
نمودار ۳-۱- مراحل مختلف رشد برنج در گونه‌های برنج زودرس ۸۵
نمودار۳-۲–مراحل مختلف رشد برنج در گونه‌های برنج دیررس ۸۵
نمودار ۵-۱- نمودار رشد ماهیان گرمابی در درجه حرارت‌های مختلف آب ۱۰۲
نمودار ۸-۱-فرمول علامت محدودیت‌های خاک به منظور طبقه‌بندی اراضی برای آبیاری سطحی ۱۴۵

فصل ۱

مطالعات پایه

۱- برآورد آب مورد نیاز برنج

مقدمه

برای دستیابی به بالاترین راندمان تولید محصول در هر یک از گیاهان زراعی لازم است با شناخت عوامل موثر در تولید محصول نسبت به تامین شرایط مناسب و تعیین مقدار بهینه هر یک از این عوامل اقدام گردد. یکی از مهمترین عوامل تاثیرگذار در تولید محصولات کشاورزی، آب می‌باشد. جذب و انتقال مواد غذایی، انجام فرآیند فتوسنتز و تکمیل چرخه تبدیل و ترکیب عناصر شیمیایی جذب شده از خاک و آتمسفر فقط با حضور آب میسر است. برنج یکی از گیاهان استثنایی است که برای تولید محصول بیشتر، باید ریشه و بخشی از ساقه آن غرقاب باشد لذا تامین آب و مدیریت آن در طول دوره رشد گیاه از اهمیت خاصی برخوردار است.

۱-۱- روش‌های برآورد آب مورد نیاز برنج

به منظور برآورد نیاز آبی گیاهان، از جمله برنج می‌توان از روش‌های زیر بهره‌گیری نمود.

- استفاده از نتایج پژوهش‌های محلی و منطقه‌ای
- استفاده از روش‌های تجربی برآورد آب مورد نیاز گیاهان

۱-۱-۱-روش اندازه‌گیری مستقیم (استفاده از نتایج پژوهش‌های محلی و منطقه‌ای)

بهترین روش برای تعیین مقدار مناسب آب مورد نیاز برنج، انجام آزمایشات در مزارع تحقیقاتی است. بدین منظور برای هر واریته برنج کرت‌های متعدد آزمایشی ایجاد و با تیمارهای مختلف (عمق، دور آبیاری، آبیاری دایم یا متناوب) مناسبترین حالت را شناسایی و به کشاورزان معرفی می‌نمایند ولی این روش زمان و هزینه زیادی را نیاز داشته و با توجه به تنوع خاک، کیفیت آب و شرایط اقلیمی متفاوت، ممکن است سال‌های زیادی به طول بینجامد. البته لازم است اینکار فارغ از مشکلات مذکور در مراکز تحقیقاتی کشور مورد توجه قرار گرفته و با پشتیبانی‌های کافی و مستمر در دستور کار این مراکز باشد.

* ساده‌ترین روش مستقیم بررسی برای برآورد آب مورد نیاز گیاه برنج در یک منطقه استفاده از لیسیمتر کوچک می‌باشد. بدینصورت که با قرار دادن یک بشکه فلزی به ابعاد ۶۰×۵۰ سانتیمتر به عمق ۵۰ تا ۷۰ سانتیمتر در خاک اندازه‌گیری‌های ذیل را انجام داد.

۱- اگر بشکه بدون صفحه کف باشد یعنی از بالا با هوا و آب و از پایین با خاک در تماس باشد می‌توان بدون اینکه گیاهی در آن وجود داشته باشد، میزان نفوذ به اعماق (Deep percolation) و تبخیر از سطح آب (Evaporation) را اندازه‌گیری نمود.

۲- در صورتیکه در بشکه (بدون صفحه کف) گیاه برنج یا هر گیاه دیگر مشابه آنچه که در مزرعه کشت شده است وجود داشته باشد، افت سطح آب نشانگر مجموع نفوذ و تبخیر و تعرق خواهد بود.

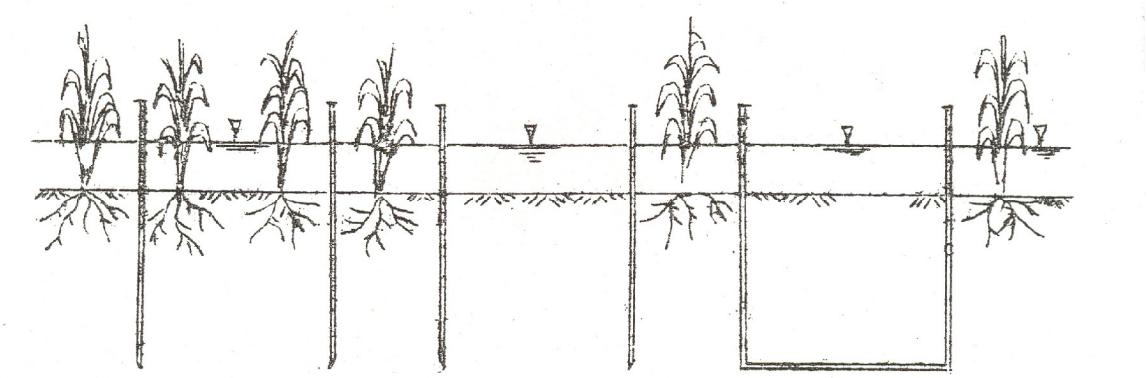
۳- حال اگر بشکه مورد بحث دارای کف فلزی باشد و بعبارت دیگر ارتباط آن با خاک زیرین هم قطع باشد و گیاهی در داخل آن وجود نداشته باشد. افت سطح آب در بشکه نشان‌دهنده میزان تبخیر از سطح آب خواهد بود.

لازم بذکر است در حالت‌های فوق عمق آب اضافه شده به بشکه باید مشابه زمین اطراف بشکه باشد.

با توجه به موارد فوق در صورتیکه سه بشکه با شرایط فوق در مزرعه نصب گردد، امکان اندازه‌گیری پارامترهای E (تبخیر)، Etc (تبخیر و تعرق گیاه) و نفوذ به اعماق (DP) فراهم می‌شود و در یک دوره زراعی با اندازه‌گیری‌های منظم نیاز آبی مزرعه تعیین خواهد شد. بدین منظور می‌توان اطلاعات برداشت شده را در برگه‌هایی مشابه فرم‌های ۱و ۲ درج و محاسبات لازم را به عمل آورد. نحوه کارگذاری بشکه در مزرعه را نشان می‌دهد.

DP=B بشکه −C بشکه

Etc= A بشکه −(B بشکه −C بشکه) =Etc+DP-DP



(A)	(B)	(C)
بشکه بدون کف که در آن گیاه کشت شده است	بشکه بدون کف که گیاهی در آن کشت نشده است	بشکه دارای کف که در آن گیاهی کشت نشده است
ETc+DP	E+DP	E

شکل ۱-۱– روش مستقیم اندازه‌گیری تبخیر، تبخیر و نفوذ و تبخیر و تعرق و نفوذ در یک مزرعه توسط نصب بشکه

نکات مورد توجه در نصب بشکه:

الف) عمق کارگذاری یا کوبیدن بشکه در زمین تا عمق ۲۵ تا ۳۰ سانتیمترباشد. این عمق در انواع خاک سبک به ۷۰–۵۰ سانتیمتر افزایش می‌یابد.

ب) عمق آب در بشکه مشابه عمق آب در کرت باشد یا به عبارت دیگر سطح آب در داخل و اطراف بشکه یکسان باشد.

پ) اندازه بشکه ۵۰×۶۰ سانتیمتر باشد.

ت) ارتفاع قسمت بالایی بشکه روی سطح زمین حداقل۲۰ سانتیمتر باشد.

ث) زمینی که بشکه در آن نصب می‌شود بایستی نماینده سطح اراضی مورد بررسی باشد.

ج) داده‌های مورد نظر باید بصورت روزانه و منظم برداشت و در طول دوره رشد ادامه داشته باشد.

چ) داده‌ها در فرم‌های مخصوص ثبت گردد.

فرم شماره ۱

مشاهدات مزرعه‌ای برای برآورد آب مصرفی گیاه (ETc) به روش مستقیم با استفاده از بشکه

نام مزرعه :..... .موقعیت بشکه: ..... قسمت: ..... بخش: ..... شماره کرت: ..... ماه: .....
سال: .....

* استفاده از بشکه دارای کف فلزی که در داخل آن گیاه کاشته شده است.

تاریخ	قرائت سطح آب "A" (mm)	قرائت سطح آب پس از تنظیم مجدد سطح آب	میزان مصرف آب روزانه تبخیر و تعرق (mm)	بارندگی روزانه (mm)	مصرف آب پس از تعدیل (mm)
مجموع مصرف ماهانه (mm)					
متوسط مصرف روزانه(mm)					

توضیحات :

۱) قرائت A معمولاً نسبت به یک نقطه نشانه انجام می‌گردد. بهترین نقطه لبه بشکه می‌باشد.

۲) تنظیم مجدد سطح آب بعد از آنکه مقدار آب در اثر تبخیر خیلی پایین افتاده و یا اینکه در اثر بارش زیاد، سطح آب افزایش زیادی یافته است. در هر حال لازم است قرائت رأس زمان معینی در هر روز انجام شود.

۳)

شکل ۱-۲- روش مستقیم برآورد آب مصرفی گیاه در یک مزرعه با استفاده از بشکه

فرم شماره ۲

) با استفاده از بشکه‌های دارای کف فلزی و بدون کف DPمشاهدات مزرعه‌ای برای برآورد آب نفوذی به اعماق (

نام مزرعه :.....موقعیت بشکه: .....قسمت: .....بخش: .....شماره کرت: .....ماه: ..... سال: .....

* استفاده از بشکه‌های دارای کف و بدون کف که در آنها گیاهی کشت نشده است.

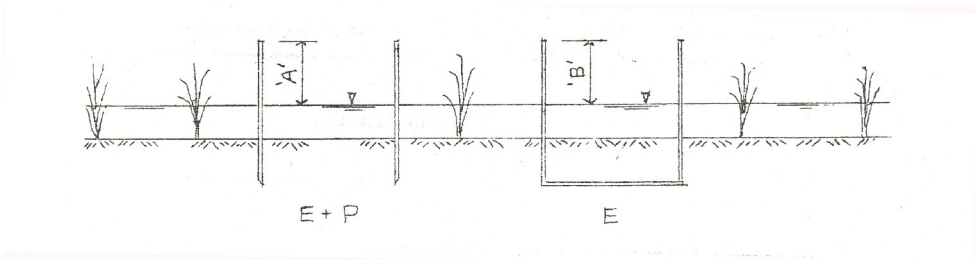
تاریخ	بشکه بدون کف			بشکه دارای کف			نفوذ عمقی روزانه	ملاحظات
	A	A	روزانه	B	B	روزانه	(E+DP)-E	
	(mm)	)تنظیم مجدد(	E-DP	(mm)	)تنظیم مجدد(	E (mm)	(mm)	
کل نفوذ عمقی در طول ماه (mm)								
متوسط نفوذ عمقی در هر روز (mm)								

توضیحات :

۱) A فاصله بین سطح آب و یک نقطه نشانه در بشکه بدون کف می‌باشد.

۲) B فاصله بین سطح آب و یک نقطه نشانه در بشکه دارای کف می‌باشد.

۳) تنظیم مجدد سطح آب وقتی انجام می‌شود که سطح آب خیلی افت کرده باشد، یا در اثر بارش، سطح آب از نقاط مجاور بیشتر شده باشد.



شکل ۱-۳- روش برآورد آب نفوذی به اعماق در یک مزرعه با استفاده از بشکه‌های دارای کف فلزی و بدون کف

فرم شماره ۳

با روش اندازه‌گیری مستقیم(ET/E)برآورد نسبت تبخیر و تعرق به تبخیر

سال ..... مزرعه ..... منطقه .....

تاریخ	تعداد روز بعد از نشاکاری	تبخیر و تعرق (ET) (mm)	تبخیرE (mm)	ET/E	مرحله رشد گیاه

محاسبه توسط: .....

۱-۱-۲- استفاده از روش‌های تجربی برآورد نیاز آبی گیاهان

روش‌های نظری و تجربی زیادی برای برآورد نیاز آبی گیاهان وجود دارد. این روش‌ها بر یک یا چند اصل زیر استوارند:

- تراز انرژی همانند روش جانسون[۱]، روش هارگریوز[۲]، روش جنسن-هیز[۳] و روش بلانی– کریدل[۴]
- تبخیر، همانند تبخیر از سطح تشتک استاندارد ؛
- روش‌های ترکیبی، همانند روش پنمن[۵]، روش پنمن – رایت[۶] و پنمن – مونتیس[۷]

سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (FAO)، در پژوهشی، تعداد زیادی از روش‌ها را مورد بررسی قرار داده و چنین نتیجه‌گیری کرده است که روش پنمن– مونتیس در نقاط مختلف دنیا بهترین پاسخ‌ها را ارائه می‌کند، از این رو در ایران نیز این روش مقبولیت بیشتری یافته و مبنای محاسبات سند ملی آب قرار گرفته است.

سند ملی آب که توسط وزارت جهادکشاورزی تهیه و به تصویب هیئت وزیران رسیده، به عنوان سندی لازم‌الاجرا شناخته می‌شود. در این سند، نیاز آبی گیاهان مختلف در مناطق متفاوت در دوره‌های زمانی ده روزه برای هر ماه ارائه شده است. جدول ۱۱ نمونه‌ای از این اطلاعات را برای برنج در منطقه رشت نشان می‌دهد. لازم به ذکر است این سند با استفاده از روش پنمن مونتیس تهیه شده است.

---

[۱] Johnson
[۲] Hargreaves
[۳] Jensen- Haise
[۴] Blaney - Criddle
[۵] Penman
[۶] Penman - Wright
[۷] Penman - Monteith

جدول ۱-۱– نیاز خالص آبیاری

وزارت جهاد کشاورزی–سازمان هواشناسی کشور
(طرح بهینه‌سازی الگوی مصرف آب کشاورزی)
نیاز خالص آبیاری محصولات زراعی و باغی

دشت رشت-لاهیجان		استان گیلان			حوضه آبریز سفیدرود		
محصول شلتوک					(طول دوره رشد ۱۲۴ روز)		
ماه	دهه	تبخیر تعرق (میلیمتر)	باران موثر (میلیمتر)	نیاز خالص آبیاری	ماه	دهه	تبخیر تعرق (میلیمتر)	باران موثر (میلیمتر)	نیاز خالص آبیاری
فروردین	۱				مهر	۱			
	۲					۲			
	۳					۳			
	جمع					جمع			
اردیبهشت	۱				آبان	۱			
	۲	۲۷	۱۵	۱۲		۲			
	۳	۳۳	۱۳	۲۰		۳			
	جمع	۶۰	۲۸	۳۲		جمع			
خرداد	۱	۳۴	۸	۲۶	آذر	۱			
	۲	۳۹	۶	۳۳		۲			
	۳	۴۶	۸	۳۸		۳			
	جمع	۱۱۹	۲۲	۹۷		جمع			
تیر	۱	۴۱	۱۳	۲۸	دی	۱			
	۲	۴۰	۸	۳۲		۲			
	۳	۴۷	۹	۳۸		۳			
	جمع	۱۲۸	۳۰	۹۸		جمع			
مرداد	۱	۴۰	۷	۳۳	بهمن	۱			
	۲	۳۷	۲۱	۱۶		۲			
	۳	۳۶	۱۴	۲۲		۳			
	جمع	۱۱۳	۴۲	۷۱		جمع			
شهریور	۱	۲۷	۱۶	۱۱	اسفند	۱			
	۲					۲			
	۳					۳			
	جمع	۲۷	۱۶	۱۱		جمع			

جمع (میلیمتر)	تبخیر–تعرق	باران موثر	نیازخالص‌آبیاری *
	۴۴۷	۱۳۸	۳۰۹
نیاز خالص‌آبیاری(مترمکعب در هکتار)			۳۰۹۰

* در محاسبه نیاز آبیاری برای آبیاری اولیه(خاک آب)مقداری منظور نشده است لذا می توان با توجه به شرایط خاک و نوع زراعت ۳۰ تا ۵۰ میلیمتر به مقدار نیاز خالص آبیاری افزود.

موسسه تحقیقات خاک و آب وابسته به وزارت جهادکشاورزی نیز در سال ۱۳۷۶ دو جلد کتاب تحت عنوان « برآورد نیاز آبی گیاهان عمده زراعی و باغی کشور» منتشر کرده است. این کتاب‌ها نیاز آبی گیاهان مختلف را در نقاط متفاوت برآورد می‌کنند. این برآوردها نیز بر مبنای روش پنمن – مونتیس صورت گرفته است. جدول ۱–۲ نیاز آبی گیاه برنج را در منطقه جلفا نشان می‌دهد.

جدول ۱-۲- نمونه خروجی برآورد نیاز آبی برنج از کتاب موسسه تحقیقات خاک و آب

JOLFA جلفا					Crop Rice- M برنج					
Month	Dec	Stage	Area	Coaf	Etcrop	Perc	Lprep	RiceRq	Effa	IrReeq
			%	Kc	mm/day		mm/day		mm/day	mm/day
اردیبهشت	۱	Land	۵۱	۱,۱۵	۲,۳۹	۱,۵	۲۰	۲۳,۹	۴,۷	۲۳۴,۴
	۲	Init	۱۰۰	۱,۱۰	۵,۰۰	۳,۰	-	۸,۰	۹,۳	۷۰,۷
	۳	In/De	۱۰۰	۱,۱۰	۵,۴۸	۳,۰	-	۸,۵	۹,۵	۷۵,۲
خرداد	۱	Deve	۱۰۰	۱,۱۰	۶,۱۹	۳,۰	-	۹,۲	۱۰,۵	۹۱,۶
	۲	Deve	۱۰۰	۱,۱۲	۷,۰۱	۳,۰	-	۱۰,۰	۱۰,۲	۸۹,۹
	۳	De/Mi	۱۰۰	۱,۱۵	۷,۹۶	۳,۰	-	۱۱,۰	۱۰,۵	۹۹,۱
تیر	۱	Mid	۱۰۰	۱,۱۹	۹,۱۶	۳,۰	-	۱۲,۲	۷,۵	۱۱۴,۲
	۲	Mid	۱۰۰	۱,۲۰	۱۰,۶۸	۳,۰	-	۱۳,۷	۳,۳	۱۳۳,۵
	۳	Mid	۱۰۰	۱,۲۰	۱۱,۸۸	۳,۰	-	۱۴,۹	۰,۳	۱۴۸,۵
مرداد	۱	Mid	۱۰۰	۱,۲۰	۱۱,۱۵	۳,۰	-	۱۴,۱	۰,۷	۱۵۵,۰
	۲	Mid	۱۰۰	۱,۲۰	۱۰,۳۰	۳,۰	-	۱۳,۳	۱,۳	۱۳۱,۷
	۳	Mi/Lt	۱۰۰	۱,۱۹	۹,۷	۲,۸	-	۱۲,۶	۱,۳	۱۲۴,۳
شهریور	۱	Late	۱۰۰	۱,۱۱	۷,۹۵	۱,۹	-	۹,۹	۱,۵	۱۰۷,۶
	۲	Late	۱۰۰	۰,۹۷	۶,۰۲	۰,۷	-	۶,۸	۰,۷	۴۶,۷
					۱۱۱۶	۳۷۶	۲۰۰	۱۶۹۲	۷۱	۱۶۲۲,۴

اگرچه در این مجموعه پرداختن به روش‌های مختلف برآورد آب مورد نیاز برنج مد نظر نیست، می‌توان از نتایج حاصل از روش‌های متداول و متناسب با شرایط منطقه استفاده کرد. در هر حال در شرایطی که دسترسی به این نتایج مشکل و یا امکان‌پذیر نباشد می‌توان با انجام مراحل ذیل نسبت به برآورد آب مورد نیاز برنج اقدام نمود.

گام اول: تعیین میزان تبخیر و تعرق گیاه مرجع: ET_O

گام دوم: تعیین ضریب گیاهی: Kc

گام سوم: تعیین نیاز آبی گیاه: $ET_C=ET_O*Kc$

گام چهارم: تعیین مقدار آب مورد نیاز برای انجام عملیات آماده‌سازی زمین: (۱-۱) SAT

با توجه به اینکه لازم است یکماه قبل از نشاکاری یا بذرپاشی در کرت‌ها، منطقه ریشه از آب اشباع گردد. میزان آب مورد نیاز برای اینکار به نوع خاک و عمق ریشه واریته مورد نظر بستگی دارد.

گام پنجم: برآورد میزان آبی که بصورت نفوذ به اعماق از دست می‌رود: DP

میزان آب نفوذی به اعماق نیز به نوع خاک وابسته است. این میزان در انواع خاک خیلی سنگین و گِلاب کرده[۱] کم، در مقابل در انواع خاک سبک شنی زیاد خواهد بود. بهترین حالت اینست که میزان آب نفوذی در محل اندازه‌گیری شود. در صورتیکه اطلاعات مربوط به اندازه‌گیری‌های محلی در دسترس نباشد و یا اندازه‌گیری با مشکل روبرو گردد، می‌توان از ارقام جدول زیر استفاده کرد.

جدول ۱-۳– میزان تقریبی آب نفوذی به اعماق در خاکهای مختلف

خاک‌های سنگین رسی	DP=۲mm/day=۶۰mm/month
خاک‌های سبک شنی	DP=۸mm/day=۲۴۰mm/month
خاک‌های متوسط	DP=۵mm/day=۱۵۰mm/month

گام ششم: تعیین آب لازم برای ایجاد یک لایه[۲] یا تیغه آب در کرت: WL

بعد از نشاکاری یک لایه آبی در کرت ایجاد می‌شود. مقدار آب مورد نیاز برای اینکار و حفظ آب با عمق معین در کرت با میزان نفوذ آب به اعماق بصورت توأم در نظر گرفته می‌شود. با اینحال برای نگهداری سطح آب در یک ارتفاع تعریف شده به مقداری آب نیاز است که باید در برآوردها مد نظر قرار گیرد. در این مقوله راه‌های مختلفی برای تعیین میزان آب لازم وجود دارد. بطور معمول عمق آب روی زمین در کرت‌ها معادل ۱۰۰ میلیمتر در نظر گرفته و این مقدار را در طول دوره رشد ثابت نگه می‌دارند. سپس آن را به ۲۰ تا ۵۰ میلیمتر در یک مقطع زمانی از دوره رشد (پنجه‌زنی) کاهش داده و سپس مجدداً به ۱۰۰ میلیمتر افزایش می‌دهند.

لازم بذکر است در مواردی ممکن است عمق لایه آب روی سطح زمین کرت به صفر رسیده و یا به عبارت دیگر سطح خاک خشکانده شود. این عمل به منظور ایجاد شرایط مناسب برای پنجه زنی و فراهم نمودن امکان جذب عنصر روی توسط گیاه می‌باشد. همچنین برای کوددهی به خاک ابتدا آب‌های موجود در کرت را زهکشی نموده و سپس اقدام به کود دادن می‌نمایند.

گام هفتم: برآورد میزان باران موثر : Pe

میزان باران موثر با استفاده از روابط متعددی[۳] قابل برآورد است ولی با استفاده از روابط ساده ذیل می‌توان بطور تقریبی میزان باران موثر را برآورد نمود.

اگر بارندگی بیش از ۷۵ میلیمتر در ماه باشد $Pe=0.8P-25$

اگر بارندگی کمتر از ۷۵ میلیمتر در ماه باشد. $Pe=0.6P-10$

Pe: باران موثر ماهانه mm P: باران ماهانه mm

گام هشتم: محاسبه میزان آب آبیاری : IN

$$IN=ET_C+SAT+DP+WL-Pe \qquad (۲-۱)$$

[۱] با انجام عملیات تسطیح کرت در حالت استغراق، کلوخه‌ها و ساختمان خاک به‌هم زده می‌شود که به آن گِلاب کردن (puddling) می‌گویند. با اینکار نفوذپذیری خاک کم می‌شود.

[۲] در مزارع برنج در شمال کشور، قبل از نشاکاری کرت‌ها را هموار و غرقاب می‌نمایند و اصطلاحاً به این عمل تختاب می‌گویند.

[۳] به نشریه شماره ۳۴۶-۲ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور مراجعه شود (مبانی و ضوابط تجهیز و نوسازی اراضی خشکه‌زاری)

میزان آب لازم در شرایط آبیاری دایم و متناوب

برای تعیین میزان آب جهت آبیاری باید ابتدا در مورد آبیاری دایم یا متناوب تصمیم‌گیری شود.

- اگر آبیاری دایمی باشد، میزان آب لازم برای آبیاری از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$Q_C = \frac{IN}{۱۰۰۰} \times A \times ۱۰۰۰۰ \times \frac{۱۰۰۰}{۸۶۴۰۰} = \frac{IN.A}{۸.۶۴} \qquad (۳-۱)$$

که در آن: IN = نیاز آبیاری روزانه mm/day

A = مساحت زمین ha

Q_C = دبی مورد نیاز (دایمی) l/s

مثال: اگر سطح زمین مورد نظر برای آبیاری ۵ هکتار باشد در شرایط آبیاری دایمی چند لیتر در ثانیه آب لازم است؟ نیاز آبیاری روزانه ۱۲ میلیمتر است.

$$Q_C = \frac{IN \times A}{۸.۶۴}$$

$$Q_C = \frac{۱۲ \times ۵}{۸.۶۴} = ۶.۹۴ = ۷ \qquad l/s$$

- در صورتیکه آبیاری متناوب باشد مقدار آب لازم برای آبیاری از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$Q_i = \frac{۲.۸ \times A \times IN \times D}{Ta} \qquad (٤-۱)$$

که در آن:

Q_i = میزان آب مورد نیاز برای آبیاری (متناوب) l/s

A = مساحت زمین ha

IN = نیاز آبیاری روزانه mm/day

D = دور آبیاری day

Ta = مدت آبیاری hr

مثال: اگر سطح زمین مورد نظر ۵ هکتار و نیاز آبیاری ۱۲ میلیمتر در روز و دور آبیاری ۳ روز و زمان آبیاری ۱۲ ساعت باشد دبی مورد نیاز چقدر است؟

$$Q_i = \frac{۲.۸ \times A \times IN \times D}{Ta} = \frac{۲.۸ \times ۵ \times ۱۲ \times ۳}{۱۲} = ۵۲ \quad l/s$$

۱-۲- برآورد دبی ویژه (هیدرومدول)

۱-۲-۱- دبی ویژه (هیدرومدول) در شرایط چندکشتی و یا تناوب با سایر گیاهان همراه با کشت ماهی

اگرچه در کشور ما بر اساس سنت دیرین روش تک‌کشتی هنوز ادامه دارد، ولی استفاده از تناوب برای شالیزار لازم و ضروری است و این امر موجب افزایش کمیت و کیفیت محصول شده و همچنین از توسعه امراض و آفات برنج جلوگیری می‌نماید.

در سال‌های اخیر کشت « شبدربرسیم» در اراضی شالیزار در حال گسترش است. بدین منظور چند روز قبل از برداشت برنج، بذر شبدر را روی خاک می‌پاشند. شبدر پس از سبز شدن تا حدود پانزده تا بیست روز قبل از عملیات نشاکاری که باید زمین برای برنجکاری آماده شود روی زمین باقی می‌ماند. این گیاه ضمن تولید علوفه (به‌میزان ۱۰ تا ۱۲ تن در هکتار) موجب بهبود کیفیت فیزیکی و افزایش نیتروژن خاک نیز می‌گردد.

برای بهبود وضعیت خاک در تناوب زراعی باید به نکات زیر توجه گردد.

۱- کود حیوانی به میزان کافی به خاک داده شود.

۲- در تناوب از گیاهانی استفاده شود که موجب افزایش نیتروژن خاک گردد.

۳- از گیاهانی استفاده شود که از یک تیره نباشند چون به دلیل وجود بیماری‌ها و آفات مشترک اثر منفی در تولید محصول پدید خواهد آمد.

۴- در شرایط خاص که امکان استفاده از گیاهان در تناوب زراعی فراهم نباشد، می‌توان از آیش (عدم کشت) بهره‌گیری کرد.

متداول ترین دوره‌های تناوبی در استان‌های شمالی کشور به شرح زیر است:

۱- *سال اول:* برنج *سال دوم:* برنج *سال سوم:* آیش

۲- *سال اول:* شبدربرسیم سال دوم: برنج یا کشت اول: برنج کشت دوم: شبدر برسیم

۳- *سال اول:* برنج *سال دوم:* آیش

۴- *سال اول:* برنج *سال دوم:* برنج *سال سوم:* آیش *سال چهارم:* پنبه

۵- *سال اول:* برنج *سال دوم:* برنج *سال سوم:* برنج *سال چهارم:* پنبه *سال پنجم:* آیش

تناوب‌های ۴ و ۵ در منطقه گرگان مرسوم است.

در استان‌های جنوبی کشور از صیفی جات و گندم در گردش زراعی با برنج استفاده می‌کنند. در مناطق کشت نیشکر از این گیاه برای تناوب زراعی استفاده میشود (نیشکر به مدت ۲ تا ۴ سال بعد از برنج).

در کشورهای دیگر نظیر فرانسه از یولاف و شبدر در تناوب استفاده می‌شود.

سال اول: برنج *سال دوم:* برنج *سال سوم:* برنج

سال چهارم: یولاف *سال پنجم:* شبدر

در برخی از کشورها نیز از گیاهان علوفه‌ای نظیر یونجه و شبدر و گاهی سویا در تناوب استفاده می‌کنند.

۱- *سال اول:* یونجه *سال دوم:* برنج

۲- *سال اول:* شبدر مصری *سال دوم:* برنج

* با توجه به مطالب فوق و با عنایت به اینکه نیاز آبی گیاهان متفاوت است لازم است ظرفیت کانال‌ها بگونه‌ای تنظیم شود که امکان گذرحجمی آب در کانال متناسب با نیاز اراضی زیر دست باشد.

۱-۲-۲- دبی ویژه در شرایط چند کشتی

اگر الگوی کشت از چند نوع گیاه تشکیل شده باشد دبی ویژه از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$q_d = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} A_i \times ET_{Ci}\right) \times 100}{D \times 864E \sum_{i=1}^{n} A_i} \qquad (۵-۱)$$

که در آن :

Ai: مساحت زیر کشت i ام

ET_{Ci}: نیاز آبی گیاه i ام (میلیمتر در دوره مورد نظر)

E: راندمان آبیاری (اعشاری)

D: دوره آبیاری (روز)

q_d: مدول آبیاری (دبی ویژه) الگوی کشت (لیتر در ثانیه در هکتار)

نکته ۱: q_d حاصل از رابطه فوق به راندمان آبیاری E وابسته است بدین معنی که اگر راندمان کاربرد آب فقط در قطعه آبیاری در نظر گرفته شده باشد، مدول فقط در سطح قطعه آبیاری کاربرد دارد. بدیهی است در راندمان آبیاری علاوه بر تلفات رواناب و نفوذ عمقی، در صورت لزوم نیاز آبی برای شستشوی خاک نیز باید ملحوظ گردد.

۱-۲-۳- دبی ویژه در شرایط تک کشتی

برای پروژه هایی که در آنها تنها یک نوع محصول کشت میشود، دبی ویژه از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$q_d = \frac{ET_C \times 100}{E \times 864 \times D} \qquad (۶-۱)$$

پارامترها در این رابطه مانند موارد مشابه در رابطه قبل است.[۱]

۱-۳- تعیین ظرفیت کانال‌ها

همانگونه که در مبحث دبی ویژه آورده شده است، اگر مزرعه در مقاطع زمانی مختلف تحت کشت تک محصولی و یا چند محصولی (الگوی کشت) قرار گیرد، بایستی کانال‌ها ظرفیت کافی برای تامین آب مورد نیاز را داشته باشند. بدین منظور لازم است نیاز آبیاری الگوی کشت با اعمال ضرایب انعطاف‌پذیری مناسب برآورد شده و با نیاز آبیاری در شرایط تک‌کشتی (گیاه پر

[۱]- برای آشنایی بیشتر با موضوع تعیین دبی ویژه به فصل اول جلد دوم « ضوابط و مبانی طراحی تجهیز و نوسازی اراضی خشکه‌زاری» (نشریه شماره ۲-۲۴۶ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور) مراجعه شود.

مصرف) مقایسه شود. در اینصورت ارقام بزرگتر حاصل از این برآوردها متناظر با ظرفیت کانال خواهد بود. بنابراین تعیین ظرفیت کانال و تاسیسات آبگیری بشرح گام‌های ذیل می‌باشد:

گام اول: محاسبه نیاز آبی خالص الگوی کشت (در ماه حداکثر مصرف)

گام دوم: اعمال ضریب دوره ۱۰ روزه حداکثر مصرف (که بطور معمول ۱/۱ تا ۱/۱۵ در نظر گرفته می‌شود)

گام سوم: اعمال راندمان آبیاری

گام چهارم: اعمال ضریب انعطاف‌پذیری به تناسب سطح کشت زیر پوشش کانال و یا تاسیسات آبی مربوطه

توجه: ضریب انعطاف‌پذیری در اراضی با سابقه کشت چند محصولی (الگوی کشت) بصورت روابط نمایی و یا خطی و با استفاده از اطلاعات محلی تعریف و مورد استفاده قرار می‌گیرد.

الف – رابطه نمایی:

$$I_f = xA^y \qquad (۷-۱)$$

که در آن I_f ضریب انعطاف‌پذیری

A: سطح زیر پوشش کانال یا ابنیه فنی هکتار

y,x ضرایب معادله که با توجه به حدود پایین و بالای ضریب انعطاف سطح متناظر مورد نظر و با تشکیل دو معادله[۱] بدست می‌آیند.

ب- رابطه خطی:

$$I_f = x + y \times A \qquad (۸-۱)$$

برای شرایط ایران ضرایب انعطاف تجربی جهت تعین ظرفیت کانال را می‌توان از جدول ۱-۴ استخراج و مورد استفاده قرار داد. ارقام این جدول مربوط به گیاهان غیرشالیزاری است؛ بنابراین با توجه به اینکه برنج در ماه حداکثر مصرف به آب زیادی احتیاج دارد که از نیاز اوج اکثر گیاهان بیشتر است، توصیه می‌شود که از مقادیر کمتری از ارقام این جدول در مورد برنج استفاده شود.

۱- برای جزییات بیشتر به فصل دوم(آبیاری) مبانی و ضوابط و طراحی تجهیز و نوسازی اراضی خشکه‌زاری (نشریه شماره ۲-۳۴۶ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور) مراجعه شود.

جدول۱-٤- ضریب انعطاف تجربی

سطح اراضی آبخور کانال (ha)	ضریب انعطاف کانال	ضریب انعطاف ابنیه فنی
بیشتر از ۱۰۰۰	۱	۱/۲
۸۰۰-۱۰۰۰	۱/۱	۱/۲
۶۰۰-۸۰۰	۱/۱۵	۱/۴
۴۰۰-۶۰۰	۱/۲۵	۱/۵
۲۰۰-۴۰۰	۱/۳۵	۱/۶
۱۰۰-۲۰۰	۱/۴	۱/۷
کمتر از ۱۰۰	۱/۵	۱/۸

گام پنجم: دبی کانال از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$Q=q\times A\times I_{fc} \qquad (۹-۱)$$

که در آن:

Q :دبی کانال لیتر بر ثانیه

q: دبی ویژه لیتر بر ثانیه بر هکتار

A: سطح زیر پوشش هکتار

I_{fc}: ضریب انعطاف با استفاده از جدول ۱-۴ و تعدیل آن

گام ششم: محاسبه نیاز آبی الگوی تک کشتی

با توجه به این موضوع که این نشریه مربوط به زراعت برنج می‌باشد، نیاز آبی برنج تحت شرایط مختلف (کشت برنج و یا کشت توام برنج و ماهی) برآورد می‌شود.

گام هفتم: محاسبه نیاز آبی برای عملیات آماده‌سازی اولیه و آبیاری

گام هشتم: مقایسه ارقام حاصل از محاسبات در گام‌های ۵ و ۷

گام نهم: انتخاب رقم بزرگتر بعنوان ظرفیت کانال (ابنیه فنی)

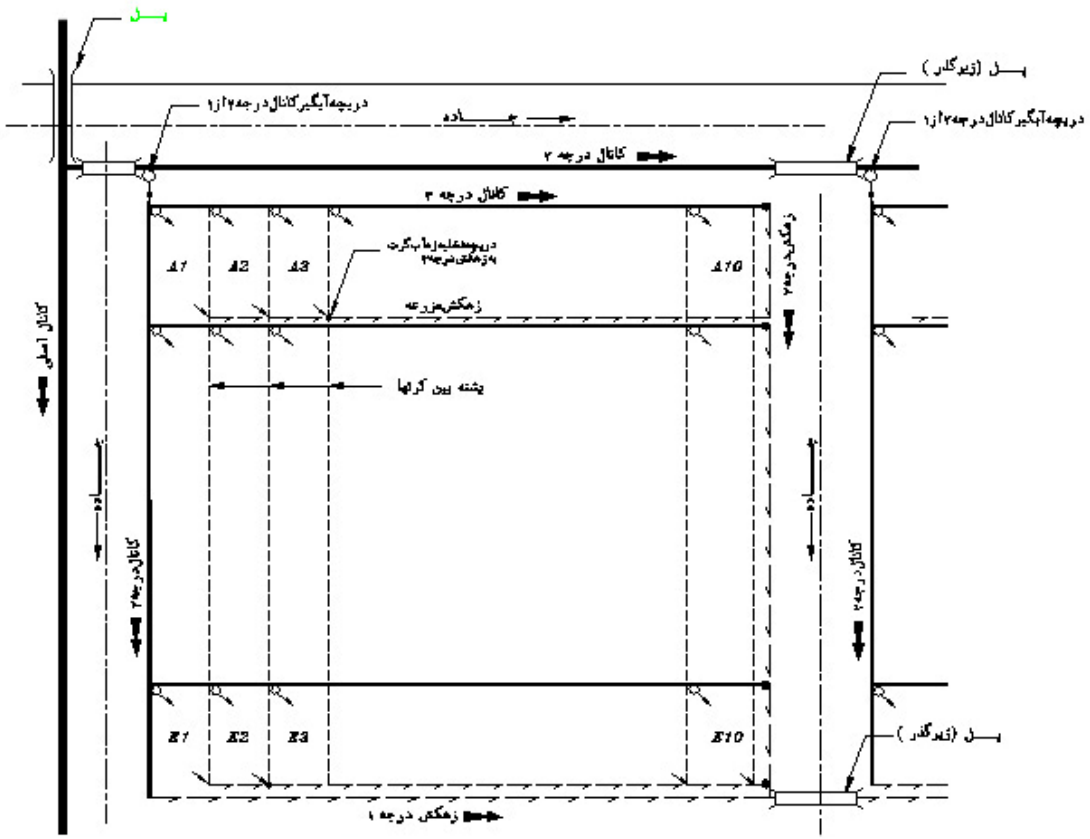
۱-۳-۱- تعیین ظرفیت کانال و تاسیسات در مزارع برنج

در مزارع برنج آب زیادی در ابتدای کار جهت آماده‌سازی بستر برای نشاء کاری مورد نیاز است. این مقدار آب با توجه به شرایط خاک (بافت و ساختمان) متغیر است ولی در هر صورت حجم قابل توجهی از آب بایستی وارد مزرعه شود تا آن را اشباع نموده و با برهم زدن ساختمان خاک و ایجاد شرایط ویژه، یک حالت ایستابی در سطح کرت بوجود آید. اگرچه امکان عملیات آماده‌سازی و گِلاب‌کردن بدلیل صعوبت کار و گستردگی عملیات بصورت یکباره فراهم نخواهد بود و یا با مشکلات زیادی مواجه است، ولی با

فرض حل این مسایل، نیاز آبی بسیار بالا در این مقطع، لزوم برنامه‌ریزی برای اجرای عملیات در یک گستره زمانی مناسب را ایجاب می‌نماید.

برای مثال اگر در یک مزرعه ۱۰۰ هکتاری برنج عملیات به یکباره انجام شود آب زیادی برای آماده‌سازی مورد نیاز است در حالیکه اگر این عملیات در دوره زمانی ۱۰ روزه انجام گردد مقدار آب مورد نیاز حدود ۳۷ درصد کاهش می‌یابد. برای روشن شدن مطلب به مثال زیر توجه نمائید.

یک مزرعه ۱۰۰ هکتاری به قطعات ۲ هکتاری تقسیم شده است که این قطعات در ۵ ردیف A,B,C,D,E و در هر ردیف ۱۰ قطعه قرار دارد. آب از یک کانال اصلی توسط دریچه To دریافت و توسط کانال درجه ۲ به کانال‌های درجه ۳ مربوطه تحویل خواهد شد. سپس به تناسب برنامه از پیش تعیین شده عملیات در هر ردیف و در تاریخ معین آب وارد کانال‌های درجه ۴ (کانال آبیاری) شده و عملیات آماده‌سازی کرت‌ها ادامه می‌یابد. آب مازاد و زهکشی توسط زهکش‌های درجه ۴ دریافت و به ترتیب وارد زهکش‌های درجه ۳، ۲ و بالاخره زهکش اصلی شده و به خروجی هدایت می‌گردد.



شکل ۱-٤- شبکه آبیاری اصلی و فرعی شالیزار

اطلاعات موجود:

- مساحت هر قطعه ۲ هکتار
- شروع عملیات آماده‌سازی اول اردیبهشت
- با توجه به برنامه‌های پیش بینی شده بعد از عملیات آماده‌سازی باید عمق آب در کرت همواره حداقل ۱۰ میلیمتر باشد. یعنی برای جبران تلفات تبخیر و نفوذ ۱۰ میلیمتر آب (روزانه) به کرت‌ها اضافه شود.
- میزان آب لازم برای گِلاب‌کردن ۳۵ لیتر در ثانیه برای هر قطعه ۲ هکتاری می‌باشد.
- زمان موجود برای عملیات آماده‌سازی ۱۰ روز (۱تا۱۰ اردیبهشت)

خواسته ها:

- دبی انحراف از دریچه To چقدر باید باشد؟
- دبی کانال‌های مزرعه چقدر باشد؟

حل: برای تعیین ظرفیت کانال‌ها باید به این نکته توجه شود که :

عملیات آماده‌سازی و گِلاب‌کردن به آب زیادی احتیاج دارد در حالیکه بعد از آماده شدن کرت‌ها آنها را غرقاب نموده و روزهای بعد فقط تلفات آب جبران می‌شود. لذا باید برنامه‌ریزی بگونه‌ای باشد که ظرفیت کانال‌ها بهینه بوده و جواب‌گوی نیازها باشد. بنابراین در هر ردیف از ۱۰ قطعه ۲ هکتاری ۵ قطعه در یکروز و ۵ قطعه در روز بعد آماده‌سازی می‌شود، لذا کانال در این مرحله عملیات، فقط ۵×۳۵ لیتر در ثانیه آب را انتقال خواهد داد در حالیکه اگر کل قطعات در هر کانال مزرعه در یکروز آبگیری شوند میزان دبی باید ۳۵۰ لیتر در ثانیه باشد. با تشکیل جدول ۱–۵ به بررسی این موضوع پرداخته می‌شود.

جدول ۱-۵- برنامه آبگیری دریچه‌ها و میزان آبگیری آنها

تاریخ	شماره قطعه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	دبی دریچه	
	نام آبگیر	دبی (لیتر در ثانیه)										لیتر در ثانیه	
۱ اردیبهشت	A	۳۵(۱)	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	-	-	-	-	-	۱۷۵	
۲ اردیبهشت	B	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	-	-	-	-	-	۱۷۵	
۳ اردیبهشت	C	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	-	-	-	-	-	۱۷۵	
۴ اردیبهشت	D	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	-	-	-	-	-	۱۷۵	
۵ اردیبهشت	E	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	-	-	-	-	-	۱۷۵	
۶ اردیبهشت	A	-	-	-	-	-	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۱۷۵	
۷ اردیبهشت	B	-	-	-	-	-	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۱۷۵	۲۲۱
	A	۹/۲(۲)	۹/۲	۹/۲	۹/۲	۹/۲	-	-	-	-	-	۴۶	
۸ اردیبهشت	C	-	-	-	-	-	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۱۷۵	۲۱۰
	B	۷(۳)	۷	۷	۷	۷	-	-	-	-	-	۳۵	
۹ اردیبهشت	D	-	-	-	-	-	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۱۷۵	۲۱۰
	C	۴/۶ (۴)	۴/۶	۴/۶	۴/۶	۴/۶	-	-	-	-	-	۲۳	
	D	۲/۴ (۵)	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	-	-	-	-	-	۱۲	
۱۰ اردیبهشت	E	-	-	-	-	-	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۱۷۵	
۱۱ اردیبهشت	کل آبگیرها	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲۰	

توضیحات در مورد ارقام جدول (۱-۵)

(۱) عمق آب در هر کرت برای عملیات گِلاب‌کردن و آماده‌سازی زمین ۱۰۰ میلیمتر در نظر گرفته شده است. پس از عملیات نیز برای ۵ روز بعد از عملیات ۵۰ میلیمتر آب جهت استغراق کرت منظور شده است بنابراین با در نظر گرفتن سطح هر قطعه معادل ۲ هکتار میزان آب ورودی به قطعه برابر خواهد بود با:

$$\frac{۱۵۰mm\times ۱۰m^{۳}/ha\times ۲ha\times ۱۰۰۰l/m^{۳}}{۸۶۴۰۰s}=۳۴.۷۲l/s=۳۵\quad l/s$$

(۲) برای هر روز ۱۰ میلیمتر آب جهت مستغرق نگه داشتن کرت در نظر گرفته شده است. بنابراین برای ۴ روز باید ۴۰ میلیمتر معادل ۹/۲ لیتر در ثانیه در نظر گرفته شود. (روز هفتم در قطعات ۲ هکتاری A۱ تا A۵)

(۳) در قطعات B۱ تا B۵ در روز هشتم ۳۰ میلیمتر آب برای ۳ روز معادل ۷ لیتر در ثانیه در نظر گرفته شده است.

(۴) و (۵) در قطعات C۱ تا C۵ و D۱ تا D۵ در روز نهم به ترتیب ۲۰ و ۱۰ میلیمتر آب معادل ۴/۶ لیتر در ثانیه و ۲/۴ لیتر در ثانیه در نظر گرفته شده است.

نتیجه: با بررسی ارقام دبی در جدول مشخص می‌شود اگر آبگیری قطعات برای گِلاب‌کردن بطور همزمان انجام می‌شد، برای هر کانال مزرعه ۲۳۱/۵ لیتر در ثانیه (معادل ۱۰۰ میلیمتر آب) و در مجموع ۱۱۵۷/۴ لیتر در ثانیه آب می‌بایست از To منحرف می‌شد. در حالیکه با انجام عملیات آماده‌سازی و گِلاب‌کردن بصورت نوبتی ظرفیت کانال‌های مزرعه به ۱۷۵ لیتر در ثانیه کاهش می‌یابد و فقط در روز هفتم با توجه به اینکه می‌بایست ضمن عملیات آماده‌سازی قطعات B۶ تا B۱۰ قطعات A۱ تا A۵ نیز با آبی به عمق ۴۰ میلیمتر غرقاب شوند میزان آب دریافتی از To باید مجموع این دو نیاز یعنی ۲۲۱ لیتر در ثانیه را تامین نماید. این نیاز در روزهای هشتم و نهم نیز معادل ۲۱۰ لیتر در ثانیه خواهد بود.

بعد از عملیات آماده‌سازی کلیه قطعات ۲ هکتاری فقط آب مورد نیاز برای جبران تبخیر و تعرق و نفوذ معادل ۱۰ میلیمتر در روز باید تامین شود که در اینصورت کل آب مورد نیاز برابر ۱۱۵/۷ لیتر در ثانیه می‌باشد که می‌توان آن را به ۱۲۰ لیتر در ثانیه افزایش داد.

۱-۳-۲- تعیین ظرفیت کانال با استفاده از تجربیات حاصل در کشورهای آسیایی (شرق و جنوب شرقی)

برای تعیین ظرفیت کانال، طراح بایستی زمان دریافت آب با دبی معین جهت تامین نیازهای آبی، آماده‌سازی زمین گِلاب‌کردن و حفظ آب با عمق معین در سطح کرت را بداند. رابطه بین مقدار آب، مدت آبیاری، سطح زیر کشت و عمق آب در سطح کرت بصورت زیر است:

$$Q.t=A.d \qquad (۱۰-۱)$$

که در آن:

Q: دبی مورد نیاز مترمکعب در ثانیه

t: زمان دریافت آب ثانیه

A: سطح کرت مترمربع

D: عمق آب در کرت متر

عمق آب در کرت در واقع مجموع نیاز آبی برای آماده‌سازی اولیه و عمق آب روی سطح خاک بعد از آماده‌سازی می‌باشد. تعیین ظرفیت کانال بر مبنای تامین نیاز آبی مزرعه و جبران تلفات در کرت‌ها از طریق رواناب، نفوذ به اعماق و نشت و همچنین تلفات در نهرهای توزیع می‌باشد. ظرفیت کانال در انتهای زمان آماده‌سازی و ابتدای نشاکاری حداکثر است و باید کانال قادر به تامین این حداکثر نیاز باشد. تعیین ظرفیت دریچه‌های آبگیر به تناسب سطح تحت آبخور از روابط زیر بدست می‌آید.

$$Q = \left(\frac{A \times P}{n \times ۸.۶۴} + \frac{A \times W}{I \times ۸.۶۴}\right)\left(\frac{۱}{۱ - L}\right) \qquad (۱۱-۱)$$

$$Q = \left(\frac{A \times P}{n \times ۸.۶۴} + \frac{A}{q}\right)\left(\frac{۱}{۱ - L}\right) \qquad (۱۲-۱)$$

که در آنها :

Q: ظرفیت کانال	مترمکعب در ثانیه
A: مساحت زمین	هکتار
P: عمق آب لازم برای آماده‌سازی (گِلاب‌کردن)	متر
n: تعداد روزهای آماده سازی	روز
W : عمق آب لازم در کرت برای جبران نفوذ عمقی و تبخیر	متر در روز
I: دور آبیاری	روز
q: مقدار جریان آب در هر هکتار	لیتر در ثانیه در هکتار
L: درصد تلفات آب	

پارامترهای لازم برای حل معادلات (۱-۱۱) و (۱-۱۲) بر اساس تجربیات بدست آمده در کشورهای آسیایی در جدول۱-۶ گردآوری شده است.

جدول ۱-٦- پارامترهای مربوط به برآورد ظرفیت کانال

I دور آبیاری day	p دبی لازم برای عملیات آماده‌سازی (l/s)	w عمق آب لازم در کرت (mm/day)	q دبی آبیاری برای هر هکتار $M^3/s.ha$	درصد وزنی خاک (دارای ذرات کمتر از ۰/۰۰۵ میلیمتر)
۴-۵	۲	۱۷/۲۴	۵۰۰	۵
۵-۶	۱/۴۳	۱۲/۳۴	۷۰۰	۵-۱۰
۵-۶	۱/۲۳	۱۰/۱۶	۸۵۰	۱۰-۱۵
۶-۷	۱/۰۰	۸/۶۴	۱۰۰۰	۱۵-۲۰
۶-۷	۰/۸۹	۷/۶۷	۱۱۰۰	۲۰-۲۵
۶-۸	۰/۸۳	۷/۲۰	۱۲۰۰	۲۵-۳۰
۶-۸	۰/۷۷	۶/۶۵	۱۳۰۰	۳۰-۴۰
۶-۷	۰/۷۱	۶/۱۷	۱۴۰۰	>۴۰

توضیح در مورد مشخصات خاک:

۵ درصد: برای خاک‌های شن، شن لومی، لوم شنی، لوم سیلتی، سیلت

۱۰–۵ درصد: برای خاک‌های شن، شن لومی، لوم شنی، لوم، لوم سیلتی

۱۵–۱۰ درصد: برای خاک‌های شن لومی، لوم شنی، لوم سیلتی، سیلت

۲۰–۱۵ درصد: برای خاک‌های لوم شنی، لوم، سیلت لوم

۳۰–۲۵ درصد: برای خاک‌های لوم شنی رسی، لوم، سیلت لوم

۳۵–۳۰ درصد: برای خاک‌های لوم شنی رسی، لوم رسی، لوم سیلتی رسی

۴۰–۳۵ درصد: برای خاک‌های رس شنی، لوم رسی، لوم سیلتی رسی

۴۰< درصد: برای خاک‌های رس شنی، رس، رس سیلتی

برای روشن شدن موضوع و نحوه استفاده از روابط ۱–۱۱ و ۱–۱۲ جهت تعیین ظرفیت کانال (یا دریچه ابتدای کانال) به مثال ذیل توجه شود.

A : سطح مزرعه ۵۴ هکتار

خاک: لوم شنی (دارای ۱۸ درصد ذرات ریز با قطر کمتر از ۰/۰۰۵ میلیمتر)

W : عمق آب لازم در کرت برای جبران تلفات نفوذ عمقی و تبخیر ۸/۶ میلیمتر در روز

I : دور آبیاری ۱۰ روز

P : آب مورد نیاز برای عملیات آماده‌سازی ۱۵۰ میلیمتر

n : تعداد روزهای لازم برای انجام عملیات آماده‌سازی ۲۰ روز

L : تلفات انتقال ۱۵ درصد

حل: با استفاده از رابطه (۲) مقدار Q عبارت خواهد بود:

$$Q = \left(\frac{A\times P}{n\times ۸.۶۴} + \frac{A\times W}{I\times ۸.۶۴}\right)\left(\frac{۱}{۱-L}\right) = \left(\frac{۵۴\times ۰.۱۵}{۲۰\times ۸.۶۴} + \frac{۵۴\times ۰.۰۸۶}{۱۰\times ۸.۶۴}\right)\left(\frac{۱}{۱-۰.۱۵}\right) = ۰.۱۱۸ m^{۳}/\sec$$

با استفاده از رابطه (۳) مقدار Q خواهد بود:

$$Q = \left(\frac{A\times P}{n\times ۸.۶۴} + \frac{A}{E}\right)\left(\frac{۱}{۱-L}\right)$$

مقدار q از جدول (۱–۶) معادل ۱۰۰۰ استخراج و در رابطه قرار داده می‌شود. (از ردیف مقابل لوم شنی (۲۰–۱۵ درصد) مقدار q برابر ۱۰۰۰)

$$Q = \left(\frac{۵۴\times ۰.۱۵}{۲۰\times ۸.۶۴} + \frac{۵۴}{۱۰۰۰}\right)\left(\frac{۱}{۱-۰.۱۵}\right) = ۰.۱۱۸ \quad m^{۳}/\sec$$

اگر مثال قبلی که در مورد یک زمین ۱۰۰ هکتاری می‌بود با روابط فوق مقدار دبی دریچه آبگیر (با فرض راندمان ۸۰ درصد) برابر خواهد بود با:

$$Q = \left(\frac{۱۰۰\times ۰.۱۵}{۱۰\times ۸.۶۴} + \frac{۱۰۰\times ۰.۱۰}{۱۰\times ۸.۶۴}\right)\left(\frac{۱}{۱-۰.۲}\right) = ۰.۲۳۱ \quad m^{۳}/\sec$$

در بررسی آبیاری نوبتی در مثال قبل ظرفیت دریچه معادل ۲۲۱ لیتر در ثانیه بدست آمد.

۱-٤- راندمان آبیاری

بخشی از آب آبیاری به علل مختلف در اختیار گیاه قرار نمی‌گیرد. به عبارت دیگر، آب در مسیر حرکت خود از منبع تا زمین زیر کشت (پای گیاه) به صور مختلف از دسترس خارج می‌شود. عمده‌ترین عوامل تلفات آب عبارتند از:

تبخیر از سطح آب؛

نفوذ به اعماق (لایه‌های پایین‌تر از منطقه ریشه و زیرکانال‌ها)؛

نشت از بدنه کانال‌ها و پشته‌های کرت‌ها؛

سرریز شدن از پشته‌ها و خاکریزها؛

خروج از کانال یا کرت در اثر شکسته شدن پشته‌ها و خاکریزهای کرت و کانال‌ها؛

خروج بصورت هرز آب از کرتها و انتهای کانال‌ها؛ و

نفوذ از مسیر سوراخ‌های حاصل از فعالیت جوندگان (موش، خرگوش،. . .).

راندمان آبیاری یک پروژه (e%) با درصد نشان داده و در دو قسمت اساسی بیان می‌گردد.

- راندمان انتقال e_c که نشان دهنده کارآیی سیستم انتقال شامل کانال‌های اصلی و درجه یک و دو می‌باشد.
- راندمان آبیاری مزرعه e_a که نشان دهنده کارآیی شبکه کانال‌های مزرعه و سیستم آبیاری می‌باشد

راندمان انتقال e_c به طول کانال‌ها، نوع خاک بدنه و کف کانال‌ها و شرایط نگهداری کانال‌ها بستگی دارد. تلفات در پروژه‌های بزرگ بیشتر از پروژه‌های کوچک است و این بدلیل طول بیشتر کانال‌ها می‌باشد. در صورتیکه کانال‌ها با پلاستیک، آجر و یا بتن پوشش داده شوند، میزان تلفات کاهش می‌یابد. نگهداری مناسب، تعمیر قسمت‌های تخریب شده در اثر سرریز، سوراخ موش، و حذف علف‌های هرز از بدنه و کف کانال‌ها موجب افزایش راندمان انتقال و توزیع خواهد شد.

- برآورد راندمان انتقال با اندازه‌گیری[۱] میزان جریان آب در ابتدا و انتهای کانال مورد نظر امکان‌پذیر است ولی در شرایط بدون اندازه‌گیری می‌توان از ارقام جدول ۱-۷ استفاده نمود.

[۱] اندازه‌گیری جریان آب در کانال با برداشت مقطع جریان و استفاده از سرعت سنج (مولینه)و یا سایر ابزارهای اندازه‌گیری ممکن است (نظیر سازه‌های اندازه‌گیری بتنی یا پارشال فلوم و سرریزهای قابل حمل فلزی یا چوبی . .)

جدول ۱-۷- راندمان انتقال در کانال‌هایی که در شرایط نسبتاً مناسبی نگهداری شده‌اند.

طول کانال	کانال‌های خاکی			کانال‌های بتنی
	شنی	لومی	رسی	
طولانی (بیش از ۲۰۰۰ متر)	٪۶۰	٪۷۰	٪۸۰	٪۹۵
متوسط (۲۰۰-۲۰۰۰ متر)	٪۷۰	٪۷۵	٪۸۵	٪۹۵
کوتاه (کمتر از ۲۰۰ متر)	٪۸۰	٪۸۵	٪۹۰	٪۹۵

مأخذ: http://www.fao.org/docrep/T۷۲۰۲E/t۷۲۰۲e۰۸.htm

راندمان آبیاری مزرعه e_a به روش ابیاری و سطح مهارت زارعین بستگی دارد.

راندمان آبیاری مزرعه در روش‌های آبیاری سطحی (نواری، شیاری و کرتی) حدود ۶۰ درصد است که می‌توان با استفاده از فنون طراحی مناسب آن را تا سطح ۹۰ درصد نیز افزایش داد.

راندمان آبیاری پروژه e از حاصلضرب راندمان انتقال e_c و راندمان آبیاری مزرعه e_a بدست می‌آید.

$$e = e_c \times e_a \qquad (۱۳-۱)$$

راندمان پروژه در صورتیکه ۵۰ تا ۶۰ درصد باشد خوب، ۴۰ درصد قابل قبول و زمانی که کمتر از ۳۰ درصد باشد ضعیف تلقی میشود. در آبیاری برنج، چنانچه از غرقاب دائم استفاده شود، راندمان توزیع آب حدود ۱۰۰ درصد است.

۱-٤-۱- دستورالعمل برآورد راندمان آبیاری در اراضی شالیزاری

۱-٤-۱-۱- تعریف راندمان آبیاری

راندمان آبیاری عبارتست از نسبت آب مورد استفاده گیاه (ETc) به آب وارد شده به زمین. اگر محدوده ارزیابی کرت باشد، راندمان آبیاری در کرت، و اگر محدوده ارزیابی یک واحد عمرانی چند هزار هکتاری باشد، راندمان آبیاری در آن سطح برآورد خواهد شد. بنابراین ممکن است راندمان آبیاری در کرت مثلاً ۵۰ درصد باشد، ولی به سبب استفاده مکرر از آب در کرت‌های متوالی، راندمان در سطح واحد عمرانی به ۸۰ درصد نیز برسد.

$$E_{\text{راندمان}} = \frac{\text{آب مصرفی}}{\text{آب ورودی}} \times ۱۰۰ = \frac{\text{آب ورودی - تلفات}}{\text{آب ورودی}} \times ۱۰۰$$

آب وارد شده به محدوده مورد نظر، به دلایل مختلف تلف شده و میزان آبی که مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد بخشی از آب ورودی است. عمده ترین عوامل تلفات آب عبارتند از:

- تلفات در سطح مزرعه
- تلفات در کانال‌های مزرعه (توزیع و آبیاری)

- تلفات در کانال‌های انتقال و اصلی
- تلفات متفرقه (رواناب ناشی از آبیاری اضافی، نشت از مرزها. ..)

۱-٤-۱-۲- اندازه‌گیری تلفات

الف- اندازه‌گیری تلفات در مزرعه

همانگونه که قبلاً توضیح داده شد با نصب لیسیمترهای کوچک با مشخصات ذکر شده، در مزرعه مقادیر تبخیر E، تبخیر و تعرق ET و نفوذ عمقی DP قابل اندازه‌گیری می‌باشد.

ب- اندازه‌گیری تلفات در کانال‌های مزرعه (توزیع و آبیاری)

با اندازه‌گیری مقدار آب ورودی به یک مقطع از کانال (توسط سرریز، مولینه. ..) و اندازه‌گیری مجدد آب در فاصله معینی در پایین دست، مقدار تلفات در آن فاصله بدست می‌آید. با تعمیم این تلفات به ازای طول کانال‌های مزرعه، مقدار تلفات در شبکه کانال‌های مزرعه معین می‌شود.

ج- اندازه‌گیری تلفات در کانال‌های انتقال و اصلی

در صورت وجود ابنیه فنی اندازه‌گیری در مقاطع ورودی و خروجی کانال‌های انتقال و اصلی مقدار تلفات عبارت خواهد بود از تفاوت دبی ورودی و خروجی؛ در غیر اینصورت لازم است با استفاده از روش‌های مختلف اندازه‌گیری نظیر مولینه، مواد شیمیایی (تغییرات غلظت و حجم ماده مصرفی)، مقدار دبی ورودی و خروجی در یک فاصله معین از کانال تعیین و تلفات انتقال برآورد شود.

برای برآورد تلفات می‌توان از روابط تجربی زیر استفاده کرد.

$$Q_۲ = (۱ - i)^n Q_۱ \qquad (۱۵-۱)$$

$$Q_۲ - Q_۱ = \Delta Q \qquad (۱۶-۱)$$

که در آن:

$Q_۱$: مقدار دبی در مقطع (۱) — لیتر در ثانیه

$Q_۲$: مقدار دبی در مقطع (۲) — لیتر در ثانیه

n: فاصله بین دو مقطع — کیلومتر

i: درصد تلفات در کیلومتر اول از محل آبگیری — اعشاری

ΔQ: مقدار تلفات در طول n کیلومتر — لیتر در ثانیه

مثال: در یک اندازه‌گیری در نهر انتقال، مقدار دبی ورودی ۶۳۵ لیتر در ثانیه و مقدار تلفات در کیلومتر اول ۳/۵ درصد بوده است. مقدار دبی بعد از طی مسیر ۷/۸ کیلومتری چقدر است؟ تلفات چند لیتر در ثانیه است؟ درصد تلفات چقدر است؟

$$Q_۲ = (۱ - ۰.۰۳۵)^{۷/۸} \times ۶۳۵ = ۴۸۰.۹ l/s$$

$$\Delta Q = Q_۲ - Q_۱ = ۶۳۵ - ۴۸۰.۹ = ۱۵۴ l/s \quad \text{مقدار تلفات}$$

$$\Delta Q / Q_۱ = \frac{۱۵۴}{۶۳۵} \times ۱۰۰ = ۲۴ \quad \text{درصد تلفات}$$

د- تلفات متفرقه

اندازه‌گیری دبی رواناب با استفاده از سرریزهای نصب شده در انتهای کرت و اندازه‌گیری حجم رواناب با استفاده از دبی رواناب و اعمال زمان جریان عملی خواهد بود.

اندازه‌گیری مقدار نشت از مرزهای کرت‌ها نیز با استفاده از روابط هیدرولیکی جریان در محیط اشباع (رابطه دارسی) امکان‌پذیر است ولی برآورد آن با استفاده از جداول موجود که با آزمایش‌ها و تجربیات بدست آمده است نیز عملی می‌باشد. جدول ۱-۸ مقدار نفوذ افقی از مرزها و نفوذ عمقی از سطح خاک را نشان می‌دهد. بدیهی است چنانچه تلفات رواناب و یا نشت کرت بالادست به کرت پایین دست منتقل شود، در سطح مزرعه یا واحد عمرانی نمی‌توان آنرا تلفات محسوب کرد.

جدول ۱-۸- نفوذ افقی از مرزهای کرت‌ها و نفوذ عمقی در خاک‌های مختلف

بافت و کاربری خاک	نفوذ افقی طول l/day/m	نفوذ عمقی cm/day
لومی- شالیزار (با عمق ۷۵ سانتیمتر)	۵	۷۵×۱۰^{-۵}
شالیزار – شیبدار (قدیمی)	۱۵	۲۲×۱۰^{-۳}
لومی شنی – شالیزار جلگه‌ای با عمق ۱۳۵ سانتیمتر	۱۸	۲۷×۱۰^{-۳}
خاک شنی، مزرعه تازه احداث شده	۶۲	۹۳×۱۰^{-۳}
لومی شنی	۳۰۲	۴۵×۱۰^{-۲}
خاک رویی رسوبی و خاک زیرین خاکستر آتشفشانی	۳۸۰	۵۷×۱۰^{-۲}

به عبارت دیگر، اگر مقدار تلفات از یک کرت یا یک مزرعه بعد از پیوستن به زهکش در مزارع پایین دست مورد استفاده مجدد برای آبیاری قرار بگیرد، راندمان کلی در یک سطح وسیعتر افزایش خواهد یافت. برای برآورد راندمان در سطوح وسیعتر بایستی میزان آب بازگشتی از طریق زهکش‌ها و نشت افقی و عمودی به آب زیرزمینی برآورد گردد و بیلان آبی در کل سطح بسته شود.

در مناطق شیبدار، آب‌های نفوذی به اعماق در قسمت‌های پایینتر به آب زیرزمینی پیوسته و یا وارد زهکش‌ها می‌شوند که با توجه به وجود بار آبی (head) کافی امکان هدایت آنها به کانال‌های آبیاری و از آنجا به کرت‌ها و قطعات زراعی فراهم است. از این روست که در مزارع شالیزاری، که در آن آبیاری بصورت غرقاب دائم بوده و از آب آبیاری بطور مکرر استفاده می‌شود، راندمان آبیاری نسبت به زراعت‌هایی که بصورت متناوب آبیاری می‌شود، بیشتر است.

۱-۵- مدیریت آب در شبکه کانال‌ها

مدیریت جریان آب در شبکه کانال‌ها به عوامل زیر بستگی دارد:

- در اراضی تحت پوشش شبکه محصولات متنوعی کشت شده باشد رعایت (الگوی کشت)؛ و
- اراضی تحت پوشش، تک‌کشتی باشند.

۱-۵-۱- درصورتیکه اراضی تحت پوشش شبکه کانال‌ها با محصولات متنوعی به زیر کشت رفته باشند مدیریت جریان آب با حالت‌های زیر امکان‌پذیر است.

- کانال‌های درجه ۴ (head ditch) بصورت نوبتی در مدار قرار خواهند گرفت.
- در کانال‌های درجه ۳ (Tertiary Canal) امکان گردش آب بصورت نوبتی یا دایمی وجود دارد (نوبتی با احتمال زیاد)
- در کانال‌های درجه ۲ (Secondary Canal یا Lateral Canal) گردش آب بصورت نوبتی یا دایمی ممکن است (نوبتی با احتمال کم)
- در کانال‌های درجه ۱ (Main canal) جریان آب دایمی خواهد بود.
- در کانال‌های انتقال آب Conveyance canalیا Supply canal جریان آب دایمی است.

۱-۵-۲- در صورتیکه اراضی تحت پوشش یک محصول باشد (غیر از برنج)، جریان آب در کانال‌ها مانند شرایط فوق خواهد بود.

۱-۵-۳- اگر منطقه زیر کشت برنج باشد، شبکه کانال‌ها متناسب با استراتژی پیش‌بینی شده برای آبیاری برنج (متناوب- دایمی) در مدار قرار خواهند گرفت.

۱-۵-٤- آبیاری متناوب برنج: در اینصورت جریان آب می‌تواند مانند حالت‌های ذکر شده در بند ۱ باشد.

۱-۵-۵- آبیاری دایمی برنج: در اینصورت جریان آب در کلیه کانال‌ها دایمی است.

نکته: لازم بذکر است که اگر کانال برای جریان دایمی طراحی شود. دارای ظرفیت کمتری بوده و از تعداد ایستگاه‌های اندازه‌گیری کاسته شده و نیاز به نیروی کارگری کم می‌شود (جز در عملیات گِلاب‌کردن)

۱-٦- سیستم‌های توزیع آب در مزارع

توزیع آب بین کانال‌های اصلی، درجه ۲ و یا انهار مزارع ممکن است به دو صورت انجام پذیرد.

۱-٦-۱- توزیع همزمان Simultaneous Distribution :

در این روش که در مناطق پرآب مورد استفاده قرار می‌گیرد، آب در کلیه کانال‌ها اعم از اصلی، فرعی و درجه ۳ و حتی انهار آبیاری بطور همزمان جریان دارد.

۱-٦-۲- توزیع گردشی Rotational Distribution:

در این روش آب بصورت نوبتی در بخشی از کانال‌های یک منطقه جریان خواهد داشت و به همین دلیل به شرح ذیل تقسیم‌بندی می‌شود:

- ***گردش آب در کانال‌های اصلی***

در این سیستم آب در بخشی از کانال‌های اصلی جریان یافته و تعدادی از کانال‌های درجه ۲ (Laterals) را تغذیه می‌نماید. دراین روش ظرفیت انتقال زیادتری برای کانال‌های انتقال و توزیع و ابنیه فنی مربوطه مورد نیاز است.

- ***گردش آب در کانال‌های درجه ۲ یا درجه ۳***

در این روش آب در کانال‌های اصلی بصورت دایمی در جریان است ولی آبگیری کانال‌های درجه ۲ و ۳ از این کانال‌ها بصورت نوبتی انجام می‌گردد.

- ***گردش آب در انهار مزرعه (درجه۳) و آبیاری (درجه ٤)***

در این روش آب فقط در انهار مزرعه و انهار آبیاری (head ditch) یا انهار درجه ۴ به صورت گردشی جریان می‌یابد ولی انهار اصلی و درجه ۲ بصورت دایمی دارای آب می‌باشند.

۱-۷- مقایسه سیستم‌های توزیع آب

۱-۷-۱- مزایا و معایب سیستم توزیع آب بصورت دایمی

در شرایطی که منابع آب به حد کافی در دسترس باشد، سیستم توزیع آب بصورت دایمی نیاز به نیروی انسانی و سرمایه‌گذاری کمتری نسبت به سیستم توزیع نوبتی (گردشی) دارد.

از معایب این روش می‌توان به عدم دسترسی زارعین در مناطق پایین دست و همچنین مشکلات کمبود در عملیات گل‌آب کردن کرت‌ها اشاره نمود.

۱-۷-۲- مزایا و معایب سیستم توزیع آب بصورت گردشی (نوبتی)

در این روش امکان توزیع یکنواخت آب در کلیه قسمت‌های منطقه تحت پوشش (بالادست، مرکز اراضی و پایین دست) وجود دارد. در این صورت می‌توان با عوارض کم آبی و خشکسالی به راحتی مقابله نمود. همچنین امکان صرفه‌جویی در مصرف آب برای توسعه اراضی و یا تخصیص آب صرفه‌جویی شده به بخش صنعت یا خدمات را فراهم نمود.

از نظر روانی نیز این روش موجب اعتماد کشاورزان به تامین مقدار معینی (حتی محدود) در زمانبندی تعیین شده می‌گردد.

از معایب این روش می‌توان به نیاز به سرمایه‌گذاری بیشتر برای ایجاد تاسیسات کنترل و اندازه‌گیری اشاره نمود.

۱-۸- ملاحظات انتخاب روش توزیع آب

در صورت وجود منابع آب کافی، روش توزیع آب بصورت دایمی آسان‌تر و مقبول‌تر می‌باشد ولی به‌هرحال در ابتدای کشت و کار و برای انجام عملیات گِلاب‌کردن توصیه می‌شود، روش نوبتی بکار گرفته شود.

برای انجام عملیات آماده سازی در شرایط کم آبی و خشکسالی استفاده از روش توزیع گردشی آب الزامی است.

انتخاب روش توزیع آب بایستی بر اساس :

- قضاوت‌های کارشناسی؛
- وجود آب (میزان و شرایط محلی. .)؛
- اراضی تحت پوشش؛
- نیاز آبی گیاه (تک کشتی یا الگوی کشت)؛
- تاسیسات کنترل و مدیریت آب؛ و
- برنامه‌های کشت استوار باشد.

به نظر می‌رسد ترکیبی از دو روش توزیع دایمی و نوبتی (گردشی) جواب مناسبی بدست می‌دهد. چون در حالیکه جریان آب در کانال‌های درجه ۲ (Laterals) بصورت دائمی است، می‌توان جریان در کانال‌های درجه ۳ و ۴ را بصورت گردشی در نظر گرفت. مثلاً در موقع عملیات آماده‌سازی زمین که نیاز به آب زیادی وجود دارد، می‌توان جریان آب را در کانال‌های درجه ۳ و ۴ بصورت گردشی توزیع نمود. برای روشن شدن موضوع می‌توان به مثال اشاره شده در بند ۱-۳-۱ که در این زمینه ارایه شده است توجه کرد.

۱-۹- بیلان آبی در اراضی با توجه به شرایط توپوگرافی

با کنترل مقادیر اجزای بیلان آبی در اراضی ذوعارضه، اثر توپوگرافی زمین در بیلان مشخص می‌شود:

۱-۹-۱- اراضی واقع در رسوبات بادبزنی[۱]

– در اراضی واقع در رسوبات بادبزنی مقدار مصرف آب با شرایط توپوگرافی تغییر می‌کند بگونه‌ای که در قسمت‌های اولیه بالادست مقدار آب زیرزمینی ورودی G_1 کمتر از مقدار خروجی آن یعنی G_2 می‌باشد. بنابراین تلفات آب زیاد است.

– در اراضی واقع در بخش میانی رسوبات، مقدار G_1, G_2 تقریبا برابرند و میزان تلفات کم است، حتی در صورتیکه میزان نیاز آبی گیاه زیاد باشد.

– در اراضی واقع در قسمت انتهایی رسوبات بادبزنی، مقدار آب زیرزمینی ورودی G_1 بزرگتر از مقدار G_2 (آب زیرزمینی خروجی) میباشد. بنابراین اختلاف آنها نیز زیاد و بعبارت دیگر مصرف آب کم است و ممکن است حتی به صفر برسد و یا منفی باشد (اراضی پست که بصورت باتلاق در می‌آیند).

۱-۹-۲- اراضی پست واقع در دلتای رودخانه‌ها

اراضی واقع در مناطق دلتای رودخانه‌ها معمولاً دارای ذرات ریز بوده و نفوذپذیری آنها کم می‌باشد و علاوه بر آن بدلیل گرادیان هیدرولیکی کم، جریان آب زیرزمینی نیز کم می‌باشد. بنابراین تفاوت G_1, G_2 کم بوده و نیاز آبی تقریباً منحصر به میزان تبخیر و تعرق خواهد بود.

---

[۱] Alluvial fans

۱-۹-۳- اراضی دارای سازندهای انحلالی (Diluvial platform)

از آنجاییکه گرادیان هیدرولیکی در این گونه خاک‌ها زیاد است، جریان آب زیرزمینی زیاد خواهد بود (بویژه اگر نفوذپذیری خاک زیاد باشد). اما با توجه به رابطه (۲-۴) جریان آب زیرزمینی ($G_۲$-$G_۱$) با نفوذ عمقی کنترل می‌شود (p-pd=pr). در اراضی که دارای نفوذپذیری بالایی هستند و سطح آب زیرزمینی نیز پایین می‌باشد، مقدار نفوذ عمقی P_r زیاد و بدنبال آن مصرف آب نیز زیاد می‌شود و بصورت برعکس اگر مقدار P (نفوذ) کوچک باشد، P_r یعنی نفوذ عمقی نیز کوچک و نهایتاً مقدار مصرف آب نیز کم خواهد بود (صرفنظر از عمق آب زیرزمینی).

۱-۹-٤- اراضی شیبدار دامنه کوه‌ها

در اراضی شیبدار مناطق کوهستانی، مقدار مصرف آب با شرایط هیدرولوژیکی تغییر می‌کند. اگر عمق سطح آب زیرزمینی زیاد باشد مصرف آب مانند اراضی مسطح غیررسوبی خواهد بود. ولی در زمین‌هایی که عمق آب زیرزمینی آن کم باشد و در آن چشمه‌هایی ظاهر گردد، شرایط مصرف آب آن مشابه اراضی واقع در قسمت انتهایی رسوبات بادبزنی خواهد بود.

نکته قابل ذکر در این موضوع اینست که اجزای بیلان آبی در اراضی بزرگ (در حد چند صد هکتار) قابل توجه می‌باشد. لذا در طراحی اراضی بزرگ باید بیلان آبی تنظیم شود و در آن مسایل مختلف نظیر توپوگرافی، زمین شناسی، آبیاری و زهکشی و اندازه اراضی مورد توجه قرار گیرد.

۱-۱۰- منابع آب و روش‌های مناسب تلفیق آبهای سطحی و زیرزمینی

استفاده بهینه از منابع در دسترس در هر زمینه اساس پایداری و تداوم بهره‌دهی آن منبع است. منابع آب موجود در کشور ما به دلیل محدودیت‌های متعدد از جمله مواردی است که بهره‌برداری از آنها باید با دقت و وسواس کافی به عمل آید؛ زیرا استفاده غیرمنطقی از آنها موجب تغییرات کمی و کیفی و در نهایت، نابودی تاسیسات بهره‌برداری می‌گردد. آبیاری با استفاده از آب‌های سطحی با حجم زیاد باعث بالا آمدن سطح آب‌های زیرزمینی و شور و قلیایی شدن اراضی و تخریب ساختمان خاک میشود. برداشت بی رویه از منابع آبهای زیرزمینی موجب افت سطح آب در این منابع شده و به تبع آن موجب نشست اراضی، تراکم لایه‌های خاک و از بین رفتن خلل و فرج موجود در آبخوان میگردد که گاهی امکان بازسازی این سفره‌ها هم از دست می‌رود. هجوم آب شور به مخازن آب‌های زیرزمینی یکی دیگر از عواقب بهره‌برداری بی‌رویه از این منابع می‌باشد. از این رو، در مناطقی که شرایط ایجاب می‌کند که بهره‌برداری از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی بصورت توام انجام شود، باید حداقل به ضوابط و معیارهای موجود توجه نموده تا موجب حفاظت از این نعمت‌های خدادادی شود در این راستا می‌بایست اقدامات ذیل در دستور کار قرار گیرد.

۱-۱۰-۱- شناخت منابع آب

منابع آب موجود در منطقه باید با دقت مورد شناسایی قرار گیرد.

- **منابع آب‌های سطحی**

آب‌های سطحی موجود در اثر بارش باران و ذوب برف و آب‌های جاری از چشمه‌ها در بالادست بوجود آمده و در منطقه طرح مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد.

برای شناخت کمیت و کیفیت این منابع باید مطالعات لازم در سطح حوضه انجام و نتایج مورد استفاده قرار گیرد. در این صورت لازم است آمار بلندمدت بارش‌ها (باران و برف)، ویژگی‌های توپوگرافیک و فیزیوگرافیک و وضعیت کاربری اراضی. .. حوضه مورد بررسی، تجزیه و تحلیل شود و با استفاده از روش‌های مناسب موجود، میزان منابع آب‌های سطحی با احتمالات مختلف تعیین گردد. ضمناً با انجام آزمایش بر روی نمونه‌های برداشت شده (در فصول مختلف و دبی‌های مختلف) وضعیت فیزیکو شیمیایی آب نیز تعیین شود.

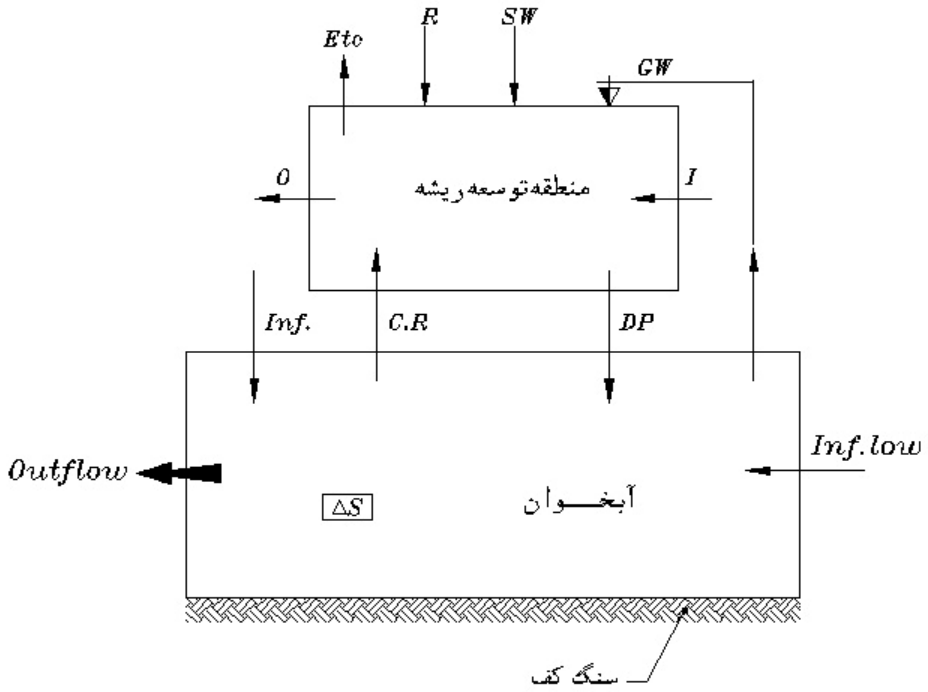
- **منابع آب زیرزمینی**

شناخت منابع آب زیرزمینی با انجام مطالعات بر روی این منابع عملی می‌گردد و این موضوع مستلزم شناخت ویژگی‌های زمین‌شناسی و ابعاد هندسی آبخوان یا آبخوان‌های موجود در منطقه می‌باشد. با انجام حفاری‌های اکتشافی و نصب تعدادی پیزومتر متناسب با وسعت منطقه و ویژگی‌های آبخوان و آزمایشات پمپاژ حجم منابع آب، جریان‌های زیرزمینی و تغییرات این منابع معین و میزان برداشت مطمئن از این سفره‌ها معلوم می‌گردد. گفتنی است در این بررسی‌ها با تهیه معادله بیلان و حل آن و شناخت اجزای در این معادله می‌توان نحوه مدیریت اراضی مستقر بر این آبخوان را تدوین و اجرا نمود.

۱-۱۰-۲- بررسی‌های الگوی زراعی

معمولاً الگوی کشت متداول در منطقه، بر مبنای تجربیات بدست آمده طی زمان‌های طولانی استوار شده و رواج یافته است ولی گاهی نیز بدلیل نبود ارتباطات و عدم معرفی و ترویج گونه‌های جدید، کشاورزان به کاشت محصولات خاصی عادت نموده‌اند. در چنین شرایطی اگر موضوع با زارعین در میان گذاشته شده و آموزش‌های لازم به آنها داده شود ممکن است بدون هیچ مشکلی با الگوی جدید پیشنهادی موافقت نمایند، لذا برای استفاده از توان اکولوژیکی منطقه لازم است ضمن ترویج و آموزش کشاورزان بررسی‌های همه جانبه بر روی محصولات جدید انجام و مطالعات بهینه‌سازی با استفاده از روش‌های مناسب (برنامه‌ریزی خطی و...) عملی گردد. در آنصورت با استفاده از منابع آب و خاک در حد منطقی میزان برداشت از ذخایر آب زیرزمینی بعنوان مکمل مشخص می‌شود و از ظرفیت‌های خاک نیز بصورت معقول بهره‌برداری می‌گردد.

برای دستیابی به اهداف فوق لازم است پارامترهای موثر دیگری نظیر باران موثر، راندمان آبیاری و اجزای مؤثر در آن (رواناب سطحی، نفوذ عمقی و...)، کم آبیاری و اثرات آن روی محصول نیز مورد توجه قرار گیرد و برآورد گردد.



نمودار ۱-۱ – اجزای بیلان آب در منطقه توسعه ریشه‌ها و آبخوان

معادله بیلان برای منطقه توسعه ریشه‌ها:

$$GW= (SW+Re+C.R+I) - (Etc+DP+O) \quad (۱۷-۱)$$

معادله بیلان برای آبخوان:

$$\Delta S= (Inflow+ DP+Inf.) - (GW+Outflow+C.R) \quad (۱۸-۱)$$

در معادلات فوق:

GW: آب قابل برداشت از مخزن آب زیرزمینی (آبخوان)؛

Etc: آب مورد نیاز گیاه (الگوی کشت)

DP: نفوذ عمقی در دوره زراعی (زمان آبیاری)

O: آب خروجی از مرز منطقه

SW: آب سطحی مورد استفاده در آبیاری

Re: باران موثر

C.R: صعود کاپیلاری

I: آب ورودی از مرز منطقه

ΔS: تغییرات حجم آب آبخوان

Inflow: آب زیرزمینی ورودی به آبخوان

.Inf: نفوذ آب سطحی به اعماق، نهایتاً به آبخوان (در دوره غیر زراعی و در سطح کل اراضی).

Outflow: آب زیرزمینی خروجی از آبخوان

۱-۱۰-۳- گام‌های اجرایی تلفیق منابع آب سطحی و زیرزمینی

- برآورد آب مورد نیاز الگوی کشت مصوب (مورد قبول کشاورزان و دستگاه‌های ذیربط دیگر)
- برآورد آب‌های سطحی موجود با تکیه بر آمار بلندمدت و اطلاعات محلی با احتمال قابل قبول (۷۵ تا ۸۰ درصد)
- تنظیم جدول بیلان آبی با پارامترهای آب مورد نیاز، آب سطحی موجود، آب تامین شده از صعود کاپیلاری و ... و برآورد میزان کمبود در ماه‌های مختلف دوره رشد
- تهیه برنامه پمپاژ از آب‌های زیرزمینی در ماه‌های مختلف و با دبی‌های مربوط به هر ماه.

همانگونه که ذکر شد در تنظیم الگوی کشت با استفاده از اطلاعات اولیه منابع آب و خاک و گیاه و یا بکارگیری نرم‌افزارهای بهینه‌سازی، گزینه‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد. در صورتیکه در گزینه‌های مورد بررسی، نیاز به اعمال نظرات کارشناسی افراد تصمیم‌گیر باشد، اینکار انجام و در انتخاب نهایی مورد توجه قرار می‌گیرد. در نهایت گزینه مورد نظر برای اجرا اعلام و با مشارکت کشاورزان مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد.

با توجه به اینکه منابع آب سطحی متاثر از شرایط اقلیمی و دوره‌های‌تر سالی و خشکسالی می‌باشد لازم است منابع آب زیرزمینی مانند مخزن یک سد مورد ارزیابی قرار گیرد و مقادیر تغییرات در حجم مخزن (ΔS) به گونه‌ای در این مخزن ملحوظ شود که در یک دوره بهره‌برداری بلندمدت، این پارامتر خیلی کوچک یا صفر باشد و این نکته مستلزم ارزیابی سالانه الگوی بهره‌برداری از منابع آب می‌باشد.

۱-۱۰-٤- اقدامات فیزیکی در تلفیق منابع آب

- اگر شبکه کانال‌های آبرسان و آبیاری بصورت مدرن طراحی و اجرا شده باشد لازم است موقعیت چاه‌ها بگونه‌ای انتخاب شود و مورد بهره‌برداری قرار گیرد که خروجی چاه‌ها روی شبکه قرار گیرد. در شرایطی که شبکه سنتی باشد، سعی شود حتی‌الامکان محل چاه‌های بهره‌برداری بر مسیر انهار اصلی منطبق باشد.
- در زمان‌هایی که آب سطحی کفایت لازم را برای آبیاری دارد از منابع آب‌های زیرزمینی بهره‌برداری نشود.
- در زمان تعطیلی شبکه (زمستان)، اقدامات لازم برای تقویت منابع آب‌های زیرزمینی نظیر پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی به عمل آید.
- چنانچه موقعیت سفره آب زیرزمینی بگونه‌ای است که آب‌های خروجی آن از دسترس خارج می‌شود، محل استقرار چاه‌ها با توجه به این موضوع باید در ناحیه‌ای انتخاب گردد که شیب هیدرولیکی به سمت داخل محدوده طرح اصلاح شود.
- سطح آب پیزومترها و چاه‌های بهره‌برداری بصورت مرتب (ماهانه) آماربرداری و محاسبات لازم در جهت برآورد حجم آب مخزن و ترسیم نقشه‌های آب زیرزمینی انجام گردد.
- در مناطقی که امکان احداث سد زیرزمینی وجود دارد با احداث اینگونه سدها به میزان آب قابل بهره‌برداری افزوده شود.

- چاه‌های بهره‌برداری، مجهز به کنتور حجمی شوند و یا اینکه با اندازه‌گیری دبی چاه، زمان بهره‌برداری در دوره زراعی به دقت کنترل شود.
- برای بهینه‌سازی عملکرد آب در کانال‌های شبکه در مواردی ممکن است نیاز به احداث استخرهای ذخیره سطحی باشد. از این رو، این موضوع نیز باید مورد توجه قرار گیرد و این گونه استخرها در موقعیت‌های مناسب احداث شوند.
- برای افزایش بهره‌وری از منابع آب و سایر منابع و نهاده‌ها، عملیات تجهیز و نوسازی اراضی شامل تسطیح، یکپارچه‌سازی، پوشش کانال‌ها و... مورد توجه و اقدام قرار گیرد.

فصل ۲

آبیاری

۲-۱- آبیاری برنــج

برنج گیاهی است آبدوست که بایستی ریشه آن همواره در آب باشد و بخشی از ساقه آن توانایی زنده ماندن در حالت غرقابی را دارد. در گونه‌های مختلف برنج، تطبیق با شرایط مختلف بویژه از نظر مقدار آب بسیار متفاوت می‌باشد، به نحوی که برخی از واریته‌ها را می‌توان بصورت دیم کاشت و برخی در آبی به عمق چند متر نیز زنده مانده و تولید محصول می‌کنند[۱](برنج شناور).

در آفریقا طبقه‌بندی کشت برنج بر مبنای مقدار آب مصرفی آنها است: برنج‌های اراضی پست (Lowland Rice) و برنج اراضی مرتفع (Upland Rice) .

۲-۲- برنج اراضی مرتفع (Upland Rice)

در اراضی مرتفع آفریقا، برنج بصورت دیم کشت می‌شود. نیاز آبی سالانه برنج برای ارقامی که دوره رشد کوتاهی دارند حدود ۴۵۰ میلیمتر و برای ارقامی که دوره رشدشان طولانی‌تر است حدود ۶۵۰ میلیمتر می‌باشد. در مرحله شیری شدن دانه برنج، نیاز آبی گیاه به حدود ۵ تا ۶ میلیمتر در روز می‌رسد. بنابراین پراکنش بارش‌ها باید بگونه‌ای باشد که نیاز آبی گیاه در این مرحله از رشد با اطمینان کافی تامین گردد.

۲-۲-۱- شیب مناسب

شیب مناسب برای اراضی در کاشت برنج دیم حداکثر ۳ در هزار است و در صورتیکه شیب از این مقدار تجاوز کند لازم است تراس‌بندی انجام و شیب زمین تعدیل گردد.

۲-۲-۲- خاک مناسب

خاکهایی که دارای ظرفیت نگهداری بالایی باشند و از عمق کافی برخوردار باشند برای زراعت برنج دیم مناسب هستند. بافت خاک‌های مناسب برای این منظور عبارتند از:

Sandy clay loam, loam, silt loam, clay loam, silty clay loam

در عمل برای اطمینان از تامین آب کافی در محدوده توسعه ریشه گیاه برنج بایستی بارندگی بیش از ۸۰۰ میلیمتر و شیب اراضی زیاد نباشد.

۲-۳- آبیاری مزارع برنج در کوهپایه‌ها

در مناطقی که زمین کم بوده و نیاز به استفاده از اراضی شیبدار کوهپایه‌ها و دامنه شیبدار تپه‌ها باشد بایستی از روش تراس‌بندی برای ایجاد کرت استفاده گردد.

---

[۱] Floating Crop

۲-۳-۱- شرایط لازم برای ایجاد تراس و کرت‌های برنج در اراضی شیبدار

اراضی برنج معمولاً بایستی برای مدت حداقل ۳ ماه بصورت مستغرق بوده و نیاز گیاه برنج از نظر تامین آب فراهم باشد. بنابراین اراضی‌ای که برای کشت برنج در این مناطق در نظر گرفته می‌شوند باید:

- از نظر تامین آب دارای شرایط مطمئنی باشند یا بعبارت دیگر در حوضه آبریز رودخانه تأمین کننده آب بارش‌های کافی و مطمئن وجود داشته باشد.
- در صورت عدم وجود آب کافی (بصورت باران یا آبیاری ثقلی) باید تمهیدات لازم برای تامین آب از منابع سطحی دیگر یا بصورت پمپاژ آب زیرزمینی در نظر گرفته شود.
- اراضی منتخب برای مزارع برنج از نظر زهکشی نیز باید دارای شرایط مناسبی باشند.

۲-۳-۲- نکاتی در مورد طراحی آبیاری کرتی روی تراس‌ها

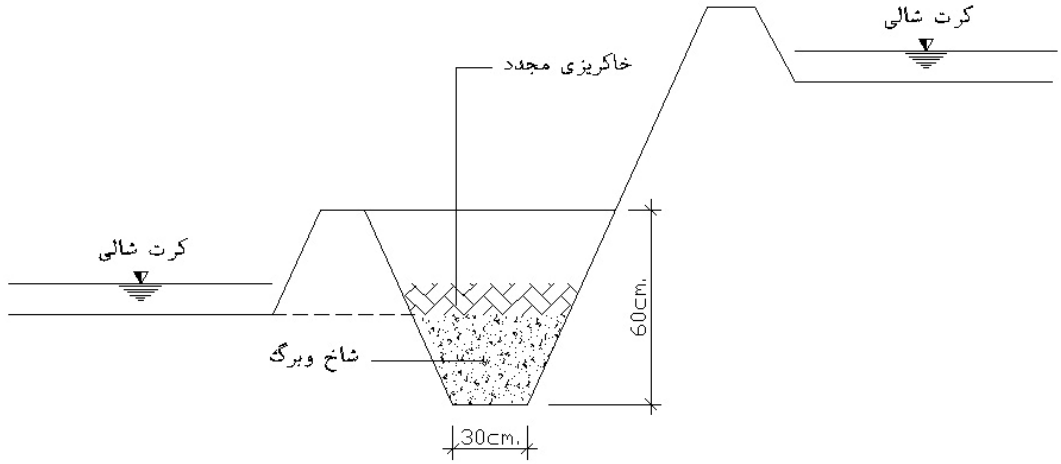
به منظور ایجاد شرایط ایمن در مقابل لغزش اراضی در مناطق شیبدار لازم است به موضوع تعبیه زهکش در پای سطح شیبدار بین دو کرت مجاور توجه شود.

بدین منظور باید یک کانال در انتهای پای شیب جهت پایین آوردن سطح آب زیرزمینی حفر شود. این کانال را می‌توان با شاخ و برگ و بقایای گیاهی پر و با خاک حاصل از عملیات تراس‌بندی و ایجاد مرز بین کرت‌ها دفن نمود. در آینده این کانال بعنوان یک زهکش زیرزمینی عمل خواهد نمود.

اندازه این کانال بشرح زیر پیشنهاد می‌شود.

- عرض کف کانال ۰/۳ متر
- عمق کانال ۰/۶ متر
- شیب دیواره‌ها بین ۱:۱ تا ۲:۱

این کانال‌ها را می‌توان با بیل Back hoe حفاری نمود.



شکل ۲-۱- استفاده از زهکش بمنظور کاهش خطر زمین لغزش

۲-٤- طراحی واحدهای مزرعه

برای طراحی جاده و کانال‌های آبیاری و زهکشی لازم است اندازه استاندارد مزارع و قطعات زراعی در برنامه کار در نظر گرفته شده باشد. اندازه قطعات باید بگونه‌ای باشد که شرایط زیر محقق گردد:

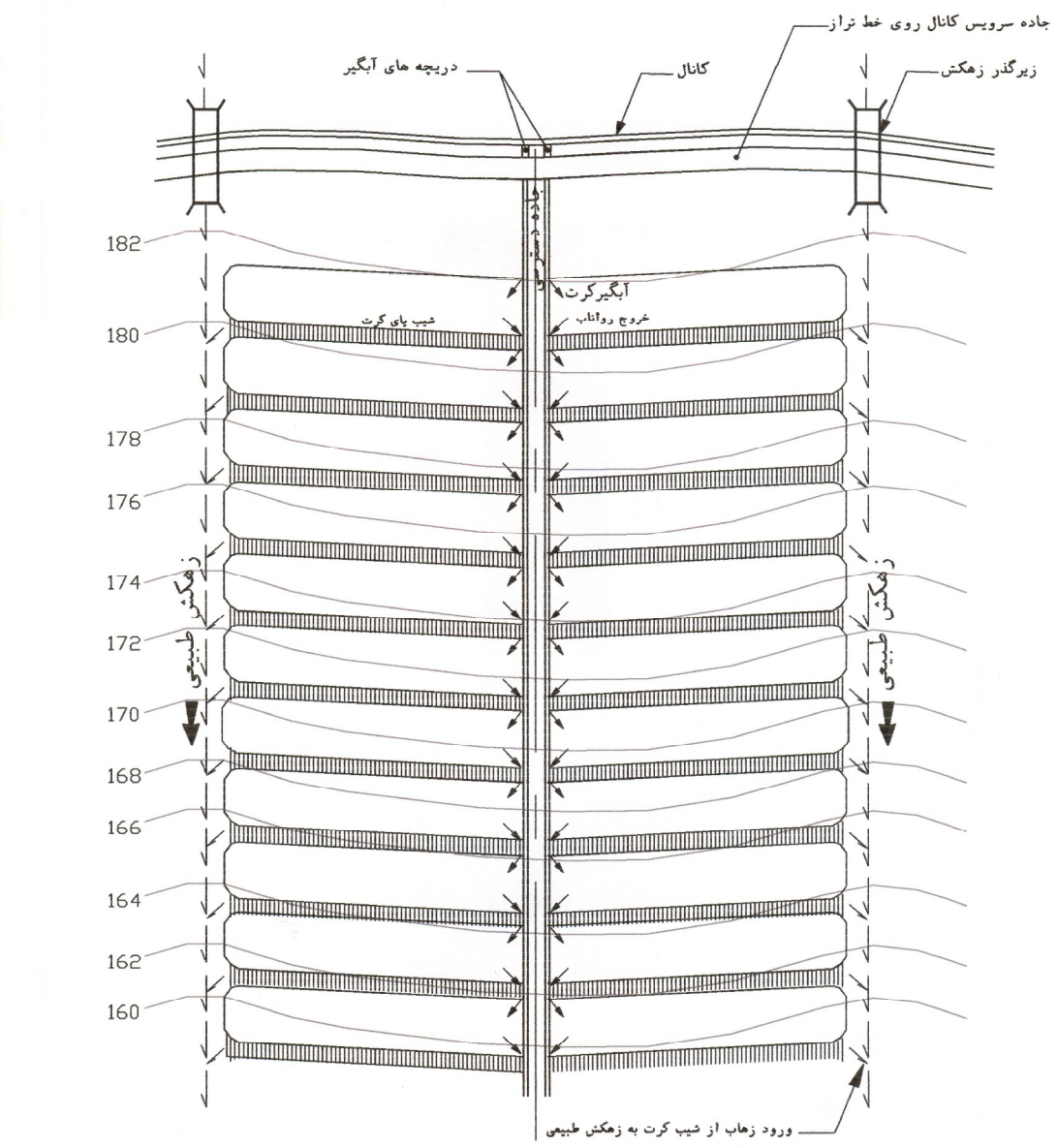
- سهولت دسترسی از قطعات به جاده مزارع و مراکز اقتصادی و فعالیت‌های منطقه (روستاها و شهر).
- هر قطعه بطور مستقل از امکانات آبیاری و زهکشی برخوردار باشد.
- تلفات اراضی برای ایجاد شبکه آبیاری و زهکشی و حمل و نقل بین مزارع و قطعات حداقل باشد.
- تا حد ممکن شکل مستطیلی داشته و عرض آن‌ها مضربی از عرض ماشین‌های کشاورزی مورد استفاده باشد.

نکته ۱: در اراضی شیبدار گاهی امکان تفکیک شبکه آبیاری و زهکشی از یکدیگر فراهم نمی‌باشد. بدین سبب در این نواحی می‌توان از یک کانال، بهره‌برداری دومنظوره نمود. بعبارت دیگر از کانال در یک نقطه آبگیری و چند متر پایین‌تر زه‌آب همان کرت یا قطعه را مجدداً وارد کانال نمود. با این روش می‌توان از تلفات اراضی جلوگیری نمود. شکل۲-۲، نشان دهنده طرح شبکه آبیاری و زهکشی تلفیقی در اراضی شیبدار می‌باشد. در اینصورت باید سطح زمین به نحوی تسطیح شده باشد که آب ورودی تقریباً نمای سطح را پیموده و سپس از خروجی خارج شود.

نکته ۲: در اراضی شیبدار ممکن است شرایط لازم برای احداث جاده در دو طرف قطعات فراهم نباشد. بنابراین جاده فقط در یک سمت قطعات و در کنار کانال احداث می‌شود.

نکته ۳: موضوع اساسی در زراعت برنج تامین آب کافی می‌باشد، بنحویکه اثر پارامترهای دیگر نظیر مدیریت و کنترل آفات و بیماری‌ها، کوددهی مناسب و کافی و سایر عملیات زراعی فقط در شرایطی که آب کافی و بموقع در اختیار گیاه باشد مشخص و تعیین کننده خواهند بود.

باید متذکر شد ارائه ارقام جدید برنج توسط IRRI[۱] موجب انقلاب سبز و تولید بیشتر در واحد سطح گردیده است ولی این اقدام نیز جز با در نظر گرفتن مدیریت صحیح آب، مدیریت مزرعه و استفاده صحیح از سایر پارامترهای دیگر موفق نخواهد شد.



شکل ۲-۲- نحوه جانمایی کرت‌های شالی در اراضی شیبدار

[۱]- International Rice Research Institute (IRRI)

۲-۵- روش‌های آبیاری برنج در اراضی پست Lowland Rice

در مورد آبیاری برنج تحقیقات زیادی انجام شده است و روش‌های آبیاری غرقاب دایم و آبیاری نوبتی (متناوب) مورد ارزیابی قرار گرفته است. خلاصه‌ای از نتایج بررسی‌ها در هر مورد به شرح ذیل ارائه می‌شود:

۲-۵-۱- آبیاری متناوب Intermittent Irrigation

در این روش آبیاری، کرت تا ارتفاع معینی با آب غرقاب شده و سپس اجازه داده می‌شود عمق آب آرام آرام کاهش یافته و سطح خاک خشک شود. این روش آبیاری دارای مزایا و معایبی است که به طور خلاصه به آنها اشاره می‌شود.

مزایا:

- با ایجاد ترکهایی در سطح خاک خشک امکان تهویه خاک فراهم شده و مانع از تجمع سموم و دیگر مواد مضر برای گیاه می‌گردد و شرایط رشد بهتری برای گیاه فراهم می‌آورد.
- با این روش آبیاری میزان قابل توجهی در مصرف آب صرفه‌جویی می‌شود (بویژه در انواع خاک سبک)
- مسایل و معضلات زهکشی در این روش آبیاری کاهش می‌یابد.
- از شسته شدن کودهای داده شده به کرت جلوگیری می‌شود.
- آب آبیاری در منطقه توزیع شده و روحیه تعاون بین کشاورزان ایجاد می‌شود.

معایب :

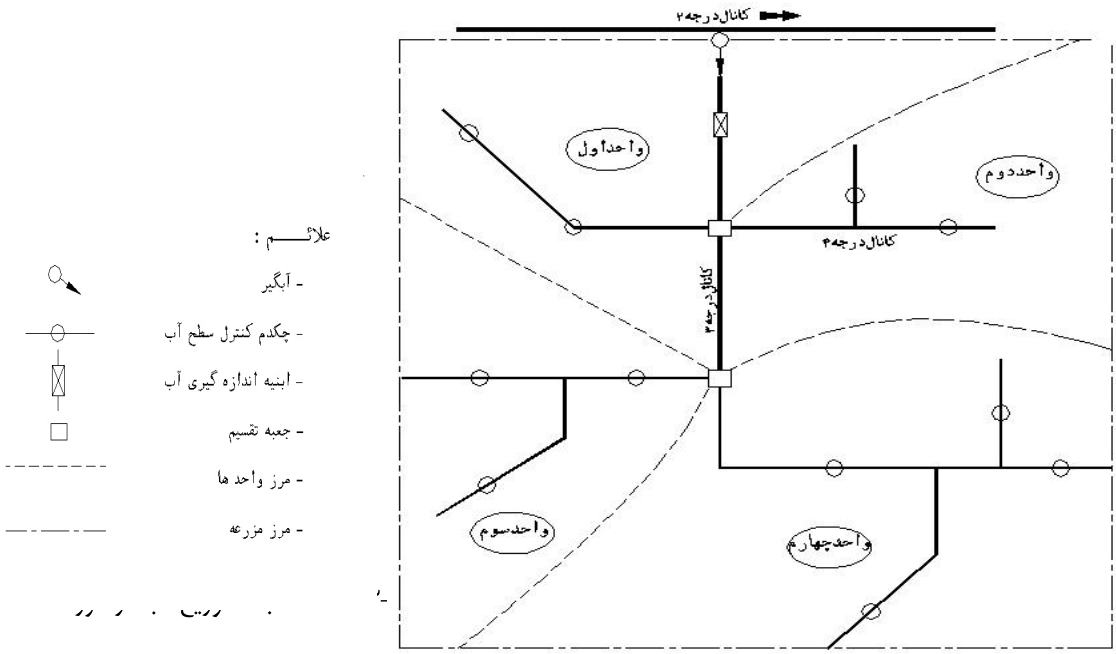
- در این روش آبیاری بایستی مراقبت و نظارت بیشتری بعمل آید (نیروی انسانی زیادتر)
- هزینه عملیات دفع علف‌های هرز مزرعه افزایش می‌یابد.

۲-۵-۱-۱- برنامه‌ریزی در روش آبیاری متناوب

برای تهیه برنامه در روش آبیاری متناوب باید اقدامات زیر انجام گردد:

آماده نمودن نقشه شبکه توزیع آب

- بررسی در مورد مشخصات مزارع از قبیل بافت خاک، الگوی کشت، برنامه آبیاری و داده‌های مرتبط با نیاز آبی گیاهان و...
- ثبت و تنظیم مشخصات اراضی تحت آبیاری مطابق فرم شماره ۲-۱. این فرم‌ها بایستی یک به یک در مزرعه کنترل و با واقعیت‌های موجود تطبیق داده شود.
- تهیه نقشه جانمایی شبکه توزیع آب برای مشخص شدن دقیق کانال‌های آبیاری و زهکشی و دریچه‌های کنترل آب در هر قسمت، موقعیت جاده‌ها و. ..



شکل ۲-۳ یک نمونه از نقشه جانمایی شبکه توزیع و موقعیت تاسیسات کنترل آب

فرم ۲-۱- کارت مشخصات اراضی تحت آبیاری

شرح	ملاحظات
(۱) واحد مدیریتی:	
قطعه:	
(۲) منطقه:	
زیر منطقه:	
(۳) شماره کرت :	
(۴) مساحت:	
(۵) نام مالک :	
الف- تاریخ تعویض:	
ب- آدرس:	
ج- نام :	
(۶) زارع:	
الف- تاریخ تعویض:	
ب- آدرس:	
ج- نام :	
(۷) کلاس اراضی :	
(در صورت امکان)	

۲-۵-۱-۲- تعیین نیاز آبی مزرعه

نیاز آبی یک مزرعه برنج در چهار مرحله باید برآورد شود که این مراحل عبارتند از:
خزانه، شخم،آماده‌سازی زمین و نیاز آبیاری

- خزانه: معمولاً سطح خزانه $\frac{۱}{۲۵}$سطح مزرعه می‌باشد. عمق آب برای آماده‌سازی زمین بستر خزانه ۱۵۰ میلیمتر و زمان رشد جوانه‌ها در خزانه ۱۵ تا ۲۵ روز در نظر گرفته می‌شود. دور مناسب آبیاری خزانه ۴ روز و عمق آب در خزانه ۳۰ تا ۶۰ میلیمتر پیشنهاد می‌شود.
- شخم و آماده‌سازی زمین: شخم زمین شالیزار و آماده‌سازی آن به عمق شخم، خلل و فرج خاک، سطح آب زیرزمینی و درجه اشباع خاک قبل از شخم بستگی دارد. برای تعیین آب مورد نیاز در این مرحله باید از مشاهدات محلی و تجربیات موجود استفاده شود.

در شرایط عمومی مقدار آب مورد نیاز برای شخم و آماده‌سازی زمین با توجه به بافت خاک تعیین می‌شود. مثلاً برای خاک‌های رس سبک، لوم رسی و رس شنی ۱۲۰ میلیمتر جهت شخم و ۳۰ میلیمتر برای آماده‌سازی زمین(جمعاً ۱۵۰میلیمتر) منظور می‌گردد. در آماده‌سازی زمین‌های سبک (لوم شنی) ۱۵۰ میلیمتر آب در یک نوبت به زمین داده می‌شود. زمان لازم برای عملیات شخم و آماده‌سازی زمین حدود ۲۰ روز در نظر گرفته می‌شود.

- نیاز آبیاری

نیاز آبیاری شالیزار به نوع خاک، دور آبیاری، عمق آبیاری، دبی، دوره رشد و دوره لازم برای رسیدن برنج (دوره خشکی مزرعه) وابسته است. در مورد سه عامل اول در بالا توضیح داده شد. دور آبیاری را می‌توان برای ارقام بزرگتر نرخ آبیاری افزایش داد بعبارت دیگر در خاکهای سبک دور آبیاری کوتاه و در خاکهای سنگین دور آبیاری بزرگتر خواهد بود.

دوره رشد برنج بعد از نشاکاری تا برداشت آن بسته به واریته برنج و اقلیم منطقه متفاوت خواهد بود. آبیاری برنج را معمولا ۱۰ تا ۱۴ روز قبل از برداشت قطع میکنند. دوره زمانی آبیاری برنج بین ۹۰ تا ۱۱۰ روز می‌باشد.

دوره خشکی برنج بر اساس نوع خاک و دور آبیاری تعیین می‌گردد. نسبت بین دوره خشک و دور آبیاری بین ۰/۲ تا ۰/۴ تغییر می‌کند. این نسبت در خاک‌های سبک قابل افزایش است.

۲-۵-۲- آبیاری دایمی (غرقابی) Continuous Submergence

در این روش همیشه آب با عمق معینی در کرت وجود داشته و کمبود آن که در اثر تبخیر و تعرق، نفوذ عمقی و یا نشت حاصل می‌شود توسط جریان از نهر تامین می‌گردد. غرقاب بودن کرت تا دو هفته قبل از برداشت برنج ادامه می‌یابد. البته گاهی هم برای جبران مواد معدنی خاک که در اثر احیاء (در شرایط بی هوازی) توسط گیاه غیرقابل جذب شده‌اند، مدت کوتاهی اجازه داده می‌شود آب از سطح خاک محو شده و شرایط تهویه و اکسیداسیون ایجاد گردد.

مزایای روش آبیاری غرقابی

- تولید محصول بیشتر بدلیل افزایش جذب عناصر غذایی نظیر ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم، و آهن و منگنز
- سهولت در مبارزه با علف‌های هرز و کنترل بیماری‌ها
- نیاز به نیروی انسانی کمتر

معایب آبیاری غرقابی

- کاهش جذب عناصر معدنی نظیر روی و مس
- رشد علف‌های هرز آبزی
- بروز برخی بیماری‌های فیزیولوژیکی
- ناپدیدشدن اکسیژن مولکولی، تغییر در pH خاک، احیاء آهن سه ظرفیتی، نیترات و سولفات
- تولید گاز کربنیک، متان، هیدروژن سولفوره و اسیدهای آلی و ایجاد مسمومیت
- کاهش راندمان کودهای مصرفی نظیر اوره
- توزیع نامناسب آب در مواقع کم آبی

در مجموع و بر اساس تحقیقات بعمل آمده با آبیاری غرقابی تولید محصول بیشتر از آبیاری متناوب است، چون تنش آبی در هر مرحله از رشد گیاه موجب کاهش عملکرد آن می‌گردد. بعضی نیز عقیده دارند که برنج غرقابی و آپلند[1] می‌توانند تنش آبی را در مرحله رشد رویشی بدون کاهش عملکرد تحمل کنند و حتی در بعضی موارد ممکن است عملکرد تا حدودی نیز افزایش یابد. نمودار ۲-۱ مدیریت آبیاری در یک مزرعه شالیزار را در مراحل مختلف رشد گیاه برنج نشان می‌دهد.

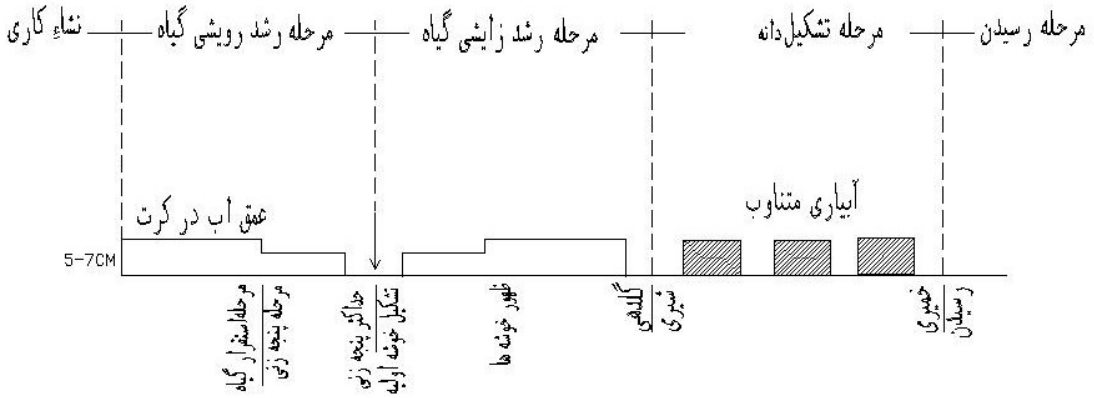
جدول ۲-۱- نوسانات مصرف آب در طول فصل خشک و مرطوب در مرکز بین المللی تحقیقات برنج (IRRI) را در سال‌های ۱۹۶۵-۱۹۶۸ نشان می‌دهد.

[1] ارقام برنجی که در ارتفاعات کشت می‌شوند و آبیاری آنها بصورت متناوب انجام می‌شود.

جدول ۲-۱- نوسانات مصرف آب

رژیم آبیاری	فصل	مدت رشد (روز)	عملکرد (kg/ha)	مصرف آب(mm)
غرقابی (۱۰cm)	خشک	۹۱	۷۵۶۳	۶۸۳
غرقابی (۱۰cm)	مرطوب	۸۶	۵۰۷۵	۸۰۳
غرقابی (۲,۵cm)	خشک	۹۱	۷۹۵۳	۵۵۹
غرقابی (۲,۵cm)	مرطوب	۸۶	۵۱۱۰	۵۶۸
غرقابی (۲,۵cm)	خشک	۹۱	۹۵۴۸	۸۰۵
دیم	خشک	۹۱	۵۲۵۰	۴۰۹
دیم	مرطوب	۸۶	۴۶۰۰	۴۵۸
دیم، غرقابی در مرحله خوشه‌دهی	خشک	۹۱	۶۹۶۶	۷۹۴
اشباع دایم خاک، غرقابی در مرحله خوشه‌دهی	خشک	۹۱	۹۱۴۲	۷۸۰
اشباع دایم خاک	خشک	۹۱	۹۰۲۵	۶۴۷
زهکشی در اواسط فصل	مرطوب	۸۶	۵۳۰۰	۶۳۵

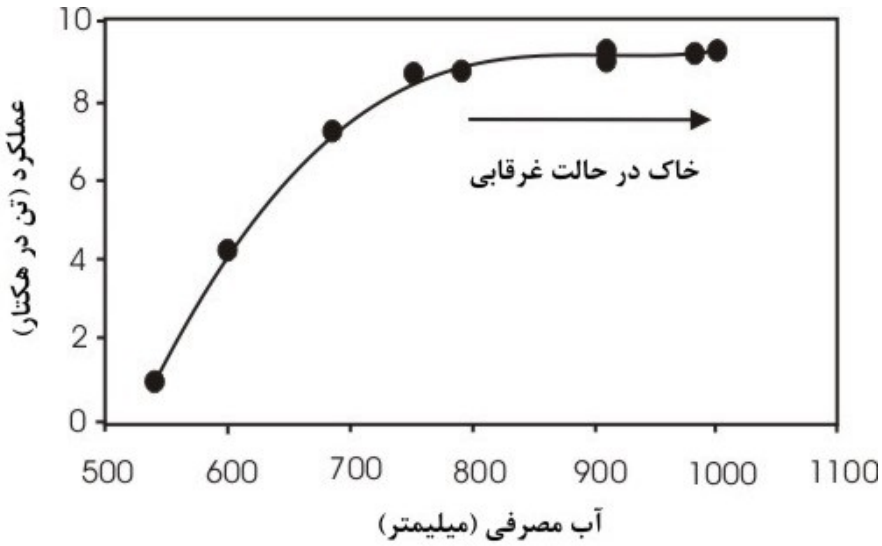
با توجه به توضیحات فوق و همچنین نتایج حاصل از تحقیقات متعدد بنظر می‌رسد آبیاری مختلط (غرقابی و متناوب) با عمق‌های ۵ تا ۷ سانتیمتر نتیجه خوبی را بدست می‌دهد. بدین صورت که در اوایل دوره رشد (تا مرحله استقرار کامل گیاه) کرت بصورت غرقاب با عمق آب ۵ تا ۷ سانتیمتر خواهد بود و پس از آن تا زمان پنجه‌زنی آب را قطع نموده تا سطح خاک خشک شود و پس از حدود یک هفته مجدداً زمین را غرقاب نموده و تا شروع دوره گلدهی عمق آب را در حد ۵ تا ۷ سانتیمتر حفظ می‌نمایند. در زمان گلدهی و موقعی که خوشه‌ها دارای دانه‌های شیری هستند جریان آب را قطع نموده و زمین را خشک می‌نمایند و سپس آبیاری انجام می‌دهند و ادامه آن را بصورت متناوب تکرار می‌نمایند تا بالاخره ۴ تا ۵ روز قبل از مرحله خمیری شدن دانه‌ها، آبیاری را قطع نمایند.



نمودار ۲-۱- مدیریت آبیاری مزرعه شالیزاری در مراحل مختلف رشد گیاه برنج

۲-٦- میزان مصرف آب

مصرف آب توسط گیاه برنج با توجه به شرایط اقلیمی و نوع خاک متفاوت می‌باشد. میزان عملکرد برنج تا حدودی به شرایط استغراق وابسته است و در خارج از محدوده‌ای معین نشان از عدم وابستگی به غرقاب بودن گیاه دیده می‌شود. بر اساس تحقیقات انجام شده در انستیتوی بین‌المللی برنج (IRRI) گیاه برنج در محدوده ۵۰۰۰ تا ۷۵۰۰ مترمکعب در هر هکتار نیاز به آب دارد و تغییرات معنی‌داری در عملکرد آن به تناسب آب مصرفی ایجاد می‌شود. در حالیکه بعد از ۷۵۰۰ مترمکعب تا ۱۰۰۰۰ مترمکعب آب در هکتار تغییر معنی داری در عملکرد آن دیده نمی‌شود.



نمودار۲-۲ – رابطه عملکرد محصول برنج با میزان آب مصرفی

۲-۷- آبیاری بارانی در مزارع برنج

آبیاری بارانی درمزارع برنج متداول نیست و تنها در مزارع آزمایشی و تحقیقاتی مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد این سیستم در خاک‌های رسی و لوم شنی که عاری از علف هرز Johnson grass باشد بازده نسبتاً قابل قبولی را بدست می‌دهد. این سیستم در خاک‌های لوم سیلتی ممکن است تشکیل لایه نفوذناپذیر سطحی داده و در نتیجه ایجاد رواناب زیاد نماید که موجب افزایش هزینه‌های پمپاژ و کاهش تولید شود.

همچنین در صورت استفاده از دستگاه‌های آبیاری سنترپیوت، چرخ‌ها در گل چسبیده و از حرکت باز میمانند. بارش‌های متناوب و مکرر روی برگ‌های برنج نیز باعث بیماری‌های مخصوص برنج خواهد شد. بنابراین توصیه می‌شود قبل از استفاده از سیستم آبیاری بارانی از موسسات پژوهشی و تحقیقاتی استعلام لازم بعمل آید. بهرحال پیشنهادات زیر در این زمینه بایستی مورد توجه قرار گیرد.

- در خاک‌های لوم سیلتی از آبیاری بارانی استفاده نشود.

- میزان علف کش باقیمانده در محصول برداشت شده اندازه‌گیری شود. (در صورت استفاده از علف‌کش در پایان دوره رشد)
- از میزان آب کافی در دوره تولید اندام‌های زایشی گیاه اطمینان حاصل شود.
- از علف‌کش‌های فنوکسی فقط در اواسط دوره رشد گیاه استفاده شود.
- از ارقام برنج مقاوم به بلاست برنج استفاده شود.

۲-۸- اعمال مدیریت متناسب با دوره رشد گیاه و شرایط زهکشی

۲-۸-۱- مدیریت در مراحل مختلف رشد

نیاز آبی گیاه برنج با تغییر در مراحل رشد تغییر میکند لذا باید مدیریت آبیاری با این مراحل منطبق گردد.

- استفاده از آب زیاد در مراحل اولیه بویژه در آماده‌سازی زمین و استقرار گیاه و پنجه‌زنی
- اعمال زهکشی و کاهش عمق آب در کرت برای ایجاد شرایط حداکثر پنجه‌زنی
- آبیاری متناوب در مرحله تشکیل پانیکول
- زهکشی سطح کرت برای مهیا نمودن شرایط رسیدن دانه و برداشت محصول

۲-۸-۲- تغییر در شرایط زهکشی

- اگر زمین دارای زهکشی نامناسب باشد (اراضی ماندابی) مقدار نفوذ عمقی بسیار کم و حتی صفر می‌باشد. در اینصورت مقدار نیاز آبی عمدتاً عبارتست از مجموع تبخیر و تعرق و نشت از کانال‌ها و رواناب سطحی.
- اگر زمین دارای زهکشی بیش از حد باشد (حدود ۲۰ میلیمتر در روز) در اینصورت پارامتر غالب نفوذ عمقی خواهد بود. در موقع زهکشی در دوره میانی رشد، زمین ترک می‌خورد و موجب افزایش نفوذپذیری خاک می‌گردد و در نهایت موجب افزایش نفوذ عمقی می‌شود.

۲-۸-۳- تغییر در ساختار زمین‌شناسی اراضی

نیاز آبی برنج در اراضی آبرفتی مسطح (Alluvial Flatland) با روند تغییرات در مراحل رشد گیاه تغییر می‌کند. مثلاً در ابتدای دوره یعنی آماده‌سازی زمین و نشاکاری حداکثر خود را داشته و سپس در مراحل میانی دوره رشد و در زمان زهکشی زمین کم و مجدداً پس از آبیاری مجدد کرت‌ها افزایش یافته و به حداکثر می‌رسد. در صورتیکه این حداکثر مجدد معادل ۱ فرض شود مقدار نیاز در اول دوره (آماده‌سازی و نشاء کاری) معادل ۱ تا ۱/۲ خواهد بود.

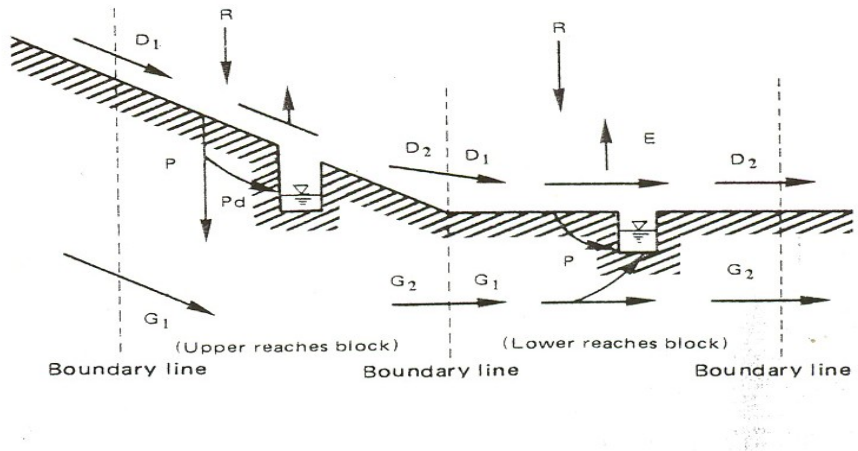
البته اگر در این مقطع زمانی مقدار آب در دسترس کافی نباشد این مقدار می‌تواند از ۱ کمتر باشد. کاهش این ضریب به سمت کمتر از ۱ به خوبی با بافت خاک همساز می‌باشد بطوریکه در خاک‌های رسی این ضریب تا (۰/۶ –۰/۵) و در خاک‌های ماسه رسی و شنی به حدود (۰/۸– ۰/۷) کاهش می‌یابد.

در خاک‌های آبرفتی بادبزنی (Alluvial Fan) نیاز آبی به توپوگرافی زمین وابسته می‌باشد. تغییرات نیاز آبی در مرکز اراضی به سمت کناره‌ها مشابه اراضی آبرفتی مسطح می‌باشد. ولی در اراضی با نفوذپذیری بالا مثل اراضی رسوبی دلتایی شکل، کاهش نیاز آبی مشاهده نمی‌شود چون در اینگونه اراضی به دلیل نفوذپذیری بالا و حفظ سطح آب در عمق معین نیاز به آب زیاد را الزامی می‌نماید. بنابراین در چنین شرایطی مقدار آب مورد نیاز در طول دوره رشد یکسان است.

در شرایط اراضی سکوبندی شده نیاز آبی به تغییرات خاک وابسته است، مثلاً در خاک‌های نفوذپذیر تغییراتی در مقدار نیاز در مراحل مختلف رشد مشاهده نمی‌شود در حالیکه در خاک‌های کم نفوذ یا غیرقابل نفوذ (خاک‌های رسی) تغییرات، مشابه خاک‌های آبرفتی مسطح Alluvial Flatland می‌باشد.

۲–۹– استفاده مجدد از آب

آب مورد استفاده در آبیاری کاملاً توسط گیاه یا تبخیر و تعرق به مصرف نمی‌رسد بلکه بخشی از آن با حرکت به اعماق و جریان از انتهای مزرعه بصورت زه آب از منطقه مورد نظر خارج می‌شود ولی در واقع با پیوستن این آب‌ها به رودخانه‌ها و آب‌های زیرزمینی مجدداً در مناطق دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. این موضوع را می‌توان با بررسی بیلان آبی در نمودار (۲–۳) بخوبی دریافت.



نمودار ۲–۳– اجزاء بیلان آبی در یک منطقه زراعی

مصرف آب توسط گیاه (با توجه به نمودار ۲-۳) در واقع برابر است با مجموع اختلافات ورودی‌ها و خروجی‌ها به سیستم. بعبارت دیگر تفاوت بین ورودی و خروجی آب زیرزمینی G۱ , G۲ به‌اضافه تفاوت ورودی و خروجی آب‌های سطحی $D_۱$, $D_۲$ و بالاخره تفاوت بارش R، و تبخیر E. چون تبخیر در یک منطقه از نقطه‌ای به نقطه دیگر تغییر چندانی نمی‌کند می‌توان آن را ثابت در نظر گرفت. بیلان آبی یک منطقه معین را می‌توان بصورت زیر نوشت.

$$R+D_۱+G_۱=D_۲+G_۲+E+\Delta S \qquad (۱-۲)$$

که در آن R بارندگی، $D_۱$ آب سطحی ورودی به منطقه و $G_۱$ آب زیرزمینی ورودی به منطقه، $D_۲$ آب سطحی (رواناب) خروجی از منطقه، $G_۲$ آب زیرزمینی خروجی از منطقه، E تبخیر و ΔS تغییرات حجم ذخیره آب در محدوده بیلان است.

اگر فرمول فوق در یک مقطع کوتاه زمانی که در آن بارندگی وجود ندارد نوشته شود می‌توان از ΔS و R صرفنظر کرد و با فرض اینکه D مقدار مصرف آب در منطقه باشد می‌توان نوشت:

$$D=(D_۱- D_۲)=E+(G_۲-G_۱) \qquad (۲-۲)$$

در یک مزرعه برنج عمق آب مورد نیاز (H) عبارتست از مجموع تبخیر و تعرق و نفوذ عمقی یا H=P+E. نفوذ خود دارای مولفه‌هایی است مانند نفوذ از مرز اراضی به زهکش و جریان بصورت آب‌های سطحی که به Pd نامگذاری می‌شود و مولفه‌ای دیگر که به آبهای زیرزمینی می‌پیوندد و به Pr نشان داده می‌شود. لذا:

$$P=P_d+P_r \qquad (۳-۲)$$

این فرآیند با توجه به شرایط مختلف توپوگرافی و خاک دارای حالت‌های متفاوتی خواهد بود. ولی در حالت متوسط می‌توان رابطه تغییرات در حجم آب زیرزمینی را به شکل زیر نوشت.

$$G_۲-G_۱=P-P_d=P_r \qquad (٤-۲)$$

بنابراین رابطه (۲-۲) را می‌توان برای اراضی بزرگ به شکل زیر نوشت:

$$D=(D۱-D۲)=P-Pd+E \qquad (۵-۲)$$

از آنجاییکه عمق آب مورد نیاز H برابر است با P +E، با جایگزینی P در رابطه (۲-۵) می‌توان نوشت:

$$D۱-D۲=(Pd+Pr)-Pd+E=H-Pd \qquad (٦-۲)$$

$$D۱-D۲=Pr+E=H-Pd \qquad (۷-۲)$$

همانطور که از رابطه فوق برمی آید در اراضی بزرگ مصرف آب عبارتست از مجموع نفوذ عمقی، تبخیر و تعرق و برابر است با اختلاف بین عمق آب آبیاری (H) و آب برگشتی به زهکش‌ها (Pd).

۲-۹-۱- رواناب سطحی

رواناب سطحی D۲ را با استفاده از رابطه (۲-۲) می‌توان به صورت زیر برآورد نمود.

$$D۲=D۱-E-(G۲-G۱) \qquad (۸-۲)$$

آنچنانکه از رابطه فوق برمی آید، رواناب سطحی اختلاف بین آب سطحی ورودی، تبخیر و تعرق و تغییرات حجم آب زیرزمینی (اختلاف بین ورودی و خروجی آب زیرزمینی) می‌باشد.

۲-۹-۲-نسبت بازگشت آب

نسبت بازگشت آب عبارتست از خارج قسمت رواناب سطحی به اختلاف آب سطحی ورودی و تبخیر و تعرق

$$r_1 = \frac{D_2}{(D_1 - E)} \qquad (۹-۲)$$

با استفاده از رابطه (۲-۴) و (۲-۸) می‌توان نوشت:

$$r_1 = 1 - \frac{P_r}{(D_1 - E)} \qquad (۱۰-۲)$$

که در آن:

r_1 : نسبت بازگشت آب (آب برگشتی)

D_1: آب سطحی ورودی

D_2: رواناب سطحی

E :تبخیر و تفرق

P_r: نفوذ عمقی

بنابراین در صورتیکه مقادیر نیاز آبی و تبخیر و تعرق ثابت بمانند مقدار نفوذ عمقی یا P_r به آب‌های سطحی نمی‌پیوندد (از طریق مرز اراضی) لذا می‌توان مقدار نسبت آب بازگشتی یعنی r_1 را تعیین نمود. مقدار P_r را می‌توان با توجه به شرایط توپوگرافیک زمین تعیین نمود.

روابط بین شرایط توپوگرافی، P_r و نسبت بازگشت آب r_1 بطور کلی عبارتند از:

- در یک زمین رسوبی (دلتایی شکل) و یا یک زمین مسطح، نفوذ عمودی عمدتاً بصورت نفوذ عمقی یا P_r خواهد بود و مقدار نشت به سطح زمین (P_d) معادل صفر می‌باشد. بنابراین نسبت آب بازگشتی r_1 بسیار کوچک خواهد بود.
- در انتهای زمین‌های رسوبی بادبزنی تحت کشت برنج یا زمین‌های مسطح، در قسمت پای اراضی و یا قسمت پست منتهی به کف دره مقدار نفوذ عمقی P_r منفی می‌باشد (بصورت چشمه ظاهر میشود) و مقدار r_1 اغلب بزرگتر از ۱ خواهد بود.
- در اراضی مسطح، مقدار P_r ممکن است چند میلیمتر در روز باشد، بویژه در اراضی تحت کشت برنج و در قسمت‌های پست مزرعه واقع در قسمت‌های انتهایی رودخانه مجاور این مقدار نزدیک صفر بوده و مقدار r_1 بین ۰/۷ تا ۱ خواهد بود.

۲-۹-۳- مصرف مجدد آب بازگشتی

میزان آب قابل استفاده بازگشتی به سیستم و نقطه مناسب برای مصرف این آب توسط طراح تعیین می‌گردد. این میزان آب را به نام نسبت آب بازگشتی قابل استفاده خوانده و با $r_۲$ نشان می‌دهند.

وقتی مقدار $r_۲, r_۱$ تعیین گردید، حاصلضرب آن دو، نسبت آب مصرفی از مقدار نفوذ عمودی آب را در قسمت‌های پایین دست مشخص می‌نماید. نتیجه حاصلضرب را به r نشان داده و « نسبت آب بازگشتی طرح» می‌نامند.

$$r=r_۱\times r_۲ \qquad (۱۱-۲)$$

۲-۱۰- طراحی آبیاری

آبیاری برنج با روش کرتی انجام می‌گیرد. ابعاد و اندازه کرت و سایر قطعات بزرگتر در یک شبکه به عوامل متعددی بستگی دارد که مهمترین آنها عبارتند از:

توپوگرافی منطقه طرح، وسعت مالکیت‌های اراضی متداول در منطقه، درجه مکانیزاسیون و ابعاد ماشین‌های مورد استفاده، شبکه جاده‌ها، موقعیت منبع آب و زهکش اصلی در منطقه و میزان آب در دسترس.

برای پرداختن به طراحی شبکه آبیاری ابتدا لازم است چگونگی قطعه‌بندی اراضی در یک منطقه بررسی شود.

۲-۱۱- موقعیت کانال‌های اصلی

همانگونه که اشاره شد در شکل‌دهی یک شبکه آبیاری و زهکشی موقعیت کانال‌های شبکه یعنی کانال‌های آبیاری و زهکشی اصلی بعنوان عوامل تعیین کننده دخالت دارند، بدین صورت که کانال‌های اصلی آبیاری در مناطق مرتفع و کانال‌های اصلی زهکشی در مناطق پست قرار می‌گیرند و کانال‌های درجه پایینتر بین این دو کانال آرایش داده می‌شوند.

۲-۱۲- شبکه کانال‌های آبیاری و زهکشی مستقل

در مزارع شالیزار، کانال‌های آبیاری و زهکشی باید از یکدیگر مستقل بوده و امکان مدیریت کانال بر آنها فراهم گردد، مگر در اراضی شیبدار که تلفیق کانال‌های آبیاری و زهکشی اجتناب‌ناپذیر است و یک کانال در عین آبرسانی به مزرعه، رواناب اضافی را از مزرعه دریافت و به مناطق پایین دست منتقل می‌کند.

۲-۱۳- شبکه جاده‌ها

تعیین موقعیت و مسیر جاده‌ها از شکل شبکه آبیاری و زهکشی تبعیت می‌نماید. جاده‌های مزارع به موازات طول بلند یک بلوک زراعی (Field block) ادامه یافته و ضمن ایجاد ارتباط بین مزارع (Farm block) امکان انجام مانور تأسیسات آبیاری روی کانال را فراهم می‌آورد.

این جاده توسط جاده‌های دیگر بهم مرتبط شده و در عمل یک مزرعه را دربر می‌گیرند.

۲-۱٤- بلوک زراعی (Farm block)

بلوک‌های زراعی به عنوان واحدهای مستقل زراعی که تحت مدیریت واحد اداره می‌شوند، از دو قطعه[۱] زراعی (Field block) تشکیل شوند. کرت‌ها[۲] بعنوان آخرین واحد شبکه در یک بلوک زراعی در کنار یکدیگر (۱۰ الی ۲۰ کرت) قرار می‌گیرند. ابعاد و اندازه بلوک‌های زراعی به متغیرهای دیگری وابسته است که از جمله می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

الف- کاربرد آسان و بهینه ماشین آلات کشاورزی

ب- استفاده از تاسیسات آبیاری و زهکشی بصورت کارآمد

پ- اندازه مالکیت‌ها در محدوده پروژه

۲-۱۵- اشکال و مساحت قطعات

اگرچه بر اساس مطالب گذشته، اندازه قطعات به پارامترهای مختلفی وابسته است ولی بعنوان یک قاعده حاصل از تجربیات کشورهای آسیای جنوب شرقی و ژاپن، شکل و مساحت قطعات بر اساس موارد ذیل تعیین می‌گردد:

- طول قطعات زراعی در محدوده ۳۰۰ الی ۶۰۰ متر در نظر گرفته شود که در آن کرت‌هایی به عرض ۳۰ متر در کنار یکدیگر قرار گیرند.
- عرض قطعات زراعی در محدوده ۱۰۰ الی ۱۵۰ متر در نظر گرفته شود که امکان جریان آب بویژه در شرایط زهکشی سطحی به آسانی فراهم باشد.
- ابعاد یک کرت (Field lot) در محدوده ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر طول و ۳۰ متر عرض[۳] در نظر گرفته می‌شود.

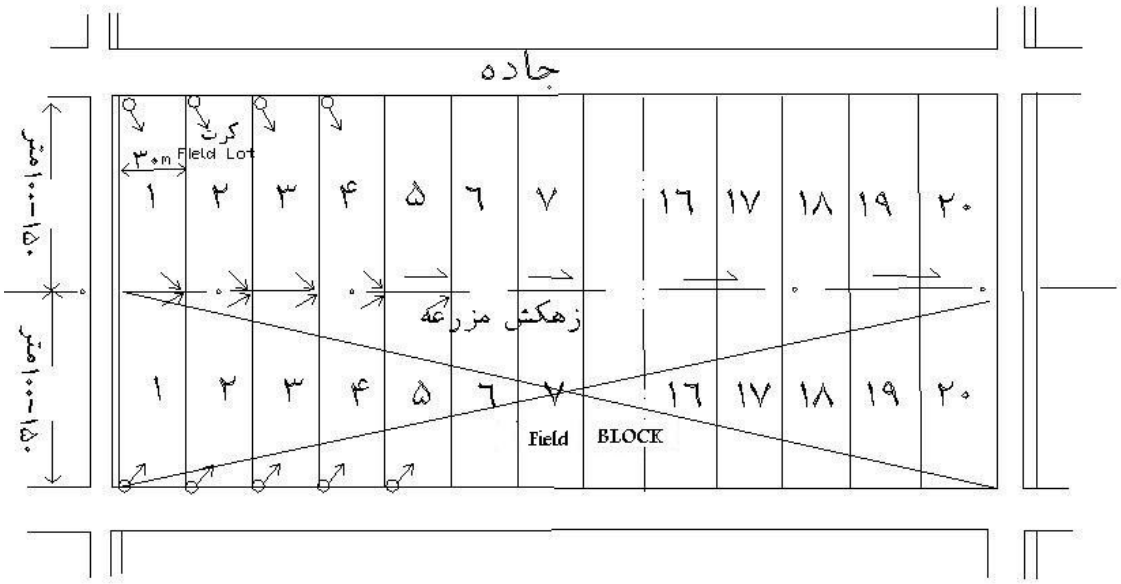
بنابراین مساحت قطعات زراعی (Field block) بین ۳ و ۹ هکتار خواهد بود.

---

[۱]-قطعه زراعی عبارتست از مجموعه ۱۰ الی ۲۰ کرت با ابعاد ۳۰ متر (عرض) و ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر طول که در داخل بلوک زراعی (Farm block) قرار می‌گیرد. مساحت بلوک زراعی بین ۳ تا ۹ هکتار می‌باشد.

[۲]- Field lot

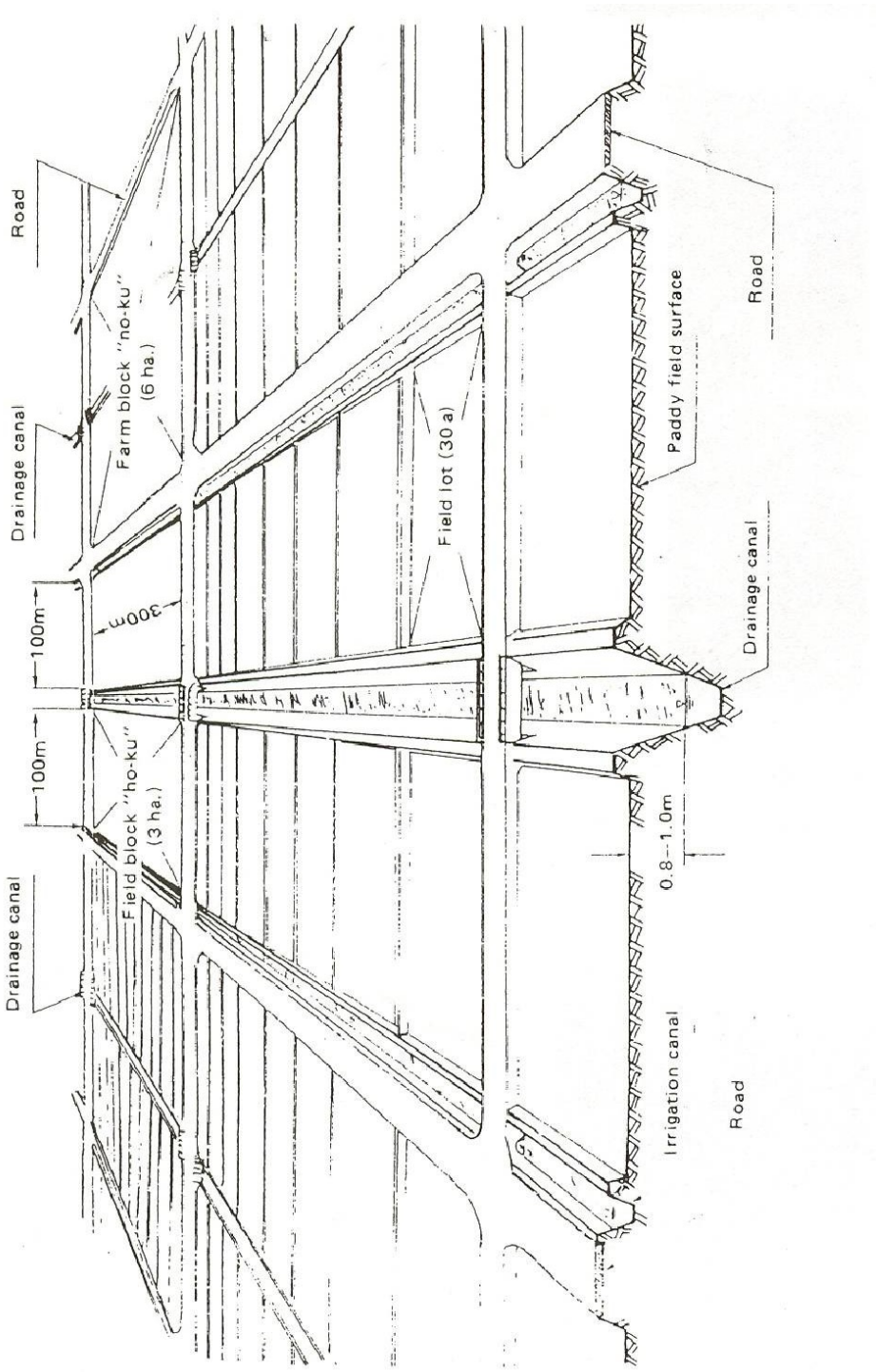
[۳]-عرض کرت در مناطق پرشیب ممکنست برابر ۲۰ متر در نظر گرفته شود.



و ٤٠ کرت یا قطعه (Field block) تشکیل شده از دو قطعه زراعی(Farm block)نمودار۲-٤- نمایش یک بلوک زراعی (Field lot)آبیاری

در این شکل مساحت بلوک زراعی بین ۱۲ تا ۱۸ هکتار و مساحت قطعه زراعی بین ۶ – ۹ هکتار و مساحت کرت بین ۰/۳ تا ۰/۴۵ هکتار می‌باشد. آنچنانکه در شکل دیده می‌شود زهکش در وسط و کانال‌های آبیاری در طرفین قرار دارند و جاده محیط بلوک زراعی را دربرگرفته است.

نکته: ابعاد قطعات آبیاری (کرت)، قطعه زراعی و بلوک زراعی در شرایط ایران باید با در نظر گرفتن ویژگی‌های منطقه طرح مورد بررسی قرار گرفته و تطبیق داده شود ولی در هر حال باید به مواردی نظیر ابعاد ماشین‌ها، مدیریت آبیاری، شیب اراضی و شرایط اقتصادی اجتماعی نیز توجه شود.



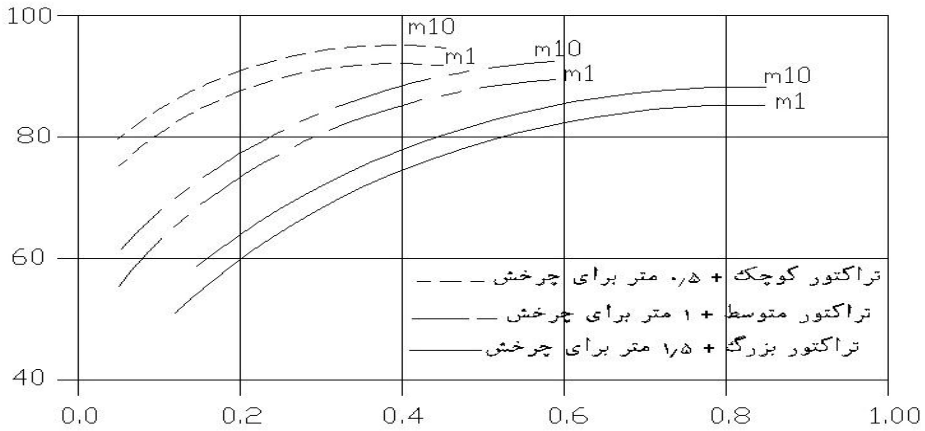
[۱۰]شکل ۲-۵- نمایش مزارع برنج با کانال‌های آبیاری و زهکشی و جاده‌های ارتباطی

جدول ۲-۲- پارامترهای موثر در ابعاد کرت

شرایط توپوگرافی زمین	وضع زمین مزرعه	عرض کرتm	طول کرتm	مساحت ha
اراضی مسطح	خشک	۳۰	۱۰۰-۱۵۰	۰/۳-۰/۴۵
(شیب کمتر از ۲ در هزار)	مرطوب	۳۰	۱۰۰	۰/۳
اراضی شیبدار	خشک	۳۰	۱۰۰-۱۵۰	۰/۳-۰/۴۵
(۲ درصد تا ۲ در هزار)	مرطوب	۳۰	۱۰۰	۰/۳
اراضی پرشیب (۵ درصد تا ۲ درصد)	-	۲۰-۳۰	۱۰۰	۰/۲-۰/۳

۲-۱۶- رابطه بین مساحت کرت و کارآیی ماشین‌های کشاورزی

شکل و مساحت کرت با راندمان ماشین‌های در عملیات شخم زدن، تسطیح، کلوخ شکنی، کوددهی، بذرپاشی، وجین و مبارزه با آفات و امراض و برداشت محصول رابطه مستقیم دارد. لذا برای تعیین ابعاد کرت باید پارامترهای عملکرد ماشین در مانورهایی مانند دور زدن، حمل و نقل مواد، کار در شرایط مختلف خشک و اشباع خاک مزرعه مورد بررسی قرار گیرد. نتایج بررسی‌های انجام شده در مورد تراکتورهای مختلف در استفاده از گاو آهن دوار[1] بصورت نمودار زیر ارائه گردیده است. در نمودار زیر مقدار m نشان دهنده نسبت طول به عرض می‌باشد.



[۹] شکل ۲-۴- رابطه راندمان عملیات ماشینی (تراکتورهای مختلف) با مساحت کرت

با نگاهی به موارد فوق برای تراکتورهای مختلف در راندمان‌های بیش از ۷۰ درصد مساحت‌های زیر توصیه می‌گردد.

تراکتور کوچک (تیلر)	حداکثر ۰/۵ هکتار
تراکتور متوسط ۱۵ تا ۲۶ اسب بخار	حداکثر ۰/۶ هکتار
تراکتور بزرگ ۳۰ اسب بخار	حداکثر ۰/۸ هکتار

[1] Rotary plow

ابعاد کرت با ملحوظ نمودن مساحت‌های ذکر شده در فوق و با قبول نسبت طول به عرض معادل ۵ به شرح زیر خواهد بود.

نسبت طول به عرض $L=۵w \quad m=\frac{L}{W}=۵$

مساحت کرت = L (طول)× W (عرض) = ۵w×w

$$A=۵w^{۲}\begin{cases}۰.۵\times۱۰۰۰۰=۵w^{۲} & w=۳۱.۶m\\ ۰.۶\times۱۰۰۰۰=۵w^{۲} & w=۳۴.۶m\\ ۰.۸\times۱۰۰۰۰=۵w^{۲} & w=۴۰m\end{cases}$$

بنابراین چنانچه مقدار m برای تراکتورهای مختلف به ترتیب ۵، ۶ و ۸ در نظر گرفته شود، اندازه عرض کرت معادل ۳۱/۶ متر خواهد شد. بنابراین عرض کرت را می‌توان حول و حوش ۳۰ متر در نظر گرفت و در غیر اینصورت عرض بین ۳۰ تا ۴۰ متر بدست می‌آید. از طرف دیگر در صورتیکه طول جریان آب از ورودی تا خروجی ۱۰۰ متر در نظر گرفته شود، عرض کرت برای ضریب‌های ۵، ۶ و ۸ به ترتیب معادل[۱] ۵۰، ۶۰ و ۸۰ متر بدست خواهد آمد.

۲-۱۷- رابطه ابعاد کرت با شیب اراضی

ابعاد کرت در اراضی شیبدار بگونه‌ای انتخاب می‌شود که طول کرت به موازات منحنی‌های تراز و عرض کرت در جهت شیب قرار گیرد. اندازه طول و عرض کرت ضمن وابسته بودن به امکان مانور ماشین‌های کشاورزی بستگی زیادی به حجم عملیات خاکی در تسطیح کرت‌ها دارد. از این رو، قبل از انتخاب اندازه طول و عرض باید برآوردهای اقتصادی لازم برای مقایسه گزینه‌های مختلف و انتخاب مناسبترین گزینه بعمل آید.

- در اراضی با شیب کمتر از ۱ درصد عرض کرت در جهت شیب و اندازه طول آن با توجه به امکان مانور ماشین‌های کشاورزی تعیین می‌گردد.
- اگر شیب اراضی حدود ۲ در هزار و یا کمی بیشتر باشد، بهتر است تسطیح در قطعات در حد مساحت بلوک‌های زراعی انجام گردد.
- در اراضی پرشیب (شیب بیش از ۱ درصد) تنها عامل تعیین کننده ابعاد قطعات شیب زمین خواهد بود و عملکرد ماشین‌ها قابل صرفنظر کردن می‌باشد.

[۱] A=L.w ۵۰۰۰=۱۰۰۰ . w w=۵۰ ۶۰۰۰=۱۰۰w w=۶۰

۲-۱۸- رابطه مساحت قطعات و میزان آب برای آماده‌سازی و یا آبیاری

بیشترین مصرف آب در زمان عملیات آماده‌سازی زمین و گِلاب‌کردن می‌باشد. بنابراین لازم است بلافاصله بعد از غرقاب کردن زمین، ماشین‌ها وارد کرت‌ها شده و برای حصول به بالاترین کارآیی در حفظ آب آبیاری عملیات را آغاز کنند. رابطه بین مساحت کرت و میزان آب آبیاری برای غرقاب کردن به عمق ۵ سانتیمتر و زمان آبیاری در جدول (۲-۳) آورده شده است. این ارقام تقریبی بوده و بعنوان یک راهنمای اولیه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۲-۳- مساحت کرت، زمان مورد نیاز برای آبیاری و مدول آبیاری بر حسب عمق و دبی (لیتر در ثانیه)

مساحت (هکتار)	آبیاری دایمی				آبیاری متناوب (با عمق ۵۰ میلیمتر)				
	عمق آبیاری (میلیمتر در روز)				زمان آبیاری (ساعت)				
	۱۰	۲۰	۳۰	۵۰	۱	۲	۴	۸	۲۴
۰/۱	۰/۱۲	۰/۲۳	۰/۳۵	۰/۵۸	۱۳/۹	۶/۹	۳/۵	۱/۷	۰/۶
۰/۲	۰/۲۳	۰/۴۶	۰/۶۹	۱/۱۶	۲۷/۸	۱۳/۹	۶/۹	۳/۵	۱/۲
۰/۳	۰/۳۵	۰/۶۹	۱/۰۴	۱/۷۴	۴۱/۷	۲۰/۸	۱۰/۴	۵/۲	۱/۷
۰/۴	۰/۴۶	۰/۹۳	۱/۳۹	۲/۳۱	۵۵/۶	۲۷/۸	۱۳/۹	۶/۹	۲/۳
۰/۵	۰/۵۸	۱/۱۶	۲/۰۸	۲/۸۹	۶۹/۴	۳۴/۷	۱۷/۴	۸/۷	۲/۹
۰/۶	۰/۶۹	۱/۳۹	۲/۰۸	۳/۴۷	۸۳/۳	۴۱/۷	۲۰/۳	۱۰/۴	۳/۵
۰/۸	۰/۹۳	۱/۸۵	۲/۷۸	۴/۶۳	۱۱۱/۱	۵۶/۵	۲۷/۸	۱۳/۹	۴/۶
۱	۱/۱۶	۲/۳۱	۳/۴۷	۵/۷۹	۱۳۸/۹	۶۹/۴	۳۴/۷	۱۷/۴	۵/۸
۱/۵	۱/۷۴	۳/۴۷	۵/۲۱	۸/۶۸	۲۰۸/۴	۱۰۴/۲	۵۲/۱	۲۶/۱	۸/۷
۲	۲/۳۱	۴/۶۳	۶/۹۴	۱۱/۵۷	۲۷۷/۸	۱۳۸/۹	۶۹/۴	۳۴/۷	۱۱/۶
۲/۵	۲/۸۹	۵/۷۹	۸/۶۸	۱۴/۴۷	۳۴۷/۲	۱۷۳/۴	۸۶/۸	۴۳/۴	۱۴/۵
۳	۳/۴۷	۶/۹۴	۱۰/۴۲	۱۷/۳۶	۴۱۶/۷	۲۰۸/۳	۱۰۴/۲	۵۲/۱	۱۷/۴
۴	۴/۶۳	۹/۲۶	۱۳/۸۹	۲۳/۱۵	۵۵۵/۶	۲۷۷/۸	۱۳۸/۹	۶۹/۴	۲۳/۱
۵	۵/۷۹	۱۱/۵۷	۱۷/۳۶	۲۸/۹۴	۶۹۴/۴	۳۴۷/۲	۱۷۳/۶	۸۶/۸	۲۸/۹

برای روشن شدن نحوه استفاده از جدول(۲-۳) به مثال زیر توجه شود. در مورد ارتباط شکل و مساحت قطعات با مسایل زهکشی در بخش مربوطه توضیح داده شده است.

مثال: قرار است یک کرت به مساحت ۰/۳ هکتار با داشتن عمق آب ۵۰ میلیمتر، روزانه ۱۰ میلیمتر برای جبران تبخیر و نفوذ آب دریافت کند. اگر زمان آبیاری ۴ ساعت و دور آبیاری ۲ روز باشد، مدول آبیاری در اولین آبیاری برای تامین آب مورد نیاز چقدر خواهد بود ؟

حل: ابتدا برای عمق ۵۰ میلیمتر با توجه به مساحت کرت (۰/۳ هکتار) در جدول (قسمت چپ) و زمان ۴ ساعت مدول آبیاری ۱۰/۴ لیتر در ثانیه بدست می‌آید. حال برای تامین آب تلف شده در ۲ روز (یعنی ۲۰ میلیمتر) در قسمت راست جدول مقابل ۰/۳ هکتار و زیر عدد ۲۰ رقم ۰/۶۹ لیتر در ثانیه بدست می‌آید ولی چون این رقم مربوط به آبیاری ۲۴ ساعت (یک روز) می‌باشد و در شرایط اولیه فقط ۴ ساعت زمان آبیاری در نظر گرفته شده است، باید عدد فوق ۶ برابر شود تا ۲۰ میلیمتر را تامین کند. بنابراین مدول آبیاری در این قسمت برابر ۰/۶۹ × ۶ یعنی ۴/۱۴ لیتر در ثانیه خواهد بود. با توجه به موارد فوق مجموع دبی ویژه (مدول آبیاری) ۱۴/۵۴ لیتر در ثانیه می‌شود که معادل ۷۰ میلیمتر عمق آب است.

$$\frac{۱۴.۵۴\ l/s \times ۳.۶ \times ۴ \times ۱۰۰۰}{۰.۳ \times ۱۰۰۰۰} = ۶۹.۷۹ \cong ۷۰mm$$

لازم بذکر است در آبیاری‌های بعدی که باید فقط تبخیر و نفوذ جبران شود، مدول آبیاری ۴/۱۴ لیتر در ثانیه خواهد بود که معادل ۲۰ میلیمتر است و نیاز آبی دو روز را تامین می‌کند.

۲-۱۹- قطعه‌بندی اراضی در شرایط خاص

در شرایطی که ممکن است اداره مزرعه بدلیل وجود محدودیت‌های مختلف با مشکل مواجه گردد لازم است در موارد ذیل توجه خاص بعمل آید.

- در مواردی که بعلت وجود جاده‌های بین شهری یا بزرگراهها، راه آهن، مرزهای سیاسی یا نظیر اینها زمین دارای اشکال نامنظم باشد، بایستی بررسی‌های لازم برای افزایش بهره‌وری ماشین‌ها بعمل آید.
- در اراضی با شیب بیش از ۵ درصد بایستی طول کرت‌ها در امتداد خطوط تراز باشد.
- در مناطقی که شالی در تناوب با محصولات دیگر (Upland Crops) کشت میشود، مدیریت مزرعه ایجاب می‌کند که طول کرت کمتر از ۱۰۰ متر باشد و به مسایل زهکشی سطحی و نیروی کار مورد نیاز توجه خاص شود.

۲-۲۰- دبی ورودی به کرت و نحوه کنترل آن

با توجه به آنچه که در بخش‌های گذشته اشاره شد مقدار آب ورودی به کرت‌ها در مقاطع مختلف دوره رشد گیاه متفاوت بوده و حداکثر آن در ابتدای دوره زراعی و عملیات آماده‌سازی زمین گِلاب‌کردن می‌باشد.

مقدار دبی ورودی به کرت با مساحت کرت رابطه مستقیم داشته و برای مدیریت آسان‌تر بهتر است تعداد نقاط ورودی بیش از یکی باشد و در این نقاط دریچه‌های قابل کنترل نصب گردد. عوامل دیگری که در میزان دبی ورودی به کرت دخیل می‌باشند عبارتند از:

- نفوذپذیری خاک
- شرایط اقلیمی که در میزان تبخیر از سطح آب و بطور کلی تبخیر و تعرق تاثیر می‌گذارد

- مرحله رشد گیاه
- روش آبیاری (دایمی یا متناوب)
- برنامه‌های مدیریت آب برای کنترل درجه حرارت آب و مسایل زراعی (مقابله با آفات و بیماری‌ها، کودپاشی،...)

به‌هرحال میزان دبی ورودی به کرت باید بگونه‌ای باشد که ضمن تامین نیازهای بیولوژیکی گیاه امکان مدیریت آب در مزرعه، نظیر کنترل مناسب جریان در ورودی کرت (سرعت مجاز)، ورود آب از چند نقطه به کرت برای ایجاد جریان در همه قسمت‌ها جهت تعویض و جابجایی آب فراهم گردد.

۲-۲۱- برآورد میزان دبی ورودی

اگر میزان آب مورد نیاز برای اجرای عملیات گِلاب‌کردن، ۱۵۰ میلیمتر و نیاز آبی روزانه ۱۲ میلیمتر باشد، برای یک کرت ۰/۵ هکتاری مقدار دبی ورودی به کرت به شرح زیر است.

در آبیاری دایمی: عملیات آماده‌سازی و تامین نیاز روزانه

$$\frac{(۱۵۰+۱۲)\times ۱۰\times ۰.۵\times ۱۰۰۰}{۲۴\times ۳۶۰۰} = ۹.۳۷\ l/s$$

- برآورد دبی ورودی به کرت با استفاده از سرریز

دریچه ورودی بصورت یک سرریز مستطیلی عمل می‌کند. بنابراین مقدار دبی از رابطه زیر قابل برآورد می‌باشد.

$$Q = CbH^{۳/۲} \qquad \textbf{(۱۲-۲)}$$

که در آن:

Q: دبی عبوری از روی سرریز	لیتر در ثانیه
C: ضریب سرریز	۱۸۳۸
b: عرض سرریز	متر
H: عمق آب روی سرریز	متر

رابطه فوق موقعی صادق است که سرعت جریان نزدیک سرریز غیرقابل توجه و نزدیک صفر باشد. در غیر اینصورت باید از رابطه زیر استفاده شود .

$$Q = cb\left[(H+ha)^{۳/۲} - ha^{۳/۲}\right] \qquad \textbf{(۱۳-۲)}$$

که در آن پارامترها مانند رابطه قبلی است و ha بار آبی (head) معادل سرعت $\frac{V^۲}{۲g}$ می‌باشد و برحسب متر در نظر گرفته می‌شود .

مثال: مقادیر دبی را در دو حالت برآورد نمایید (سرعت آب نزدیک سرریز قابل صرفنظر کردن – سرعت آب ۱ متر در ثانیه)

مشخصات سرریز: عرض سرریز ۰/۵ متر

عمق تیغه آب روی سرریز ۵ سانتیمتر

حالت اول:

$$Q = ۱۸۳۸ \times ۰.۵ \times ۰.۰۵^{۳/۲} = ۱۰.۲۷ \, l/s$$

حالت دوم :

$$Q = ۱۸۳۸ \times ۰.۵ \left[\left(۰.۰۵ + \left(\frac{۱^۲}{۲ \times ۹.۸۱} \right) \right)^{۳/۲} - \left(\frac{۱^۲}{۲ \times ۹.۸۱} \right)^{۳/۲} \right] = ۴۵.۹۵ \, l/s$$

آنچنانکه دیده می‌شود اثر سرعت در مقدار دبی بسیار زیاد است و باید به این نکته در برآوردها توجه شود.

مثال: در آبیاری دایمی یک کرت ۰/۵ هکتاری اگر نیاز آبی ۱۲ میلیمتر در روز باشد دبی ورودی به کرت چقدر است؟

$$Q = \frac{۱۲ \times ۱۰ \times ۰.۵ \times ۱۰۰۰}{۲۴ * ۳۶۰۰} = ۰.۶۹ \, l/s$$

اگر این مقدار دبی در روابط فوق قرار داده شود، مقدار عمق تیغه آب روی سرریز بدست می‌آید.

در حالت اول: سرعت جریان آب قبل از سرریز نزدیک به صفر

$$۰/۶۹ = ۱۸۳۸ \times ۰.۵ H^{۳/۲} \qquad H^{۳/۲} = ۷.۵ \times ۱۰^{-۴}$$

$$H = ۸.۳ \times ۱۰^{-۳} m = ۰.۰۰۸۳ m = ۸.۳ mm$$

با توجه به عدد بدست آمده معلوم می‌شود باید برای کنترل جریان، تاج سرریز قابل کنترل و مانور باشد و بدین منظور می‌توان با قرار دادن تخته هایی با ابعاد مناسب عمق جریان را به اندازه مورد نظر تنظیم نمود.

در حالت دوم: سرعت جریان نزدیک سرریز ۱ متر در ثانیه

بار آبی معادل سرعت جریان برای ۱ متر در ثانیه برابر ۰/۰۵۰۹ متر است. بنابراین مقدار H (تیغه آبی روی سرریز) از معادله مربوطه بدست می‌آید.

$$۰.۶۹ = ۱۸۳۸ \times ۰.۵ \left[(H + ۰.۰۵۰۹)^{۳/۲} - ۰.۰۵۰۹^{۳/۲} \right]$$

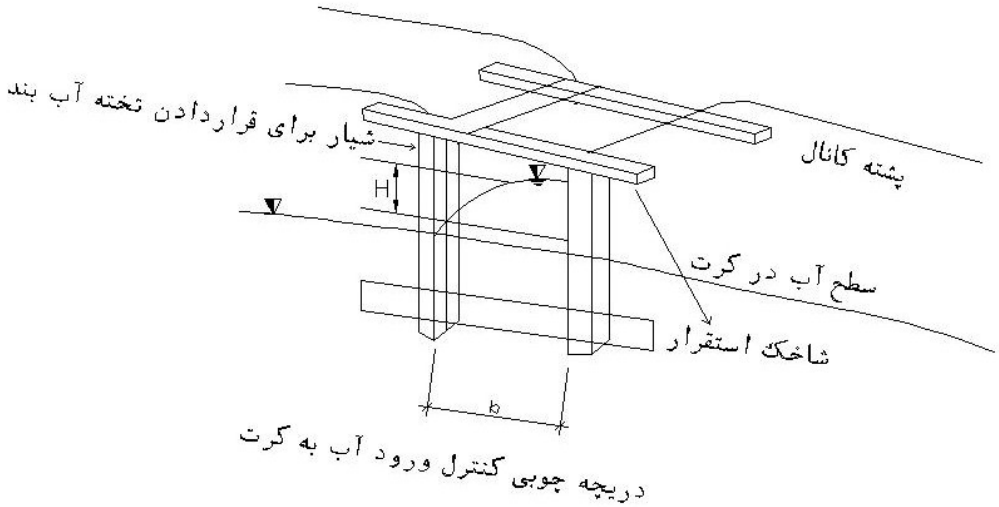
$$H = ۰.۰۰۲۲ m = ۲.۲ mm$$

یعنی باید تیغه آب روی سرریز معادل حدود ۲/۲ میلیمتر باشد. لذا با تغییر در رقوم تاج سرریز بایستی به این مقدار دبی دست یافت. در مواردی ممکن است حصول به چنین ارقامی ممکن نباشد. بنابراین اختلافات حاصل از برآوردها در میزان آب ورودی و در نتیجه در میزان راندمان آبیاری تغییراتی بوجود خواهد آورد.

۲-۲۲- مشخصات دریچه‌های کنترل ورود آب به کرت

دریچه‌های کنترل ورود آب به کرت را می‌توان از چوب‌های مخصوص که در مقابل رطوبت مقاوم هستند ساخت. عرض دریچه‌ها ۵۰ سانتیمتر و ارتفاع آنها معادل ارتفاع پشته کانال مجاور کرت و یا ۵ سانتیمتر[1] کمتر از آن در نظر گرفته می‌شود. یعنی کف دریچه بالاتر از کف کانال است. دو طرف دریچه شیارهایی به عرض ۲ یا ۲/۵ سانتیمتر تعبیه می‌شود که تخته‌های آب بند به طول ۵۰ سانتیمتر، و ضخامت ۲ سانتیمتر و ارتفاع ۲/۵، ۵، ۱۰ سانتیمتر قرار داده می‌شوند. این دریچه بصورت یک قاب چوبی در محل مناسب توسط شاخک‌هایی در کف و طرفین محکم می‌شود. برای اندازه گیری عمق جریان روی سرریز می‌توان یک خط کش مدرج نصب نمود.

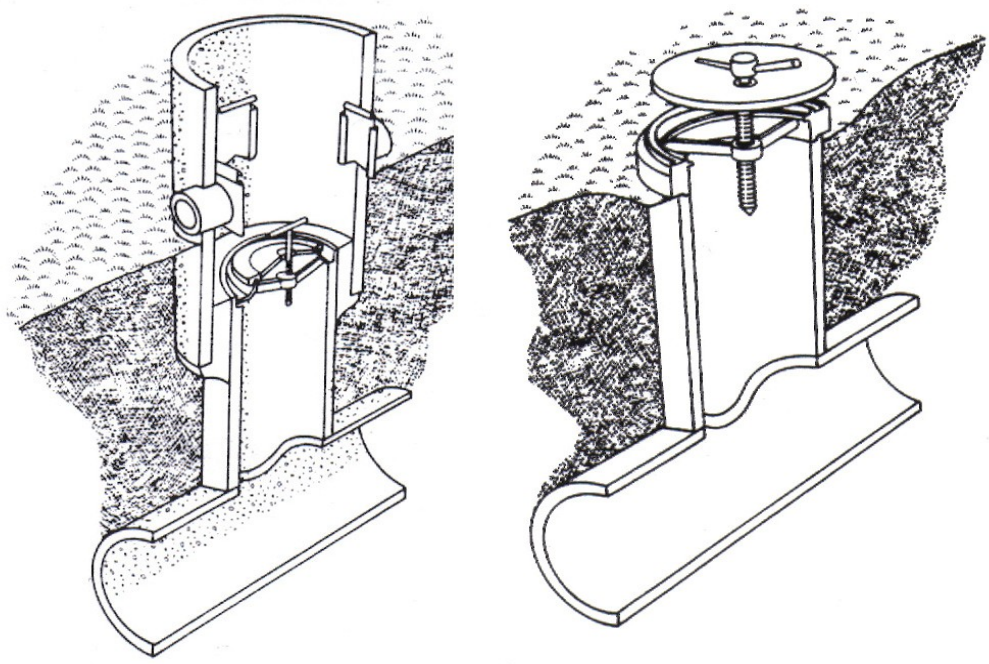
توجه: محل اندازه گیری H باید حداقل به اندازه ۴H از روی تاج به سمت عقب (بالادست) باشد.



شکل ۲-۶- مشخصات دریچه‌های کنترل ورود آب به کرت

[1] در مورد دریچه‌های انتهای کرت‌ها، کف دریچه هم سطح کف کرت و یا پایین‌تر از آن نصب می‌شود تا در موقع تخلیه آب امکان زهکشی سطحی کامل کرت فراهم گردد.

شکل ۲-۷- استفاده از لوله‌های دریچه‌دار (هیدروفلوم) به جای کانال درجه ٤



b) شیر alfalfa مناسب برای استفاده روی رایزر a) رایزر دارای شیر کنترل alfalfa و دریچه‌های کشویی

شکل ۲-۸- شیرهای کنترل جریان آب در کرت‌ها در شبکه لوله‌های کم فشار

۲-۲۳-کنترل دبی ورودی به کرت با استفاده از لوله

برای کنترل مناسب آب ورودی به کرت می‌توان از لوله‌های مجهز به دریچه (Alfalfa) استفاده کرد. این دریچه‌ها در شرایطی که بار آبی مناسبی در کانال وجود داشته باشد نتیجه مناسبی بدست می‌دهند. گرچه بطور معمول از این دریچه‌ها در شبکه‌های لوله‌های کم فشار استفاده بعمل می‌آید، ولی در شرایط استفاده از کانال‌های روباز نیز اگر امکان جلوگیری از ورود خار و خاشاک و رسوب به لوله موجود و بار آبی کافی فراهم باشد، از این دریچه‌ها می‌توان بهره گرفت و دبی مورد نیاز را به راحتی کنترل نمود.

۲-۲٤- کنترل سرعت ورود آب به کرت در محل دریچه‌ها

در صورت استغراق سرریز، جریان ورود آب به کرت را می‌توان با ساده نگری از رابطه مانینگ و رابطه پیوستگی بررسی و ارزیابی نمود. سرعت بحرانی در این مقاطع معادل سرعت بحرانی جریان در یک مقطع مستطیلی در نظر گرفته می‌شود.

مثال: در صورت عبور جریان ۹/۳۷ لیتر در ثانیه از یک دریچه به عرض ۰/۵ متر، عمق جریان و سرعت جریان بحرانی چقدر است.

حل: با استفاده از رابطه مانینگ و در نظر گرفتن ضریب مانینگ ۰/۰۱۰ در مقطع مستطیلی با عرض ۰/۵ متر عمق جریان بحرانی ۰/۰۳۳ متر و سرعت بحرانی ۰/۵۷ متر در ثانیه بدست می‌آید. با توجه به اینکه توصیه شده است سرعت از ۰/۴ متر در ثانیه بیشتر نشود، می‌توان از دو دریچه ۰/۵ متری استفاده نمود که در این صورت عمق جریان بحرانی ۰/۰۲ متر و سرعت بحرانی ۰/۴۵ متر در ثانیه بدست می‌آید که تقریباً مناسب است. روابط هیدرولیکی برای انجام محاسبات در یک مقطع مستطیلی به شرح زیر است.

$$y_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \qquad (۱۴-۲) \qquad q = \frac{Q}{b} \qquad (۱۵-۲)$$

$$V_c = \frac{Q}{A_c} \qquad (۱۶-۲) \qquad Ac = b.y_c = b.\sqrt[3]{\frac{Q^2}{g.b^2}} \qquad (۱۷-۲)$$

در روابط فوق:

Q :دبی عبوری از دریچه	متر مکعب در ثانیه
b: عرض دریچه	متر
q: دبی واحد عرض	مترمربع ثانیه
g: شتاب ثقل	متر بر مجذور ثانیه
Ac: سطح مقطع بحرانی	مترمربع
yc: عمق بحرانی	متر
Vc: سرعت بحرانی	متربرثانیه
کنترل سرعت برای جریان عبوری ۰/۶۹	لیتر در ثانیه

$$Ac = b.\sqrt{\frac{Q^{۲}}{g.b^{۲}}} = ۰/۵\sqrt{\frac{۰.۰۰۰۶۹^{۲}}{۹.۸۱\times ۰.۵^{۲}}} = ۰.۰۰۳m^{۲}$$

$$V_c = \frac{Q}{A_c} = \frac{۰.۰۰۰۶۹}{۰.۰۰۳} = ۰.۲۳۸m/s$$

آنچنان که دیده می‌شود مقدار سرعت حدود نیمی از حداکثر سرعت مجاز است. با توجه به اینکه سرعت در موقع وجود بوته‌های برنج کنترل شده می‌باشد در یک کرت ۰/۵ هکتاری با نیاز آبی ۱۲ میلیمتر در روز اگر آبیاری دایمی انجام شود مشکلی از نظر سرعت جریان آب ورودی به کرت پیش نمی‌آید و یک دریچه کافی است.

کنترل جریان در صورت آبیاری متناوب با مشخصات زیر :

مشخصات آبیاری

نیاز آبی	۱۲ میلیمتر در روز
دور آبیاری	۳ روز
زمان آبیاری	۸ ساعت
سطح کرت	۰/۵ هکتار

$$Q = \frac{۱۲\times ۳\times ۱۰\times ۱۰۰۰\times ۰.۵}{۸\times ۳۶۰۰} = ۶.۲۵l/s$$

کنترل سرعت برای یک دریچه

$$Ac = ۰.۵\sqrt{\frac{۰.۰۰۶۲۵^{۲}}{۹.۸۱\times ۰.۵^{۲}}} = ۰.۰۱۳m^{۲}$$

$$V_c = Q/Ac = \frac{۰.۰۰۶۲۵}{۰.۰۱۳} = ۰.۴۹۷ \cong ۰.۵m/s$$

به نظر کمی زیادتر از مقدار قابل قبول یعنی ۰/۴ متر در ثانیه است ولی با انجام کنترل‌های لازم برای سرعت محاسبه شده، مسأله فرسایش و همچنین ایجاد مانع در برخورد با بوته‌های برنج قابل تحمل است. بنابراین یک دریچه کافی است.

۲-۲۵- پشته‌های اطراف کرت‌ها

برای کنترل آب در کرت‌ها و جلوگیری از سرریز شدن آن به کرت‌های مجاور یا زهکش لازم است با ایجاد خاکریزهایی در اطراف کرت آب را بصورت مناسب در آن نگهداری نمود. این خاکریزها به نام پشته یا مرز خوانده می‌شوند. احداث پشته‌های بین کرت‌ها جزئی از عملیات خاکی هستند که در موقع تنظیم مساحت کرت‌ها ایجاد می‌شوند و بصورت دایمی نمی‌باشند؛ در حالیکه پشته‌های بین کانال‌ها و کرت‌ها بصورت دایمی بوده و بخشی از ساختمان کانال محسوب می‌گردند. البته ممکن است در بعضی مزارع بزرگ کانال‌های درجه ۴ یا ۵ در حین عملیات خاکی داخل مزرعه از بین رفته و مجدداً هنگام تنظیم کرت‌ها دوباره ایجاد گردند.

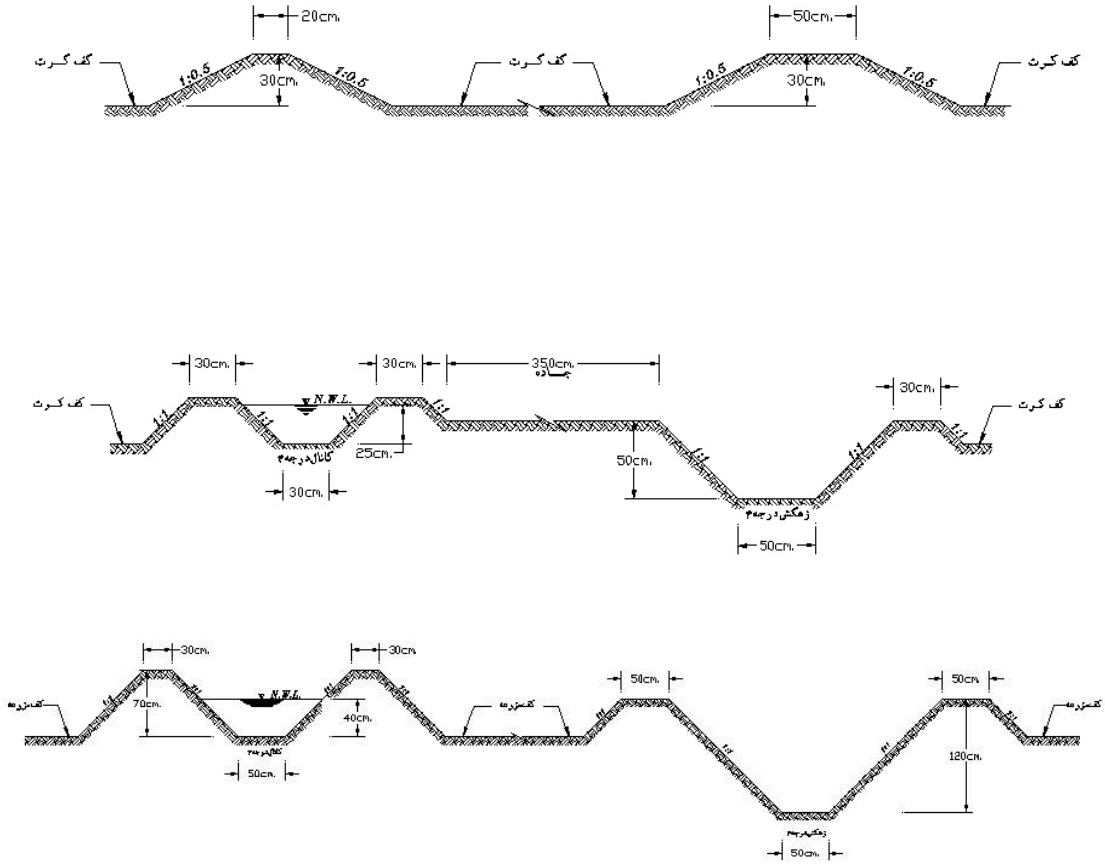
۲-۲۶- مشخصات پشته‌ها

پشته‌ها باید دارای استحکام مناسب بوده و در مقابل موج‌های کوچک حاصل از وزش باد مقاومت نمایند و فرسایش نیابند. بدین منظور ممکن است آنها را با پوشش‌های پلاستیکی، کاه و کلش محافظت کنند و یا حتی در مواردی از بلوک‌های سیمانی ساخته شوند.

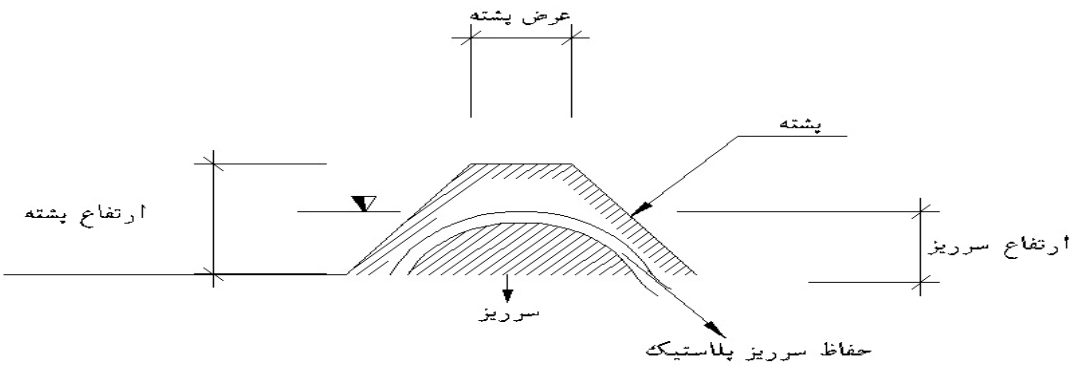
- ارتفاع پشته‌ها باید از ارتفاع ماکزیمم آب حداقل ۲۵ درصد بلندتر باشد. بنابراین با در نظر گرفتن ۱۵ سانتیمتر عمق آب در شرایط حداکثر، ارتفاع پشته‌ها با در نظر گرفتن ارتفاع موج حاصل از باد معادل ۵ سانتیمتر بایستی حداقل ۲۵ سانتیمتر باشد.
- برای کنترل سطح آب در تراز معین در مراحل مختلف رشد گیاه در چند نقطه از مرز کرت می‌توان سرریزهایی که سطح آنها با دقت پوشش داده شده باشد. احداث نمود. ارتفاع تاج این سرریزها نسبت به کف کرت در مراحل مختلف رشد برنج به شرح زیر است.

جدول ۲-٤- ارتفاع سرریز کرت در مراحل مختلف رشد

مرحله رشد برنج	ارتفاع سرریز
مرحله آماده‌سازی زمین	۱۵ سانتیمتر
نشاکاری	۵-۲ سانتیمتر
پنجه زنی	۱۰-۵ سانتیمتر
در دوره حداکثر پنجه‌زنی و رشد گیاه	۱۵ سانتیمتر
تخلیه آب در پایان دوره رشد و قبل از برداشت محصول (روز ۱۴-۱۰)	۰ سانتیمتر



شکل ۲-۹- مشخصات پشته‌ها، کانال‌ها و زهکش‌ها در مزارع برنج



شکل ۲-۱۰- مشخصات پشته‌ها

- عرض پشته‌ها در بالا با توجه به نوع خاک از نظر نفوذ و پایداری متغیر خواهد بود ولی حداقل آن باید ۱۵ سانتیمتر در نظر گرفته شود.

- شیب دیواره پشته‌ها ۱:۲ یا ۱:۲,۵ در نظر گرفته میشود.
- عرض پایین پشته‌ها با توجه به شیب ۱:۲ و عرض بالای پشته‌ها برابر ۱۱۵ سانتیمتر خواهد بود.

۲-۲۷- توصیه‌هایی در مورد تلفیق شبکه آبیاری مدرن و سنتی در شرایط مختلف

یکپارچه‌سازی اراضی با حذف تاسیسات متعدد و مسیرهای پیچ در پیچ انهار موجب افزایش راندمان انتقال و توزیع آب و در نهایت افزایش راندمان در محدوده اجرای طرح یکپارچه‌سازی خواهد شد. اگرچه این موضوع برای کشاورزان نیز تا حدودی روشن است ولی متاسفانه عمومیت ندارد و دلایل متعددی برای نپرداختن به حل مسأله وجود دارد که اصلی ترین دلایل را می‌توان به شرح ذیل عنوان نمود.

- نظام‌های بهره‌برداری متفاوت
- منابع آب مختلف و نحوه دسترسی به آنها
- فیزیک شبکه و موقعیت جغرافیایی و توپوگرافی اراضی
- کیفیت خاک
- درجه مکانیزاسیون[۱]
- سایر عوامل نظیر مسائل اجتماعی، اختلاف قومی قبیله‌ای و کاهش سطح اراضی متعلق به هر شخص به علت احداث جاده بین مزارع و ...

با نگاهی اجمالی به عوامل و دلایل مختلف دیده می‌شود که هر یک از مسایل فوق به تنهایی می‌تواند یک عامل محدود کننده در امر یکپارچه‌سازی اراضی باشد. شبکه‌های آبیاری نیز کاملاً با مسایل فوق مرتبط بوده و جزئی از آن مجموعه می‌باشند. لذا برای حل معضلات و توسعه امکانات موجود لازم است با پرداختن به مسایل ریشه‌ای که سابقه طولانی در حیات کشاورزی و اجتماعی هر منطقه دارد، نسبت به شناخت پتانسیل‌ها و محدودیت‌ها از زاویه دید بهره‌برداران، در جهت حل این معضلات یا تقویت نقاط برجسته آن اقدام گردد.

در این راستا توصیه می‌شود با برگزاری کارگاه‌هایی در تعدادی از مراکز جمعیتی فعال که امکان گردهمایی بهره‌برداران در آن نقاط وجود دارد نسبت به مشارکت فعال کشاورزان در تجزیه و تحلیل مسایل و معضلات مبتلا به اقدام گردد.

یکی از مناسبترین روش‌های توجیه کشاورزان در این راستا بهره‌برداری از روش PCM[۲] یا روش مدیریت چرخه پروژه می‌باشد. در این روش ضمن اینکه کارشناسان مجرب آشنا به مسایل فنی مرتبط با موضوع مورد بحث حضور خواهند داشت، کارشناسان آشنا به مسایل اجتماعی مدیریت کارگاه را بطور غیرمستقیم به عهده گرفته و توسط کلیه شرکت کنندگان (کشاورزان)موضوعات مختلف مرتبط با امر کشاورزی منطقه به بحث گذاشته می‌شود و مسایل و معضلات موجود مطرح و درخت مشکلات را بر روی یک تابلو

---

[۱] درجه مکانیزاسیون عبارتست از نسبت کاربرد ماشین آلات کشاورزی در سطح مزرعه و با واحد "اسب بخار در هکتار" نشان داده می‌شود.

[۲] Project Cycle Management

تشکیل می‌دهند. این درخت در واقع دارای ریشه، تنه، شاخه‌ها و برگ‌ها می‌باشد که هر یک نشان‌دهنده یک مشکل از مشکلات بهره‌برداران خواهد بود. در این موقع سعی می‌شود بدون اینکه دخالت مستقیم کارشناسان عینیت داشته باشد، کارگاه به جهتی سوق داده می‌شود که نظرات جمع به سوی مشکلات اصلی‌تر و ریشه‌ای‌تر متمرکز گردد و در راستای توجه همه و یا اکثریت شرکت‌کنندگان قرار گیرد. سپس با پیشنهاد خود کشاورزان راه‌حل‌های ممکن برای رفع مشکلات و بهینه کردن شرایط مطرح و حتی چگونگی اجرای پروژه‌ها از آنان خواسته میشود. در این مرحله کارشناسان حاضر می‌توانند با دخالت آشکارتری حاضرین را به انجام راه حل پیشنهادی تشویق و یا با ارائه توضیحات بسیار ساده فنی و تکنیکی آنها را در جهت درست هدایت کرده و پروژه‌های پیشنهادی را در قالب مهندسی قرار دهند. در این صورت کشاورزان با رغبت کافی در اجرای پروژه‌ها مشارکت نموده و در امر بهره‌برداری و نگهداری آنها کوشا خواهند بود.

اگرچه تعداد نکات کلیدی در امر یکپارچه‌سازی و تلفیق شبکه آبیاری مدرن و سنتی در مناطق مختلف با پتانسیل‌ها و محدودیت‌های مختلف متفاوت می‌باشد، ولی رعایت نکات فنی ذیل در بهبود نتایج اثر تعیین کننده‌ای خواهد داشت.

- موقعیت شبکه انهار آبرسان و اصلی
- بلوک‌بندی قطعات با توجه به مسایل شیب، کیفیت خاک و توپوگرافی اراضی
- شرایط اجتماعی و حدود مالکیت‌های اراضی

۲-۲۷-۱- موقعیت شبکه انهار آبرسان و اصلی

- موقعیت شبکه انهار آبرسان و اصلی در گذشته بگونه‌ای انتخاب می‌شده است که بدون صرف هزینه‌های زیاد یا به‌دلیل عدم امکان اجرای تاسیسات آبگیری در موقعیت دیگر، امکان جریان آب به اراضی مورد نظر فراهم گردد. حال اگر شرایط گذشته کماکان پابرجا و امکان احداث تاسیسات آبگیری در موقعیت مناسبتر (رقوم بالاتر) و یا احداث ایستگاه پمپاژ فراهم نباشد، مسیر عبور انهار آبرسان و اصلی مانند گذشته بوده و در مواردی اصلاح مسیر مطرح می‌گردد که در این صورت اصلاح شبکه انهار جدید بایستی از موقعیت انهار اصلی تبعیت نماید. البته این موضوع عمدتاً در حد اصلاح و یا توسعه شبکه کانال‌ها تاثیر بیشتری دارد و ممکن است محدودیت‌هایی در توسعه سطح زیر کشت ایجاد نماید ولی امکان اصلاح را از بین نبرد.
- در صورتیکه امکان جابجائی موقعیت آبگیری از رودخانه با ایجاد تاسیسات جدیدی نظیر سد، بند انحرافی، سردهنه‌سازی و یا احداث ایستگاه پمپاژ فراهم باشد، مسیر انهار اصلی جابجا شده و امکان توسعه سطح اراضی فراهم می‌گردد. در اینصورت ممکن است با وجود اراضی بیشتری برای اصلاح مسیر انهار و قطعه بندی جدید یا طرح واگذاری اراضی به افرادی که با مجریان پروژه همکاری نمایند، موفقیت بیشتری پیش رو باشد. در این صورت ضمن رعایت مسیر انهار سنتی و با نگاهی به اندازه قطعات استاندارد مفروض در طرح جدید، حالت بهینه انتخاب و شبکه جدید طراحی می‌شود. در هر حال باید طراح به این موضوع توجه داشته باشد که پایداری طرح، علاوه بر مسایل فنی، زیبا شناختی و

زیست محیطی به روحیات بهره‌برداران و عادات دیرینه آنها وابسته است و قطع این وابستگی به یکباره عدم کارآیی سیستم را بدنبال خواهد داشت.

۲-۲۷-۲- بلوک‌بندی قطعات

همانگونه که قبلاً گفته شد، اندازه قطعات و بلوک‌ها در زراعت شالی خود به عوامل متعددی وابسته است که برخی متاثر از شرایط طبیعی و توپوگرافی منطقه و برخی ناشی از عوامل اقتصادی اجتماعی هستند. در شرایط کشورهای آسیای جنوب شرقی و همچنین تا حدودی کشور ما اندازه کرتها در زراعت برنج بین ۰/۳ تا ۱/۲ هکتار (طول ۱۰۰-۲۰۰ متر و عرض ۳۰ تا ۶۰ متر) توصیه می‌شود لذا این قطعه‌بندی‌ها در تعیین موقعیت انهار درجه ۴، ۳ و متعاقب آن درجه ۲ و ۱ تاثیرگذار خواهد بود.

حال اگر امکان رعایت شرایط گذشته انهار سنتی (مسیرها و موقعیت تاسیسات آبگیری) فراهم باشد، بخش قابل توجهی از مسایل اجتماعی احتمالی حل شده است. در غیر اینصورت بایستی با توجیه کشاورزان در جهت بهبود وضع موجود و یا جبران خسارات احتمالی، نسبت به تثبیت مسیر انهار مطابق با شرایط طرح اقدام گردد. در صورت عدم تمکین کشاورزان، حتی‌الامکان بایستی در این نقاط شرایط سنتی حفظ شود ولی خدمات جدیدی به اینگونه کشاورزان ارایه نشود و در صورتیکه تعداد اینگونه کشاورزان از حد معینی تجاوز نماید از اجرای طرح یکپارچه‌سازی صرفنظر گردد.

۲-۲۷-۳- شرایط اجتماعی و حدود مالکیت‌های اراضی

شرایط اجتماعی و نحوه مالکیت اراضی و حدود مالکیت‌ها تعیین کننده ساختار مالکیت و بهره‌برداری از اراضی می‌باشد. برای پرداختن به امر اصلاح سیستم لازم است ساختارهای مالکیت و نظام‌های بهره‌برداری مورد بررسی و شناخت کافی قرار گیرند. بدین منظور لازم است موضوع توسط کارشناسان اقتصادی اجتماعی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته و نقاط قوت و ضعف سیستم‌های موجود ارزیابی و اصلاحات لازم در موارد مختلف بعمل آید. از جمله اقدامات قابل ذکر در این راستا عبارتند از:

- بررسی سوابق مالکیت‌ها و پراکندگی اراضی
- بررسی روند تغییرات مالکیت‌ها در اثر تقسیم زمین بین وراث و یا سایر عوامل
- بررسی امکانات و محدودیت‌های ناشی از پراکندگی قطعات اراضی
- بررسی تاثیرات ناشی از اجرای طرح یکپارچه‌سازی بر حدود مالکیت‌ها و پراکندگی اراضی
- تهیه نقشه‌های کاداستر جهت شناخت حدود اربعه در قطعات و شناخت موقعیت قطعات زارعین
- جمع آمار و اطلاعات و بررسی و تجزیه و تحلیل آنها (از مراجع ذیربط از جمله سازمان‌های جهاد کشاورزی، ادارات امور اراضی، ثبت اسناد و املاک و یا سایر مراکز وابسته به امور کشاورزی و ..)
- تماس و مذاکره با اعضاء شوراهای محلی (شورای اسلامی روستا) و کشاورزان
- تهیه لیست نهایی مالکین و مشخصات اراضی (حدود اراضی، مساحت، نام مالک، منبع آب، وضعیت کیفی اراضی، خاکشناسی، وضعیت زهکشی. . .)

بعد از بررسی آمار و اطلاعات و تهیه نقشه‌ها و مدارک و مستندات فنی و حقوقی، لازم است راه‌حل‌های مختلف مورد ارزیابی و بحث قرار گرفته و ضمن رعایت حدود، شرایط وضع موجود مالکیت‌ها در حداکثر ممکن، مسایل فنی قطعه‌بندی، شبکه آبیاری و زهکشی در طرح اصلاح وضع موجود و یا در طرح توسعه مورد توجه قرار گیرد. برای تسهیل در امر بهره‌برداری از طرح‌های یکپارچه‌سازی لازم است نظام‌های بهره‌برداری موجود مورد شناخت و ارزیابی کامل قرار گرفته و در صورت امکان همان ساختارها حفظ و در موارد لزوم نسبت به اصلاح آنها اقدام گردد. واقعیت اینست در اغلب موارد نظام‌های موجود، طی زمان بسیار طولانی شکل گرفته و از پایداری مناسبی برخوردارند. البته در مناطقی که هیچگونه نظام خاص و یا منسجمی وجود ندارد، امکان توصیه یک نظام خاص سهل‌تر است ولی در این شرایط نیز نقش آموزش و ترویج مباحث مشارکتی نباید فراموش گردد. نظام‌های بهره‌برداری قابل ذکر عبارتند از:

- تعاونی‌های تولید
- شرکت‌های سهامی زراعی
- کشت و صنعت‌ها (خصوصی و دولتی)
- بهره‌برداری‌های مشاع
- نظام بهره‌برداری دهقانی (خانوادگی)
- نظام‌های موجر و مستاجری (در سرمایه داری اراضی)
-

نظام‌های بهره‌برداری از اراضی بر سیستم حقابه و حقابه بری تاثیر گذاشته و با توجه به نوع منبع آب، موجب ایجاد تشکل‌های بهره‌برداری از آب به صور مختلف گردیده است. این موضوع نیز بایستی در شرایط طرح یکپارچه‌سازی مورد توجه قرار گرفته و با بررسی‌های همه جانبه و در صورت تجمیع قطعات با جلب نظر کشاورزان، حقابه‌های جدید تعیین و از طریق شبکه آبیاری جدید در اختیار بهره‌بردار قرار داده شود. بدین منظور لازم است اقدامات زیر انجام گیرد:

- بررسی اسناد و مدارک حقابه‌ها
- تهیه نقشه منابع آب
- تهیه، تنظیم و تکمیل پرسشنامه‌ها از طریق مصاحبه و گفتگوی مستقیم با کشاورزان و سایر بهره‌برداران
- تهیه نقشه اراضی تحت آبخور انهار
- تهیه نقشه اراضی تحت آبخور چاه‌ها و در مواردی منابع تلفیقی آب (آبهای زیرزمینی و آبهای سطحی)

در پایان و پس از جمع آوری داده‌ها و اطلاعات و تجزیه و تحلیل آنها و ارائه طرح، لازم است نتیجه کار بگونه‌ای باشد که اهداف اساسی زیر را برآورده نماید.

۱- تعیین موقعیت کانال‌های آبیاری و زهکشی بگونه‌ای که:

۱-۱- امکان دسترسی آسان به قطعات زراعی از مراکز مسکونی و آبادی‌ها فراهم باشد.

۱-۲- امکان کنترل مستقل عملیات آبیاری و زهکشی هر بلوک زراعی یا قطعات زراعی وجود داشته باشد.

۲- استقلال شبکه آبیاری و زهکشی از یکدیگر رعایت شود. بنابراین شبکه کانال‌های فرعی آبیاری و زهکشی بگونه‌ای طرح و اجرا گردد که این استقلال خدشه دار نشود.

۳- جاده‌های زراعی برای ایجاد شرایط مناسب کنترل و بهره برداری از شبکه در امتداد کانال‌های آبیاری و زهکشی در نظر گرفته شود.

۴- آرایش کرت‌ها در داخل یک مزرعه با رعایت موارد فوق یعنی استقلال شبکه کانال‌ها و زهکش‌ها از یکدیگر و همچنین موقعیت جاده‌ها انجام گردد.

۵- امکان کاربری ماشین‌های کشاورزی با راندمان مناسب در قطعات جدید فراهم باشد.

برای آشنایی بیشتر با مسایل قطعه‌بندی اراضی به بخش‌های تسطیح اراضی و یکپارچه‌سازی اراضی شالیزاری از مجموعه مبانی و ضوابط طراحی تجهیز و نوسازی و یکپارچه‌سازی اراضی شالیزاری مراجعه شود.

۲-۲۸- کم آبیاری در شالیزارها و کاهش عملکرد

آنچنانکه در مبحث روش آبیاری دایم و متناوب توضیح داده شد، برنج در شرایط خاک اشباع دارای عملکرد مناسبی بوده و تنها مدیریت عمق آب در کرت و اثرات جانبی تغییرات مثل گرم شدن آب، تهویه خاک و خروج مواد سمی حاصل از کودها و سموم دفع آفات موجب بهبود وضعیت محیط ریشه گیاه شده و گاهی موجب افزایش یا کاهش عملکرد برنج می‌گردد. البته حداقل نیاز آبی برنج در ارقام مختلف بایستی مورد توجه باشد چون در این صورت و در شرایطی که شرایط اشباع خاک فراهم نباشد عملکرد محصول متأثّر شده و به کمتر از ۱ تن در هکتار کاهش می‌یابد.

آنچه که در مورد کم آبیاری سایر محصولات غیر از برنج مطرح می‌باشد ایجاد تنش آبی در گیاه است در حالیکه در برنج این موضوع متفاوت بوده و کاهش عمق آب در پای بوته گیاه و در مقاطع زمانی کوتاه، و یا خشک کردن پای بوته مورد نظر می‌باشد. چون همانطور که مطرح شد ریشه گیاه برنج اصولاً باید در آب باشد.

نتایج حاصل از تحقیقات در ژاپن (Matsushima ۱۹۶۲) بیانگر این مطلب است که عمق کم آب در کرت موجب افزایش درجه حرارت در روز و کاهش درجه حرارت در شب و نهایتاً افزایش پنجه‌زنی و بالا رفتن عملکرد محصول می‌شود.

همچنین (Hatta ۱۹۶۷) گزارش کرده است که در مناطق حاره و در خاک‌های سنگین با آبیاری متناوب می‌توان در مصرف آب تا ۴۰ درصد صرفه جویی نمود و در عین حال به عملکرد محصول ثابت دست یافت. سعادتی و همکاران (۱۳۷۵) در بررسی‌های انجام شده بر روی رقم طارم در خاک با بافت متوسط Si-L در موسسه تحقیقات برنج آمل به این نتیجه رسیدند که آبیاری متناوب (۳ هفته پس از نشاکاری تا مرحله رسیدن برنج) باعث صرفه‌جویی آب به میزان ۴۱ درصد شده و در عین حال حداکثر عملکرد نیز بدست آمد.

همچنین در تحقیق دیگری روی رقم پر محصول نعمت با انجام آبیاری متناوب (دو هفته پس از نشاکاری تا مرحله تشکیل خوشه اولیه و سپس غرقاب دایم تا مرحله رسیدن)، باعث صرفه جویی در مصرف آب به میزان ۲۴ درصد گردید و در عین حال حداکثر عملکرد بدست آمد.

۲-۲۸-۱-اثرات مدیریت آب بر شرایط بیولوژیکی و محیطی گیاه برنج

همانطور که گفته شد مدیریت آب بر روی برخی شرایط بیولوژیکی و زیست محیطی گیاه برنج اثر گذاشته و از این روی می‌تواند در میزان مصرف آب اثر گذار باشد. عمده‌ترین موارد قابل ذکر در این زمینه عبارتند از:

۲-۲۸-۱-۱- اثر بر روی مشخصات فیزیکی گیاه برنج

ارتفاع بوته برنج در آب عمیق افزایش می‌یابد و در نتیجه مقاومت آن در مقابل وزش باد و باران کم می‌شود. همچنین پنجه‌زنی با عمق آب در کرت رابطه معکوس دارد. عمق زیاد موجب کاهش تعداد پنجه و عمق کم موجب افزایش تعداد پنجه می‌شود. افزایش عمق آب باعث می‌شود که نسبت دانه به کاه و کلش کم شود.

۲-۲۸-۱-۲- اثر مدیریت آب بر روی وضعیت مواد غذایی و شرایط فیزیکی خاک

در شرایط غرقابی برخی عناصر و مواد شیمیایی از بین رفته و برخی دیگر تقویت می‌شوند که عمده‌ترین آنها عبارتند از:

- از بین رفتن اکسیژن مولکولی خاک
- کاهش درجه اکسیداسیون و احیاء خاک
- تغییر در pH خاک (تغییر در جهت خنثی شدن شرایط اسیدی و قلیایی خاک)
- احیاء آهن سه ظرفیتی به دو ظرفیتی و منگنز چهار ظرفیتی به دو ظرفیتی
- احیاء نیترات NO_3^- به N_2 و نیتریت به N_2O
- احیاء سولفات SO_4^{2-} به S^{2-}
- تولید گازکربنیک، متان، هیدروژن سولفوره و اسیدهای آلی
- ایجاد سمیت ناشی از شرایط بد زهکشی

۲-۲۸-۱-۳- اثر مدیریت آب روی کنترل علف‌های هرز

عمق آب موجب کاهش علف‌های هرز می‌شود، و این کار در اوایل مرحله رشد تاثیر مثبتی دارد و چنانچه مدیریت آب قبل از توسعه و رشد علف‌های هرز اعمال نشود، بعداً کار با مشکلات زیادی روبرو خواهد شد. در شرایط کم آبی در منطقه، مدیریت علف‌های هرز با انجام وجین، روش‌های زراعی، روش‌های بیولوژیکی و شیمیایی اعمال می‌شود. گاهی نیز این کار با تلفیق مدیریت آب و عملیات مکانیکی. .. انجام می‌شود.

۲-۲۸-۱-٤- اثر مدیریت آب در کنترل آفات و بیماری‌ها

کنترل بعضی از بیماری‌ها نظیر بلاست برنج با عملیات زهکشی شالیزار امکان پذیر است. همچنین کنترل آفاتی نظیر کرم ساقه‌خوار برنج باید با حضور آب انجام گردد. مبارزه شیمیایی با برخی علف‌های هرز نیاز به وجود آبی راکد در کرت دارد. مقابله با بیماری پوسیدگی طوقه یا پوسیدگی ساقه با انجام عملیات زهکشی امکان‌پذیر است.

۲-۲۸-۱-٥- اثرات مدیریت آب در مصرف کود

آب به عنوان عامل فعل و انفعالات شیمیایی و دفع مواد سمی و کمک به فرایندهای بیولوژیکی گیاه اثر تعیین کننده‌ای در رشد یا توقف رشد گیاه دارد. تلفات ازت در خاک در شرایط غرقابی زیاد و در شرایط خشکی سطح خاک کرت بسیار کم است (فلاح و سعادت ۷۰-۱۳۶۸).

۲-۲۸-۱-٦- اثر مدیریت آب بر روی کنترل عنصر روی (Zn)

در شرایط غرقابی و زهکشی نامناسب کمبود عنصر روی بوجود می‌آید.

شرایط فیزیکوشیمیایی برای بروز کمبود عنصر روی عبارتند از:

- pH خاک کمتر از ۶/۸
- نسبت Mg به Ca قابل تعویض بیشتر از یک
- کربن آلی خاک بیشتر از ۳ درصد
- فسفر قابل جذب خاک بیشتر از ۱۵ میلی گرم در یک کیلوگرم (۱۵PPM)
- سیلیسیم محلول در آب بیشتر از ۱۰۰ میلیگرم در یک کیلوگرم (۱۰۰ PPM)
- چنانچه جذب سطحی عنصر روی بر روی ذرات و کلوئیدهای خاک قوی باشد.
- خاک غرقاب دایم باشد.

برای مقابله با کمبود عنصر روی باید شالیزار را ۱۰ الی ۱۲ روز بعد از نشاء کاری بمدت یک الی دو روز بدون آب گذاشت.

۲-۲۸-۲- اثرات تنش رطوبتی بر روی برنج

عملکرد محصول برنج نه تنها به شدت و مدت تنش رطوبتی بستگی دارد، بلکه به زمان وقوع آن در مراحل مختلف رشد نیز ارتباط دارد. مراحل حساس تنش رطوبتی برنج عبارتند از:

- بلافاصله بعد از نشاکاری
- مرحله گلدهی

نتایج بررسی‌ها در مورد تنش رطوبتی بطور کلی نشان‌دهنده آن است که تنش رطوبتی در مرحله رشد رویشی گیاه اثر کمتری بر عملکرد محصول در مقایسه با تنش رطوبتی در مرحله رشد زایشی گیاه دارد. بعبارت دیگر مرحله رشد زایشی نسبت به خشکی و کم آبی حساس‌تر از مرحله رشد رویشی است.

با بررسی موارد فوق می‌توان چنین نتیجه گرفت که کم آبیاری یا صرفه جویی در مصرف آب برنج از طریق آبیاری متناوب امکان‌پذیر است و همانگونه که اشاره شد با انجام آبیاری متناوب می‌توان بین ۲۰ تا ۴۰ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی نمود (در مقایسه با آبیاری دایم).

از طرف دیگر در صورت غوطه ور شدن گیاه در مراحل مختلف، عملکرد محصول کاهش و گاهی به صفر می‌رسد. جدول ۲-۵ برآورد درصد کاهش محصول برنج را در مراحل مختلف رشد نشان می‌دهد.

جدول ۲-۵- درصد کاهش محصول در اثر غوطه ور شدن گیاه برنج در آب

مرحله رشد	کیفیت آب	۱-۲ روز	۳-۴ روز	۵-۷ روز	بیشتر از ۷ روز
قبل از پنجه‌زنی	آب صاف	۱۰	۲۰	۳۰	۳۵
	آب گل آلود	۲۰	۵۰	۸۵	۹۰-۱۰۰
پنجه‌زنی	آب صاف	۲۵	۴۵	۸۰	۹۰-۱۰۰
	آب گل آلود	۷۰	۸۰	۸۵	۹۰-۱۰۰
خوشه‌دهی	آب صاف	۱۵	۲۵	۳۰	۷۰
	آب گل آلود	۳۰	۸۰	۹۰	۹۰-۱۰۰
رسیدن	آب صاف	۰	۱۵	۲۰	۲۰
	آب گل آلود	۵	۲۰	۳۰	۳۰

مأخذ: (اصول به‌زراعی برنج – عبدالله سلیمانی و بهمن امیری لاریجانی)

فصل ۳

پرورش ماهی در مزارع برنج

۳-۱- پرورش ماهی در کرت‌های شالیزار

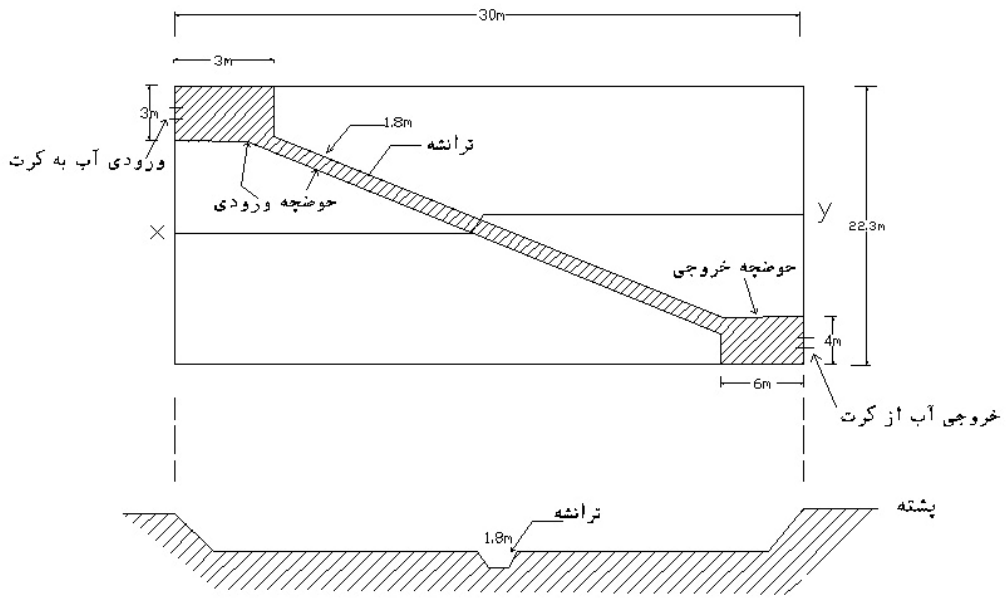
عملیات پرورش ماهی در کرت‌های شالی از کشوری به کشور دیگر فرق می‌کند. اما در این جا مسایل بصورت عمومی مطرح و سعی شده است جنبه‌های کاربردی آنها توضیح داده شود. در این بخش عملیات آماده‌سازی و طراحی کرت بعنوان استخر پرورش بصورت خلاصه ارائه می‌گردد.

۳-۲- آماده نمودن کرت‌ها

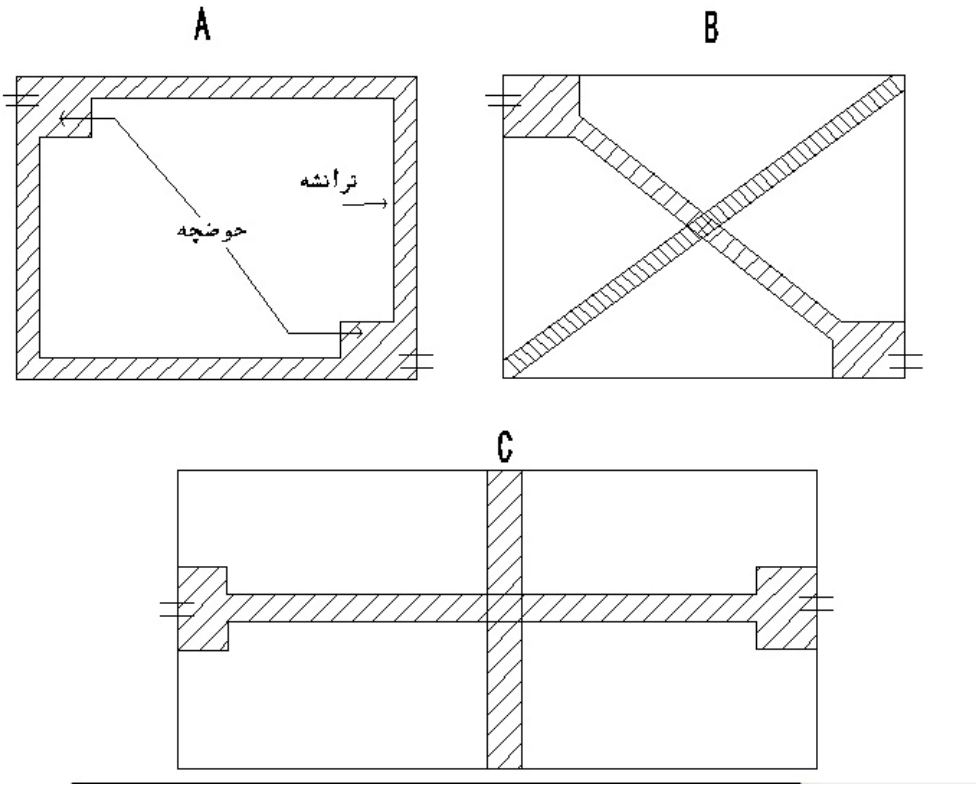
در صورتیکه در نظر باشد در کرت‌های شالی ماهی پرورش داده شود باید مرز کرت‌ها (پشته‌ها) بقدر کافی محکم و پایدار ساخته شوند. قسمت خشک مرز (در بالای سطح آب) باید حداقل ۲۵سانتیمتر باشد و ارتفاع کلی پشته ۶۰ سانتیمتر در نظر گرفته شود.

شیب دیواره پشته‌ها باید ۳۰ تا ۴۵ درجه باشد ولی برای ساخت پشته‌های محکم‌تر و پایدارتر شیب کمتر توصیه می‌شود. کرت باید بتواند آبی به عمق حداقل ۱۰ سانتیمتر را برای مدت چند هفته در خود نگهدارد.

در کرت ترانشه‌ها و حوضچه‌هایی برای زندگی ماهیان داخل کرت احداث میشود. این ترانشه‌ها را می‌توان در یک سمت، محیط کرت و یا بصورت قطری در کرت ایجاد نمود (شکل ۳-۱ و ۳-۲) .



شکل ۳-۱ - نحوه ایجاد کانال (ترانشه) برای زندگی ماهی در کرت شالی



شکل ۳-۲ – نمایش چند روش ایجاد ترانشه (کانال) در کرت شالی برای پرورش ماهی

یکی از نکات قابل توجه در پرورش ماهی توام با کشت برنج، تناسب دوره زراعی با دوره پرورش ماهی است. بدین منظور ضمن استفاده از تجربیات احتمالی موجود باید از واریته‌ای استفاده شود که زمان کافی برای رشد ماهی نیز در اختیار قرار بدهد. معمولاً واریته‌های با دوره رشد ۱۲۰ تا ۱۵۰ روز برای پرورش ماهی تناسب[۱] خوبی دارند.

البته باید به این اصل توجه داشت که کاشت برنج در مزارع تلفیقی هدف اصلی و پرورش ماهی بعنوان هدف فرعی یا جانبی تلقی می‌گردد. ولی در اینجا بحث بر این مبنا استوار است که از منابع موجود بهره‌برداری بهینه شده و با اصلاح روش‌های موجود به توسعه و ارتقاء سطح تولید پرداخت. با عنایت به اینکه کاشت برنج بصورت نشاکاری و گاهی هم بصورت بذر پاشی انجام می‌شود، طول دوره رشد آن بین ۱۲۰ تا ۱۴۰ روز خواهد بود.

بنابراین توصیه می‌شود ماهی دار کردن کرت‌ها ۸ روز بعد از نشاکاری انجام گردد و در صورتیکه کاشت بصورت بذرپاشی انجام شده باشد، باید بچه ماهی‌ها را بعد از یکماه از زمان کاشت وارد کرت نمود. بعد از کشت برنج در برخی موارد زمین را بصورت آیش رها می‌کنند تا خوب خشک شود و یا اینکه بعنوان مرتع از آن استفاده می‌نمایند. اما در صورت وجود آب کافی می‌توان از کرت‌ها بعنوان استخر پرورش ماهی یا اردک استفاده نمود. البته پرورش اردک را می‌توان بعد از برداشت برنج هم (بدون ایجاد شرایط غرقابی در کرت) عملی نمود. در این صورت اردک‌ها از بقایای برنج و سایر موجودات ریز بصورت موقت تغذیه می‌کنند. خشکاندن کرت بعد از برداشت

[۱]- با توجه به مسایل بوتانیکی برنج لازم است در این خصوص از نتایج تحقیقات بعمل آمده در مراکز مربوطه استفاده گردد.

برنج مزایای زیادی از جمله خشک شدن زمین و ایجاد ترک و تهویه خاک و از بین رفتن جانوران موذی نظیر مار و پشه دارد و زمین را برای انجام آماده‌سازی جهت کشت بعدی (شخم، کودپاشی، ایجاد ترانشه‌ها در کرت . . .) مهیّا می‌نماید.

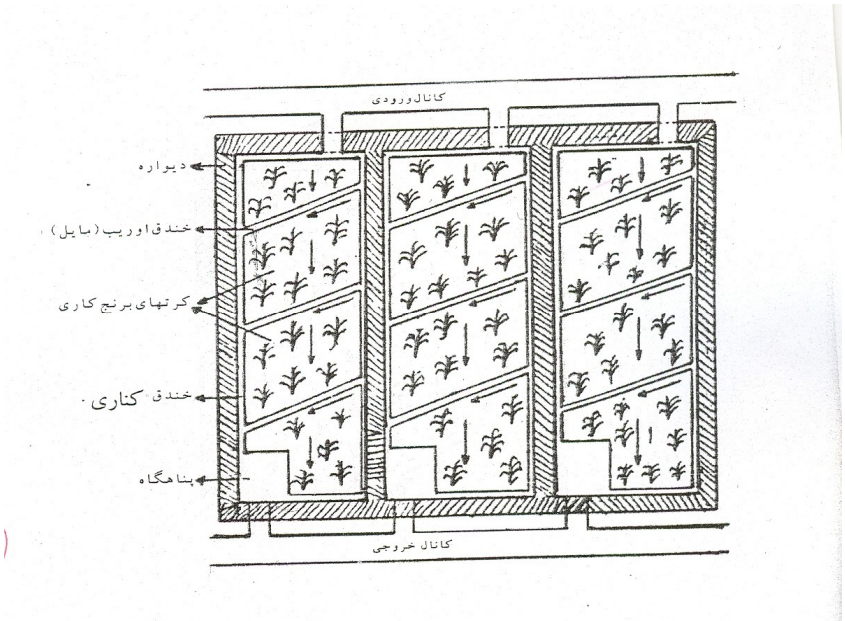
نکته قابل ذکر در پرورش ماهی در کرت‌های شالی این است که برای کنترل علف‌های هرز از علف‌کش استفاده نشود و برای مبارزه با علف‌های هرز از روش مکانیکی بهره گرفته شود.

۳-۳- مشخصات ترانشه‌ها و حوضچه‌های داخل کرت‌ها

همانگونه که قبلاً اشاره شد ترانشه‌ها بصور مختلف در کرت ایجاد می‌شود (قطری – محیطی و یا عمود بر اضلاع کرت). بهرحال عرض حداکثر این ترانشه‌ها می‌تواند حدود ۱/۸ متر و عمق آنها تا ۶۰ سانتیمتر باشد. بر اساس بررسی‌های بعمل آمده سطح مناسب ترانشه‌ها نسبت به کل کرت بین ۵ تا ۱۲ درصد است و درصدهای بیش از این مقادیر، موجب افزایش محصول تولیدی نخواهد شد. آرایش ترانشه‌ها و حوضچه‌ها و اندازه کرت متفاوت بوده و ممکن است به اشکال مختلف زیر احداث شود و مورد استفاده قرار گیرد.

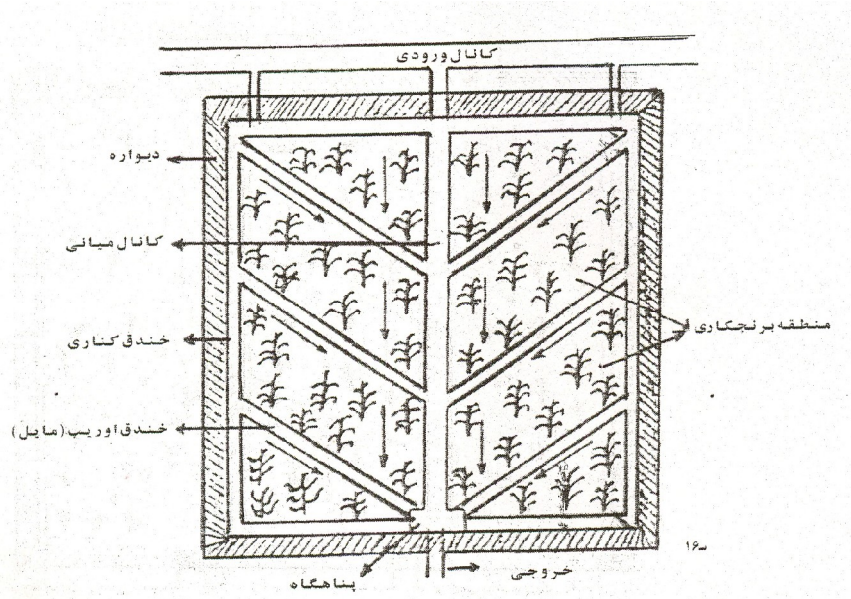
♦ کانال‌های اریب و حوضچه‌های انتهایی (پناهگاه)

در این روش یک کانال باریک در اطراف کرت احداث و توسط کانال‌های اریب به یکدیگر متصل و نهایتاً در انتهای کرت به یک حوضچه (پناهگاه) متصل می‌شوند. عرض کانال‌ها ۲۵ تا ۳۰ سانتیمتر بوده و ابعاد حوضچه می‌تواند با ابعاد ۳×۵ یا ۴×۶ متر احداث گردد. آب خروجی از این حوضچه به زهکش وارد می‌شود. در محل ورودی آب به کرت و خروجی آب لازم است از یک لوله PVC استفاده گردد و مجرای ورود و خروج با یک توری با چشمه‌های مناسب پوشانده شود تا از ورود حیوانات مضر (ماهیان شکاری و غریب، مار و. ..) و همچنین خروج ماهیان پرورشی جلوگیری شود.



شکل ۳-۳- کشت توام برنج و ماهی با کانال‌های اریب اقتباس از کتاب Pond Fisheries

♦ کرت با کانال‌های جناقی و حوضچه انتهایی در وسط ضلع کوچک

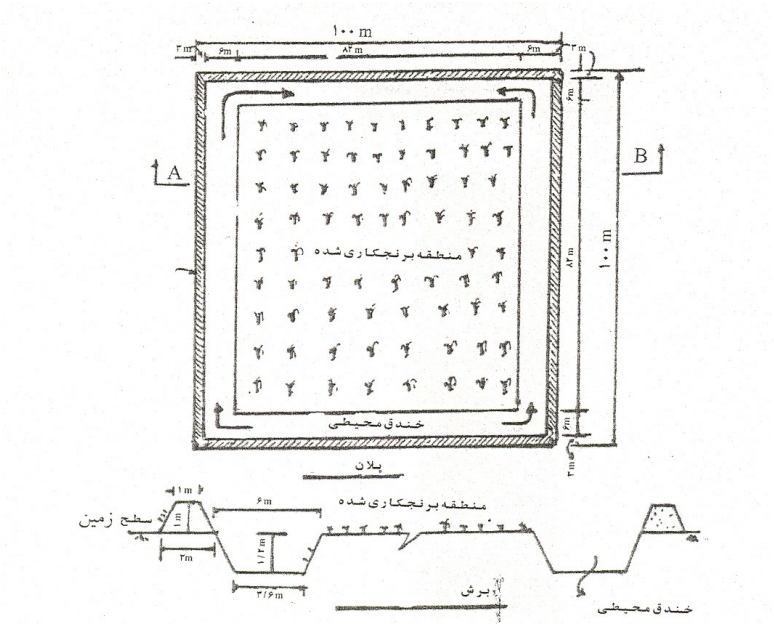


شکل ۳-٤- کشت توام ماهی و برنج با کانال‌های جناقی و حوضچه انتهائی در وسط ضلع کوچک

♦ کرت با ترانشه‌های بزرگ در محیط

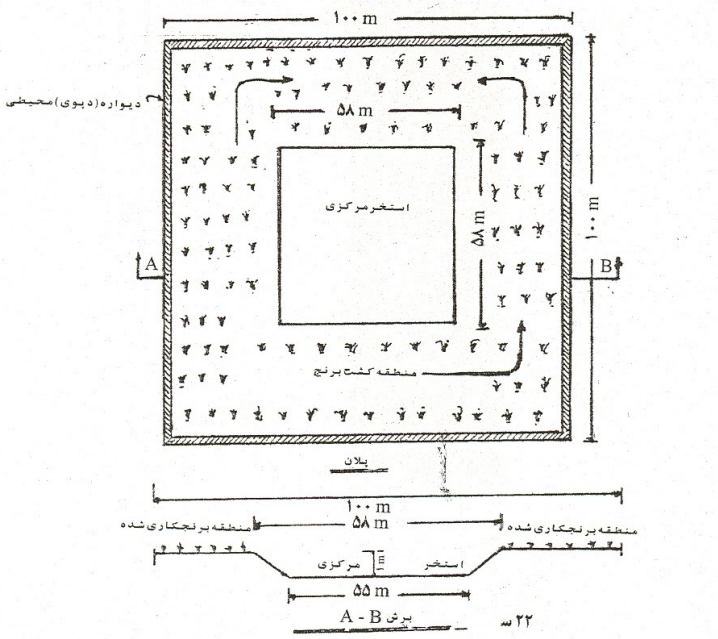
در این روش که که سطح کرت تا یک هکتار نیز می‌رسد ترانشه‌های بزرگی با مقطع ذوزنقه با عرض کف حدود ۳/۶ متر و عمق ۱/۲ متر و عرض بالای ۶ متر در محیط کرت احداث می‌شود و وسط کرت برنجکاری می‌گردد.

شکل ۳-۵ مشخصات مربوط به کرت با ترانشه‌های محیطی را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۵- کرت کشت توام برنج و ماهی دارای با ترانشه‌های بزرگ

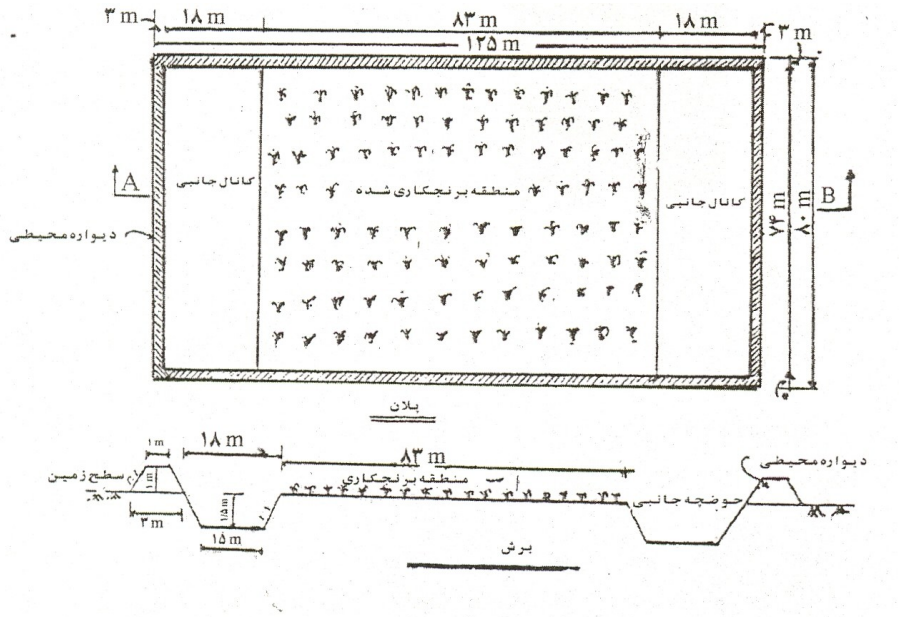
♦ **کرت با استخر مرکزی:** در صورتیکه توپوگرافی اراضی بگونه‌ای باشد که ناحیه پستی در مرکز زمین وجود داشته باشد، مرکز کرت برای احداث استخر در نظر گرفته می‌شود. در این روش ضمن تولید ماهی می‌توان از استخر بعنوان منبع ذخیره آب برای آبیاری شالی در مواقع کم آبی استفاده نمود. شکل ۳-۶ مشخصات این روش کشت توام را نشان می‌دهد.



شکل ۳-٦- کشت توام برنج و ماهی در کرت دارای استخر مرکزی

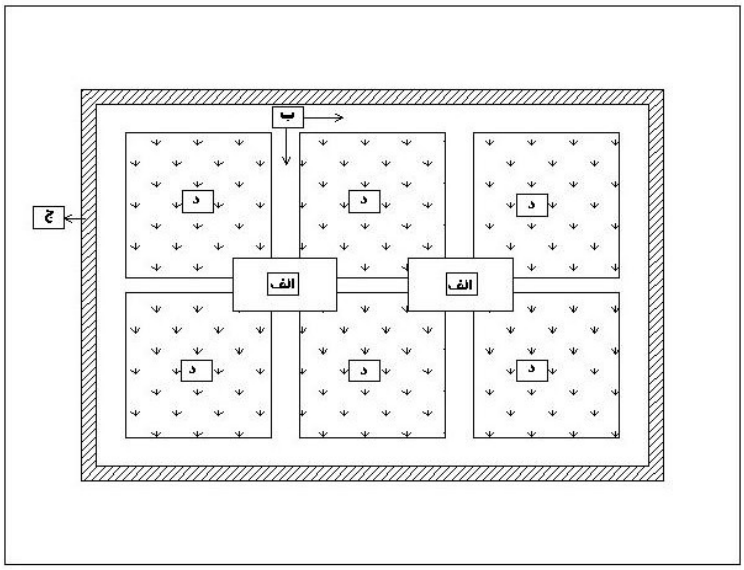
♦ کرت دارای حوضچه‌های جانبی

در این روش حوضچه‌ها در طرفین کرت با ابعاد نسبتاً بزرگ احداث می‌شوند. عمق آب در این حوضچه‌ها تا ۱/۵ متر می‌رسد.. مساحت کرت‌ها حدود ۱ هکتار و سطح زیر پوشش حوضچه‌های کناری حدود ۰/۲۵ هکتار خواهد بود. نسبت سطح حوضچه به سطح کل کرت حدود ۲۵ درصد می‌باشد. مشخصات این کرت‌ها در شکل ۳-۷ آورده شده است.



شکل ۳-۷- کرت کشت توام برنج و ماهی دارای حوضچه‌های جانبی

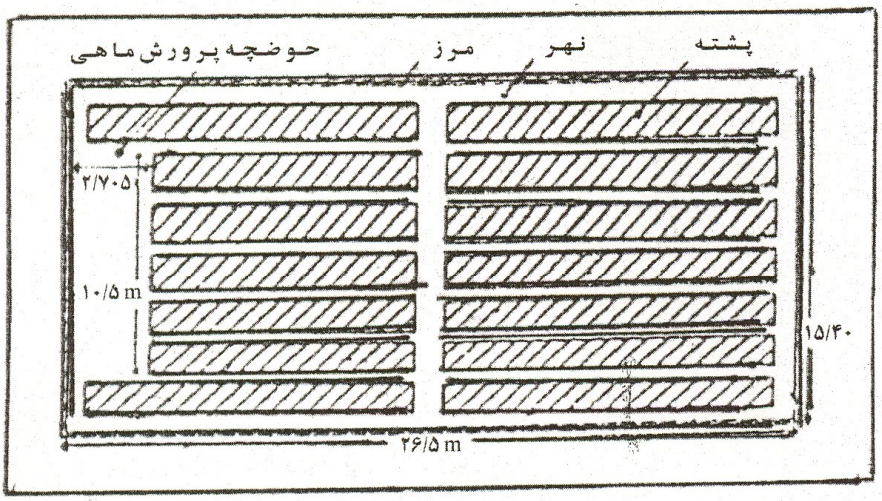
- **کشت توام در کرت‌های سنتی:** این روش در شکل ۳-۸ نشان داده شده است.



الف- استخر پرورش ماهی
ب- کانال‌های رابط
ج- مرز
د- قسمت کاشت برنج(شالیزارها)

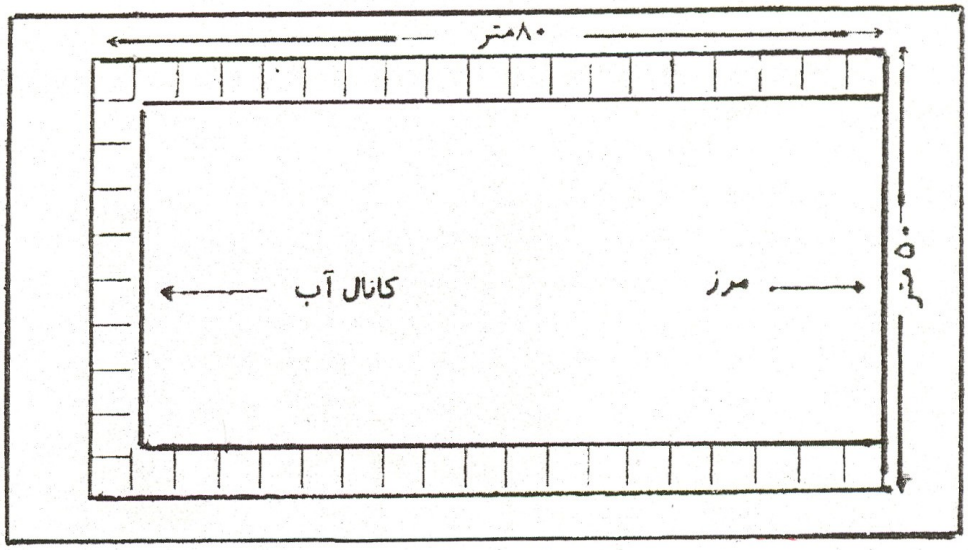
شکل ۳-۸- کشت توام ماهی و برنج به روش سنتی

- **کشت توام به روش جوی و پشته:** شکل ۳-۹ این روش توصیه نمی‌شود.



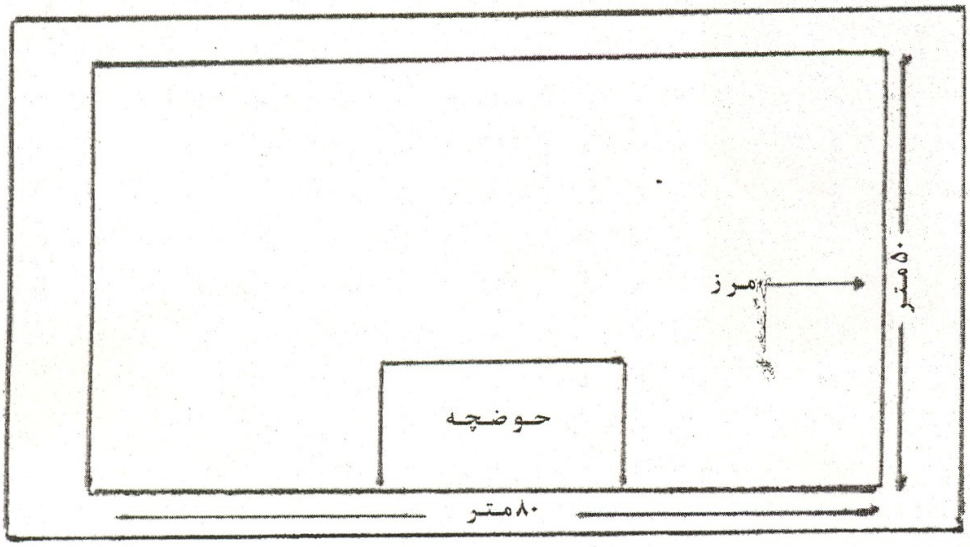
شکل ۳-۹- کشت توام برنج و ماهی به روش جوی پشته

♦ **کشت توام به روش کانالی:** در این روش در یک یا سه طرف کرت کانال‌هایی به عرض ۵ تا ۱۰ متر و عمق ۱ تا ۱/۲ متراحداث می‌گردد و وسط کرت به کشت برنج اختصاص داده می‌شود. در زمان برداشت برنج یا مواقع سمپاشی، ماهی‌ها به کانال‌ها هدایت می‌شوند و پس از برداشت برنج یا چند روز بعد از سمپاشی مجدداً سطح آب بالا آورده شده و ماهیان به سطح کرت می‌آیند. در این روش حدود ۲۵ درصد سطح اراضی به کانال اختصاص داده می‌شود. ابعاد کرت ۵۰ × ۸۰ متر می‌باشد. شکل ۳-۱۰ کشت توام با روش کانالی را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۱۰- کشت توام ماهی و برنج به روش کانالی

♦ **کشت توام به روش حوضچه‌ای:** در این روش ۵ تا ۸ درصد سطح کرت به حوضچه اختصاص داده می‌شود مشخصات این روش در شکل ۳-۱۱ نشان داده شده است.

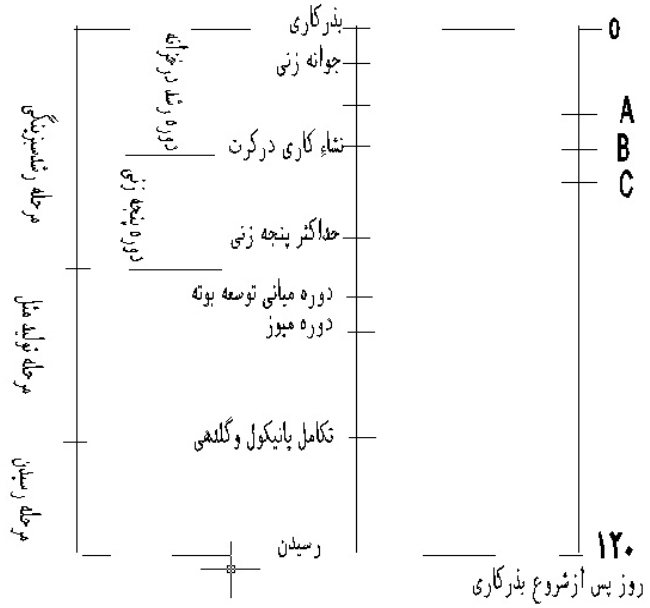


شکل ۳-۱۱- کشت توام برنج و ماهی به روش حوضچه‌ای

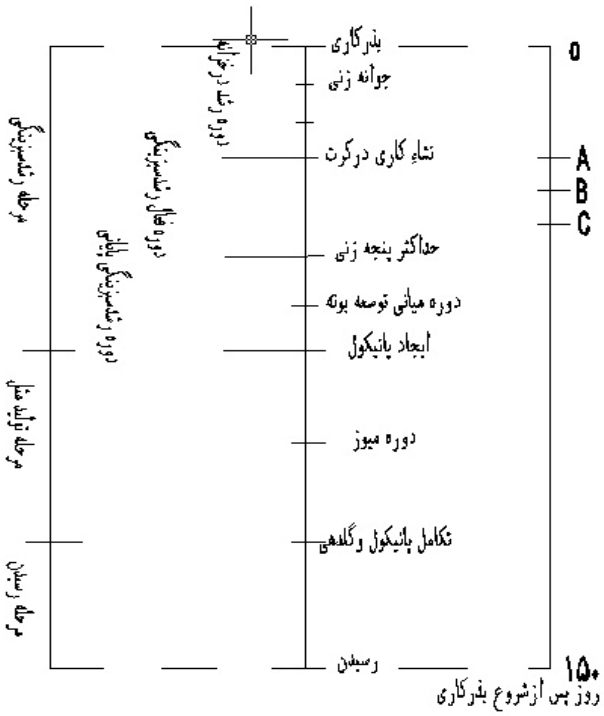
۳-٤- برداشت برنج در شرایط کشت توام

زمان برداشت برنج به شرایط آب و هوایی و نوع واریته مورد استفاده وابسته است. در مناطق دارای آب و هوای مساعد، برنج سریع‌تر رشد کرده و برداشت می‌شود. در سیستم‌های کشت توام برنج و ماهی از گونه‌های زودرس برنج استفاده می‌شود. وقتی رنگ بوته‌های برنج زرد و دانه‌ها سفت شده باشند بگونه‌ای که زیر فشار ناخن شکسته و له نشده و بصورت خمیر در نیاید، زمان درو فرا رسیده است. در این هنگام سطح آب را پایین آورده تا ماهی‌ها به داخل کانال‌ها و حوضچه‌ها (پناهگاه‌ها) هدایت شوند.

پس از برداشت برنج می‌توان مجدداً کرت‌ها را آبگیری نمود و سطح آب را حدود ۵۰ تا ۶۰ سانتیمتر بالا آورد و پرورش ماهی را تا زمان مورد نظر ادامه داد. نکته قابل توجه در زمان هدایت ماهیان به داخل کانال‌ها و حوضچه‌ها، کاهش تدریجی سطح آب و دقت بر این موضوع است که ماهیان لابه‌لای بوته‌های برنج گرفتار نشوند. ضمناً در این موقع باید درخصوص ورود آب تازه حاوی اکسیژن به حوضچه‌ها توجه ویژه داشت، چون کاهش اکسیژن آب موجب مرگ و میر ماهیان می‌گردد.



نمودار ۳-۱- مراحل مختلف رشد برنج در گونه‌های برنج زودرس



نمودار۳-۲-مراحل مختلف رشد برنج در گونه‌های برنج دیررس

A: زمان وارد کردن بچه ماهی به کرت‌ها (در صورتیکه بذر برنج بطور مستقیم به کرت پاشیده شده باشد). در این حالت بچه ماهی‌ها خیلی ریز هستند.

B: زمان وارد کردن بچه ماهی در کرت‌ها در صورتیکه :

۱- بذرپاشی مستقیم انجام شده باشد (بچه ماهی ریز ۱ تا ۲ سانتیمتر طول)[۱]

۲- نشاکاری در کرت‌ها انجام شده باشد (بچه ماهی انگشت قد به اندازه ۱۰ تا ۱۲ سانتیمتر طول)[۲]

C: زمان وارد کردن بچه ماهی انگشت قد در صورت انجام نشاکاری (Singh et al. ۱۹۸۰)

۳-۵-اقدامات اجرایی پرورش ماهی در کرت شالی

برای پرورش ماهی در شالیزارها باید کرت‌های شالی پاکسازی و آماده شوند. بدین منظور علف‌های هرز از بین برده می‌شوند و پشته‌ها و نقاط ورودی و خروجی آب به کرت و حوضچه‌ها بازسازی می‌گردند. روی دریچه خروجی بایستی از توری محافظ بگونه‌ای استفاده شود که ضمن ممانعت از خروج ماهی‌ها، آب موجود در ترانشه‌ها و حوضچه بخوبی تخلیه شود. عمق آب در کرت‌ها بلافاصله بعد از نشاکاری خیلی کم است بنحویکه ماهیان نتوانند به قسمت‌های خارج از ترانشه رفته و به نشاها خسارت وارد کنند. شاید در مواردی لازم باشد یک دیواره بسیار کوتاه در اطراف ترانشه ایجاد شود که مانع خروج ماهی‌ها از ترانشه گردد. بعد از استقرار نشا در خاک و استحکام آن، عمق آب در کرت افزایش یافته و به ۱۰ سانتیمتر و گاهی تا ۲۰ سانتیمتر نیز می‌رسد. در این صورت عمق آب در ترانشه معادل ۴۰ تا ۶۰ سانتیمتر خواهد بود. بنابراین می‌توان دریافت که عمق ترانشه از کف کرت حدود ۳۰ تا ۴۰ سانتیمتر است.

بچه ماهیان در زمان وارد شدن به کرت با توجه به شرایط، ممکن است به اندازه ۱ تا ۲ سانتیمتر و یا بزرگتر (۱۰ تا ۱۲ سانتیمتر) یا انگشت قد باشند.

۳-٦- تراکم رهاسازی بچه ماهی‌ها در کرت‌های شالی

۳-٦-۱- تراکم رهاسازی در ایران

در ایران، تراکم رهاسازی در مزارع کشت توام ۱۰۰۰ قطعه بچه ماهی در هر هکتار توصیه می‌شود. وزن متوسط مناسب بچه ماهی‌ها هنگام رهاسازی بالای ۳۰ گرم و بهترین وزن در موقع رهاسازی ۳۵ تا ۴۰ گرم است.

ترکیب مناسب برای رهاسازی بچه ماهی‌های گرمابی به شرح زیر است:

ماهی کپور ۷۰۰ قطعه در هکتار

ماهی آمور ۱۰۰-۱۲ قطعه در هکتار

ماهی کپور نقره‌ای ۱۵۰-۱۰۰ قطعه در هکتار

ماهی کپور سر گنده ۴۰-۳۰ قطعه در هکتار

۱-Fry

۲ -Fingerling

۳-٦-۲- تراکم بچه ماهی در کرت در تعدادی از کشورهای جهان

تراکم بچه ماهی در کرت با توجه به شرایط تغذیه و نوع ماهی متفاوت است. تجربیات موجود در جنوب شرقی آسیا (اندونزی، تایوان) و هند، دامنه این مقدار را از ۲ تا ۱۰۰۰ بچه ماهی در ۱۰۰ مترمربع کرت نشان می‌دهد. در اندونزی بچه ماهی ۱ سانتیمتری را به تعداد ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ قطعه در هر ۱۰۰ مترمربع رها می‌کنند، در حالیکه بچه ماهی‌های بزرگتر (تا ۱۲ سانتیمتری) به تعداد ۱۰ تا ۱۰۰ قطعه در ۱۰۰ مترمربع در نظر گرفته می‌شود. تعداد بچه ماهی وارد شده به کرت با شرایط تغذیه طبیعی خاک و یا مواد غذایی دستی که به کرت داده می‌شود قابل تغییر است. جدول ۳-۱ تراکم بچه ماهی در کرت‌های شالی در تعدادی از کشورهای آسیایی و آفریقایی را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۳-۱- تراکم ماهی در کرت شالی در برخی از کشورها (Vincke- ۱۹۷۹)

مکان	گونه	تراکم $m^2$۱۰۰/تعداد	اندازه (cm)
چین (Taiwan)	Tilapia mosabica	۷۰-۸۰	-
	Heteortis nilaticus	۲۰-۶۰	-
ساحل عاج	Tilapia macrochir	۲۰-۸۰	-
	T. nilotica	۳۰-۸۰	-
اندونزی	T. mossambica	۱۰-۱۰۰	۱-۳
	Cyprinus carpio Var. flavipinnis	۶۰۰-۱۰۰۰	۱
	C. carpio var flavipinnis	۴۰	۲-۳
	C. carpio.var flavipinnis	۱۰-۲۰	۸-۱۲
	Cyprinus carpio	۲a	۵-۷/۵
ژاپن	C. carpio	۱۲۵b	۵-۷/۵
	C. carpio	۱۲-۱۶ a	-
	C. carpio	۴۰ a	-
	C. carpio	۳۰-۲۰۰	-
لیبریا	Tilapia macrochir	۵۰	-
ماداگاسکار	Cyprinus carpio	۱۰	۵-۶
	C. carpio	۲۵	۴-۵
	Tilapia macrochir	۲۵	۴-۵
	T. mossambica	۲۵-۵۰	۸-۱۰
	T. nilotica	۲۵	۴-۵
	T. rendalli	۲۵-۵۰	۳-۴
زیمبابوه	T. zillii	۲۵-۵۰	۳-۸
	T .mossambica	۲۲۰-۳۲۰	-
	Cyprinus carpio	۲۰۰	-
	C. carpio	۱۲	-
a= بدون تغذیه اضافی			
b= با تغذیه اضافی			

۳-۷- برداشت برنج و ماهی

معمولاً برای برداشت برنج بایستی کرت برای یک هفته بدون آب مانده و خشک شود. در این صورت دانه‌های برنج نیز رسیده شده و خشک می‌شوند. بنابراین لازم است ماهی‌های موجود در کرت‌ها قبل از برداشت برنج صید شوند. بدین منظور آب کرت بطور کامل زهکشی شده و ماهی‌ها در حوضچه انتهایی، در خروجی کرت جمع آوری و توسط توری کنترل و صید[۱] می‌گردند. در صورتیکه در نظر باشد همین ماهی‌ها برای ادامه رشد در استخر یا کرت‌های شالی نگهداری شوند، به صورت موقت به بشکه یا حوضچه‌های کوچکی که به همین منظور احداث شده‌اند، منتقل می‌نمایند.

۳-۸- ادامه پرورش ماهی

اگر ماهی‌های صید شده از شالیزار مجدداً پرورش داده شوند می‌توان آنها را در کشت دوم برنج و یا کرت‌های آیش بدون برنج که آبگیری شده باشد وارد نمود. بدین منظور بایستی کرت‌ها از علف‌های هرز و مواد زائد دیگر پاکسازی شده و پشته‌ها، ترانشه‌ها و حوضچه‌های داخل کرت‌ها بازسازی گردد. همچنین لازم است کود و مواد غذایی کافی به کرت‌ها اضافه شود. در صورتیکه کشت برنج در کرت انجام نشده باشد، می‌توان عمق آب داخل کرت را به ۴۰ تا۶۰ سانتیمتر افزایش داد. در اینصورت پلانکتون کافی در کرت‌ها رشد نموده و وزن ماهی‌ها در ۲ ماه به دو برابر افزایش خواهد یافت (Vincke ۱۹۷۶).

۳-۹- کوددهی

بارور نمودن خاک کرت‌های شالی به صور مختلف انجام می‌شود. استفاده از کودهای دامی و کود سبز و کمپوست به میزان ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در سال توسط Coche۱۹۶۰ توصیه شده است. وی همچنین سولفات آمونیم به میزان ۵۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار را مفید می‌داند. Coche برای خزانه برنج ترکیب کود شیمیایی زیر را توصیه می‌نماید:

سولفات آمونیم ۲۵ کیلوگرم در هکتار

فسفات ۵۰ کیلوگرم در هکتار

کلراید پتاسیم ۲۰-۱۰ کیلوگرم در هکتار

یا ۱۰ تا ۱۵ کیلوگرم خاکستر چوب در هکتار

نکته: در صورتیکه پرورش ماهی بصورت توام با برنج انجام شود، باید کودهای آلی مورد استفاده در کشت برنج به دو برابر افزایش داده شود. کودهای اضافه شده به کرت، ضمن کمک به رشد برنج، موجب رشد پلانکتون و دیگر ارگانیزم‌هایی می‌شود که در زنجیره غذایی ماهی قرار دارند.

---

[۱]- گاهی نیز ممکن است عمق آب را تا سطح خاک و حتی کمی پایین‌تر کاهش داده و برنج را برداشت کرد و بلافاصله بعد از برداشت برنج مجدداً عمق آب را در کرت افزایش داده و پرورش ماهی را ادامه داد.

۳-۱۰- تغذیه تکمیلی ماهیان

پرورش توام ماهی و برنج یک مثال عملی برای بهره‌وری تکمیلی از کشاورزی است. می‌توان از ضایعات یک محصول به نفع دیگر محصولات برای افزایش تولید بهره گرفت. مثلاً سبوس برنج و دیگر ضایعات و محصولات کشاورزی نظیر ضایعات ذرت، پنبه‌دانه و بادام زمینی می‌توانند به عنوان غذای ماهی مورد استفاده قرار گیرند. در ژاپن از نوزادان کرم ابریشم در برنامه غذایی ماهی‌ها استفاده می‌شود. غذای ماهی پلت شده نیز می‌تواند به کرت‌ها اضافه شود. میزان غذای ماهی‌های پرورشی در کرت‌های برنج مانند غذای ماهیان پرورشی در استخر است (میزان غذای روزانه ماهی معادل حدود ۱۰ درصد وزن بدن ماهی می‌باشد).

۳-۱۱- مبارزه با علف‌های هرز و آفات

مبارزه با علف‌های هرز و آفات باید با احتیاط و با دقت انجام گردد. توصیه می‌شود اینکار قبل از نشاکاری عملی شود و اگر بعد از نشاکاری تصمیم به مبارزه گرفته شد، بایستی ماهیان از آب گرفته شوند و یا اینکه میزان سم خیلی کم باشد. در عین حال باید ابتدا راجع به اثرات سموم حشره کش organochlorine و organphosphorus روی ماهی اطلاعات کافی بدست آورد. بر اساس تجربیات (۱۹۵۸) Matura, Kimura, Tama در ماهیان کارپ معمولی، سموم Endrin, Dieldrin اثرات سمی زیادتری نسبت به Folidol و DDVP, Dipterex, Diazinon دیده می‌شود.

انستیتوی بین المللی تحقیقات برنج فیلیپین (IRRI-۱۹۶۴) گزارش نموده است که ماهی کارپ معمولی در مقایسه باماهی Tilapia حساسیت کمتری نسبت به سم Lindane دارد. مقدار ۰/۵ کیلوگرم Lindane در ۱۰۰ مترمربع موجب تلف شدن ماهی‌ها نشد (۱۹۷۶- ماداگاسکار).

بطور کلی نتیجه بررسی‌ها نشان می‌دهد که کاربرد آفت کش‌ها در مزارع پرورش ماهی خطرناک است و حتی اگر موجب مرگ ماهی نشود، سموم در بدن ماهی ذخیره و مصرف آن را با خطر مواجه می‌نماید.

فصل ۴

مجاری آب بر

٤-١- مجاری آب در مزارع برنج

از آنجاییکه بدون وجود آب کافی حتی تصور کاشت برنج هم منطقی بنظر نمی‌رسد، فراهم نمودن شرایط مناسب و کافی برای آب‌رسانی به اراضی مورد نظر برای کشت برنج از ضروریات است. گاهی فاصله منبع آب تا محل مصرف طولانی بوده و برای انتقال آب باید مجاری مناسبی طراحی و احداث گردد. این مجاری ممکن است بصورت کانال‌های روباز خاکی و یا بتنی و یا مصالح دیگر نظیر سنگ و آجر باشند. گاهی نیز انتقال آب توسط لوله انجام می‌گیرد. استفاده از انواع سیستم‌های انتقال به عوامل متعددی وابسته است که اهم آن عبارتند از:

- فراوانی آب
- وضعیت توپوگرافی مسیر انتقال
- جنس مصالح مسیر انتقال
- شرایط اقتصادی منطقه
- وضعیت کاربرد تکنولوژی‌های مدرن در منطقه
- عوامل اجتماعی و سایر عواملی که در بهره‌برداری بهینه از منابع آب و خاک و سرمایه دخالت دارند

با عنایت به پارامترهای فوق در اغلب موارد در کشور ما از کانال‌های روباز برای انتقال و توزیع آب استفاده می‌شود. در این مقوله در سال‌های اخیر پوشش‌دار نمودن کانال‌ها مورد توجه قرار گرفته و سعی بر آن است که راندمان انتقال آب به حداکثر ممکن ارتقاء یابد. متداولترین پوشش برای کانال‌ها بتن می‌باشد که به صورت درجا در کانال‌های با مقاطع ذوزنقه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته گاهی ممکن است کانال را با توجه به شرایط مسیر عبور با مقاطع دیگر نظیر مستطیل احداث نمایند. استفاده از کانال‌های پیش ساخته با مقاطع نیم‌دایره و نیم بیضی نیز در کشور مورد توجه قرار گرفته و در برخی نقاط کشور نظیر استان‌های گیلان، خوزستان و .. از این کانال‌ها در مزارع بهره‌برداری می‌شود.

کانال‌های روباز با پوشش خاکی هنوز در بعضی از مناطق کشور مورد استفاده می‌باشد ولی به دلیل مشکلات بهره‌برداری و نگهداری روزبروز از میزان آنها کاسته شده و با انجام اصلاحات و اجرای پوشش بتنی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند.

٤-٢- شبکه کانال‌های مزارع برنج

با توجه به اینکه میزان مصرف آب در مزارع برنج نسبتاً بالا بوده و در سطوح وسیع نیاز به احداث کانال‌هایی با ظرفیت بالا می‌باشد، موضوع راندمان انتقال و توزیع از اهمیت بالایی برخوردار است. از آنجاییکه دامنه عملکرد این دستورالعمل در محدوده مزارع می‌باشد، شبکه کانال‌های درجه ۲ و پائینتر از آن یعنی کانال‌های ۳ و ۴ مورد بررسی قرار می‌گیرد.

کانال‌های درجه ۲ و ۳ از نوع کانال‌های پوشش‌دار بتنی و کانال‌های درجه ۴ از کانال‌های روباز با پوشش خاکی در نظر گرفته می‌شوند. در اراضی کم شیب پوشش بتنی برای کانال های درجه ۴ نیز گاهاً قابل توصیه می‌باشد.

استفاده از کانال‌های پیش ساخته را می‌توان در کانال‌های درجه ۲ و ۳ و در مواردی برای کانال‌های درجه ۴ در مزارع برنج توصیه کرد. استفاده از لوله‌های کم فشار در شبکه توزیع درجه ۳ و ۴ می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. این لوله‌ها با توجه به اشغال سطح کمی از زمین مورد توجه بوده و در صورت وجود شرایط مناسب دیگر می‌توان از آنها بهره‌گیری نمود.

تعاریف: کانال آبرسان یا اصلی آب را از منبع اولیه (سد، بند انحرافی، رودخانه، چشمه) دریافت و به ابتدای شبکه می‌رساند.[۱]

کانال درجه ۱، آب را از کانال اصلی دریافت و به چند کانال درجه ۲ تحویل می‌دهد.

کانال درجه ۲، محدوده اراضی با عنوان یک واحد عمرانی را تحت پوشش قرار داده و آب را به کانال‌های درجه ۳ مزارع موجود در آن واحد عمرانی تحویل می‌دهد.

کانال درجه ۳، آب دریافتی در کانال درجه ۲ را در داخل مزرعه به کانال‌های درجه ۴ (کانال‌های آبیاری) تحویل می‌دهد.

کانال درجه ۴ یا کانال آبیاری آب را به کرت‌ها، نوارها و شیارها تحویل می‌دهد.

٤-۳- کانال‌های روباز

نکاتی که باید در طراحی کانال‌های روباز در مزارع برنج مورد توجه قرار گیرند، عبارتند از:

- ظرفیت کانال با توجه به نیاز آبی حداکثر در موقع عملیات گِلاب‌کردن در نظر گرفته شود.
- کف کانال درجه ۴ (کانال آبیاری) بین ۵ سانتیمتر پائین‌تر از کف کرت تا حداکثر ۱۵ سانتیمتر بالاتر از کف کرت باشد.
- تعداد دریچه‌های ورودی به کرت بیش از یکی باشد.حداکثر عرض دریچه آبگیر ۵۰ سانتیمتر باشد. در صورت نیاز به عرض بیشتر از دریچه دیگری استفاده شود.
- فضای آزاد بالای سطح آب در کانال معادل یک سوم حداکثر عمق آب در کانال (دبی حداکثر در زمان عملیات گِلاب‌کردن) باشد.
- سطح مقطع دریچه بگونه‌ای انتخاب شود که سرعت جریان آب در آن کمتر از ۰/۴ متر در ثانیه باشد.
- ارتفاع کف دریچه هم سطح کف کانال و یا حداکثر ۱۵ سانتیمتر بالاتر از کف کانال باشد.

٤-٤- مجاری بسته (لوله‌های کم فشار)

نکاتی که باید در طراحی مجاری بسته در مزارع برنج مورد توجه قرار گیرند عبارتند از:

- ظرفیت جریان آب در لوله بگونه‌ای باشد که جوابگوی تامین آب در زمان عملیات آماده‌سازی گِلاب‌کردن باشد.
- دریچه‌های انتهایی یا خروجی لوله‌ها که آب را به کرت می‌رسانند قابلیت کنترل داشته و بتوانند در فشارهای ۲ تا ۵ متر ستون آب عملکرد مناسبی داشته باشند.

۱- این تعاریف مربوط به شالیزاری و با توجه به وسعت زمین‌های زیر پوشش کانال‌ها می‌باشد.

٤-٤-١- نکاتی در مورد استفاده از شبکه لوله در آبیاری مزارع برنج

استفاده از شبکه لوله در آبیاری مزارع برنج، بایستی با توجه به ویژگی‌های هیدرولیکی و محاسبات مربوط به مقاومت لوله و مباحث اقتصادی عملی گردد. شبکه لوله‌ها را می‌توان به جای کانال‌های انتقال، کانال‌های اصلی، فرعی و درجه ۳ و ۴ به کار برد. در لوله‌های انتهایی می‌توان با نصب آبگیرها (hydrant) آب را بطور مستقیم وارد کرت کرده یا اینکه وارد کانال‌های درجه ۴ و ۵ (head ditches) نمود و آبیاری را انجام داد. با استفاده از شبکه لوله بجای کانال مزایای زیادی حاصل می‌شود که از مهمترین آنها بازیافت زمین برای کشت بیشتر می‌باشد. از دیگر مزایای استفاده از شبکه لوله در آبیاری مزارع سهولت کارکرد ماشین‌های زراعی و مدیریت منابع آب می‌باشد. در عین حال در صورت بروز مشکل در خطوط لوله‌هایی که در زیرزمین نصب شده اند تعمیر آن مشکل خواهد بود.

در حال حاضر استفاده از لوله بجای کانال‌های روباز موجب افزایش سطح اراضی تحت پوشش این سیستم در دنیا گردیده است.

انتخاب نوع لوله با توجه به شرایط اقتصادی و محل مصرف خواهد بود. برای مثال در جاییکه به لوله با قطر بزرگتر از ۱۵۰ میلیمتر نیاز باشد ممکن است از لوله‌های آزبست سیمان استفاده شود؛ در حالیکه اگر قطر لوله مورد نیاز کمتر از ۱۵۰ میلیمتر باشد استفاده از لوله PVC (پلی وینیل کلراید) و یا PE (پلی‌اتیلن) توصیه می‌شود. البته در حال حاضر انواع لوله‌ها در بازار موجود است که بایستی با بررسی ویژگی‌های فنی و اقتصادی هر یک مناسبترین آن برای استفاده انتخاب شود.

نکته مهم: در طرح شبکه لوله در یک مزرعه برنج بایستی کفایت آب‌دهی تمام نقاط شبکه و هیدرانت‌ها مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. چنانچه بدلیل لزوم آبیاری غرقابی دایم کلیه هیدرانت‌ها باز بمانند ممکن است هیدرانت‌های واقع در ابتدای شبکه (در اراضی مسطح) دارای آب بیش از نیاز و دایمی باشند در حالیکه هیدرانت‌های انتهای خطوط ممکن است با آب‌دهی کم و یا بی آبی مواجه شوند. لذا در این شرایط لازم است توجه خاص به محاسبات هیدرولیکی، توان پمپ، قطر لوله ها، انشعابات و بویژه قطر دهانه‌های خروجی هیدرانت‌ها شود.

در اراضی شیبدار بدلیل ایجاد گرادیان هیدرولیکی حاصل از شیب، دبی در خروجی‌های انتهایی بیش از اندازه و در خروجی‌های واقع در نقاط مرتفع‌تر کمتر و یا حتی صفر خواهد بود. در این موارد باید نسبت به پیش بینی تمهیدات هیدرولیکی و مکانیکی لازم اقدام گردد.

برای پرهیز از چنین مشکلاتی علاوه بر کنترل محاسبات هیدرولیکی و استفاده از ابزارهای تنظیم کننده فشار و جریان توصیه می‌شود سطح اراضی تحت پوشش یک ایستگاه پمپاژ از ۱۰۰ هکتار بیشتر نباشد. قطر دهانه خروجی هیدرانت‌ها با توجه به فاصله از مرکز تولید فشار متفاوت باشد (مثلاً ۲۵، ۳۰ و ۴۰ میلیمتر).

٤-٥- زهکش‌ها

مجاری عبور و انتقال زه آب در مزارع برنج، بیشتر از نوع کانال‌های روباز بوده و باید دارای ویژگی‌های ذیل باشد.

- در سفره‌های آب زیرزمینی دایمی با سطح پایین آب، مقطع زهکش بگونه‌ای طراحی می‌شود که اجازه عبور حداکثر رواناب‌های سطحی را بدهد. چنانچه سطح سفره آب زیرزمینی بالا باشد، مقطع زهکش باید بنحوی طراحی شود که بتواند ضمن کنترل سطح آب زیرزمینی در رقوم مورد نظر، اجازه عبور روانابهای سطحی را نیز بدهد.
- کف زهکش‌ها در شرایطی که فقط رواناب‌های سطحی را هدایت می‌کنند حدود ۵۰ تا ۶۰ سانتیمتر پایین‌تر از کف مزرعه خواهد بود .
- در شرایط سطح آب زیرزمینی بالا عمق کف زهکش باید حدود ۱ تا ۱/۲ متر از سطح کف مزرعه پایین‌تر باشد.
- در مواردی که زهکش زیرزمینی نیز در مزارع تعبیه شده باشد، بطور معمول طراحی زهکش سطحی فقط برای جمع‌آوری رواناب‌های سطحی انجام می‌شود.

برای آشنایی با جزییات مبانی طراحی مجاری آب به فصل سوم، جلد دوم (آبیاری) از مجموعه پنج جلدی مبانی و ضوابط طراحی تجهیز و نوسازی اراضی خشکه زاری (نشریه شماره ۲-۳۴۶ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور) و یا جلد سوم از همین مجموعه تحت عنوان زهکشی و اصلاح اراضی مراجعه شود.

فصل ۵

کیفیت آب و خاک در مزارع برنج

۵-۱- کیفیت آب در زراعت برنج

در ارزیابی آب آبیاری در زراعت برنج فاکتورهایی مانند شوری (EC)، غلظت بُر، نسبت جذب سدیم (SAR) و اسیدیته آب (pH) ارزیابی می‌شوند. آبهای با شوری کمتر از ۰/۷۵دسی‌زیمنس بر متر، و غلظت بُر کمتر از ۱ قسمت در میلیون (۱ میلیگرم بُر در یک لیتر آب)، SAR[۱] کمتر از ۱۰ و اسیدیته در حد خنثی (pH=۷) را، آب مناسب آبیاری برنج می‌دانند. معمولاً شوری تا ۲ دسی‌زیمنس بر متر برای آبیاری مشکل آفرین نیست ولی بیش از آن به ویژه در مرحله رشد زایشی با افزایش تدریجی شوری مشکلات زیادی بروز خواهد کرد.

برنج در ابتدای رشد در خزانه به شوری حساس می‌باشد ولی در مرحله رشد رویشی مقاومت نسبی به شوری دارد. بنابراین در مناطقی که از آب و خاک شور برخوردار هستند، در مرحله رویشی برنج می‌توان از آب شور استفاده کرد.

در جدول ۵-۱ میزان کاهش محصول در اثر شوری نشان داده شده است.

جدول ۵-۱- اثر شوری در کاهش محصول برنج (ds/m)

EC (شوری آب)	EC(شوری خاک)	کاهش عملکرد (درصد)
۲/۶	۳/۸	۱۰
۳/۴	۵/۱	۲۵
۴/۸	۷/۲	۵۰
۷/۶	۱۱	۱۰۰

وجود کلر (Cl) در آب نیز موجب مسمومیت گیاه برنج میشود. چنانچه غلظت کلر در حد ۶ تا ۷/۵ ppm (میلیگرم کلر در یک لیتر آب) باشد، خطرناک است و بیش از این مقدار (۷/۵ تا ۹ ppm و بیشتر) باعث افت محصول می‌گردد.

همچنین بُر(B) از عناصری است که اگر غلظت آن در آب بین ۱ تا ۲/۵ ppm باشد، خطرناک است و بیش از آن موجب افت محصول می‌گردد.

در صورتیکه در مزرعه برنج، ماهی قزل آلا پرورش داده شود، کیفیت آب باید دارای مشخصات فیزیکو شیمیایی مطابق با جدول ۵-۲ باشد.

---

[۱] SAR (Sodium Adsorption Ratio) یک شاخص برای ارزیابی کیفیت آب آبیاری می‌باشد. این شاخص از رابطه $SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{(Ca^{++} + Mg^{++})/۲}}$ محاسبه می‌شود SAR در طبقه‌بندی آب آبیاری (Wilcox ۱۹۵۵) به ۴ گروه تقسیم می‌شود $S_۱$ آب با سدیم کم که آبیاری با این آب در کلیه خاکها بدون مشکل است $S_۲$ آب با سدیم متوسط که در خاکهای با نفوذپذیری خوب و یا خاکهای دارای گچ قابل کاربرد می‌باشد. ولی در خاکهای کم نفوذ و بدون گچ و زهکشی نامناسب مخرب است. $S_۳$ آب با سدیم زیاد. این آب در اغلب خاکها مشکل ایجاد می‌کند ولی در خاکهای گچ‌دار مشکل کمتر است. $S_۴$ آب با سدیم خیلی زیاد استفاده از این آب به جز در مواردی که خاک دارای شوری کم باشد و زمین به اندازه کافی کلسیم داشته باشد مجاز نیست مگر در شرایط خاص و مدیریت ویژه.

جدول ۵-۲- مشخصات فیزیکوشیمیایی آب برای کشت توام برنج و ماهی قزل‌آلا

پارامتر مورد نظر	مقدار مناسب
الف- درجه حرارت در شرایط مختلف :	
زمان تکثیر و تخم دهی	۱۳-۴/۵ درجه سانتیگراد
انکوباسیون، پرورش لارو و بچه ماهی نورس	۱۰-۸ درجه سانتیگراد
پرورش تا وزن بازاری	۱۷-۷ درجه سانتیگراد
دامنه تحمل ماهی‌ها نسبت به دما	حداقل ۵-، حداکثر ۲۳+ و در کوتاه مدت ۲۵+ درجه سانتیگراد
اپتیمم دمای رشد	۱۷-۱۵ درجه سانتیگراد
ب- pH	۶/۷ – ۸/۴
پ- O_2	۱۳-۷ میلیگرم در لیتر
ت- CO_2	کمتر از ۱۲ میلیگرم در لیتر (بهینه ۲ میلیگرم در لیتر)
ث- BOD_5	۱/۳ میلیگرم در لیتر
ج- COD	۱۰ میلیگرم در لیتر
چ- $CaCo_3$	۱۸۱ میلیگرم در لیتر
ح- سختی کل	۴۰۰-۵۰ میلیگرم در لیتر
خ- هدایت الکتریکی	۰/۴ds/m
د- NH_3	کمتر از ۰،۰۳ میلیگرم در لیتر (بصورت ثابت)
	کمتر از ۰،۰۵ میلیگرم در لیتر (بصورت متناوب)
ذ- NO_2	کمتر از ۰،۵۵ میلیگرم در لیتر
ر- NH_4	۱۲۵ میلیگرم در لیتر

۵-۱-۱- سایر عوامل موثر بر کیفیت آب

آب آبیاری باید دارای کیفیت مناسبی باشد و از مواد سمی نظیر آرسنیک، سولفور، کادمیم، مس و مواد آلاینده موجود در فاضلاب‌های شهری بدور باشد. وجود بقایای کودهای شیمیایی مثل ازت موجب رشد سبزینگی زیاد گیاه و عدم باروری خوشه‌های برنج می‌گردد. مزارع برنج نزدیک کارخانه‌های مولد گرد و غبار نیز در معرض خطر آلودگی آب و کاهش محصول هستند.

بنابرآنچه که گفته شد ویژگی‌های آب به عنوان یک عامل بسیار مهم چه از نظر کیفی و چه از نظر کمی از اهمیت بالایی برخوردار است ولی در عین حال برای حفظ باروری خاک لازم است عملیات حفاظت خاک شامل زهکشی مناسب، خشکاندن خاک جهت تهویه و بازیافت عناصر غذایی آن در دستور کار قرار داشته باشد. کیفیت شیمیایی و درجه حرارت آب آبیاری در زراعت برنج باید با استانداردهای ذکر شده در جداول ۵-۲ و ۵-۳ و ۵-۴ مطابقت داشته باشد.

جدول ۵-۳- دمای حداقل، حداکثر و بهینه برای رشد برنج در مراحل مختلف رشد

مرحله رشد	حداقل درجه حرارت (°c)	حداکثر درجه حرارت (°c)	درجه حرارت بهینه (°c)
جوانه زنی	۱۰-۱۳	۴۰-۴۴	۳۰-۳۴
رشد جوانه	-	-	۳۲
رشد ساقه ها	۱۵-۱۶	۴۰	۳۰-۳۲
پنجه زنی	۱۴	۴۰	۳۴-۳۸
تفکیک پانیکول‌های جوان	۱۵	-	-
بوجود آمدن خوشه	۱۷	-	-
گلدهی	۱۵-۱۹	۵۰-۶۰	۲۸-۴۰

ماخذ: Advanced Rice Cultivation, Irrigation & Drainage Technology in Japan.

جدول ۵-٤- حداکثر مجاز غلظت نمک در محیط رشد گیاه برنج

شرح	غلظت نمک(PPM)
۱) خزانه (حدود ۳۰ روز)	کمتر از ۵۰۰
۲) نشاکاری – تشکیل ریشه (حدود ۲۰ روز)	کمتر از ۳۰۰
۳)پنجه‌زنی (حدود ۲۵ روز)	کمتر از ۷۰۰
۴) قبل و بعد از تشکیل پانیکول (حدود ۲۰ روز)	کمتر از ۴۰۰
۵) مرحله تشکیل خوشه بلافاصله بعد از آن (حدود ۲۵ روز)	کمتر از ۵۰۰
۶) مرحله رسیدن (حدود ۲۵ روز)	کمتر از ۷۰۰

ماخذ: Advanced Rice Cultivation, Irrigation & Drainage Technology in Japan.

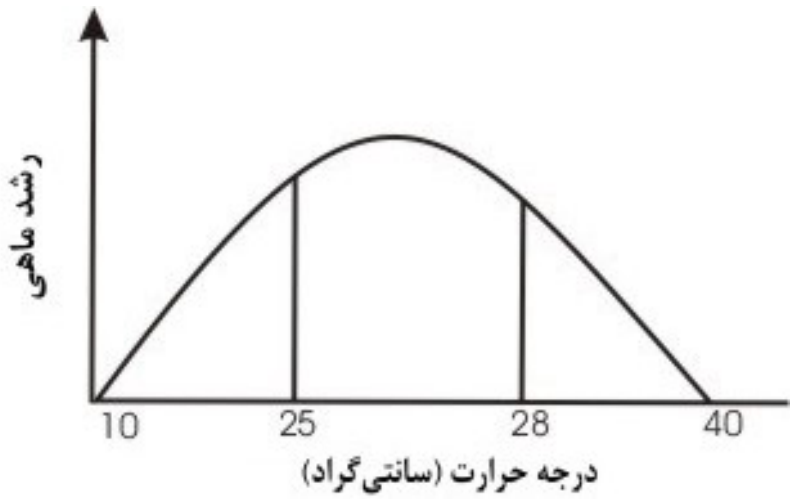
توجه: ارقام فوق برای گونه‌های مقاوم بوده و احتمال کاهش محصول در صورت ادامه شرایط فوق وجود دارد.

۵-۲- اثر درجه حرارت آب بر رشد گیاه برنج

درجه حرارت بالا و یا پایین آب برای رشد و عملکرد محصول زیان آور است. اثرات درجه حرارت بالا بصورت کاهش عملکرد، کاهش جذب سیلیس و پتاس، کاهش تعداد پنجه در بوته و افزایش درصد خوشه‌ها و دانه‌های پوک بروز می‌نماید. حرارت بالای آب در شب موجب افزایش تنفس گیاه و مصرف هیدرات‌های کربن که در طول روز تولید شده است می‌گردد. برای کاهش درجه حرارت آب در شب‌های گرم می‌توان در صورت وجود آب کافی آب گرم داخل کرت‌ها را خارج و آب تازه وارد کرت نمود (به عمق ۲۰ تا ۳۰ میلیمتر).

اثر درجه حرارت پایین باعث کند شدن رشد، کاهش تعداد پنجه، تاخیر در ظهور سنبله جوان، کاهش اندازه خوشه و افزایش عقیمی می‌شود. درجه حرارت مناسب آب معمولاً بین ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. درجه حرارت بیش از ۴۰ درجه و کمتر از ۱۵ درجه برای کشت برنج نامناسب است.

اگر در مزرعه برنج ماهی‌های گرمابی پرورش داده شوند، کیفیت آب از حساسیت بالایی برخوردار نخواهد بود. ماهیی‌های گرمابی بویژه کپور ماهیان چینی در شرایط نامساعد قادر به ادامه حیات بوده و رشد نسبتاً خوبی خواهند داشت. قدرت تحمل این ماهی‌ها در مقابل تغییرات شیمیایی آب مانند pH، اکسیژن و درجه حرارت نسبتاً بالا می‌باشد. از ویژگی‌های مهم این ماهیان پذیرش شرایط گرماست بطوری که از دمای ۱۸ درجه سانتیگراد به بالا خوب تغذیه و رشد و تکثیر می‌نمایند. بهترین شرایط رشد آنها ۲۸-۲۵ درجه سانتیگراد است. گرچه این ماهیان در دمای کمتر از ۱۸ درجه سانتیگراد نیز تغذیه می‌کنند، اما در دمای ۱۲ درجه سانتیگراد، نسبت تبدیل غذا به گوشت در آنها پایین می‌آید؛ در ۷ درجه سانتیگراد تغذیه نمی‌کنند و در ۲ درجه سانتیگراد به خواب زمستانی می‌روند. نمودار ۵-۱رشد ماهیان گرمابی را در دماهای مختلف آب نشان می‌دهد.



نمودار ۵-۱- نمودار رشد ماهیان گرمابی در درجه حرارت‌های مختلف آب

(نقل از پرورش ماهی در مزارع شالیزاری)

۵-۳- ویژگی انواع خاک مناسب کشت برنج

خاک مناسب برای کشت برنج از نوع خاکهای سنگین بوده و یا اینکه در عمق زیرین منطقه توسعه ریشه‌ها دارای یک لایه کم نفوذ یا غیرقابل نفوذ می‌باشند. این خاکها برای مدت طولانی آب را در خود نگه می‌دارند و نفوذ عمقی آنها کم است. درصد رس در این خاکها بالا بوده و یا همانطوریکه اشاره شد در لایه زیرین دارای رس متراکم یا سخت لایه هستند.

تیپ خاکهای اراضی مناسب کشت برنج در مناطق پست vertisols, inceptisols و تیپ خاکها در اراضی مرتفع oxisols می‌باشند.

نوع کانی رسی این خاکها مونتموریلونیت و مقدار آن در اراضی مناطق پست بین ۴۰ تا ۶۰ درصد و یا بیش از آن می‌باشد. خاک مناسب باید دارای مواد آلی بمیزان متوسط و با درجه بالای هوموس و زهکشی نسبتاً مناسب ولی نه بیش از حد باشد.

عمق لایه رویین خاک بین ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر و pH خاک بین ۴ تا ۷ مناسب بوده و اثر چندانی بر عملکرد محصول نخواهد داشت.

خاکهای شنی، کم عمق [1] و یا خاکهای با زهکشی نامناسب (بدون نفوذپذیری و آبگذری) شدیداً در میزان تولید محصول اثر منفی می‌گذارند. بهترین نتایج در خاکهای کم عمق ولی دارای رس متوسط تا سنگین که روی یک لایه غیرقابل نفوذ رس سخت قرار دارند بدست می‌آید(Anonymous, ۱۹۶۵) .

یکی دیگر از ویژگیهای مهم که در میزان عملکرد محصول برنج تاثیر گذار است ظرفیت تبادل کاتیونی خاک می‌باشد. بالاترین عملکرد در ژاپن در خاکهایی که CEC آن بیش از ۲۲ میلی اکی‌والان بر ۱۰۰ گرم بوده است حاصل شده است. همچنین نتایج بدست آمده در چند استان مالزی در جدول ۵-۵ آورده شده است.

جدول ۵-۵- عملکرد برنج و ارتباط آن با ظرفیت تبادل کاتیونی خاک

نام استان	عملکرد محصول kg/ha	CEC	نوع کانی رسی
Selangor	بیش از ۸۰۰۰	بالا	مونتموریلونیت
Kedah	۲۰۰۰-۳۵۰۰	متوسط	ایلیت
Kelantan	۱۰۰۰-۱۵۰۰	پایین	کائولنیت

در خاکهای استان Selangor بالا بودن میزان CEC علاوه بر اینکه به نوع کانی مونتموریلونیت مرتبط بوده، به میزان مواد آلی خاک نیز وابستگی داشته است.

جدول ۵-٦- مشخصات ٤ نمونه خاک مزارع برنج در فیلیپین

نمونه	مشخصات شیمیایی		
	pH	درصد مواد آلی	CEC
۱	۶	۲	۴۵
۲	۶/۹	۱/۵	۳۶
۳	۵/۵	۴/۴	۲۹
۴	۷	۳/۳	۵۹

ماخذ (IRRI ۱۹۷۳)

[1] در خاکهای کم عمق که در لایه‌های زیرین گچ و یا سایر لایه‌های محدود کننده وجود داشته باشد لازم است برای اصلاح خاک لایه سطحی جمع‌آوری و دپو شود و پس از انجام عملیات اصلاحی مجدداً در سطح مزرعه پخش گردد.

بصورت خلاصه خاک مناسب برای زراعت برنج باید دارای ویژگیهایی باشد که امکان فراهم نمودن شرایط زیر را داشته باشد:

- با انجام عملیات نسبتاً سبک تسطیح بتوان زمین را صاف و آماده غرقاب نمودن کرد.
- با ترسیب ذرات خاک معلق در آب موجبات تقویت خاک فراهم گردد.
- لایه غیرقابل نفوذ در عمق وجود داشته و یا امکان ایجاد چنین لایه‌ای با عملیات گِلاب‌کردن و یا با استفاده از موادی نظیر رس و بنتونیت فراهم باشد.
- زمین در بخش قابل توجهی از سال بتواند غرقاب شود.
- با انجام فرآیند نفوذ عمقی امکان شستشوی خاک از نمک‌های زیاد وجود داشته باشد.

۵-۳-۱- وزن مخصوص ظاهری

وزن مخصوص ظاهری خاک در لایه زیرین مزارع برنج حدود ۱/۴ تا ۱/۶ گرم بر سانتیمتر مکعب می‌باشد که گاهی تا ۱/۸ گرم بر سانتیمتر مکعب نیز می‌رسد. وزن مخصوص ظاهری خاک سطحی حدود ۱/۳ تا ۱/۴ گرم بر سانتیمتر مکعب می‌باشد.

هدایت هیدرولیکی لایه زیرین خاک‌های مزارع برنج بسیار کم و گاهی صفر می‌باشد. یکی از دلایل نفوذ کم در این خاک‌ها ساختار ورقه‌ای خاک است و این بدلیل نفوذ و نشست ذرات خاک رس در اعماق پایین‌تر در اثر عملیات گِلاب‌کردن می‌باشد.

نفوذپذیری در خاک‌های شالیزار باید بسیار کم و نزدیک به صفر باشد. نفوذ عمقی ۲۰ میلیمتر در روز معادل نفوذپذیری حدود ۲×۱۰^{-۵} سانتیمتر در ثانیه می‌باشد. بنابراین خاکهای مناسب کشت برنج دارای نفوذپذیری حدود $۱۰^{-۵}$ سانتیمتر در ثانیه و یا کمتر می‌باشند. لازم بذکر است که اگر زمین برای کشت محصولات غیر شالی هم مورد استفاده قرار گیرد نفوذپذیری $۱۰^{-۴}$ تا $۱۰^{-۵}$ مناسبتر است؛ چون باید امکان زهکشی در زراعت‌های غیرشالی فراهم باشد.

۵-۳-۲- زهکشی اراضی پست تحت کشت برنج

آنچه که مسلم است زهکشی مزارع برنج مشابه گیاهان دیگر نیست، و وجود یک لایه آب در سطح خاک این اراضی بدلایل زیر ضرورت دارد.

- وجود یک لایه آب در سطح خاک مزرعه برنج یکی از ضروریات رشد گیاه برنج است.
- برای آماده‌سازی بستر کاشت به مقدار زیادتری آب نیاز است.
- ایجاد امکان تغذیه مناسب برنج.
- جهت ایجاد شرایط تهویه مناسب، ریشه برنج قدرت بسیار خوبی در اکسیداسیون محیط دارد و بهمین دلیل می‌تواند در شرایط غرقابی رشد نماید.
- ذخیره آب در خاک. خاک تخریب شده در اثر عملیات گِلاب‌کردن ظرفیت نگهداری آب بیشتری نسبت به شرایط ظرفیت مزرعه دارد. علاوه بر آن آب ذخیره شده در سطح خاک بعنوان یک منبع ذخیره اضافی در مواقع کم آبی نیازهای تبخیر و تعرق را برآورده می‌نماید.

- برای کنترل علف‌های هرز مزرعه، وجود یک لایه آب در سطح خاک اثر مثبتی دارد.
- وجود آب در سطح خاک مانع فرسایش آن در مقابل ذرات باران splash erosion و فرسایش ورقه‌ای sheet erosion میگردد.
- اگرچه در اثر گِلاب‌کردن بخشی از خاکدانه‌ها تخریب میشوند ولی در اثر اکسیداسیون و احیاء متناوب مجدداً این خاکدانه‌ها تشکیل می‌گردند.
- وجود یک لایه آب در سطح خاک موجب تنظیم درجه حرارت می‌گردد که برای رشد برنج بسیار موثر است.

علیرغم نکات فوق به وجود یک سیستم زهکشی برای تخلیه آب مازاد ناشی از بارش‌ها یا آب آبیاری نیاز است.

بدین منظور باید نسبت به حداکثر بارش‌ها با دوره برگشت‌های معین که موجب افزایش عمق آب در کرت‌ها میشود شناخت کافی فراهم گردد. همچنین عملیات زراعی در دوره‌های زمانی مختلف باید مورد توجه قرار گیرد تا امکان تخلیه آب و خشکاندن سطح مزرعه فراهم گردد. حتی گاهی ممکن است برای دفع عناصر مضر نظیر H_2S، نمک، کلریدها و سولفات‌ها از منطقه ریشه گیاه علاوه بر زهکشی سطحی نیاز به زهکشی منطقه ریشه گیاه باشد.

معمولاً زهکشی اراضی برنج در مراحل پایانی دوره رشد سبزینگی گیاه (پنجه زنی) عملی می‌گردد. مدت زهکشی بین ۳ تا ۷ روز و قبل از شروع خوشه‌دهی گیاه (۳۰- ۴۰ روز قبل از خوشه‌دهی) می‌باشد. در پایان دوره رشد نیز لازم است آب موجود در سطح خاک تخلیه و به مدت مناسبی خشک بماند تا امکان عملیات برداشت محصول فراهم گردد.

برای کسب اطلاعات بیشتر باید به جلد سوم – زهکشی و اصلاح اراضی- از همین مجموعه یعنی تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری مراجعه شود.

۵-٤- عوامل مهم بازدارنده در زراعت برنج

برای دستیابی به موفقیت درامر تولید محصول برنج لازم است نکات زیر مورد توجه قرار گیرد:

۵-٤-۱- کمبود آب کافی

گیاه برنج نیاز به آب کافی دارد؛ بنابراین باید بطور منظم آب در اختیار گیاه باشد. گیاه برنج در مقابل زیاد بود آب مقاوم است ولی خشکی را تحمل نمی‌کند و در اثر کمبود آب با افت محصول مواجه خواهد شد. بدین منظور لازم است ضمن کنترل هدر رفت آب از مرزها، نفوذ عمقی زیاد، استفاده از کودهای آلی برای افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، با احداث شبکه آبیاری و زهکشی مناسب با این مشکل مقابله نمود.

برنج تغییرات عمق آب را بخوبی تحمل می‌کند ولی در صورتیکه مزرعه توسط سیلاب مدت زیادی بصورت غرقاب باقی بماند و ساقه گیاه زیر آب باشد موجب خسارت خواهد شد. در مناطقی که امکان چنین سیلاب‌هایی وجود دارد باید ترتیبات لازم برای تخلیه سیلاب اتخاذ گردد و یا اینکه با ایجاد خاکریزهایی از ورود سیلاب به مزرعه جلوگیری بعمل آید.

۵-٤-۲- شرایط اقلیمی (درجه حرارت و آب و هوا)

درجه حرارت آب در مزرعه نشاندهنده عکس العمل برنج به شرایط جوی است. مثلاً هرگاه درجه حرارت آب به ۳۵ درجه سانتیگراد و بیشتر برسد خسارت وارده بر محصول اتفاق می‌افتد. در این مواقع باید با کاهش درجه حرارت از این حادثه جلوگیری نمود. کاهش درجه حرارت آب با افزودن آب خنک به مزرعه و یا با خارج نمودن آب گرم از کرت‌ها امکان‌پذیر است.

در صورت افزایش عمق آب در روز و کاهش آن در شب می‌توان به درجه حرارت مناسب دست یافت. از طرف دیگر در مزارع برنج در ارتفاعات(upland)، آب سرد موجب کاهش محصول می‌گردد، بگونه‌ای که کاهش درجه حرارت آب به ۲۵ درجه سانتیگراد و کمتر (کمتر از ۲۲ درجه سانتیگراد) موجب عدم باروری دانه‌ها می‌شود. برای جلوگیری از این خسارت بالابردن درجه حرارت آب آبیاری الزامی است. برای اینکار لازم است عمق آب در مخازن،کانال‌های انتقال و توزیع کم در نظر گرفته شود، بدینصورت که با افزایش عرض کانال‌ها عمق آب کم شده و نور خورشید انرژی بیشتری به آب داده و آن را گرم کند.

یک راه حل دیگر برای گرم کردن آب کاهش عمق آب در کرت و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌باشد.

همچنین می‌توان با احداث یک کانال ذخیره آب و نگهداری آب بمدت طولانی‌تر موجب افزایش درجه حرارت آب شد. در شمال کشور آب بندانها نقش مهمی در تعدیل درجه حرارت آب دارند.

هوای سرد موجب خسارت به گیاه در مرحله تشکیل پانیکول می‌گردد. البته در صورتیکه هوا سرد باشد آب خود می‌تواند موجب حفاظت گیاه در مقابل سرما باشد. در شرایط هوای سرد می‌توان مزرعه را با آبی به عمق ۷۰ تا ۸۰ درصد ارتفاع ساقه گیاه غرقاب نمود. در مرحله رسیدن گیاه در صورتیکه هوا سرد باشد می‌توان با آبیاری توسط آب گرم از خسارت جلوگیری نمود.

در شرایط اقلیمی که در آن بادهای تند می‌وزد با آبیاری عمیق می‌توان از خسارت جلوگیری نمود. در اینصورت عمق آب را می‌توان تا یک سوم ارتفاع ساقه گیاه در نظر گرفت.

جدول ۵-۳ درجه حرارت مناسب برای رشد گیاه برنج را نشان می‌دهد.

در مناطق بادخیز نباید کرت‌ها را بزرگ احداث نمود چون وزش باد موجب ایجاد موج‌های مخرب شده و در آن صورت ممکن است مرزها را تخریب کند و خسارت زیادی ببار آید. در چنین شرایطی ضمن احداث کرت‌های کوچک باید ارتفاع مرزها را بلندتر در نظر گرفت.

۵-۵- حفاظت محیط زیست و ارتباط آن با زراعت برنج

استفاده از کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات نباتی و بیماری‌های گیاهی از مهمترین عواملی هستند که موجب به مخاطره افتادن شرایط زیست محیطی شده و در صورت عدم رعایت استانداردهای موجود، کیفیت آب و خاک و محصولات تولیدی با معیارهای قابل قبول منطبق نخواهد بود.

استانداردهای محیط زیست مرتبط با آلودگی آب نشان‌دهنده سطح آلودگی معینی است که توسط قوانین زیست محیطی تعیین گردیده است. اگرچه این ضوابط در کشورهای مختلف ممکن است اختلاف ناچیزی با یکدیگر داشته باشند، ولی در اصل با یکدیگر مشابهت دارند. جداول (۵-۷) و (۵-۸) کیفیت آب را برای صیانت از سلامت انسان و حفاظت محیط زیست نشان می‌دهند.

جدول ۵-۷- استانداردهای زیست محیطی مرتبط با سلامت انسان

نوع آلاینده	کادمیم	سیانید	فسفر آلی	سرب	کرم شش ظرفیتی	آرسنیک	کل جیوه	اکلیل جیوه	PCB
حد استاندارد	کمتر از ۰/۰۱ PPM	*غیر قابل اندازه گیری	غیر قابل اندازه گیری	کمتر از ۰/۱ PPM	کمتر از ۰/۰۵ PPM	کمتر از ۰/۰۰۵ PPM	کمتر از ۰/۰۰۰۵ PPM	غیر قابل اندازه گیری	غیر قابل اندازه گیری

* مقدار این عوامل باید صفر و یا آنقدر ناچیز باشد که قابل اندازه‌گیری نباشد.

توضیحات جدول:

- فسفر آلی موجود در سموم پاراتیون، متیل پاراتیون، متیل دمتون و EPN
- مقادیر اندازه‌گیری شده در هر مورد باید با مقادیر استاندارد مقایسه شود بجز کل جیوه که باید متوسط سالیانه آن با رقم جدول مقایسه شود.

جدول ۵-۸- استاندارد حد نهایی آلاینده‌های زیست محیطی

شرح		حد مجاز
pH		۵/۸ تا ۸/۶ در آبهای عمومی ۵ تا ۹ آبهای ساحلی
BOD	mg/lit	۱۶۰ (متوسط روزانه ۱۲۰)
COD	mg/lit	۱۶۰ (متوسط روزانه ۱۲۰)
SSمواد جامد معلق	mg/lit	۲۰۰ (متوسط روزانه ۱۸۰)
هگزان نرمال (روغن‌های معدنی)		۵
هگزان نرمال (روغن‌های نباتی، حیوانی و چربی‌ها) mg/lit		۳۰
فنول	mg/lit	۵
Cu مس	mg/lit	۳
Zn روی	mg/lit	۵
Fe آهن محلول	mg/lit	۱۰
Mn منگنز محلول	mg/lit	۱۰
فلوئورین	mg/lit	۱۵
کرم	mg/lit	۲
گروه‌های کلیفرم	cm^3 / تعداد	۳۰۰۰ (متوسط روزانه)

۵-٦- راه‌حل‌های بهبود کیفیت آب

- معیارهای ارایه برنامه کنترل کیفی آب

بعنوان یک اصل اساسی در صورتیکه منبع آلودگی آب مشخص باشد، باید هزینه‌های رفع آلودگی و بهبود کیفی آب توسط عامل آن آلودگی (شخص حقیقی و یا حقوقی) تامین و پرداخت شود. در غیر اینصورت لازم است راه‌حل‌های مناسب برای جلوگیری از تخریب محیط زیست توسط بهره‌برداران بررسی و هزینه‌های مربوطه نیز توسط ایشان پرداخت گردد. البته در کشور ما بعلت نبود قوانین مدّون زیست محیطی ممکن است این اقدامات توسط دولت انجام شود.

اقدامات لازم باید بر اساس معیارها و استانداردهای موجود ملی و بین المللی پذیرفته شده باید انجام گیرد. مثلاً در استاندارد مربوط به آلودگی خاک به فلزات سنگین و تجمع برخی مواد در گیاه و سپس بدن انسان، اعداد و ارقام مورد توافق در سطح بین المللی در جدول ۵-۷ و ۵-۸ ارایه شده است. حد نهایی تجمع آرسنیک و مس در خاک به ترتیب برابر ۱۲۵ ppm وppm۱۵می‌باشد. و مقدار کادمیم موجود در دانه‌های برنج نباید از ppm۱ بیشتر باشد.

۵-٦-۱- اقدامات رفع آلودگی

آب در مسیر حرکت خود با ایجاد اغتشاش در رژیم جریان و دریافت اکسیژن هوا موجب خود پالایی شده و بخشی از آلودگی‌ها را مرتفع می‌نماید ولی این حالت در اغلب موارد کفایت لازم را برای تصفیه کامل آب ندارد لذا بایستی برای حذف مواد آلاینده اقدامات دیگری مد نظر قرار گیرد. راهکارهای مختلفی برای جلوگیری از آلودگی و بهبود کیفی آب وجود دارد که به نوع و علت آلودگی مرتبط بوده و بر همین اساس می‌توان این راهکارها را به شرح ذیل طبقه‌بندی نمود:

۵-٦-۱-۱- اقدامات در محل ورود آلودگی به منابع آبی

ممکن است آب سد یا رودخانه توسط منابع آلوده کننده نظیر زهاب معادن، کارخانه‌های واقع در مسیر، منازل مسکونی و یا آلودگی طبیعی بدلیل وجود سازندهای زمین شناسی خاص تخریب شده باشد. در اینصورت اولین اقدام، توقف جریان ورودی از این منابع به رودخانه یا مخزن سد می‌باشد و در صورتیکه بدلایل مختلف اینکار عملی نباشد، باید نسبت به تامین آب از منابع دیگر اقدام و یا در بدترین حالت بصورت مصنوعی آب را تصفیه و مورد مصرف قرار داد.

۵-٦-۱-۲- تغییر منبع آب

در صورت عدم امکان توقف جریان‌های آلوده کننده به منبع آب موجود، بایستی امکان تغییر منبع آب مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. البته در اغلب موارد به‌دلیل عدم وجود منابع آب جدید اینکار با مشکل مواجه می‌گردد و غیر عملی است.

۵-٦-۱-۳- رقیق کردن آب

در مواردی امکان رقیق کردن آب یا کم کردن غلظت آلاینده بررسی و در دستور کار قرار می‌گیرد. در اینصورت با اضافه کردن آب با کیفیت مناسبتر به کانال و یا رودخانه شرایط بهتری برای منبع آبی ایجاد می‌شود. در این حالت بایستی مطالعات کافی در مورد روند آلودگی بعمل آید تا سرمایه‌گذاری انجام شده برای بهبود کیفی آب به مخاطره نیفتد.

۵-٦-۱-٤- تصفیه آب

در این روش آب توسط سیستم‌های تصفیه و یا استفاده از مواد بیوشیمیایی پالایش می‌شود. در مواردی ممکن است آلودگی بیشتر بصورت مواد جامد معلق بروز و ظهور داشته باشد که در اینصورت با استفاده از کانال‌های توزیع آب در مخازن ویژه و استفاده از تصفیه فیزیکی، کیفیت آب بهبود می‌یابد. در غیر اینصورت بایستی از میکروارگانیسم‌های مناسب برای تصفیه آب استفاده گردد. در هر حال تاکنون استفاده از این روش برای تامین آب کشاورزی بدلایل اقتصادی توصیه نشده است.

۵-٦-۲- راهکارهای عملی برای جلوگیری از ورود آب آلوده به کانال‌های آبیاری

۵-٦-۲-۱- احداث کانال آبیاری جدید

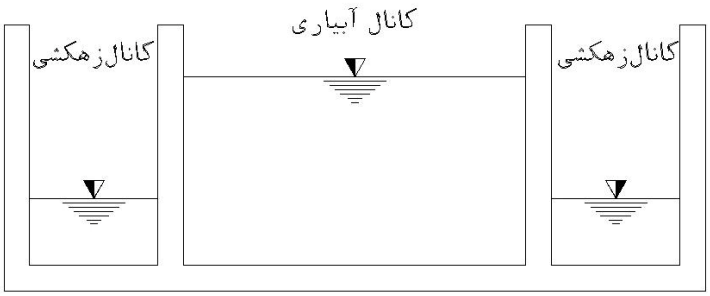
در این حالت می‌توان با لوله‌گذاری در مسیر اولیه و در کنار لوله قدیمی و یا احداث یک کانال جدید برای ممانعت از ورود آب به کانال قدیمی و انتقال آبهای آلوده توسط کانال جدید به نقاط معین اقدام کرد. البته ممکن است کانال جدید برای انتقال آب سالم و کانال قدیمی برای انتقال آب آلوده در نظر گرفته شود. هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری کانال جدید از جمله مسایلی است که باید قبلاً در مورد آن برنامه‌ریزی شود.

۵-٦-۲-۲- احداث کانال زهکشی جدید

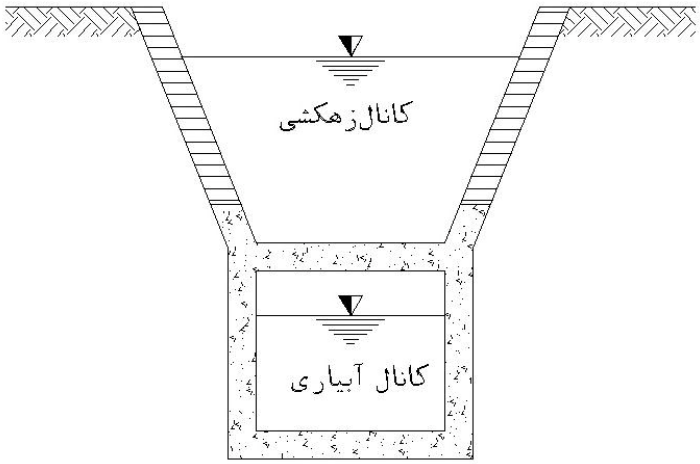
در این روش با احداث یک زهکش جدید فاضلاب‌ها و زهابها که دارای مواد آلوده کننده می‌باشند جمع آوری و به نقاط خروجی محدوده طرح انتقال می‌یابد. بهترین حالت در این گونه مواقع آنست که فاضلاب به تنهایی جمع آوری شود و با آب باران مخلوط نشود چون با اضافه شدن آب باران حجم آن افزایش یافته و نیاز به احداث مقاطع بزرگتری برای انتقال می‌باشد. در مورد ساخت اینگونه کانال‌ها معمولاً جلب رضایت ساکنین بسیار مشکل است.

۵-٦-۲-۳- احداث یا بهبود شرایط کانال‌های آبیاری و زهکشی

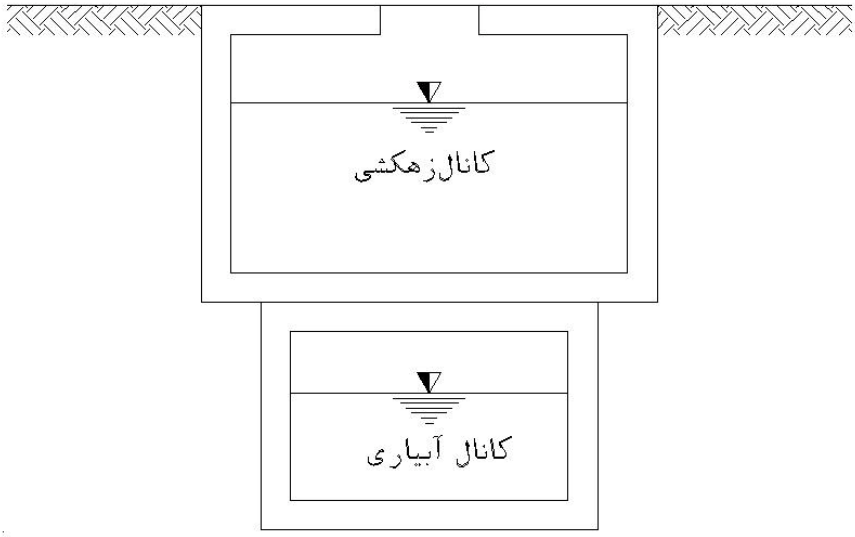
در این روش کانال‌های آبیاری و زهکشی در جوار یکدیگر و در مسیر کانال آبیاری قدیم ایجاد می‌گردند. این روش بدلیل نیاز به زمین بیشتر برای احداث کانال‌های جدید با مشکل مواجه خواهد شد. برای رفع این مشکل پیشنهاد می‌شود کانال و زهکش بصورت یکپارچه و در کنار هم یا روی هم ساخته شوند (شکل‌های شماره ۵-۱ تا ۵-۳).



شکل ۵-۱- ایجاد کانال‌های زهکشی و آبیاری یکپارچه برای هدایت آب آلوده و جلوگیری از اختلاط آنها با یکدیگر (بصورت روباز)



شکل ۵-۲- تلفیق کانال‌های آبیاری و زهکشی (آبیاری بصورت بسته و زهکشی بصورت روباز)



شکل ۵-۳ - تلفیق کانال‌های آبیاری و زهکشی بصورت بسته

۵-٦-۳- اقدامات لازم برای جلوگیری از آلوده شدن خاک شالیزار با فلزات سنگین

آلوده شدن خاک شالیزار با فلزات سنگین موجب ایجاد خطر برای سلامتی انسان است. از این رو لازم است کیفیت آب آبیاری و خاک مزرعه مورد بررسی و کنترل قرار گیرد. برای بهبود کیفیت آب آبیاری لازم است از ورود آب حاوی فلزات سنگین و سایر مواد آلوده کننده به منابع آب آبیاری جلوگیری و یا تصفیه آب انجام گردد. برای بهبود کیفیت خاک مزرعه گاهی لازم است حتی خاک مزرعه جمع آوری و با خاک سالم جدید تعویض گردد و یا اینکه روی خاک آلوده یک لایه خاک سالم ریخته شود. در این خصوص لازم است بررسی‌هایی در مزرعه در مقیاس کوچک بعمل آمده و آزمایش‌های لازم صورت پذیرد.

جدول ۵-۹- استاندارد آلودگی آب در پروژه ها

شرح	رقم استاندارد
pH	۶ – ۷/۵
COD	بیش از ۶ ppm
ISS (مواد معلق غیر آلی)	بیش از ۱۰۰ ppm
DO (اکسیژن محلول)	کمتر از ۵ ppm
T-N (کل نیتروژن)	بیش از ۱ ppm
As (آرسنیک)	بیش از ۰/۰۰۵ ppm
سیانور	در حد غیر قابل اندازه‌گیری
جیوه	در حد غیر قابل اندازه‌گیری
فسفر آلی	در حد غیر قابل اندازه‌گیری
کادمیوم	بیش از ۰/۰۱ ppm
سرب	بیش از ۰/۱ ppm
کروم	بیش از ۰/۰۵ ppm

۵-٦-٤- آلودگی آب توسط ازت و برآورد میزان دفع ازت از آب در مزرعه برنج

یکی از عناصر مهم در آلودگی آب در مزارع ازت می‌باشد که یا از طریق آب رودخانه یا بارندگی و یا بصورت کود ازته وارد آب مزرعه برنج می‌شود. برای رفع این آلودگی می‌توان با افزایش زمان ماند و یا بازچرخانی آب در مزرعه اقدام نمود. مزرعه برنج مانند یک نیزار می‌تواند در جذب و تبدیل ازت عمل نماید. در مزرعه برنج ازت داده شده به زمین با شکل کود به فرمول NH_4-N می‌باشد ولی بلافاصله پس از ورود به مزرعه در آب به فرم NOx-N در می‌آید و توسط جلبک‌ها مصرف می‌شود.

ازت در مزرعه در فرایند رسوب‌گذاری ذرات N و دنیتریفیکاسیون NOx-N دفع می‌شود. آنچه که به اثبات رسیده است دنیتریفیکاسیون در لایه مرزی بین آب و رسوب کف کرت اتفاق می‌افتد.

دنیتریفیکاسیون و رسوبگذاری ازت از یک رابطه ریاضی مرتبه یک پیروی می‌کند. بنابراین غلظت ازت در آب کرت بصورت نمایی بوده با فرمول زیر معرفی می‌شود.

$$N = N_{\circ} \exp(-\frac{a}{h}t) \qquad (۱-۳)$$

که در آن:

N: غلظت ازت در آب کرت — میلیگرم بر لیتر

N_o: غلظت اولیه ازت — میلیگرم بر لیتر

h: عمق آب کرت — متر

a: عدد ثابت(به درجه حرارت آب بستگی دارد) متر بر روز

t: زمان — روز

برای تعیین میزان دفع ازت در واحد سطح در واحد زمان می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد

$$D = \frac{h}{t} N_{\circ}[۱ - \exp(-\frac{a}{h}t)] \qquad (۲-۳)$$

که در آن:

D میزان دفع ازت — گرم بر مترمربع بر روز

بقیه پارامترها مشابه رابطه قبلی هستند .

اگر این رابطه بصورت سری نوشته شود شکل فرمول به صورت زیر در می‌آید:

$$D = \frac{h}{t} N_{\circ}[۱ - (\frac{a}{h}t + \frac{a^{۲}}{h^{۲}}t^{۲} - \frac{a^{۳}}{h^{۳}}t^{۳} + \ldots)] \cong aN_{\circ} \qquad (۳-۳)$$

با فرض No بعنوان غلظت ازت در آب آبیاری و براورد a از رابطه زیر مقدارD قابل برآورد خواهد بود .

$$a = ۰.۰۰۰۰۱۱۲T^{۲} + ۰.۰۰۵ \qquad (۱۰^{\circ} < T < ۴۰^{\circ} c) \qquad (۴-۳)$$

مقدارa در درجه حرارت ۲۵ درجه سانتیگراد معادل ۰/۰۱۲ است. بنابراین:

$$D = ۰.۰۱۲N_{\circ} \qquad (۵-۳)$$

مثال: اگر غلظت اولیه ازت در آب آبیاری ۳۰ میلیگرم در لیتر باشد، میزان دفع ازت در واحد سطح در روز چقدر خواهد بود ؟

$$D = ۰.۰۱۲ \times ۳۰ = ۰.۳۶ \qquad g/m^{۲}/day$$

فصل ۶

تسطیح اراضی در شالیزارها

٦-١- کلیات

٦-١-١- مقدمه

ضوابط و مبانی تسطیح اراضی کشاورزی در نشریه شماره ۳۶۶ تحت عنوان "ضوابط و مبانی طراحی تجهیز و نوسازی اراضی خشکه‌زاری به منظور آبیاری ثقلی" (جلد دوم) ارایه گردیده است. با توجه به ویژگی عملیات زراعی گیاه برنج نسبت به سایر زراعت‌ها، در اینجا ضوابط و مبانی طراحی تسطیح اراضی شالیزارها پرداخته می‌شود.

با توجه به یکسانی زیاد ضوابط و مبانی تسطیح اراضی شالیزارها و سایر محصولات، نخست موارد عمومی و مشترک مربوط به تسطیح اراضی کشاورزی که در نشریه پیش‌گفته ارایه شده است؛ به صورت خلاصه ذکر می‌گردد و سپس به موارد خاص مربوط به شالیزارها پرداخته می‌شود.

٦-١-٢- دامنه کاربرد

این ضوابط و مبانی شامل طرح تسطیح اراضی برای مزارع برنج (شالیزارها) می‌باشد.

٦-١-٣- هدف تسطیح اراضی در شالیزارها

هدف تسطیح اراضی در شالیزارها همانند هدف تسطیح اراضی برای سایر زراعت‌ها ایجاد شرایط مطلوب برای یکنواختی پخش آب و افزایش راندمان آبیاری و آسان سازی عملیات زراعی در مراحل تهیه زمین، کاشت، داشت و برداشت می‌باشد و نتیجه آن افزایش کیفی و کمی محصول خواهد بود.

٦-١-٤- عوامل مؤثر در طرح تسطیح

می‌توان گفت که توپوگرافی اصلی‌ترین عامل موثر در طرح تسطیح می‌باشد و اساس طراحی تسطیح و قطعه‌بندی در درجه اول شکل ظاهری زمین می‌باشد.

عامل موثر دیگر در طرح تسطیح منابع خاک می‌باشد. کلاس خاک و نوع محدودیت‌های خاکشناسی اراضی می‌تواند در انتخاب مناطق مناسب برای تسطیح تاثیر بگذارد.

شبکه آبیاری و زهکشی عامل موثر بعدی در طرح تسطیح به حساب می‌آید و هماهنگی قطعات از نظر شیب در جهت آبیاری و در جهت عمود بر آن با شبکه آبیاری و به خصوص شبکه فرعی یک ضرورت به حساب می‌آید که برای این هماهنگی طرح تسطیح لازم می‌شود.

مالکیت اراضی و وسعت و پراکندگی آنها عامل مهمی در قطعه‌بندی و در نتیجه طرح تسطیح اراضی به شمار می‌رود. زمان مناسب برای اجرای عملیات تسطیح و همچنین نیروی انسانی و ماشین‌ها و زمان لازم و هماهنگی با سایر عملیات اجرایی شبکه‌های آبیاری و زهکشی سایر عواملی هستند که در طراحی و اجرای تسطیح اراضی در نظر گرفته می‌شود.

٦-۲- ضوابط طراحی تسطیح شالیزارها

٦-۲-۱- تقسیم‌بندی نوع تسطیح

تقسیم‌بندی نوع تسطیح از نظر سبک یا سنگین بودن عملیات خاکی، به طور عمومی از ۵۰۰ متر مکعب در هکتار به عنوان سبک‌ترین تسطیح و مرز نیاز به عملیات تسطیح اراضی تا ۳۰۰۰ متر مکعب در هکتار به عنوان سنگین‌ترین تسطیح و مرز اقتصادی بودن آن مطرح می‌باشد. (جدول ۴-۱ جلد دوم ضوابط و مبانی طراحی تجهیز و نوسازی اراضی آبیاری ثقلی) ولی با توجه به ویژگی شرایط کشت برنج که از طرفی نیاز به مسطح بودن قطعات در آن بیش از سایر محصولات زراعی است و از طرف دیگر روش‌های آبیاری تحت فشار برای این محصول متعارف و قابل توصیه نیست و نیز با توجه به ارزش افزوده نسبتاً زیاد برنج، مرزهای طبقه‌بندی نوع تسطیح در شالیزارها با سایر محصولات زراعی قدری متفاوت خواهد بود.

از این نظر تقسیم‌بندی نوع تسطیح برای شالیزارها به صورت جدول ۶-۱ پیشنهاد می‌شود.

جدول ٦-۱- طبقه‌بندی نوع تسطیح شالیزارها

حجم خاکبرداری در واحد سطح (متر مکعب در هکتار)	نوع تسطیح
کمتر از ۵۰۰	سبک
۵۰۰ تا ۱۰۰۰	متوسط
۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰	سنگین
۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰	خیلی سنگین

٦-۲-۲- نسبت خاکبرداری به خاکریزی

با توجه به افزایش حجم ظاهری خاک در جابجایی و خطای دید راننده‌ی ماشین مورد استفاده در تسطیح و چنانچه تجربه نشان می‌دهد، بهتر است نسبت خاکبرداری به حجم خاکریزی قدری بزرگتر از یک باشد. ولی خاک شالیزارها در اثر واقع شدن در شرایط رطوبت زیاد و حتی شرایط اشباع در طی چندین ماه از دوره زراعی، تراکم بیشتر می‌یابد و از طرفی دیگر عمق خاک زراعی در شالیزارها بیشتر بوده و وزن حجمی لایه‌های رویی و زیرین تفاوت زیادی ندارد و تلفات خاک در تسطیح شالیزارها کمتر از تسطیح برای سایر محصولات می‌باشد. لذا در مجموع می‌توان گفت که بهتر است نسبت خاکبرداری به خاکریزی در تسطیح شالیزارها قدری کوچکتر از این نسبت برای تسطیح سایر محصولات در نظر گرفته شود.

نسبت‌های مناسب حجم خاکبرداری به خاکریزی برای تسطیح اراضی شالیزارها به شرح جدول ۶-۲ پیشنهاد می‌شود.

جدول ٦-۲- نسبت خاکبرداری به خاکریزی در تسطیح شالیزارها

نوع تسطیح	نسبت خاکبرداری به خاکریزی
سبک	۱/۲۸ تا ۱/۴۰
متوسط	۱/۱۶ تا ۱/۲۷
سنگین	۱/۰۴ تا ۱/۱۵

هر چه درصد مواد آلی خاک بیشتر و وزن حجمی آن کمتر باشد، بهتر است نسبت‌های بزرگتر در محدوده‌های ارائه شده فوق در نظر گرفته شود.

٦-۲-۳- محدودیت شیب

چنانچه در نشریه یادشده (ضوابط و مبانی تجهیز و نوسازی اراضی خشکه زاری) ذکر شده است، بهترین شیب در جهت آبیاری نشتی ۰/۳ تا ۰/۷ درصد و در جهت نهر زراعی زیر ۰/۲ درصد می‌باشد که با توجه به نوع محصول و شکل و ابعاد قطعات و خصوصیات فیزیکی خاک شیب مناسب انتخاب می‌گردد. در مورد زراعت برنج و به خصوص باتوجه به عملیات تهیه زمین و روش آبیاری کرتی، نیاز به سطحی کاملاً هموار و تقریباً بدون شیب در تمام جهات می‌باشد. عرض قطعات آبیاری(کرت‌ها) برای کشت برنج ۲۰ تا ۶۰ متر و طول آنها ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر پیشنهاد می‌شود. با توجه به شرایط غرقابی در این قطعات، می‌توان گفت که اختلاف عمق آب در نقاط مختلف یک قطعه بهتر است بیش از ۵ سانتی‌متر نباشد. در این صورت محدوده شیب مناسب در جهت آبیاری (طول کرت‌ها) صفر تا ۰/۰۰۰۴ و در جهت عمود بر آن (عرض کرت‌ها) صفر خواهد بود.

در اراضی کوهپایه‌ای تسطیح قطعات به صورت تراس‌بندی انجام می‌گیرد. در این شرایط عرض قطعات کم و اختلاف ارتفاع قطعات بالادست و پایین دست نسبتاً زیاد خواهد بود. با توجه به شیب غالب در این اراضی بهتر است عرض قطعات طوری انتخاب شود که اختلاف ارتفاع قطعات متوالی در جهت شیب غالب اراضی، کمتر از ۱/۵ متر باشد.

محدودیت دیگری که در ارتفاع تراس‌ها باید رعایت شود، به وجود آمدن چشمه در دیواره‌هاست که به تدریج موجب تخریب قسمت‌های پایین دست کرت‌ها می‌شود. از این رو اگر خاک دارای لایه سخت یا غیرقابل نفوذ باشد* ارتفاع تراس‌ها نباید به قدری باشد که موجب شکستن لایه سخت نشود.

٦-۲-٤- حداکثر رقوم ارتفاعی قطعه تسطیح

برای امکان آبیاری یک قطعه، رقوم ارتفاعی حداکثر آن که معمولاً نقطه آبگیری و یا یکی از نقاط آبگیری می‌باشد، باید حدود ۲۰ تا ۵۰ سانتی‌متر پایین‌تر از سطح آب کانال آبیاری در محل آبگیری باشد.

---

* لایه‌ای که ضریب آبگذری آن حدود $\frac{۱}{۵}$ ضریب آبگذری لایه بالایی و یا کمتر از آن باشد، لایه سخت یا غیرقابل نفوذ(Barier or Hardpan) به حساب می‌آید.

٦-۲-۵- تقسیم‌بندی قطعه تسطیح

با توجه به شرایط غرقابی در کرت‌های شالی، هر کرت دارای پشته‌هایی می‌باشد که آب آبیاری را در محدوده خود حفظ کند. لذا تقسیم‌بندی کوچکتر قطعات تسطیح می‌باید به همراه تقسیم کرت‌ها صورت گیرد. در واقع می‌توان گفت که در شالیزارها یک قطعه تسطیح، یک کرت نیز هست. همانطور که قبلاً اشاره شد، عرض کرت‌ها ۲۰ تا ۶۰ متر و طول آنها ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر پیشنهاد می‌شود. برای کاهش حجم عملیات تسطیح کاهش طول کرت‌ها تاثیر چندانی ندارد. ولی با کاهش عرض آنها که معمولاً در امتداد شیب غالب اراضی است، می‌توان حجم عملیات خاکی را در تسطیح قطعات کاهش داد. در شرایط پر شیب و کوهپایه‌ها گاهی رعایت عرض حداقل ۲۰ متر نیز مشکل بوده و قطعه‌بندی با عرض کمتر و تا ۱۰ متر اجباری خواهد شد.

٦-۲-٦- انواع صفحات تسطیح

چنانچه در نشریه ضوابط و مبانی تجهیز و نوسازی اراضی خشکه‌زاری ذکر شده است، برای تسطیح زراعت‌های غیر شالیزاری صفحه‌های تسطیح مستوی و منحنی مطرح می‌باشد ولی با توجه به شرایط غرقابی در شالیزارها صفحات تسطیح منحنی جوابگو نخواهد بود و استفاده از صفحات مستوی در تسطیح شالیزارها گریز ناپذیر است.

٦-۳- نحوه طراحی صفحه تسطیح

صفحه مستوی به صورت رابطه هندسی $z=ax+by+c$ بیان می‌شود. در این رابطه x و y طول و عرض نقاط نسبت به مبداء مختصات را نشان می‌دهد و z ارتفاع آنها را مشخص می‌سازد. ضرایب a و b شیب صفحه را به ترتیب در جهت محور x ها و y ها معین می‌کند. عدد c نشان دهنده ارتفاع صفحه در مبدا مختصات می‌باشد و به عبارت دیگر، صفحه مورد نظر از نقطه‌ای با مختصات (c ، ۰، ۰) عبور نموده و شیب آن در جهت افزایش طول جغرافیایی a و شیب آن در جهت افزایش عرض جغرافیایی b می‌باشد.

طراحی صفحه تسطیح در واقع انتخاب بهترین صفحه با حداقل حجم عملیات خاکی، با رعایت محدودیت شیب‌ها و نسبت حجم خاکبرداری به خاکریزی و نیز امکان آبیاری با توجه به سطح آب موجود می‌باشد. روش‌های متعددی برای محاسبه صفحه تسطیح وجود دارد که در زیر چند روش مهم ارایه می‌گردد:

٦-۳-۱- روش حداقل مربعات[۱]

براساس این روش، صفحه‌ای که مجموع مربعات فواصل عمودی آن با نقاط سطح زمین حداقل باشد، بهترین صفحه تسطیح است. در این روش، ابتدا مختصات مرکز ثقل سطح محاسبه می شود. با توجه به اینکه مرکز ثقل سطح مثلث روی هریک از میانه‌ها و به فاصله یک سوم طول آن از سمت قاعده می‌باشد، با تقسیم یک چند ضلعی نامنتظم به مثلث ها می‌توان مرکز ثقل سطح آن

۱- Least Square Method

چند ضلعی را محاسبه کرد. نمودار محاسباتی و برنامه کامپیوتری محاسبه مختصات مرکز ثقل چند ضلعی در پیوست شماره ۲ قابل ملاحظه می‌باشد. مشخصات صفحه تسطیح به روش حداقل مربعات به روش زیر محاسبه می‌گردد:

شیب صفحه تسطیح در جهت محور x ها $a = s_x = \frac{\sum xz - nx_c z_c}{\sum x^2 - nx_c^2}$

شیب صفحه تسطیح در جهت محور y ها $b = s_y = \frac{\sum yz - ny_c z_c}{\sum y^2 - ny_c^2}$

ارتفاع صفحه تسطیح در مبداء مختصات $c = z_c - ax_c - by_c$

که در آنها :

n : تعداد نقاط ارتفاعی

x_c : طول مرکز ثقل سطح

y_c : عرض مرکز ثقل سطح

z_c : = میانگین ارتفاع نقاط $= \frac{\sum z}{n}$

$\sum xz$: مجموع حاصلضرب طول و ارتفاع نقاط

$\sum x^2$: مجموع مربعات طول نقاط

$\sum y^2$: مجموع مربعات عرض نقاط

صفحه‌ای که بدین ترتیب محاسبه می‌شود، از مرکز ثقل سطحی عبور می‌کند که در آن حجم خاکبرداری برابر با حجم خاکریزی است. برای رسیدن به نسبت حجم خاکبرداری به حجم خاکریزی مناسب، باید مقدار c را قدری کاهش داد. یعنی صفحه تسطیح را پایین‌تر برد. اینکار با استفاده از روش آزمون و خطا برای رسیدن به نسبت خاکبرداری به خاکریزی مناسب عملی می‌باشد.

٦-۳-۲- روش نیمرخ میانگین[۱]

این روش براساس حداقل مربعات بوده و برای قطعات مستطیل شکل و شبکه‌بندی شده در جهت طول و عرض قطعه قابل استفاده می‌باشد. برای محاسبه شیب در جهت محور x ها متوسط ارتفاع هر ردیف از نقاط در جهت y ها منظور می‌گردد و برای محاسبه شیب در جهت محور y ها متوسط ارتفاع ردیف ها در جهت x ها اعمال می‌شود . برازش شیب مناسب در هر دوجهت به روش حداقل مربعات انجام می‌گیرد که می‌تواند ترسیمی یا محاسباتی باشد. روش نیمرخ میانگین در واقع ساده شده روش حداقل مربعات می‌باشد که تنها مزیت آن کم‌بودن حجم محاسبات نسبت به روش حداقل مربعات است و معایب آن داشتن دقت کمتر و قابل استفاده بودن فقط در قطعات مستطیل شکل و شبکه‌بندی شده به موازات طول و عرض قطعه زمین می‌باشد.

۲-Average Profile Method

برای استفاده از این روش در قطعاتی که به شکل مستطیل نیستند و یا دارای شبکه‌بندی مورب نسبت به اضلاع قطعه می‌باشند، می‌توان میانگین وزنی هر ردیف را با توجه به تعداد نقاط آن ردیف درنظر گرفت. این روش به اسامی مختلفی مانند روش نیمرخ میانگین وزنی و یا روش نیمرخ دو طرفه نیز شناخته شده است.

با توجه به کاربرد کامپیوتر در طراحی تسطیح اراضی، کم بودن حجم محاسبات در روش نیمرخ میانگین حسن قابل توجهی به حساب نمی‌آید. لذا با توجه به پایین بودن دقت محاسباتی کاربرد، این روش توصیه نمی‌شود.

٦-٣-٣- روش تنظیم خطوط تراز[۱]

این روش ترسیمی است و بسته به سلیقه و تجربه طراح، نتایج مختلفی خواهد داشت. در این روش، طراح برروی نقشه توپوگرافی، خطوط تراز صاف و منظمی بر مبنای خطوط تراز موجود رسم می‌کند و به روش آزمون و خطا، طرح مناسبی را انتخاب می‌کند. ارتفاع خاکبرداری و خاکریزی با توجه به فاصله خطوط تراز رسم شده و خطوط تراز موجود در نقشه معین می‌گردد.

این روش برای زمین‌هایی که شیب نسبتاً منظمی در یک جهت دارند، مناسب می‌باشد و احتیاج به یک طراح با تجربه دارد و قابل رقابت با سایر روش‌ها نیست.

٦-٣-٤- روش آزمون و خطا[۲]

در این روش ابتدا مختصات مرکز ثقل سطح زمین موجود محاسبه می‌شود و سپس با توجه به متوسط شیب موجود و نیز محدودیت شیب مورد نظر طراحی، محدوده مناسبی برای شیب در جهت محور xها و محور y ها انتخاب می‌گردد. سپس با فرض شیب‌های مختلف و مقایسه نتایج، بهترین شیب مشخص می‌شود. مقایسه نتایج می‌تواند به صورت به حداقل رساندن مجذورهای اختلاف ارتفاع زمین طبیعی و نقاط صفحه تسطیح و یا کمینه کردن حجم خاکبرداری انجام گیرد.

این روش یک روش ساده به حساب می‌آید که قابل رقابت با همه روش‌ها می‌باشد. با افزودن به تعداد آزمون‌ها می‌توان دقت کار را بالاتر برد. داشتن حجم محاسبات زیاد، از معایب این روش محسوب می‌شود.

٦-٣-٥- روش برنامه‌ریزی خطی [۳]

در این روش با تعریف تابع هدف که می‌تواند به حداقل رساندن حجم عملیات خاکی و یا مجموع مربعات اختلاف ارتفاع زمین طبیعی با صفحه تسطیح باشد، و با حل معادلاتی به تعداد نقاط ارتفاعی قطعه تسطیح و با مجهولاتی به همان شماره، می‌توان به بهترین جواب دست یافت.

شرایط مختلفی مانند محدوده شیب‌ها، حداکثر ارتفاع نقاط در صفحه تسطیح و حداکثر عمق خاکبرداری را می‌توان به تابع هدف اضافه نمود.

۱- Contour Adjustment Method

۲- Trial and Error Method

۳- Linear Programming Method

حسن این روش عدم نیاز به آزمون‌های متعدد برای محاسبه شیب‌های مناسب می‌باشد و داشتن حجم محاسبات سنگین، از معایب آن به حساب می‌آید.

۶-۳-۶- روش باقیمانده‌های متقارن[۱]

این روش که توسط شیه و کریز (Shih & Kriz) در سال ۱۹۷۱ پیشنهاد شده است، دارای محاسبات نسبتاً زیادی است. در این روش شیب در جهت محور x ها با محاسبه میانگین وزنی شیب ردیف‌ها با توجه به تعداد نقاط موجود در هر ردیف حساب می‌شود. همین‌طور شیب در جهت محور y ها با محاسبه میانگین وزنی شیب ستون‌ها با توجه به تعداد نقاط موجود در هر ستون محاسبه می‌گردد.

شیب هر ردیف (یا ستون) با تقسیم نقاط ارتفاعی به دو نیمه متقارن محاسبه می‌شود. یعنی در ردیف‌ها یا ستون‌هایی که تعداد نقاط آن زوج است، نقاط از وسط نصف می‌شود و در ردیف‌ها یا ستون‌هایی که تعداد نقاط آن فرد می‌باشد، نقطه ارتفاعی وسطی حذف و طرفین آن به دو نیمهٔ متقارن تقسیم می‌شود. شیب هر ردیف یا ستون از اختلاف مجموع ارتفاعات نقاط دو نیمه محاسبه می‌گردد و شیب کلی ردیف‌ها یا ستون‌ها یعنی شیب در جهت محور x ها یا محور y ها با منظور کردن ضرایبی متناسب با تعداد نقاط موجود در هر ردیف یا هر ستون به صورت میانگین وزنی حساب می‌شود.

$$b_{je} = \frac{۴\left(\sum_{i=۱+n_j/۲}^{n_j} hi,j - \sum_{i=۱}^{n_j/۲} h_{i,j} \right)}{d\left(n_j\right)^۲}$$

b_{je} : شیب ردیف j (ردیف‌هایی که تعداد نقاط آنها زوج می‌باشد)

n_j = تعداد نقاط ارتفاعی در ردیف j

$h_{i,j}$: ارتفاع نقطه ردیف j و ستون i

d : فاصله نقاط شبکه‌بندی شده

$$b_{jo} = \frac{۴\left(\sum_{i=(n_j+۳)/۲}^{n_j} hi,j - \sum_{i=۱}^{(n_j-۱)/۲} h_{i,j} \right)}{d\left(n_j-۱\right)^۲}$$

b_{jo} : شیب ردیف J (ردیف‌هایی که تعداد نقاط آنها فرد می‌باشد)

[۱] Symmetrical Residuals Method

$$W_{je} = \frac{\left(n_{je}\right)^{۳}}{\sum_{j=۱}^{me}\left(n_{je}\right)^{۳} + \sum_{j=۱}^{mo}\left(n_{jo}+۱\right)\left(n_{jo}-۱\right)}$$

w_{je} : ضریب وزنی شیب مربوط به ردیف j (ردیف‌هایی که تعداد نقاط آنها زوج می‌باشد)

me : تعداد ردیف‌هایی که تعداد نقاط ارتفاعی آنها زوج هستند.

mo : تعداد ردیف‌هایی که تعداد نقاط ارتفاعی آنها فرد هستند.

n_{je} :تعداد نقاط ارتفاعی موجود در ردیف j (زوج)

n_{jo} : تعداد نقاط ارتفاعی موجود در ردیف j (فرد)

$$W_{jo} = \frac{\left(n_{je}+۱\right)^{۲}\left(n_{jo}-۱\right)}{\sum_{j=۱}^{me}\left(n_{je}\right)^{۳} + \sum_{j=۱}^{mo}\left(n_{jo}+۱\right)^{۲}\left(n_{jo}-۱\right)}$$

W_{jo} : ضریب وزنی شیب مربوط به ردیف j (ردیف‌هایی که تعداد نقاط آنها فرد می‌باشد)

S_x: شیب در جهت محور x ها

B_j : شیب ردیف j

m : تعداد ردیف‌ها

W_j : ضریب وزنی ردیف j

$$Sx = \sum_{j=۱}^{m} W_j b_j$$

شیب در جهت محور y ها نیز به همین ترتیب به دست می‌آید. یعنی در روابط فوق جای عوامل مربوط به ردیف‌ها و ستون‌ها با یکدیگر عوض می‌شود.

٦-۳-۷- روش میانگین وزنی

علاوه بر روش‌های فوق، روش خاصی برای طرح تسطیح شالیزارهای سنتی موجود به کار می‌رود که سادگی و راحتی محاسبات و طراحی، ویژگی آن به حساب می‌آید (شکل ۶-۱).

در این روش که می‌تواند برداشت نقاط، طرح صفحه تسطیح و اجرای آن تواماً اجرا شود، برای هر قطعه تسطیح یک رقوم ارتفاعی در نظر گرفته می‌شود. یعنی شیب قطعه در تمام جهات صفر می‌باشد. رقوم ارتفاعی هر قطعه از میانگین وزنی رقوم ارتفاعی نقاط موجود محاسبه می‌گردد. یعنی اگر مساحت‌های $A_۱,A_۲,A_۳, \ldots, A_n$ به ترتیب دارای ارتفاع $h_۱,h_۲,h_۳,\ldots,h_n$ باشند، ارتفاع قطعه تسطیح به شکل زیر محاسبه می‌گردد:

$$h = \frac{h_1 A_1 + h_2 A_2 + h_3 A_3 + ... + h_n A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + ... + A_n} = \frac{\sum h_i A_i}{\sum A_i}$$

ارتفاع محاسبه شده در رابطه بالا با فرض مساوی بودن حجم خاکبرداری و خاکریزی می‌باشد. از این رو برای رعایت نسبت مناسب حجم خاکبرداری به خاکریزی، رقوم ارتفاعی نهایی قدری پایین تر خواهد بود. مقدار پایین آوردن صفحه تسطیح را می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$d = \frac{R.\sum F - \sum C}{N_c + N_f.R}$$

d: مقدار پایین آوردن صفحه برای رسیدن به نسبت R

R: نسبت مورد نظر خاکبرداری به خاکریزی

$\sum F$: مجموع ارتفاعات خاکریزی ها

$\sum C$: مجموع ارتفاعات خاکبرداری ها

N_c: تعداد نقاط خاکبرداری

N_f: تعداد نقاط خاکریزی

رابطه دیگری نیز برای محاسبه d به شرح زیر پیشنهاد شده است:

$$d = \frac{1 + R}{2.R.N}(R.\sum F - \sum C)$$

٦-٤-نحوه محاسبه حجم عملیات خاکی

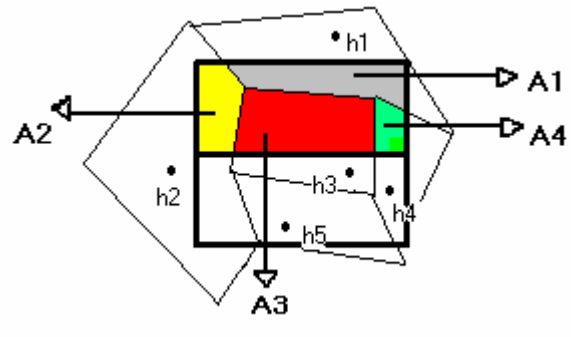
پس از انتخاب بهترین صفحه تسطیح ، محاسبه یا برآورد حجم عملیات خاکی لازم می‌باشد. روش های متعددی برای محاسبه حجم خاکبرداری و خاکریزی وجود دارد که در زیر چند مورد از مهم ترین آنها ذکر می شود.

٦-٤-١- روش منشوری

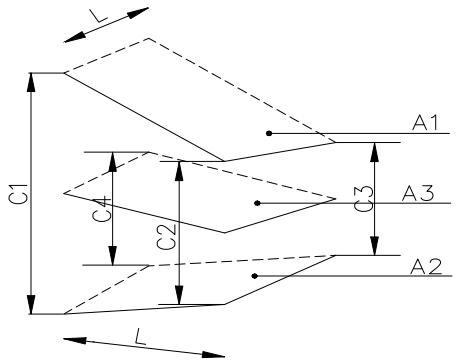
در این روش حجم خاکبرداری و خاکریزی هر واحد شبکه نقاط ارتفاعی با ضرب مساحت شبکه در متوسط ارتفاع خاکبرداری یا خاکریزی در چهار گوشه آن بدست می آید.

$$V_C = \frac{L^2(C_1 + C_2 + C_3 + C_4)}{4}$$

با توجه به اینکه مساحت افقی سطح اولیه (A_1) و سطح بعد از تسطیح (A_2) با هم برابرند، ($A_1=A_2=L_2$) کاربرد روش سیمپسون یعنی منظور کردن ضریب وزنی دو برابر سطح انتهایی به سطح میانی تفاوتی در نتیجه محاسبه نخواهد داشت:



شکل ٦- ١- نحوه قرار گرفتن کرت‌های منظم درروی کرت‌های سنتی در روش طراحی میانگین وزنی



شکل ٦-٢ ـ محاسبه حجم خاکبرداری به روش منشوری

$$V_C = (\frac{A_۱ + ۴A_۳ + A_۲}{۶})(\frac{C_۱ + C_۲ + C_۳ + C_۴}{۴})$$

$$= \frac{L^۲ + ۴L^۲ + L^۲}{۶}(\frac{C_۱ + C_۲ + C_۳ + C_۴}{۴})$$

$$= L^۲ \frac{C_۱ + C_۲ + C_۳ + C_۴}{۴}$$

اگر حجم خاکبرداری یا خاکریزی تمام واحدهای شبکه‌بندی شده در یک قطعه تسطیح با هم جمع شود ، حجم خاکبرداری و خاکریزی کل برابر خواهد بود با :

$$VCT = AT * \overline{C} = AT * \frac{\sum C}{n}$$

$$VFT = AT * \overline{F} = AT * \frac{\sum F}{n}$$

VCT : حجم خاکبرداری کل در یک قطعه تسطیح (متر مکعب)؛

VFT : حجم خاکریزی کل در یک قطعه تسطیح (متر مکعب)؛

AT : مساحت قطعه تسطیح (متر مربع)؛

$\overline{C}$: میانگین ارتفاع خاکبرداری در قطعه (متر)؛

$\overline{F}$: میانگین ارتفاع خاکریزی در قطعه (متر)؛

$\sum C$: مجموع ارتفاع خاکبرداری‌ها در رئوس شبکه داخل قطعه تسطیح (متر) ؛

$\sum F$: مجموع ارتفاع خاکریزی ها در رئوس شبکه داخل قطعه تسطیح (متر)؛

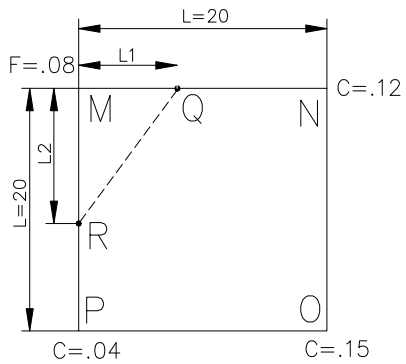
n : تعداد نقاط شبکه‌بندی شده داخل قطعه تسطیح (بدون بعد).

مزیت این روش ساده بودن آن و عیب آن در این است که در منشورهایی که تعدادی از گوشه‌ها در خاکبرداری و تعدادی دیگر در خاکریزی واقع شوند (مرز بین خاکریزی و خاکبرداری) دقت زیادی نداشته و معمولاً حجم بیشتری بدست می‌دهد .

٦-٤-٢- روش تقسیم‌بندی

این روش برای حالتی که چهار گوشه یک واحد شبکه‌بندی از نظر خاکبرداری و خاکریزی متفاوت باشند ، دقت بالاتری دارد. مثلاً اگر یکی از گوشه‌ها در خاکریزی و سه گوشه دیگر در خاکبرداری واقع شود، با مشخص کردن مرز خاکبـرداری و خاکریزی ، یعنی خطی که ارتـفاع خاکبـرداری و خاکریزی در آن صفر است ، می توان یک منشور را به دو منشور تقسیم کرد و با توجه به مساحت هر قسمت و ارتفاع خاکریزی یا خاکبرداری ، حجم عملیات خاکی را در قسمت‌های کوچک محاسبه نمود .

با توجه به شکل ۶-۳ ، ابتدا نقطه‌ای برروی ضلع MN که در آن ارتفاع عملیات خاکی صفر است، مشخص می‌گردد . محل آن با تقسیم طول واحد شبکه (L) متناسب با ارتفاع خاکبرداری در نقطه N و خاکریزی در نقطه M معین می‌شود :



شکل ٦-٣ـ محاسبه حجم عملیات خاکی به روش تقسیم‌بندی

$$L_1 = L * \frac{۰.۰۸}{۰.۰۸ + ۰.۱۲} = ۲۰ * \frac{۰.۰۸}{۰.۲۰} = ۸m$$

به همین ترتیب در ضلع MP نیز می توان عمل کرد :

$$L_۲ = L * \frac{۰.۰۸}{۰.۰۸ + ۰.۰۴} = ۲۰ * \frac{۰.۰۸}{۰.۱۲} = ۱۳.۳۳m$$

حال می توان حجم منشور خاکریزی با قاعده MRQ و ارتفاع متوسط $F = \frac{۰.۰۸ + ۰ + ۰}{۳}$ را حساب کرد :

مساحت قاعده

$$A = \frac{L_۱ * L_۲}{۲} = \frac{۸ * ۱۳.۳۳}{۲} = ۵۳.۳۲m^۲$$

$$V_F = A * \overline{F} = ۵۳.۳۲ * ۰.۰۲۷ = ۱.۴۴m^۳$$

به همین ترتیب حجم خاکبرداری در منشور RQNOP قابل محاسبه می باشد . حالت‌های زیر برای چهار گوشه یک واحد از شبکه نقاط ارتفاعی قابل تصور است که به روش فوق همه حالت ها قابل محاسبه می‌باشد:

۱ـ هر چهار گوشه در خاکبرداری یا هر چهار گوشه در خاکریزی؛

۲ـ سه گوشه در خاکبرداری و یک گوشه در خاکریزی یا برعکس؛

٦-۵- استفاده از کامپیوتر در طراحی تسطیح

با توجه به حجم زیاد محاسبات و نیاز به تکرار آن برای هر یک از قطعات تسطیح، امروزه می‌توان گفت که برای انجام مطالعات و طرح تسطیح اراضی، داشتن نرم‌افزار کامپیوتری مناسب یک ضرورت به حساب می‌آید.

مشخصات یک نرم‌افزار مناسب و قابل قبول برای طراحی تسطیح اراضی عبارت است از:

- سادگی دریافت اطلاعات مورد نیاز
- مشخص بودن روش یا روش‌های مورد استفاده
- ارائه مناسب نقشه‌های تسطیح
- معتبر بودن و داشتن سابقه استفاده در پروژه‌های مختلف

٦-٦- مشخصات نقشه‌ها و گزارش‌های تسطیح اراضی شالیزاری

٦-٦-۱- نقشه‌های توپوگرافی

نقشه‌های توپوگرافی اصلی‌ترین وسیله مورد نیاز جهت طراحی تسطیح شالیزارها به حساب می‌آید. این نقشه‌ها می‌باید مشخصات زیر را داشته باشد:

- به صورت کامپیوتری و در محیط Auto CAD و با آخرین ویرایش متداول ارایه شود.
- مقیاس نقشه‌ها در مناطق نسبتاً هموار ۲۰۰۰ : ۱ و در مناطق کوهپایه‌ای ۱۰۰۰ : ۱ باشد.

- سیستم مختصاتی نقشه‌ها UTM و از نوع متداول باشد.
- نقشه‌ها به صورت سه بعدی تهیه شده باشد. یعنی تمام عناصر توپوگرافیک اعم از نقطه، خط و چند ضلعی دارای بعد ارتفاعی باشد.
- شبکه‌بندی نقاط ارتفاعی حتی‌الامکان به صورت ۲۰ × ۲۰ و یا ۳۰ × ۳۰ ارائه شود. مگر در مورد اراضی مسطح و کم عارضه که می‌توان از شبکه‌بندی ۴۰ × ۴۰ متر نیز استفاده کرد. لازم به توضیح است که می‌توان از نقاط پراکنده تاکائومتری با تراکم و پراکنش متناسب با وضعیت توپوگرافی نیز استفاده کرد. در این صورت ایجاد شبکه‌های مورد نیاز به وسیله نرم‌افزار طراحی تسطیح انجام خواهد شد. بدیهی است با توجه به تسطیح دقیقی که شالیزارها نیاز دارند برداشت شبکه قائم‌الزاویه و با طول ضلع کوچکتر دارای برتری است. اضافه می‌گردد برای طرح تسطیح شالیزارهای موجود که معمولاً به روش میانگین وزنی (مورد اشاره در صفحه ۱۱۰)عمل می‌شود، شبکه‌بندی نقاط ارتفاعی ضروری نبوده و برداشت نقاط ارتفاعی تاکائومتری (حداقل یک نقطه در هر کرت) و پلان مرز کرت‌ها کافی می‌باشد.
- علائم مختلف نقشه از قبیل خطوط تراز اصلی، خطوط تراز فرعی، راهها، ساختمان‌های مسکونی و غیره مطابق با استاندارد راهنمای علائم سازمان نقشه‌برداری کشور در لایه‌های مختلف و با نام‌ها و رنگ‌های مناسب ارایه شود.
- نقشه‌ها با ابعاد و صفحه‌بندی استاندارد ارایه شود.

٦-٦-٢- نقشه‌های مالکیت اراضی (نقشه‌های کاداستر)

نقشه‌های مالکیت اراضی مورد استفاده در طرح تسطیح شالیزارها می‌باید مشخصات زیر را داشته باشد.

- هر محدوده مالکیت به صورت یک چند ضلعی بسته و مستقل ارائه شود.
- نوع مالکیت محدوده‌ها مشخص شده باشد.
- نام مالک یا مالکین محدوده‌ها مشخص باشد.
- تقسیم‌بندی اراضی بر اساس روستاهای منطقه مشخص باشد.
- سیستم مختصاتی و مقیاس نقشه‌های کاداستر با نقشه‌های توپوگرافی یکی باشد.

برای جلوگیری از شلوغ شدن نقشه‌ها، بخشی از اطلاعات فوق به صورت جدول‌های پیوست ارایه گردد.

کلیه اطلاعات در بانک اطلاعاتی در محیط ACCESS تهیه شود.

٦-٦-٣- نقشه های شبکه آبیاری و زهکشی

اگر طراحی تسطیح اراضی شالیزارها بر اساس شبکه آبیاری و زهکشی مدرن طراحی شده از قبل انجام گیرد، این طراحی با در نظر گرفتن اطلاعات شبکه، شامل مسیر کانال‌ها و زهکش‌ها و مشخصات هیدرولیکی آنها انجام می‌گیرد. در صورتی که شبکه آبیاری و زهکشی مدرن اجرا شده باشد، بهتر است از نقشه‌های همچون ساخت استفاده شود.

٦-٦-٤- مشخصات نقشه‌های طرح تسطیح شالیزارها

نتایج طرح تسطیح شالیزارها به صورت نقشه‌های اجرایی ارایه می‌شود.

این نقشه‌ها می‌باید مشخصات و اطلاعات زیر را دربر داشته باشد:

- هم مقیاس با نقشه‌های توپوگرافی مورد استفاده باشد
- محدوده قطعات تسطیح به همراه شماره یا نام آنها مشخص باشد
- مسیر کانال‌ها و زهکش های مجاور قطعات تسطیح در نقشه‌ها ارایه شود.
- رقوم ارتفاعی زمین طبیعی و رقوم ارتفاعی پس از تسطیح و همچنین ارتفاع خاکبرداری یا خاکریزی به صورت شبکه‌بندی ارائه شود.
- محل آبگیرهای قطعه و جهت آبیاری با علائم مناسبی در نقشه‌ها مشخص شود.
- محدوده‌های خاکبرداری و خاکریزی به صورت رسم چند ضلعی نقاطی که ارتفاع خاکبرداری یا خاکریزی در آنها صفر باشد، مشخص شود.
- مقیاس نقشه‌ها به دو شکل عددی و میله‌ای ارایه شود.
- جدول مشخصات طرح تسطیح قطعات در پایین نقشه‌ها ارایه شود.

این جدول شامل شماره یا نام قطعه یا نام مالک آن، نسبت خاکبرداری به خاکریزی ، حجم خاکبرداری، حجم خاکریزی، مساحت قطعه، حجم خاکبرداری در واحد سطح، شیب در جهت آبیاری و عمود بر آن، نوع تسطیح از نظر سبک یا سنگین بودن آن، مشخصات صفحه تسطیح (ضرایب a و b و c از رابطه $z=ax+by+c$) و مختصات گوشه‌های قطعه تسطیح می‌باشد.

لازم به ذکر است که مشخصات اعلام شده در بالا به عنوان حداقل‌ها مطرح می‌گردد و طراح می‌تواند با سلیقه خود نقشه‌ها را تکمیل‌تر کند و یا برای جلوگیری از شلوغی نقشه‌ها برخی از اطلاعات را به گزارش مربوطه منتقل نماید. در این صورت می‌باید در نقشه‌ها طی یادداشتی به گزارش مربوطه ارجاع داده شود.

اندازه نقشه‌ها می‌تواند A_1 ، A_2 یا A_3 باشد. با توجه به سهولت حمل و نقل و نگهداری آلبوم کوچک در کارگاه، اندازه A_3 ترجیح داده می‌شود.

مشخصات نقشه‌های ذکر شده در بالا به عنوان نقشه های اجرایی در مرحله دوم مطالعات ارائه می‌گردد. در مطالعات مرحله اول نیز نقشه‌های طرح تسطیح همانند نقشه‌های مرحله دوم خواهد بود با این تفاوت که طرح تسطیح تنها در مورد چند قطعه به عنوان مزرعه نمونه و برای برآورد هزینه تسطیح اراضی ارائه خواهد شد. نمونه نقشه‌های تسطیح اراضی شالیزارها در پیوست شماره ۱ ارائه شده است.

٦-٦-٥- مشخصات گزارش‌های طرح‌های تسطیح اراضی شالیزاری

چنانچه در نشریه ضوابط و مبانی تجهیز و نوسازی اراضی کشاورزی برای آبیاری ثقلی ذکر شده است، در مطالعات مرحله شناسایی و در مبحث تشریح گزینه‌های مختلف در مورد تسطیح اراضی، مناطق مورد نیاز تسطیح و مساحت تقریبی آن، نوع تسطیح مورد نیاز از نظر سبک و سنگین بودن و همچنین هزینه اجرایی تقریبی برآورد و ارائه می‌گردد. در این مرحله ارایه نقشه تسطیح اراضی مزرعه نمونه الزامی نیست. برآورد هزینه تسطیح می‌تواند از طرح‌های مشابه و بر اساس تجربه طراح صورت گیرد.

تسطیح اراضی در گزارش مرحله اول مطالعات باید شامل موارد زیر باشد:

۱. ذکر کلیاتی در مورد تسطیح اراضی و اهداف آن
۲. معین کردن نیاز یا عدم نیاز به تسطیح اراضی در مناطق مختلف طرح با مشخص کردن محدوده‌ها و مساحت‌های آنها
۳. تشریح چگونگی انتخاب مزرعه یا مزرعه‌های نمونه برای ارایه طرح تسطیح
۴. بررسی و تشریح نتایج طرح تسطیح مزرعه‌های نمونه و تعمیم آن به کل محدوده طرح
۵. برآورد هزینه تسطیح اراضی در محدوده طرح

گزارش طرح تسطیح شالیزارها در مرحله دوم مطالعات باید دست کم شامل موارد زیر باشد :

۱. خلاصه‌ای از مواردی که در گزارش‌های مرحله اول ارایه می‌گردد
۲. تشریح روش طراحی و مشخصات نرم‌افزار مورد استفاده و همچنین مبانی و فرضیات منظور شده در طراحی
۳. ذکر مشخصات کلی تسطیح اراضی در پروژه مورد نظر و نتایج طراحی و برآورد قیمت انجام یافته
۴. برآورد کمیت و کیفیت ماشین‌ها و نیروی انسانی و زمان لازم برای اجرای طرح تسطیح اراضی شالیزارها و همچنین ذکر محدودیت‌های زمانی در اجرای طرح از نظر شرایط جوی منطقه و وضعیت محصولات کاشته شده در آن
۵. تشریح عملیات تسطیح اراضی و ارائه توصیه‌های مناسب اجرایی
۶. تشریح چگونگی حفظ و نگهداری از تسطیح اراضی در دوره بهره‌برداری

بخش‌هایی از موارد ذکر شده در بالا می‌تواند در گزارش‌های مربوط به مشخصات فنی خصوصی و شرایط خصوصی پیمان و همچنین در دستورالعمل بهره‌برداری و نگهداری ارایه شود.

٦-٦-٦- بهره‌برداری و نگهداری تسطیح اراضی

با توجه به عملیات نسبتاً گسترده آماده‌سازی زمین که همه ساله در شالیزارها و اغلب در شرایط غرقابی قطعات زراعی انجام می‌گیرد، می‌توان گفت مسطح بودن قطعات حفظ و بهبود می‌یابد. لذا پس از اجرای طرح تسطیح و طی یک دوره زراعی و به خصوص اجرای عملیات تهیه و آماده کردن زمین، تسطیح اراضی تکمیل می‌گردد و با تکرار این عملیات به صورت مناسب در سال‌های متوالی، طرح تسطیح تکمیل و بهبود می‌یابد.

فصل ۷

نیازهای مطالعاتی

در مطالعات تجهیز و نوسازی مزارع شالیزاری اصل بر اینست که مطالعات امکان‌سنجی اولیه و امکان‌سنجی نهایی انجام شده و اطلاعات پایه مربوط به منابع اصلی یعنی آب و خاک، اقلیم و سایر عوامل ذیربط در توسعه بدست آمده باشد. در صورتیکه چنین نباشد و یا اینکه مطالعات بصورت ناقص انجام شده باشد لازم است مطالعات تکمیلی به شرح اولویت‌های ذکر شده در ذیل انجام شود.

۷-۱- مطالعات پایه

۷-۱-۱- مطالعات خاکشناسی

این مطالعات باید حداقل در سطح نیمه تفصیلی دقیق و بر اساس ضوابط موسسه تحقیقات خاک و آب انجام تا پتانسیل‌های توسعه اراضی معین و امکان اجرای سیستم‌های آبیاری ثقلی در محدوده مورد نظر سنجیده شود. توصیه می‌شود که تناسب اراضی (land suitability) برای کشت برنج نیز مورد بررسی قرار گیرد.

۷-۱-۲- مطالعات هواشناسی و هیدرولوژی

در این مطالعات پارامترهای هواشناسی نظیر درجه حرارت[۱]، رطوبت نسبی، سرعت باد، میزان تابش، بارندگی‌های با شدت، مدت و فراوانی‌های مختلف، ابرناکی و همچنین میزان آبدهی رودخانه‌ها و سیلاب‌های با دوره برگشت‌های مختلف در آبراهه‌های منتهی به تاسیسات زیربنایی مورد نظر در محدوده طرح مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته و نتایج آن در طراحی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۷-۱-۳- منابع آبهای سطحی و زیرزمینی

همانگونه که در بالا ذکر شد با استفاده از اطلاعات و آمار هواشناسی و هیدرولوژی، منابع آب‌های سطحی در محدوده طرح شناخته شده و بر اساس احتمالات مورد نظر، میزان این منابع در برنامه‌ریزی توسعه مورد استفاده قرار می‌گیرد. شناخت منابع آبهای زیرزمینی بعنوان منبع تکمیلی یا منبع اصلی (در مناطق با منابع آب‌های سطحی محدود و غیر قابل اتکاء) نیز بایستی قبل از اقدام به توسعه انجام شود. در این مطالعات ضمن شناخت منابع از دیدگاه کمی و کیفی، پتانسیل این منابع مورد ارزیابی قرار گرفته و نحوه تلفیق آن با آب‌های سطحی در دستور کار قرار می‌گیرد. دقت مطالعات به وجود آمار و اطلاعات و نتایج آزمایشات و اندازه‌گیری‌های انجام شده قبلی بستگی دارد. در هر حال بایستی اطلاعات کافی از هندسه آبخوان پارامترهای ورودی و خروجی و روند تغییرات مخزن بدست آید تا در تنظیم بیلان آبی آبخوان و برنامه‌ریزی توسعه بهره‌برداری از منابع آب (سطحی و زیرزمینی و تلفیق آن) مورد استفاده قرار گیرد. در این خصوص می‌توان به دستورالعمل‌ها و شرح آزمایش‌های و اندازه‌گیری‌ها و شرح خدمات مطالعات تهیه شده توسط استاندار صنعت آب و شرح خدمات تهیه شده توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و وزارت نیرو مراجعه نمود.

---

[۱]- در زراعت برنج، دمای هوا و آب مورد استفاده در آبیاری در ماههای مختلف باید اندازه‌گیری شده و مورد تفسیر قرار گیرد.

۷-۱-٤- مطالعات زمین شناسی عمومی

برای شناخت عمومی تشکیلات زمین‌شناختی، گسل‌ها، و سازندهای موجود در ساختگاه‌ها و تاسیسات آبی مهم توصیه می‌شود.

۷-۱-٥- مطالعات قبلی

جمع‌آوری مدارک موجود و گزارشات مطالعات انجام شده در منطقه که به نحوی با مطالعات توسعه کشاورزی مرتبط می‌باشد، انجام خواهد شد.

۷-۱-٦- مطالعات وضع موجود

این مطالعات شامل موارد زیر است:

- وضع موجود کشاورزی و دامپروری
- وضع موجود آبیاری
- وضع موجود اقتصادی و اجتماعی و نظام‌های بهره‌برداری
- وضع موجود حرف روستایی و صنایع وابسته به کشاورزی

۷-۲- مطالعات شبکه آبیاری و زهکشی (طرح توسعه)

مطالعات شبکه آبیاری و زهکشی (تجهیز و نوسازی مزارع) شامل گروهی از فعالیت‌ها می‌باشد که بصورت خلاصه می‌توان به شرح ذیل طبقه‌بندی نمود:

۷-۲-۱- آماده‌سازی مقدمات انجام مطالعات

- برنامه‌ریزی انجام مطالعات شامل: مذاکرات با کارفرما و شناخت نیازها و اولویت‌های طرح
- جمع‌آوری آمار و اطلاعات، مدارک، نقشه‌ها و گزارشات موجود
- بررسی مدارک و آمار و اطلاعات و نقشه‌ها و گزارشات جمع آوری شده و ارزیابی دقت، صحت و کفایت آنها و نیاز به تکمیل آنها

همانگونه که اشاره شد، آمار و اطلاعات، نقشه‌ها و گزارش‌ها و مستندات طرح پس از بررسی و تجزیه و تحلیل مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و نتایج حاصل به کارفرما گزارش می‌گردد. در گزارش ارایه شده کفایت اسناد و مدارک موجود و یا نواقص احتمالی مورد تاکید قرار گرفته و نظر کارفرما را برای تایید نتایج و یا انجام مطالعات تکمیلی جلب می‌نماید.

۷-۲-۲- تهیه گزارش مبانی طراحی

در این گزارش مبانی طراحی اجزای شبکه شامل مبانی طراحی جاده‌های دسترسی و سرویس مزارع، مبانی طراحی هیدرولیکی کانال‌ها، زهکش‌ها، ابنیه فنی و مبانی انتخاب سازه‌های هیدرومکانیکی، مبانی طرح تسطیح و قطعه‌بندی اراضی و نامگذاری قطعات زراعی، تعیین مسیر کانال‌ها و زهکش‌ها، نحوه نامگذاری کانال‌ها و زهکش‌ها، نحوه تهیه پلان، پروفیل مقاطع عرضی کانال‌ها، زهکش‌ها و ابنیه فنی و کلیه اجزای شبکه که نیاز به طراحی دارند ارائه می‌شود. کارفرما با بررسی این گزارش نظرات فنی خود را اعلام و در صورت نیاز مواردی که باید اصلاح یا تغییر یابند مورد بررسی مجدد قرار گرفته و مطابق نظرات کارفرما اصلاح خواهد شد. این گزارش مبنای طراحی قرار گرفته و بر اساس آن نقشه‌های اجرایی تهیه خواهد شد.

۷-۲-۳- طراحی شبکه آبیاری و زهکشی

- طرح تسطیح و قطعه‌بندی اراضی (جزئیات در بخش تسطیح اراضی شالیزاری- آورده شده است)
- طراحی کانال‌ها و زهکش‌ها مطابق ضوابط و مبانی طراحی تهیه و ارائه شده در گزارش مبانی طراحی و همچنین ضوابط و استانداردهای موجود داخلی و بین‌المللی که رعایت آنها الزامی است.
- طراحی ابنیه فنی مورد نیاز برای آبگیری، انتقال و توزیع آب و کنترل‌های لازم در ایجاد سطح آب ثابت و کنترل شیب و ابنیه فنی اندازه‌گیری میزان آب دریافتی و تحویلی و تاسیسات ایمنی در مسیر و انتهای کانال‌ها و بالاخره ابنیه فنی تقاطعی کانال‌ها، جاده‌ها و زهکش‌ها و غیره مطابق با ضوابط و مبانی هیدرولیکی معتبر و ارایه شده در گزارش مبانی طراحی

۷-۲-٤- تهیه اسناد مناقصه

- نقشه‌های اجرایی به تعداد نسخ مورد توافق با کارفرما
- فهرست مقادیر و آحاد بها
- مشخصات فنی عمومی
- مشخصات فنی خصوصی
- اسناد پیمان و شرایط عمومی پیمان (شامل بخشنامه‌ها و دستورالعمل‌ها و تصویب نامه‌ها و مواد قانونی. ..)
- سایر اسناد مناقصه شامل: دعوتنامه شرکت در مناقصه، شرایط مناقصه، برگ پیشنهاد قیمت، فرم بیمه‌نامه همراه با مشخصات آن قسمت از پیمان که باید بیمه شود، فرم‌های ضمانتنامه‌ها، پیمان طبق فرم، تعهدنامه ها.

۷-۲-۵- گزارش نهایی

این گزارش باید دست کم شامل موارد زیر باشد:

- خلاصه‌ای از سوابق طرح و عملیات انجام شده تا زمان ارایه گزارش

- اهداف طرح و شرح خدمات مطالعات
- مشخصات کلی طرح (اقلیم، مشخصات جغرافیایی، منابع آب و خاک، وضع موجود کشاورزی و طرح توسعه با استفاده از نتایج مطالعات مرحله اول یا مطالعات تکمیلی مرحله دوم) .
- خصوصیات شبکه آبیاری و زهکشی درجه ۳ و ۴ شامل:

♦ مبانی طراحی شبکه توزیع، محدوده اراضی، روش توزیع آب، روش آبیاری، هیدرومدول مزرعه، ظرفیت طراحی آبگیرها و کانال‌ها و مدول زهکشی و ظرفیت طراحی زهکش‌ها

♦ مشخصات طراحی شبکه کانال‌های درجه ۳ و ۴ آبیاری و زهکشی شامل: پلان شبکه و مساحت تحت پوشش کانال‌ها، نام کانال‌های تغذیه کننده شبکه ۳ و ۴، خصوصیات جاده‌های دسترسی و سرویس، مقاطع عرضی کانال‌ها و زهکش‌ها، جاده‌ها و دلایل انتخاب آنها

♦ ضوابط طراحی هیدرولیکی شبکه کانال‌ها و زهکش‌ها و ابنیه فنی و دریچه‌های مربوطه، سیفون‌های تخلیه اضطراری، چپ آبها، ساختمان‌های کنترل شیب، ابنیه فنی تقاطعی، پل‌های ماشین‌رو و عابر پیاده، زیرگذرها و روگذرهای انهار سنتی و زهکش‌ها و جاده ها.

♦ ضوابط طراحی سازه‌ای شبکه شامل: شیب خاکبرداری‌ها و خاکریزی‌ها، ضوابط طراحی شیب بدنه کانال‌ها و زهکش‌ها، پایداری ابنیه در شرایط مختلف بارگذاری، ضوابط طراحی انواع درزهای انبساط و انقباض، ضوابط طراحی و مشخصات سیستم زهکشی، ابنیه فنی و سایر موارد .

۷-۲-٦- دستورالعمل بهره‌برداری و نگهداری شبکه و ابنیه فنی

این گزارش باید مشتمل بر موارد زیر باشد:

- دستورالعمل بهره‌برداری از شبکه توزیع و تاسیسات آبی احداث شده بر مبنای نقشه‌های اجرایی و یا نقشه‌های همچون ساخت (As built) بویژه تاسیسات هیدرولیکی و هیدرومکانیکی همراه بالیست تجهیزات و ماشین‌های مورد نیاز برای بهره‌برداری.
- دستورالعمل نحوه بازدید و بررسی از تمامی تاسیسات و تجهیزات شبکه توزیع اعم از شبکه کانال‌ها و زهکش‌ها، ابنیه فنی و تجهیزات مورد استفاده در شبکه
- دستورالعمل نحوه و زمان مانور دریچه‌ها و تجهیزات هیدرومکانیکی و هیدروالکتریکی و سایر تجهیزات مورد استفاده در طرح و همچنین نحوه سرویس آنها شامل روغن کاری، زنگ‌زدایی، رنگ‌آمیزی و زمان تعویض قطعات به همراه کلیه کاتالوگ‌ها، بروشورها و دستورالعمل‌های کارخانه‌های سازنده
- تهیه دستورالعمل ارزیابی دوره‌ای از عملکرد کلیه اجزای پروژه در مقاطع زمانی ماهانه، دوره‌ای و سالانه

۷-۲-۷- تهیه گزارش تشکیلات سازمانی دستگاه بهره‌بردار

این گزارش دست‌کم شامل موارد زیر خواهد بود:

- نمودار تشکیلاتی
- پرسنل بهره‌برداری و نگهداری
- شرح وظایف تشکیلات بهره‌بردار و پرسنل آن
- خدمات آموزشی مورد نیاز در ابتدا و در طول دوره بهره‌برداری
- برآورد هزینه سالانه بهره‌برداری و نگهداری
- فرم و نحوه تهیه گزارش‌های ماهانه، دوره‌ای و سالانه (ضوابط تهیه گزارش‌های فنی دوره‌ای و سالانه بهره‌برداری).

فصل ۸

خدمات کارفرمایی مورد نیاز

تعهدات کارفرمایی در واقع مطالعات پایه مورد نیاز در مطالعات آبیاری را شامل می‌گردد که با هزینه کارفرما و توسط همان مشاور مطالعات آبیاری و یا مشاور یا مشاوران دیگر و ترجیحاً قبل از مطالعات آبیاری و در صورت لزوم به موازات هم و در قالب یک برنامه زمانبندی مناسب انجام می گیرد.

در مطالعات مرحله اول شبکه‌های آبیاری و زهکشی، مطالعات شبکه فرعی نیز به صورت مزرعه یا مزارع نمونه انجام می‌شود و می‌توان گفت مطالعات شبکه فرعی به طور مستقل فاقد مطالعات مرحله اول است.

اگر در مطالعات مرحله اول شبکه‌های اصلی در مورد شبکه‌های فرعی نواقصی مشاهده شود و یا در اثر فاصله زمانی طولانی، به روز کردن مطالعات لازم باشد، ممکن است مطالعات مرحله اول تکمیلی در مورد شکبه فرعی آبیاری و زهکشی لازم باشد.

در هر حال برای انجام مطالعات مرحله اول و دوم پروژه‌های آبیاری و زهکشی در سطح مزارع اطلاعات و نقشه‌های پایه مورد نیاز است که از آن جمله می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- مطالعات خاکشناسی و نقشه خاک
- مطالعات آبهای زیرزمینی
- نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس مناسب و تعیین حدود مالکیت‌های اراضی (نقشه کاداستر)
- عکس‌های هوایی

۸-۱- مطالعات خاکشناسی

خاک به عنوان بستر رویش دانه‌ها و نگهدارنده ساقه و تنه گیاهان و تغذیه آنها اصلی‌ترین موضوعی است که باید مورد توجه خاص قرار گیرد. بمنظور اخذ نتایج مناسب، بررسی‌ها و تجربیات حاصل از تحقیقات و پژوهش‌ها در موسسات معتبر داخلی و خارجی مورد استفاده قرار خواهد گرفت. لازم بذکر است این مطالعات معمولاً در مرحله یک (امکان‌سنجی) انجام می‌گیرد ولی در صورتیکه به دلایلی این کار انجام نشده باشد و یا مطالعات قدیمی و بیش از ۳۰ سال از عمر آن گذشته باشد، برای شناخت وضعیت خاک باید مطالعات لازم انجام شود. متأسفانه دستورالعمل ویژه‌ای برای مطالعات خاکشناسی اراضی شالیزاری تاکنون در ایران تهیه نشده است. بنابراین، در اینجا ضمن اینکه به موارد کلی مربوط به خاکشناسی اشاره می‌شود، ضرورت مطالعات تناسب اراضی برای کشت برنج توصیه می‌شود. مواردی که در مطالعات عمومی خاکشناسی[1] باید مطالعه و نتایج آن در اختیار گروه طرح قرار گیرد عبارتند از:

طبقه‌بندی اراضی: برای طبقه‌بندی اراضی دیدگاه‌های مختلفی به شرح ذیل مطرح می‌باشد:

- طبقه‌بندی بر اساس مشخصات جغرافیایی
- طبقه‌بندی بر اساس ویژگی‌های ذاتی خاک
- طبقه‌بندی بر اساس پتانسیل‌های کاربری اراضی
- طبقه بندی بر اساس کاربری‌های پیشنهاد شده

۱- شرح خدمات مطالعات توسط موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه و منتشر گردیده است.

- طبقه‌بندی بر اساس طرح‌های اجرایی

در طرح‌های تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری، طبقه‌بندی خاک بر اساس دیدگاه اجرایی مدنظر بوده و اقدامات بر این مبنا انجام می‌گیرد. در این طبقه‌بندی باید به مواردی نظیر:

- مسایل فیزیکو شیمیایی خاک
- وجود لایه‌های محدود کننده در منطقه توسعه ریشه‌ها یا زیر این منطقه
- وجود مسایل زهکشی و ماندابی بودن اراضی
- وجود عوارض سطحی و مسایل تسطیح اراضی

و بالاخره مواردی نظیر مسایل اجتماعی (حدود مالکیت‌ها) که از حیطه مطالعات خاکشناسی خارج است، توجه گردد.

برای بررسی مسایل فوق باید به شرح ذیل اقدام شود:

- تعیین خصوصیات فیزیکی و مورفولوژیکی خاک با حفر پروفیل و تهیه و ثبت اطلاعات مربوطه در فرمهای مخصوص .
- حفر پروفیل به ابعاد ۱/۵ ×۱×۲ متر که در آن ۲ طول چاله، ۱ عرض چاله و ۱/۵ عمق چاله متناسب با عمق محدوده توسعه ریشه‌ها می‌باشد.

چاله باید به گونه‌ای حفر شود که بدنه مورد مطالعه صاف و در مقابل نور خورشید قرار گیرد. تعداد چاله‌ها به تناسب سطح اراضی و مقیاس مطالعات متفاوت بوده و در هر واحد اراضی از ۱۰ تا ۱۶۰ مورد پروفیل و مته حفر و مورد بررسی قرار می‌گیرد. ضوابط پراکنش کمی پروفیل‌های خاک در جدول ۸-۱ آورده شده است.

جدول ۸-۱- ضوابط[1] پراکنش کمی پروفیل‌های خاک در مطالعات خاکشناسی

نوع مطالعه	مقیاس نقشه	تعداد پروفیل و مته[2] در هر هزار هکتار
اجمالی	۱:۱۰۰،۰۰۰	۲ پروفیل
نیمه تفصیلی	۱:۵۰،۰۰۰	۱۰ پروفیل و ۱۰ مته
نیمه تفصیلی دقیق	۱:۲۰،۰۰۰	۲۰ پروفیل و ۲۰ مته
تفصیلی	۱:۱۰،۰۰۰	۴۰ پروفیل و ۴۰ مته
تفصیلی دقیق	۱:۵۰۰۰	۱۶۰ پروفیل و ۱۶۰ مته

[1]- بر اساس مصوبه ۲۸۶۵-۵۱۰/۸/۴۵۷۸/۲۲ مورخ ۷۱/۹/۲۹ وزارت کشاورزی تعداد پروفیل و مته با توجه به تنوع کیفی و تعداد واحدهای اراضی با نظر کارشناس مطالعات خاکشناسی انتخاب خواهد شد . در تجهیز و نوسازی مزارع شالیزاری مطالعات خاکشناسی مناسب نیمه تفصیلی دقیق و یا تفصیلی می‌باشد ولی در صورتیکه نیاز به دقت بالا و کسب اطلاعات کافی از شرایط فیزیکوشیمیایی خاک باشد مطالعات تفصیلی دقیق در دستور کار قرار خواهد گرفت. این مطالعات باید تناسب خاک و اراضی را نیز در برگیرد.

[2] مته‌ها تا عمق ۳ متری برای تعیین خصوصیات و لایه بندی خاک حفر می‌شوند.

- برداشت اطلاعات از پروفیل‌ها و مته‌ها و تشریح ثبت این اطلاعات در فرمهای مخصوص تشریح که مطابق با استانداردهای موسسه تحقیقات خاک و آب (نشریه شماره ۷۵۸) تهیه شده است.
- ثبت خصوصیات ظاهری اراضی در فرم مخصوص مربوطه.

این ویژگی‌ها نیز از اطلاعات پروفیل و مته‌ها و اراضی اطراف آن جمع آوری و در این فرم ثبت می‌شود.

- تهیه نمونه‌ها برای ارسال به آزمایشگاه

در هنگام تشریح پروفیل‌ها بایستی از کلیه لایه‌ها که دارای ویژگی‌های مورفولوژیکی متفاوتی هستند نمونه خاک تهیه شود. نمونه مورد نظر باید از قسمت‌های مختلف سطح لایه مورد مطالعه بگونه‌ای تهیه شود که نماینده آن لایه باشد. وزن این نمونه باید بین ۱ تا ۲ کیلوگرم باشد و در داخل کیسه مخصوص قرار داده شده و اطلاعات مربوطه در کارت مشخصات آن ثبت و به کیسه الصاق گردد. این اطلاعات شامل: شماره پروفیل، عمق لایه، شماره لایه، تاریخ تهیه نمونه و نام خود تهیه کننده نمونه، و لیست آزمایش‌ها لازم می‌باشد.

- انجام آزمایش‌های نفوذپذیری خاک

این آزمایش‌ها که با برداشت نمونه توسط حلقه‌های مخصوص و ارسال آنها به آزمایشگاه عملی می‌گردد. لازم بذکر است برای کاربردهای عملی‌تر بهتر است آزمایشات نفوذپذیری خاک سطحی با روش استوانه‌های مضاعف در واحدهای اراضی و در موقعیت‌های جغرافیایی مختلف در سطح مزرعه انجام گردد. آب مورد استفاده در این آزمایش‌ها باید از آبی باشد که در آینده قرار است از آن برای آبیاری استفاده گردد.

- انجام آزمایش‌های شیمیایی و فیزیکی خاک

آزمایش‌ها در آزمایشگاه به دو منظور انجام می‌شوند:

الف– کنترل خصوصیات و ویژگی‌های خاک که در عملیات صحرایی مشخص شده است.

ب– شناسایی پارامترها و خصوصیات خاک که برای طبقه‌بندی خاک، طبقه‌بندی اراضی و بالاخره تناسب اراضی ضرورت دارند.

پارامترهای مورد اندازه‌گیری در تجزیه خاک عبارتند از:

- قابلیت هدایت الکتریکی $EC\times10^{-3}$
- اسیدیته خاک pH
- بافت خاک Soil Texture
- کربن آلی C
- درصد اشباع خاک SP
- مواد خنثی شونده (برای تعیین میزان کربنات کلسیم خاک)
- تراکم گچ
- میزان آنیون‌ها و کاتیون ها

- درصد سدیم قابل تبادل ESP
- میزان ازت، فسفر و پتاس
- میزان کاتیون‌های قابل تبادل CEC
- نسبت جذب سدیم SAR

همچنین برخی پارامترهای دیگر که در محاسبات آبیاری مورد استفاده قرار خواهند گرفت نظیر:

- قابلیت نفوذ
- میزان درصد رطوبت در حد ظرفیت مزرعه FC و نقطه پژمردگی WP
- وزن مخصوص ظاهری و حقیقی خاک (با استفاده از نمونه‌های دست نخورده).
- آزمایش‌های فوق بر اساس دستورالعمل‌های موسسه تحقیقات خاک و آب که در نشریه شماره ۱۶۸ درج گردیده است انجام می‌گردد.
- بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی

بررسی نوسانات آب زیرزمینی ممکن است بدلیل پست بودن اراضی و یا حضور لایه‌های غیرقابل نفوذ در اعماق نزدیک به منطقه توسعه ریشه‌ها باشد. بنابراین لازم است این موضوع با حفر و نصب چاهک‌های مشاهداتی و پیزومترها روشن شود.

با انجام این مطالعات که جزئیات آن در دستورالعمل‌های مطالعات زهکشی آورده شده است اطلاعات مورد نیاز برای طبقه‌بندی اراضی بدست می‌آید.

- طبقه‌بندی خاک و طبقه‌بندی اراضی

برای طبقه‌بندی انواع خاک از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود و در حال حاضر در کشور ما از روش طبقه‌بندی آمریکایی جدید که در واقع روش تاکسونومی تجدید نظر شده می‌باشد و به Key to Soil Taxonomy, ۱۹۹۸ معروف است استفاده می‌شود. در این روش که بر مبنای افق‌های مشخصه و رژیم حرارتی و رطوبتی خاک صورت می‌گیرد، طبقه‌بندی انواع خاک از «رده» شروع و تا «حالت» ادامه می‌یابد.

حالت ← سری ← فامیلی ← تحت گروه ← گروه بزرگ ← زیر رده ← رده

طبقه‌بندی اراضی به منظور تعیین ارزش اراضی از نظر آبیاری به روش ثقلی با در نظر گرفتن عوامل و محدودیت‌های خاک بر اساس راهنمای طبقه‌بندی اراضی ایران (نشریه ۲۰۵ موسسه تحقیقات خاک و آب) انجام می‌شود، و در آن پارامترهایی از قبیل قابلیت نفوذ، بافت خاک سطحی، میزان سنگریزه سطحی و عمقی، عمق موثر خاک، میزان شوری و قلیاییت و نوع لایه محدوده کننده و همچنین عواملی نظیر شیب، پستی و بلندی، فرسایش، سیل گیری، سطح آب زیرزمینی و وضعیت زهکشی اراضی در نظر گرفته می‌شود. مجموعه عوامل فوق معمولاً در چهار گروه عوامل و محدودیت‌های جنس خاک، شوری و قلیاییت، شیب و پستی و بلندی، مسایل ماندابی و زهکشی دسته‌بندی می‌شوند. بر این اساس خاک به شش کلاس تقسیم‌بندی می‌شود که کلاس‌های III,

I ,II قابل آبیاری (خیلی خوب، خوب و متوسط) و اراضی درجه IV در شرایط خاصی قابل آبیاری و اراضی درجه V دارای قابلیت آبیاری مشکوک و درجه VI در حال حاضر قابل آبیاری نخواهد بود و یا کشاورزی در آن مقرون به صرفه نمی باشد.

در این طبقه‌بندی هر محدودیتی که از شدت بیشتری برخوردار باشد، تعیین کننده نوع کلاس و تحت کلاس اراضی است. بجز کلاس I که بدون محدودیت می‌باشد، بقیه کلاس‌ها بر حسب محدودیتی که دارند به چند تحت کلاس به شرح زیر تقسیم می‌شوند:

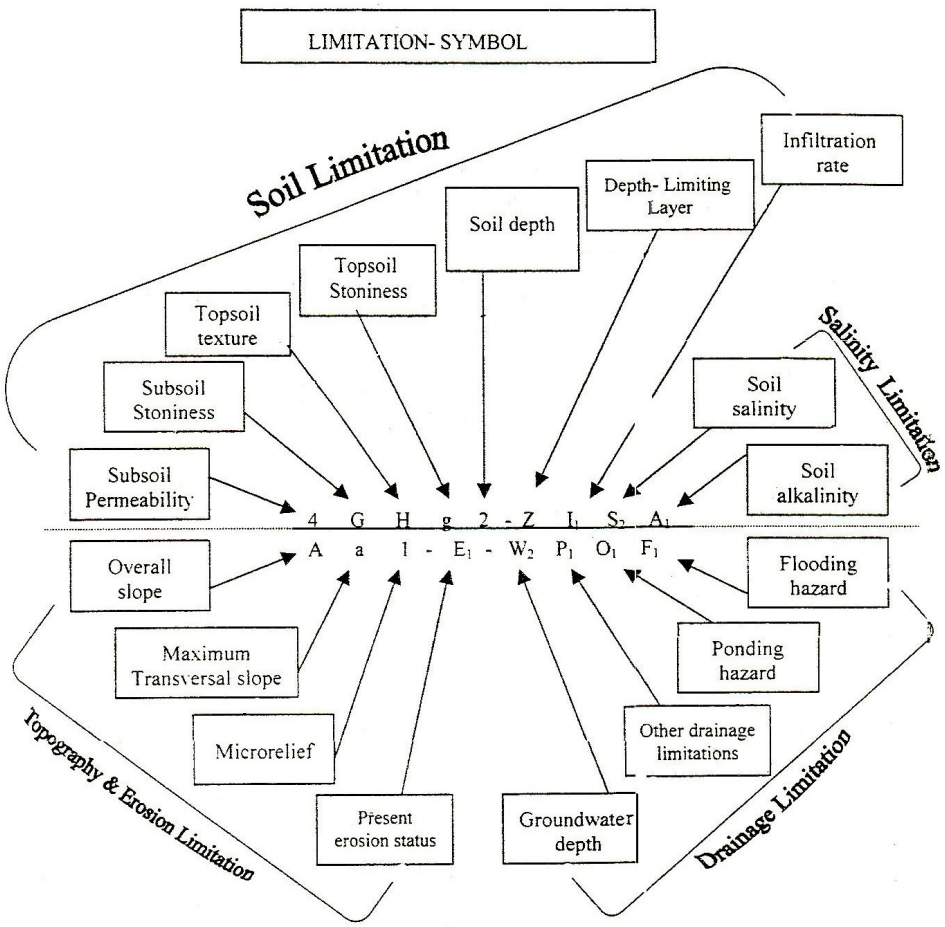
A: معرف محدودیت خاک از نظر شوری و قلیاییت

S: معرف محدودیت خاک از لحاظ جنس خاک (بافت، قابلیت نفوذ، عمق موثر و غیره)

T: معرف محدودیت خاک از لحاظ شیب، پستی و بلندی و فرسایش

W: معرف محدودیت خاک از لحاظ مسایل ماندابی، زهکشی و سیل گیری اراضی

مثلاً خاک A III خاکی است با کلاس III که دارای محدودیت‌های نسبتاً زیاد شوری و قلیاییت می‌باشد. نمودار ۸-۱ فرمول علامت محدودیت‌های خاک به منظور طبقه‌بندی اراضی برای آبیاری سطحی را نشان می‌دهد.



نمودار ۸-۱-فرمول علامت محدودیت‌های خاک به منظور طبقه‌بندی اراضی برای آبیاری سطحی

به طور کلی می‌توان گفت: مطالعات خاکشناسی بایستی مجموعه سوالات موجود در زمینه قابلیت‌ها و محدودیت‌های اراضی به منظور کاربری زراعی را جواب دهد. به عبارت دیگر راهکارهای مقابله با سیلگیری اراضی، زهدار و ماندابی شدن اراضی، اصلاح شیب و پستی و بلندی اراضی با استفاده از عملیات تسطیح و امکان یکپارچه‌سازی آنها باید از نتایج مطالعات حاصل گردد.

توجه: مطالب فوق با این پیشینه تدوین شده است که موضوع تناسب اراضی برای اراضی دایر که تحت کشت می‌باشند مسئله‌ای حل شده می‌باشد. بعبارت دیگر کاربری زراعی بصورت تجربی برای خاک‌های مورد نظر مورد تائید واقع شده است. در غیر اینصورت با استفاده از روش‌های متداولی که در نشریات موسسه تحقیقات خاک و آب ارائه شده است باید به طبقه‌بندی تناسب اراضی و قابلیت آن پرداخت. این نشریات با شماره‌های ۲۱۲ و ۲۰۵ در دسترس می‌باشند. در اینجا موکداً یادآوری می‌شود که با توجه به ویژگی‌های انحصاری خاک مورد نیاز شالیزارها، ممکن است مطالعات خاکشناسی عمومی نتواند پاسخگوی نیاز باشد. از این رو لازم است که مطالعات تناسب اراضی برای کشت برنج بصورت اختصاصی انجام شود.

۸-۲- مطالعات آبهای زیرزمینی

بررسی وضعیت منابع آبهای زیرزمینی معمولاً در مطالعات مرحله اول (توجیهی) عملی می‌گردد، ولی در صورتیکه در یک پروژه این گزارش تهیه نشده باشد و قرار بر این باشد که از منابع آب زیرزمینی نیز استفاده شود، توسعه شبکه آبیاری و زهکشی و کشاورزی امکان‌پذیر نخواهد بود. با توضیحات فوق، انجام مطالعات منابع آبهای زیرزمینی بعنوان یک گام ابتدایی بایستی متضمن تامین اطلاعات زیر باشد:

۱- میزان آب قابل استحصال از آب زیرزمینی چقدر است و تغییرات ماهانه و سالانه آن چگونه است و روند تغییرات ذخیره آبخوان مثبت است یا منفی؟

۲- کیفیت منابع آب زیرزمینی از جنبه‌های مختلف بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی چگونه است؟ و آیا اصولاً استفاده از این منابع برای کشاورزی و سایر مصارف جنبی منطقی است یا نه؟

۳- مختصات نقاط مناسب برای حفر چاه‌های جدید

۴- نحوه بهره برداری از منابع آبهای زیرزمینی و تلفیق آن با آبهای سطحی و دستورالعمل‌های ویژه و در صورت نیاز تهیه مدل ریاضی

۵- چگونگی حفاظت و توسعه سفره با اقداماتی نظیر تغذیه آبخوان، کنترل جریان‌های آلوده و جلوگیری از ورود اینگونه جریانها به آبخوان

۶- تعیین حد سفره‌های آب شور و شیرین و روند تغییرات این مرزها

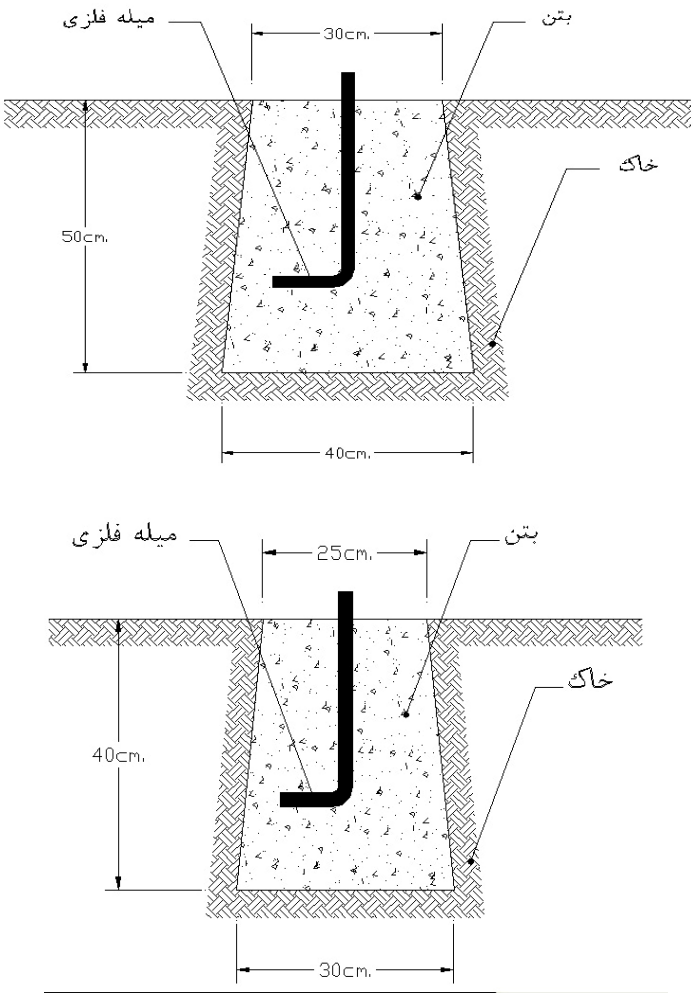
شرح خدمات مطالعات آبهای زیرزمینی در فهرست خدمات مرحله یک طرح‌های آبیاری و زهکشی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی درج و ارایه گردیده است.

۸-۳- تهیه نقشه‌های توپوگرافی

وجود نقشه توپوگرافی با مقیاس مناسب برای تهیه طرحهای اجرایی تسطیح و یکپارچه‌سازی و تعیین مسیر کانال‌ها، زهکش‌ها، جاده‌های دسترسی و سرویس و نقاط مناسب برای ابنیه فنی شبکه ضرورت دارد. در پروژه‌های تجهیز و نوسازی مزارع شالیزاری برای تهیه نقشه به صورت زیر عمل خواهد شد:

- در مطالعات مرحله اول محدوده مزارع روی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۰،۰۰۰ یا ۱:۱۰،۰۰۰ مشخص شده است. این محدوده‌ها با در نظر گرفتن حاشیه اضافی در اطراف آنها مبنای کار نقشه‌برداری خواهد بود.
- محدوده منطقه طرح توسط مهندس مشاور طراح یا نماینده کارفرما روی زمین مشخص شده و توسط علامتگذاری با کپه خاک یا کوبیدن میله پرچم و یا میخ کوبی (میخ‌های رنگ شده) به گروه نقشه بردار تحویل می‌شود.
- در محل‌های مناسبی که امکان تخریب یا جابجایی و تغییرات در آنها وجود نداشته باشد نقاط نشانه یا Bench Mark نصب شده و مشخصات جغرافیایی آن شامل طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا در برگ مربوط به هر نقطه ثبت می‌گردد.

لازم بذکر است این نقاط در واقع رئوس شبکه‌های پیمایش اصلی و فرعی خواهند بود. ابعاد و اندازه‌های این نقاط مطابق شکل‌های زیر است:



شکل ۸-۱- نقاط نشانه شبکه پیمایش

ضمناً نقاط نشانه باید به یک الی دو نقطه نشانه سراسری که در نزدیکترین فاصله ممکن توسط سازمان نقشه‌برداری کشور نصب شده است مرتبط گردد.

- مقیاس مناسب برای نقشه‌های توپوگرافی در تهیه پلان شبکه کانال‌ها و زهکش‌ها و محل تاسیسات به شرح زیر است:

♦ نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰ با خطوط تراز ۰/۵ متری (یا ۰/۲۵ متری در آن دسته اراضی که شیب کلی کمتر از ۰/۵ در هزار باشد) برای شبکه‌های با مساحت حدود ده هزار هکتار و کمتر.

♦ نقشه توپوگرافی ۱:۲۰۰۰ یا ۱:۲۵۰۰ با خطوط تراز ۰/۵ یا ۰/۲۵ متری (بر حسب نیاز) در مواردی که قطعات اراضی تحت تملک زارعین کوچک باشد.

- پلان تاکئومتری با مقیاس ۱:۵۰۰ یا ۱:۱۰۰۰ و یا ۱:۲۰۰۰ با خطوط تراز ۰/۵ و یا ۰/۲۵ متری بسته به شیب منطقه از محل تاسیسات ذخیره آب (آب بندان)
- پلان تاکئومتری نواری به عرض ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر از هر طرف محور نهرهای بزرگ (ظرفیت نهر بیش از ده مترمکعب در ثانیه و یا در مواردی که شیب تند و در حدود یک درصد باشد).
- پلان تاکئومتری با مقیاسهای ۱:۵۰۰ یا ۱:۱۰۰۰ یا ۱:۲۰۰۰ بسته به مورد و اهمیت از محل تاسیسات مهم نظیر: سد انحرافی، تاسیسات آبگیری و رسوبگیری، پل‌ها و سیفون‌های بزرگ، ایستگاه‌های پمپاژ و محل سایر تاسیسات طرح
- تبصره: در شبکه‌های آبیاری کوچک (کمتر از ۵۰۰۰ هکتار) بهتر است بجای تهیه نقشه از روی عکس‌های هوایی، از نقشه برداری زمینی استفاده شود.
- تهیه پروفیلهای طولی و عرضی از مسیر کانال‌ها، زهکش‌ها و لوله‌ها با مقیاس افقی ۱:۱۰۰۰ و قائم ۱:۱۰۰ و یا مقیاس افقی ۱:۵۰۰ و قائم ۱:۵۰
- تهیه نقشه حدود مالکیت‌ها (کاداستر) با استفاده از نقشه‌های ۱:۲۰۰۰ یا ۱:۲۵۰۰ و ۱:۵۰۰۰. در این نقشه‌ها بایستی حدود اربعه ملک، ابعاد قطعات، نام مالک، مساحت قطعه و نام مالکین اراضی همسایه واقع در اطراف قطعه مورد نظر قید گردد و به تایید مراجع ذیصلاح نظیر شورای اسلامی روستا (شهر) برسد. ضمناً لازم است برای هر قطعه یک برگ ویژه اختصاص یافته و اطلاعات فوق در آن قید و تاییدیه مراجع ذیصلاح روی آن برگ ثبت شود.
- نقشه کاربری فعلی اراضی Persent Landuse Map نیز از نقشه هایی است که می‌توان همزمان با نقشه کاداستر نسبت به تهیه آن اقدام نمود. لازم بذکر است در صورتی که تنوع کاربری زیاد نباشد، این نقشه را می‌توان با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی مقیاس کوچکتر نیز تهیه نمود (۱:۵۰۰۰، ۱:۱۰،۰۰۰ و یا حتی ۱:۲۰،۰۰۰). در این نقشه‌ها باید حدود اراضی زیر کشت آبی، دیم، آیش، باغات، نوع کشت، اراضی بایر، برکه ها، آب بندانها، مسیر انهار، مراتع، بیشه‌زارها، واحدهای دامداری، کشاورزی، صنعتی و سایر مستحدثات واقع در محدوده پروژه (با استفاده از آخرین عکسهای هوایی موجود و بازدیدهای صحرایی) قید گردد.
- برای ارائه پلان عمومی شبکه بر روی یک برگ لازم است نقشه بردار با استفاده از اطلاعات نقشه‌های ۱:۲۰۰۰، ۱:۲۵۰۰ و یا ۱:۵۰۰۰ تهیه شده، یک نقشه با مقیاس ۱:۱۰،۰۰۰ یا ۱:۲۰،۰۰۰ به تناسب مساحت محدوده طرح تهیه و ارائه نماید، بنحوی که کل محدوده طرح در آن قابل مشاهده باشد.

تبصره: نقشه‌های تهیه شده در مقیاسهای ۱:۲۰۰۰، ۱:۲۵۰۰، ۱:۵۰۰۰، ۱:۱۰،۰۰۰ و یا ۱:۲۰،۰۰۰ باید بر مبنای شبکه مختصات U.T.M باشد.

۸-٤- نحوه انجام عملیات برداشت

- برای انجام عملیات برداشت همانطور که در بند ۳ بدان اشاره شد باید شبکه پیمایش ایجاد گردد. شبکه پیمایش در واقع یک چند ضلعی خواهد بود که اضلاع آن به طول یک الی ۱/۵ کیلومتر و تعداد اضلاع تا ۱۰ مورد بصورت رفت پیش‌بینی می‌گردد و به ازای هر پیمایش رفت، یک پیمایش برگشت به اضلاع ۲ تا ۶ کیلومتر در نظر گرفته می‌شود به طوری که هر پیمایش رفت با یک پیمایش برگشت مربوط به خود به صورت یک پیمایش بسته قابل محاسبه و کنترل باشد. این پیمایش‌ها به صورت متوالی تا انتهای مسیر پیش‌بینی می‌شوند به صورتی که هر دو پیمایش مجاور دارای یک ضلع مشترک باشند.

تبصره ۱: در شناسایی و تعیین رئوس پیمایش رفت و برگشت باید سعی شود که طول اضلاع با هم متناسب بوده و اختلاف زیادی با هم نداشته باشند.

تبصره ۲:در مواردی که در منطقه، نقاط مسطحاتی با مشخصات قابل قبول در فواصل حدود ۲ تا ۱۰ کیلومتری وجود داشته باشد می‌توان از آنها استفاده نمود و از پیمایش برگشت صرفنظر نمود.

- پس از ایجاد شبکه پیمایش اصلی، بین رئوس پیمایش‌های فوق پیمایش‌های فرعی به منظور برداشت جزییات به اضلاع حدود ۳۰۰ متر در دشت، ۲۵۰ متر در تپه ماهور و ۲۰۰ متر در مناطق کوهستانی در محل‌های مناسب نزدیک به محور مسیر و متکی به رئوس پیمایش اصلی ایجاد می‌گردد.
- رئوس شبکه پیمایش اصلی رفت و برگشت با بتن گذاری تعیین و با کپه کردن سنگ به ارتفاع حدود ۷۰ سانتیمتر مشخص خواهد شد.

تبصره ۳: در مناطق سنگی می‌توان بجای کار گذاشتن بتن علامت +، Δ و یا (۰) روی سنگ ریشه دار یا صخره حک نمود که در این صورت وزن سنگ نباید کمتر از دو برابر وزن بتن مربوطه باشد.

- برای کلیه نقاط شبکه اصلی باید کارت شناسایی مطابق با دستورالعمل مربوط تهیه شود.

۸-۵- دقت در پیمایش‌ها و برداشت جزییات

- عملیات نقشه برداری از پیمایش گرفته تا برداشت جزییات و ترسیم نقشه باید مطابق با استانداردهای تدوین شده و موجود در سازمان نقشه برداری و یا سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی باشد. در اینجا به خطاهای اندازه‌گیری مجاز اشاره می‌شود.
- خطای بست زاویه پیمایش نباید از $E\alpha = ۲.۵da\sqrt{n}$ تجاوز کند.
- خطای بست مسطحاتی پیمایش بسته از رابطه زیر بدست می‌آید $E_{x,y} \le ۲.۵\bar{AB}da\sqrt{\frac{n}{۲}}$

- خطای بست پیمایش‌های باز (پیمایش باز، پیمایشی است که از یک نقطه معلوم شروع و به نقطه معلوم دیگری ختم می‌شود) از رابطه زیر بدست می‌آید. $E_{x.y} \le ۲.۵\, L\, da\sqrt{\frac{n}{۳}}$

در رابطه فوق: da دقت متوسط اندازه‌گیری زاویه می‌باشد که برای پیمایش اصلی ۱۵ ثانیه صد قسمتی و برای پیمایش فرعی ۵۰ ثانیه صد قسمتی منظور می‌شود.

n: تعداد اضلاع

$\bar{AB}$: بزرگترین قطر پیمایش بسته (یک چهارم مجموع طولهای پیمایش ضربدر $\sqrt{۲}$) و یا مجموع طولهای پیمایش باز

L: مجموع طولهای پیمایش باز (از نقطه معلوم به نقطه معلوم دیگر) می‌باشد.

- خطای بست ترازیابی در اندازه‌گیریهای ارتفاعی (رفت و برگشت) نباید از $e\sqrt{k}$ تجاوز نماید.

در این رابطه k , e=۱۲mm طول مسیر ترازیابی شده بر حسب کیلومتر است.

تبصره: در صورتی که در منطقه، نقطه ارتفاعی B.M سراسری وجود داشته باشد، توصیه می‌شود شبکه ارتفاعی جدید به دو نقطه از B.Mهای موجود متصل گردد.

- در برداشت‌ها باید کلیه عوارض مسطحاتی و ارتفاعی مصنوعی و طبیعی از قبیل ساختمان‌ها، دیوارها، مرزهای ثابت، راه‌ها، خطوط انتقال نیرو، تلفن، تلگراف، چاه‌ها، رودخانه‌ها، نهرها، آبروها و کلیه تغییر شیب‌ها مورد توجه قرار گرفته و جزییات مربوط به موقعیت اندازه‌ها در برگ جزییات مکتوب و ترسیم شود.
- تراکم نقاط در مناطق دشت ۶ نقطه در هکتار، در تپه ماهور ۸ نقطه در هکتار، کوهستان ۱۲ نقطه در هکتار و کوهستان سخت از ۱۶ نقطه در هکتار کمتر نباشد.

برای اطلاع از ضوابط و دستورالعمل‌های نقشه‌برداری به دستورالعمل‌های سازمان نقشه‌برداری و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی مراجعه شود.

دستورالعمل‌های موجود برای تهیه و ترسیم نقشه‌ها در نشریه‌هایی به شماره‌های ۷۵، ۷۹، ۱-۱۱۹، ۲-۱۱۹، ۳-۱۱۹ و ۴-۱۱۹ توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور تدوین شده است و در دسترس می‌باشد.

لازم بذکر است مسئولیت نظارت بر تهیه نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس‌های ۱:۲۵۰۰۰ و بزرگتر بر عهده سازمان نقشه‌برداری کشور می‌باشد و لذا رعایت ضوابط و دستورالعمل‌های این سازمان الزامی است.

۸-٦- عکس‌های هوایی مورد نیاز

برای انجام برخی از عملیات در دوره مطالعات و تهیه نقشه‌ها لازم است عکس‌های هوایی منطقه طرح به شرح زیر در اختیار باشد:

۱- موزاییک عکس‌های هوایی[۱] منطقه در صورت وجود.

۲- عکس‌های هوایی ۱:۶۵۰۰ یا ۱:۱۰،۰۰۰ از محدوده پروژه

از عکس‌های هوایی فوق ضمن استفاده برای بررسی ویژگی‌های محدوده پروژه نظیر وضع موجود انهار و زهکش‌ها، جاده‌ها، موقعیت منابع آب، واحدهای اراضی، محدوده باغات و اراضی آبی محدوده روستاها و تاسیسات ویژه نظیر مسیر خطوط انتقال برق،نفت، گاز و. .. می‌توان با استفاده از زوج تصاویر و با روش فتوگرامتری، نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰ و نقشه کاداستر تهیه نمود. در صورت کم بودن سطح پروژه (کمتر از ۵۰۰ هکتار) توصیه می‌شود نقشه‌های مورد نیاز به وسیله برداشت مستقیم زمینی تهیه گردد.

ویژگی‌های عکس‌های فوق جهت تهیه نقشه توپوگرافی به شرح ذیل است:

- دارای پوشش کافی در عکس‌های موازی با مسیر پرواز درحد ۴۰ درصد باشد (پوشش عرضی)
- پوشش طولی عکس‌ها (دو عکس متوالی) در مسیر پرواز حدود ۶۰ درصد باشد.
- در ساعت مناسبی از روز برداشت شده باشد (حدود ۱۰ صبح تا ۳ بعد از ظهر).
- شفافیت کافی داشته باشد.
- فیلم مثبت از عکس‌ها در دسترس باشد.
- مقیاس عکس‌ها برای تهیه نقشه از استاندارد سازمان نقشه‌برداری کشور پیروی کند.
- عکس‌ها جدید باشند.

۱- اخیراً سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح با ایجاد امکان برداشت عکس‌های رقومی و زمین مرجع (Geo reference) شرایط استفاده اطلاعات این عکس‌ها در سیستم اطلاعات جغرافیایی را فراهم نموده است.۶

فصل ۹

بهره برداری و نگهداری

مقدمه

بهره‌برداری و نگهداری یک شبکه آبیاری و زهکشی بایستی از دیدگاه‌های مختلف مورد توجه قرار گیرد. این موضوع از بدو مطالعات، طراحی و اجرا تا آخرین مراحل کارها باید در دستور کار قرار گرفته و ساز و کارهای مناسب برای آن فراهم گردد. بدون وجود جاده‌های دسترسی و سرویس قابل استفاده در همه فصول، امکان بهره‌برداری خوب از شبکه وجود نخواهد داشت. همچنین سطح دانش کشاورزان و بهره‌برداران همانقدر مهم است که طراحی صحیح شبکه و اجرای کامل جزییات پیش بینی شده در افزایش سطح کارآیی سیستم بهره برداری اهمیت دارد. وجود سازمان بهره‌بردار نیز از جمله ضروریات یک شبکه آبیاری و زهکشی موفق می‌باشد.

سازمان بهره‌برداری در سطح یک پروژه باید دارای ویژگی‌های زیر باشد تا بتوان به موفقیت آن امیدوار بود:

- از نظر ساختاری استانداردهای لازم را داشته و کلیه بهره‌برداران و ذینفعان را مورد پوشش قرار دهد.
- از نظر مالی پیش‌بینی‌های لازم در ساختار این سازمان بعمل آمده و نیازهای مالی بهره‌برداری از شبکه از طریق فرایندهای در نظر گرفته شده تامین گردد.
- از نظر اجرایی، سازمان توانایی‌های لازم را دارا بوده و در عین حال ساده و روان باشد.
- اطلاعات کافی در مورد پروژه را به موقع جمع آوری و ثبت و تجزیه و تحلیل نموده و از نتایج آنها استفاده گردد.

این اطلاعات در دو گروه دایمی و موقت طبقه‌بندی می‌شوند:

اطلاعات دایمی: از گروه اطلاعات دایمی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- توپوگرافی
- چیدمان شبکه Layout
- ارتباط با پروژه‌های دیگر
- نوع و اندازه کانال‌های شبکه و سازه‌های آن
- ارتباطات مخابراتی
- جمعیت تحت پوشش پروژه
- برنامه‌های کشت
- نیاز آبی محصولات
- سطح آب زیرزمینی
- مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک
- وضعیت منابع آب
- روش توزیع آب در شبکه
- روش آبیاری

- اندازه مزارع

اطلاعات فوق باید ثبت و بعضاً به صورت نقشه در آیند و در مواقع مقتضی بهنگام گردند.

اطلاعات نیمه دایمی: اطلاعات نیمه دایمی یا موقت بایستی در دوره‌های زمانی معینی جمع آوری و ثبت گردند. از مهمترین اطلاعات این گروه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود.

- اطلاعات هواشناسی
- الگوی کشت واقعی که در محدوده پروژه به کار گرفته میشود.
- آب مورد تقاضای بهره برداران
- منابع آب موجود و ذخیره در دوره بهره‌برداری جاری
- آب تولیدی قابل تحویل به پروژه (در صورت وجود دستگاه پمپاژ، ساعات کار پمپ)
- آب قابل تحویل به شبکه کانال‌ها
- آب قابل تحویل به مزرعه
- پساب شبکه
- روند تغییرات سطح آب زیرزمینی
- وضعیت شوری و قلیاییت خاک و روند تغییرات آن
- دبی زهکش ها
- نحوه عملکرد کانال‌ها و تاسیسات مربوطه
- وضعیت نگهداری شبکه

استفاده از اطلاعات فوق برای ایجاد شرایط مناسب و موفق بهره‌برداری باید بگونه‌ای باشد که مسئولین بهره‌برداری از پایین‌ترین سطوح تا بالاترین رده تشکیلاتی سازمان بهره‌بردار، دارای ارتباط منطقی بوده و از نتایج حاصل یکدیگر را از نتایج حاصل شده مطلع نمایند. بازخورد اطلاعات به سیستم، فرایند بهره‌برداری از شبکه را اصلاح و راندمان را افزایش خواهد داد.

در شرایط کشور ما سازمان‌های بهره‌برداری در سطح پروژه‌های بزرگ توسط وزارت نیرو تشکیل می‌گردد. در سطح مزارع تشکل‌های بهره‌برداری به نام تشکل‌های آب بران خوانده می‌شود. بر اساس استانداردهای موجود بین المللی تعداد افراد لازم برای بهره‌برداری و نگهداری با توجه به سطح اراضی تحت پوشش پروژه بشرح زیر است:

جدول ۹-۱- تعداد پرسنل لازم برای بهره‌برداری و نگهداری از شبکه

سطح اراضی تحت آبیاری پروژه (هکتار)	تعداد افراد لازم برای بهره‌برداری و نگهداری
۵۰	۲-۱/۵ نفر
۱۰۰	۲ نفر
۸۰۰	۵ نفر
۱۴۰۰	۷ نفر
۲۵۰۰	۱۱ نفر
۶۰۰۰	۲۲ نفر
۱۰۰۰۰	۳۵ نفر

لازم بذکر است ارقام فوق تقریبی بوده و با توجه به شرایط اقتصادی اجتماعی منطقه طرح قابل تغییر است و در شرایط کشور ما با عنایت به ویژگیهای فرهنگی و نظام حقابه بری متفاوت خواهد بود.

۹-۱- بهره‌برداری

در بهره‌برداری موفق از یک شبکه آبیاری و زهکشی موارد متعددی باید مورد توجه قرار گیرد که اهم آنها به شرح زیر است:

- نیاز آبی پروژه باید با توجه به تغییرات روزانه و فصلی شرایط اقلیمی، بهنگام شود.
- توزیع آب در شبکه مطابق با شرایط طراحی انجام شود.
- از دخالت افراد غیرمسئول در امر توزیع و بهره‌برداری از منابع آب جلوگیری شود.
- توصیه‌های لازم برای کاهش تلفات و افزایش راندمان آبیاری به کشاورزان بهره‌بردار ارائه شود.
- پیش بینی‌های لازم برای مقابله با کم آبی در دوره زراعی بعمل آید.
- عمق سطح آب[1] زیرزمینی باید کنترل شود تا از شور و قلیایی شدن اراضی جلوگیری شود.

۹-۱-۱- گام‌های اجرایی در بهره‌برداری موفق

در راستای رسیدن به اهداف پیش‌گفته، برخی از اقدامات اساسی باید به شرح ذیل در دستور کار قرار گرفته و عملی گردد.

[1]- در مورد اراضی شالیزاری عمق آب زیرزمینی در مقاطعی از دوره رشد اثر مثبت و در مقاطعی ممکن است اثر منفی داشته باشد لذا آگاهی از وضعیت تغییرات سطح آب زیرزمینی بسیار مهم است.

۹-۱-۱-۱- استفاده از الگوی کشت[1] مناسب

با عنایت به مطالعات انجام شده در موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی دشت‌های کشور از دیدگاهی مناسب و براساس قابلیت‌ها طبقه‌بندی گردیده و برای هر منطقه توصیه متناسب با وضعیت آن بعمل آمده است. این توصیه‌ها باید در مطالعات توجیهی (امکان‌سنجی نهایی) تدقیق شده و با توجه به نتایج این مطالعات الگوی کشت مناسب برای هر منطقه معرفی گردد. لذا لازم است به این نکته توجه شود که تولید اقتصادی محصولات هنگامی واقعیت پیدا خواهد کرد که از پتانسیل منابع (آب و هوا، اقلیم، خاک، نیروی انسانی)و شرایط بازار مصرف به خوبی استفاده شود. بنابراین رعایت الگوی کشت یک راه اساسی برای رسیدن به هدف است اگرچه لازم است تعدیل‌های لازم برای مواجهه با شرایط پیش‌بینی نشده در این الگوها بعمل آید.

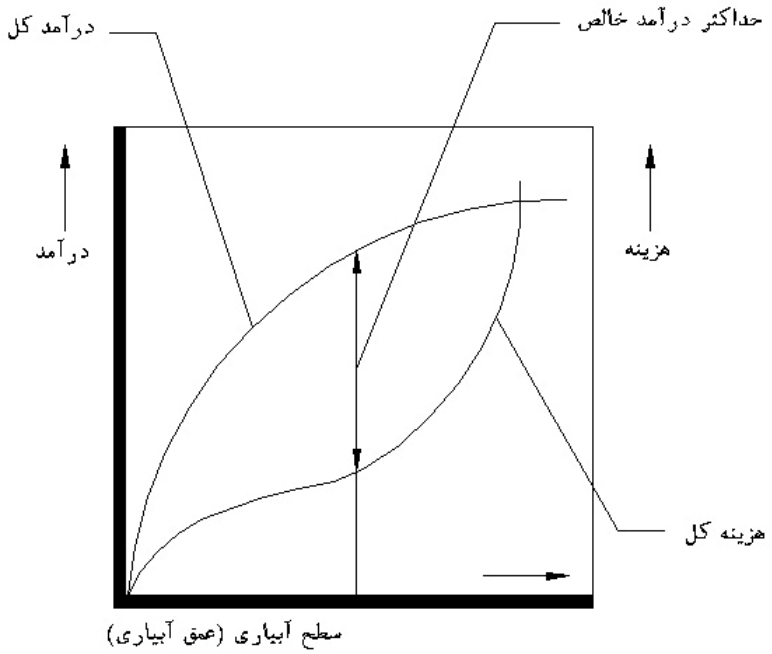
۹-۱-۱-۲- تنظیم برنامه آبیاری

در کشور ما آبیاری شالیزارها بطور معمول بصورت مداوم صورت می‌گیرد و در آن برنامه‌ریزی آبیاری نقش چندانی ندارد. در هر حال چنانچه منابع آب در دسترس بصورت مشاع مورد استفاده قرار گیرد لازم است برنامه آبیاری (تقویم آبیاری) بگونه‌ای تنظیم شود که نوبت آبیاری هرچه کوتاهتر باشد.

در صورتیکه آب کافی در دسترس باشد و محدودیتی از نظر دور آبیاری و زمان آبیاری موجود نباشد می‌توان از محصولات با نیاز آبی بیشتر و ارزش افزوده بالاتر در الگوی کشت بهره گرفت.

در شرایط کشت تک محصولی برنج، امکان بهینه‌سازی عمق آبیاری یا وسعت اراضی زیر کشت در مقابل درآمدهای خالص حاصل از آن با استفاده از ترسیم منحنی تغییرات این دو پارامتر فراهم است. بدینصورت که هزینه‌ها و درآمدهای پروژه در مقابل عمق‌های مختلف آبیاری در یک سیستم مختصات ترسیم و نقطه بهینه از آن استخراج میشود و معلوم می‌گردد که سطح مزرعه یا عمق آبیاری در چه محدوده‌ای حداکثر درآمد یا بعبارت دیگر (حداکثر درآمد خالص) را نصیب کشاورز می‌نماید.

[1] - اگرچه این نشریه در مورد کشت شالی می‌باشد ولی باید شرایط چند کشتی نیز مد نظر باشد تا در صورت لزوم امکان تطبیق با آن شرایط فراهم باشد.



شکل ۹-۱- منحنی هزینه درآمد در مقابل سطح آبیاری (عمق آبیاری)

۹-۱-۱-۳- کم آبیاری

کم آبیاری عبارتست از تامین نیاز آبی گیاه کمتر از نیاز واقعی آن در صورتیکه محدودیت منبع آبی وجود داشته باشد می‌توان با آبیاری با عمق کمتر[۱] سطح وسیعتری را زیر کشت برد و از این راه در برخی موارد محصول بیشتری تولید نمود. برای اینکار لازم است ضریب پاسخگوئی محصولات مختلف را به آب مصرفی شناسایی و کم آبیاری را به نوعی اعمال نمود که در عین حال و علیرغم ایجاد تنش آبی، بطور نسبی حداکثر محصول را برداشت نمود.

میزان تولید در شرایط کم آبیاری از رابطه (۹-۱) که توسط FAO در نشریه شماره ۳۳ آن سازمان ارائه شده است بدست می‌آید.

$$\left(1-\frac{ya}{ym}\right)=ky\left(1-\frac{ETa}{ETc}\right) \qquad (۹-۱)$$

در این رابطه :

ya: تولید واقعی محصول در شرایط کم آبیاری — کیلوگرم بر هکتار

ym: تولید حداکثر محصول در شرایط بدون تنش — کیلوگرم بر هکتار

ky: ضریب پاسخگویی گیاه به آب

[۱]- درمورد آبیاری برنج می‌توان آبیاری با روش متناوب را در نظر گرفت.

ETa: تبخیر و تعرق گیاه در شرایط کم آبیاری میلیمتر

ETc: تبخیر و تعرق گیاه در شرایط بدون تنش میلیمتر

دوره‌های رشد برنج در شکل ۹-۲ و رابطه کاهش عملکرد نسبی (۱-Ya/Ym) و کمبود تبخیر و تعرق (۱-ETa/ETm) برای کل دوره رشد در شکل ۹-۳ نشان داده شده است.

وجود آب کافی در کل دوره رشد برنج برای داشتن رشد خوب و عملکرد بالا لازم می‌باشد. از آنجاییکه گیاه باید به جبران ریشه‌های صدمه دیده در زمان انتقال نشا و توسعه آنها بپردازد درست بعد از نشاکاری به آب کافی نیاز دارد. برای دستیابی به عملکردهای بالا، ارتفاع آب پای برنج در مراحل مختلف رشد در شکل ۹-۴ نشان داده شده است.

حساسترین دوره رشد برنج به کمبود آب، گلدهی (۲) و نیمه دوم رشد رویشی (توسعه خوشه) می‌باشد. وقتی رطوبت خاک به ۷۰ تا ۸۰ درصد مقدار اشباع کاهش یابد، عملکرد برنج رو به کاهش می‌رود. در ۵۰ درصد رطوبت اشباع کاهش عملکرد از ۵۰ تا ۷۰ درصد است. در ۳۰ درصد رطوبت خاک، انتظار بدست آوردن هیچگونه عملکردی را نباید داشت و در ۲۰ درصد رطوبت خاک، گیاه خواهد مرد (شکل ۸-۵).

- جذب آب

سیستم ریشه برنج بعد از نشاکاری بتدریج افزایش می‌یابد تا به حداکثر خود در زمان خوشه‌دهی برسد و پس از گلدهی کاهش یافته و در حالیکه گیاه در بلوغ کامل است اکثر ریشه‌ها می‌میرند. رشد ریشه برنج در شرایط کمبود غلظت اکسیژن در خاک ادامه می‌یابد. در شروع خوشه دهی، رشد ریشه، افقی و بطرف بالا است، بطوریکه یک پوشش انبوه در جوار سطح خاک ایجاد می‌نماید. در صورتی که لایه فشرده در خاک زیرین وجود نداشته باشد حداکثر عمق ریشه برنج به حدود یک متر می‌رسد.

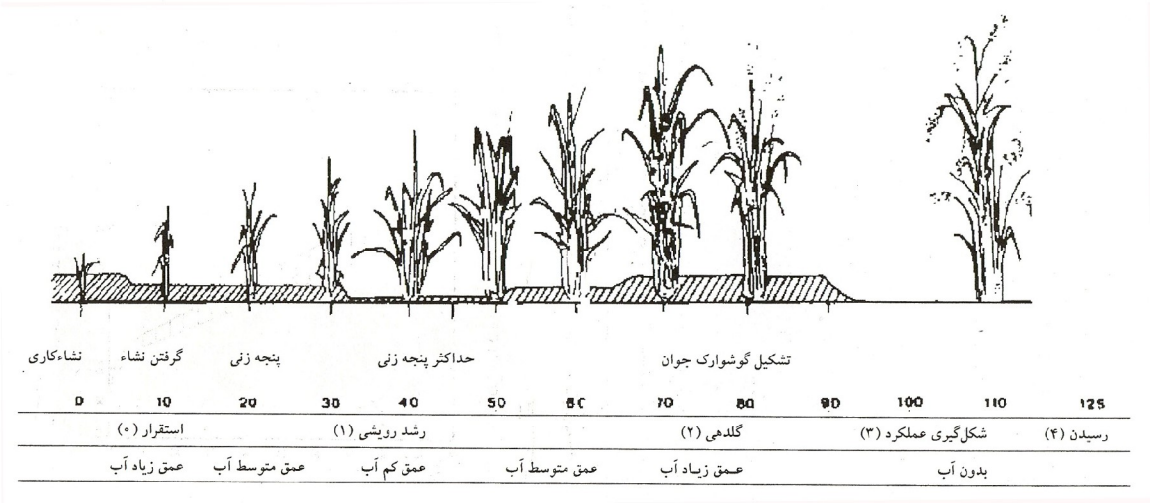
- تقویم آبیاری

تقویم‌های متعددی برای آبیاری محصول برنج ارایه گردیده است. از آنجاییکه برنج اکثراً در شرایط نزدیک به رطوبت اشباع خاک و حالت غرقابی کشت می‌شود، باید تلفات نفوذ عمقی آب را به حداقل رسانید. ایجاد یک لایه فشرده زیرین خاک با بهم زدن خاک مرطوب به ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلیمتر و گاهی ۳۰۰ میلیمتر آب نیاز دارد که شامل آبیاری قبل از کاشت هم می‌شود.

- حفظ حالت غرقابی دائمی، با خروج زه آب متناوب، مطمئن ترین روش آبیاری برنج است (شکل ۸-۴). در دوره نشاء کاری و درست بعد از آن، به منظور تامین شرایط رشد نشاها، به مدت یک هفته ارتفاع آب در پای محصول ۱۰ سانتیمتر نگهداشته می‌شود. بعد از آن در دوره پنجه زنی، به منظور بالا نگهداشتن درجه حرارت خاک، ارتفاع آب کاهش داده می‌شود (حداکثر ۳ سانتیمتر). از آنجائیکه برنج در این دوره کمبود آب را تحمل می‌کند از یک سو و خشک شدن پای محصول از سوی دیگر موجب ترغیب توسعه ریشه‌ها می‌شود. در دوره پنجه‌زنی آب پای محصول را تخلیه می‌کنند. در این مورد خارج کردن آب مزرعه باید ۳۰ روز قبل از خوشه دهی به اتمام برسد. از این زمان به بعد، آبیاری با آب کافی در دوره توسعه خوشه و در سراسر دوره گلدهی الزامی است. از آنجاییکه در این زمان فعالیت ریشه حداکثر است، ترجیحاً درجه حرارت آب باید بالا ولی در عین حال ۳۵ درجه سانتیگراد حفظ شود. جریان مداوم آب آبیاری و زهکشی و تجدید آب بعضاً

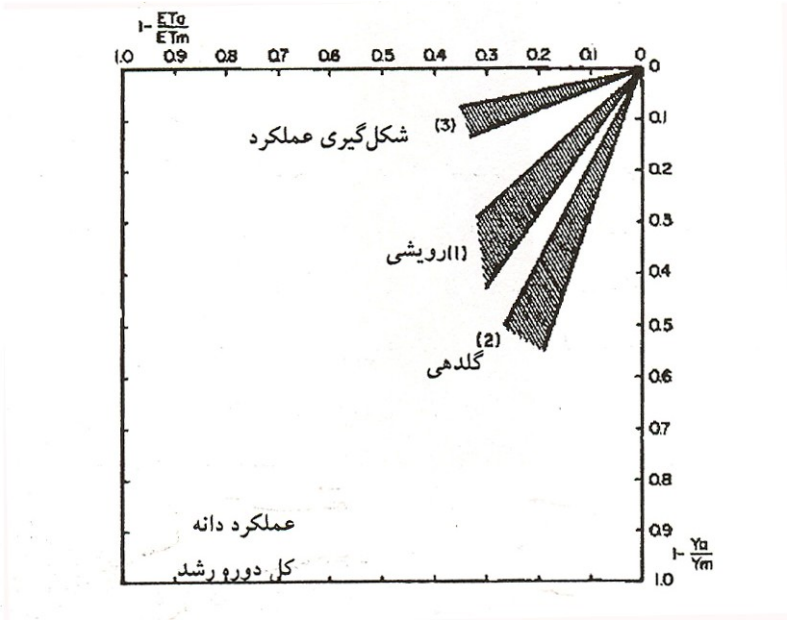
یک یا دو بار در طول این دوره انجام می‌گیرد. در دوره رسیدن برای سهولت در امر برداشت، آب مزرعه را بتدریج خارج می‌نمایند.

معمولاً شالیزار را ۳۰ تا ۴۵ روز بعد از خوشه دهی که برای ارقام زودرس برنج این مدت کمتر و برای ارقام دیررس برنج این مدت بیشتر است، از آب تخلیه می‌کنند. باید ذکر کرد که تخلیه بی‌موقع آب شالیزار نیز اثرات سوئی بر عملکرد محصول خواهد داشت.



شکل ۹-۲- دوره‌های رشد برنج

- با روش آبیاری متناوب، در دوره‌ای‌که شالیزار را از آب تخلیه می‌نمایند آب بایستی به حد کافی در آن باشد. وقتی که محتوای آب خاک کمی کمتر از حالت اشباع باشد، کمی آب اضافه می‌ماند که وضعیت غرقابی با عمق کم آب حفظ شود. آبیاری‌های متناوب با کاهش دادن رواناب سطحی و نفوذ عمقی موجب صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شود و همچنین باعث بالا رفتن بازده مصرف آب باران می‌گردد.

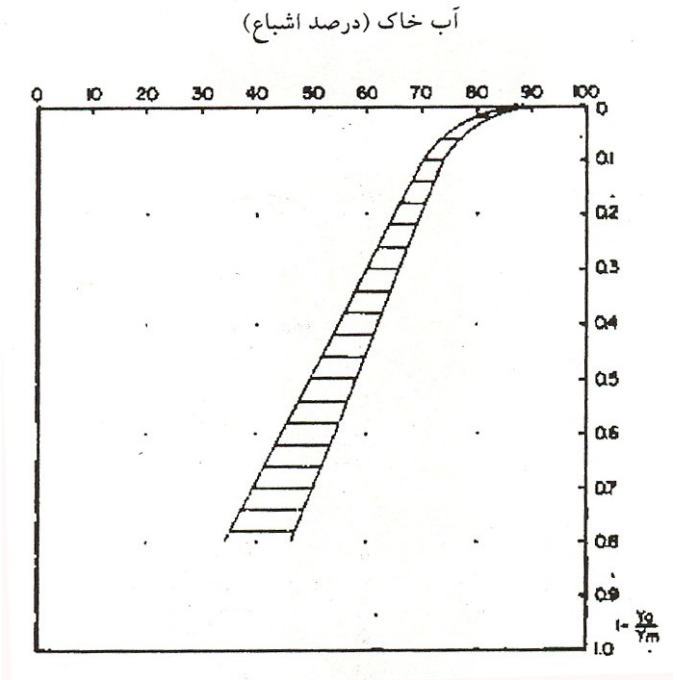


برای محصول برنج(1-ETa/ETm) و تبخیر و تعرق نسبی (1-Ya/Ym)شکل ۹-۳- رابطه عملکرد نسبی

- با روش غرقابی طی مرحله خوشه‌دهی، خاک مزرعه تقریباً طی بقیه دوران رشد در حالت اشباع و یا کم و بیش مستغرق قرار می‌گیرد، باستثنای یک دوره ۲۵ روزه قبل و تا حدود ۱۰ روز بعد از خوشه‌دهی که شالیزار به ارتفاع ۱۰ سانتیمتر بحالت غرقاب نگهداری می‌شود.

قبل از استقرار[1]							
نشاء	جوانه	جوانه	توسعه خوشه	پنجه‌زنی	خوشه‌دهی	رسیدن + پرشدن دانه	
استقرار (۰)			رویشی (۱)		گلدهی (۲)	شکل‌گیری عملکرد (۳)	رسیدن (۴)
نشاءکاری							
مزرعه		خزانه	۶۰-۴۰ روز		۱۵-۱۰ روز	۳۵-۲۵ روز	۲۰-۱۰ روز
۱۰ روز		۳۵-۲۵ روز					

)Kung, ۱۹۷۱شکل ۹-٤- عمق آب کنترل شده در مزرعه غرقابی برنج (از مأخذ



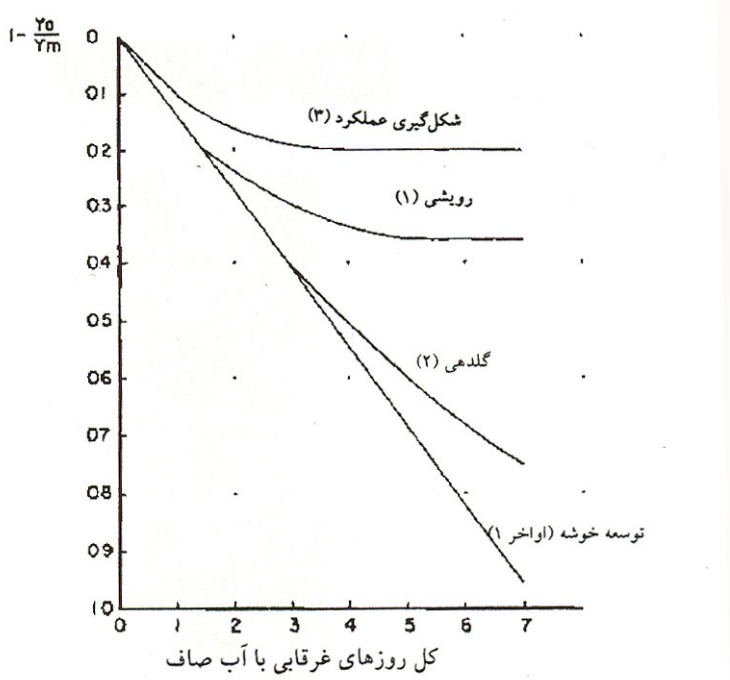
و مقدار آب خاک برای برنج(۱-Ya/Ym)شکل ۹-۵- رابطه کاهش عملکرد نسبی

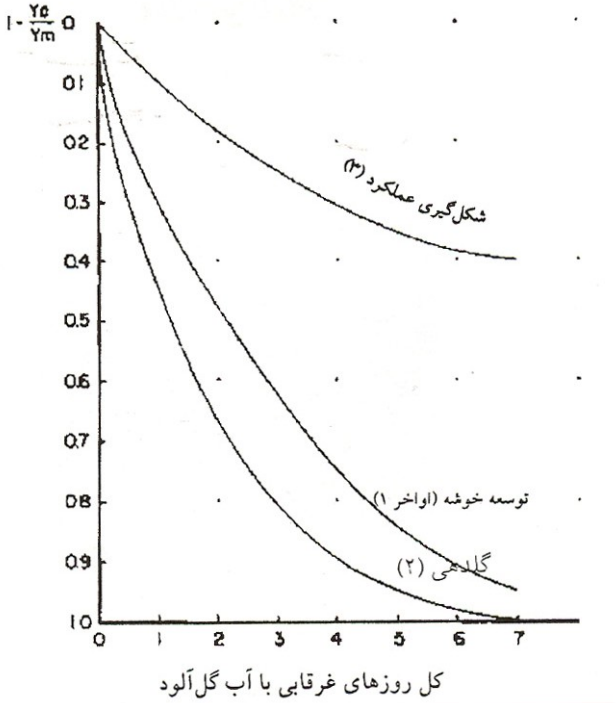
- وقتی صرفه‌جوئی در آب الزامی باشد، بعد از آب تخت کردن و نشاکاری شالیزار، آبیاری بنحوی انجام می‌شود که محتوای آب خاک در منطقه ریشه در سراسر دوره رشد از ۷۵ درصد اشباع کامل خاک کمتر نشود. تنها در طی یک دوره ۳۰ روزه که از شروع خوشه دهی آغاز و به آخر گلدهی منتهی می‌گردد، مزرعه را نیمه غرقاب نگه می‌دارند. این عمل بخصوص در خاک‌هایی که سرعت نفوذ عمقی آب در آنها زیاد است، می‌تواند موجب صرفه‌جویی اساسی تا ۵۰ درصد در مصرف آب شود. تخمین عملکرد محصول با صرفه جوئی در آب، در مقایسه با روش غرقابی دائم عبارت است از:

	آب آبیاری(درصد)	عملکرد (درصد)
غرقابی دائم	۱۰۰	۱۰۰
آبیاری متناوب	۸۰	۵۰
غرقابی در مرحله خوشه دهی	۶۰	۷۵
صرفه جوئی در آب (با کنترل آبیاری)	۷۵	۱۱۰

اگرچه برنج گیاهی آبزی است و در شرایط غرقابی بخوبی رشد می‌نماید، اما عمق زیاد آب به مدت طولانی روی رشد آن اثر سوء دارد. در این زمینه ارقام پر محصول بیش از ارقام محلی مستعد صدمه دیدن هستند. حساسترین مراحل برای غرقاب شدن کامل

گیاه، مرحله توسعه خوشه و گلدهی می‌باشد. در مزرعه غرقابی سنگین وقتی سربرگها و برگهای بالایی بیرون از آب باشد میزان خسارت وارده نسبتاً جزیی است (شکل ۹-۶).





و تعداد کل روزهایی که محصول در شرایط غرقابی با آب صاف و گل آلوده بوده است (1-Ya/Ym)شکل ۹-۶- رابطه کاهش نسبی عملکرد برای برنج

۹-۲- نگهداری

اقدامات لازم برای حفظ کارآیی و بهبود وضعیت شبکه و تاسیسات مربوطه را می‌توان در سه گروه طبقه‌بندی نمود.

- اقدامات پیشگیرانه
- تعویض یا ترمیم قطعات و تاسیسات
- اقدامات اضطراری
- اقدامات پیشگیرانه در واقع به عملیات و فعالیت‌هایی گفته می‌شود که بطور مستمر بایستی در بهره‌برداری از شبکه و تاسیسات مربوطه مورد توجه قرار گرفته و معایب جزیی برطرف شود مانند:

- ♦ کنترل‌های لازم برای حفاظت خاکریزها در مقابل سیل
- ♦ چرای بیش از حد علوفه روی شیب‌ها
- ♦ رشد درختان و بوته ها
- ♦ نشست خاکریزها و فرسایش آنها
- ♦ کنترل و نگهداری قطعات فلزی سازه‌ها با رنگ آمیزی یا گریسکاری آنها
- ♦ برداشت و تخلیه رسوبات داخل کانال‌ها برای حفظ ظرفیت آنها
- ♦ کنترل نشت از کانال‌ها و تاسیسات در اثر رسوبزدایی با ماشین، حفر سوراخ توسط موش یا سایر جانوران مشابه، کنترل علف‌های هرز آبزی در کانال جهت حفظ ضریب زبری در سطح پیش بینی شده.
- ♦ دقت در استفاده از علف کش‌ها (در صورت کاربرد آنها) و بررسی اثرات زیست محیطی آنها
- ♦ کنترل رسوبات از دیدگاه تجمع مواد دارای آهن روی قطعات و لوله زهکش‌ها
- ♦ کنترل رشد جلبک‌ها در شبکه زهکشی

اقدامات فوق توسط ماشین یا با عملیات دستی (توسط کارگر) امکان پذیر است و مسأله هزینه‌ها و صرف زمان موضوع تعیین کننده می‌باشد.

۹-۳- تعویض یا اصلاح تاسیسات

معمولاً ابنیه فنی و قطعات مرتبط با آنها در طول عمر مفید مورد انتظار کارآیی خود را حفظ می‌کنند ولی در مواردی نیز ممکن است به علل مختلف نیاز به تعویض یا ترمیم داشته باشند.

همانطور که ذکر شد ترمیم قسمت‌های بتنی، رنگ آمیزی قطعات فلزی و گریسکاری منظم مفصل‌های متحرک از جمله اقداماتی است که باید در مورد تاسیسات انجام شود. هرگاه خسارات وارده باعث شود که عملکرد آنها دچار اختلال گردد لازم است سیستم بطور کلی تعویض شود.

۹-٤- اقدامات اضطراری

حوادث طبیعی پیش‌بینی نشده یا خارج از احتمالات مورد انتظار ممکن است باعث ایجاد خسارات سنگین نظیر شکستن خاکریزها و آب بردگی قسمت‌هایی از شبکه شود یا مثلاً خروج وسیله نقلیه سنگین از مسیر و تصادف آن با سیستم کنترل و اندازه‌گیری آب باعث تخریب و از کار افتادن آن گردد. در این شرایط لازم است اقدام فوری بعمل آید و خرابی‌ها ترمیم و قطعات معیوب و از کار افتاده تعویض گردد.

توجه: ترمیم و نگهداری شبکه و تاسیسات مربوطه فقط موقعی امکان پذیر خواهد بود که قطعات و لوازم یدکی (ماشین آلات مربوط به عملیات اصلاحی) موجود و آماده بکار باشند. این قطعات و لوازم باید در انباری نگهداری شوند که فاصله منطقی با همه قسمت‌های شبکه داشته باشد. این موارد عبارتند از:

- وسایط حمل و نقل نظیر کامیون
- قطعات و لوازم برای جایگزینی نظیر پمپ یدکی، قطعات و لوازم فلزی، مواد و مصالح ساختمانی.
- ضمناً همانطور که قبلاً نیزذکر شد جاده‌های سرویس و دسترسی از جمله مواردی هستند که علاوه بر اینکه خود باید همواره بصورت مناسب نگهداری شوند باید برای سرویس دهی به سایر قسمت‌های شبکه نیز آماده و قابل بهره‌برداری باشند.

یکی دیگر از نکات مهم در بهره‌برداری و نگهداری از تاسیسات و شبکه آبیاری و زهکشی وجود منابع مالی کافی در اختیار تشکل‌های بهره‌برداری است. برای این منظور حدود ۲ درصد از هزینه سرمایه گذاری اولیه (ساخت و ساز) و با در نظر گرفتن نرخ تورم باید سالانه در اختیار سازمان بهره‌بردار قرار داده شود. این مبلغ را می‌توان از محل جمع آوری حقابه یا خودیاری بهره‌برداران تامین نمود .

فصل ۱۰

دستورالعمل تهیه گزارش‌ها

مقدمه

گزارش‌ها تهیه شده در مراحل مختلف مطالعات باید نشان‌دهنده سطح اقدامات و فعالیت‌هایی باشد که برگرفته از اطلاعات موجود، جمع‌آوری و تولید شده مشاور بوده و کارفرما را به سمت و سوی مورد نظر که همانا بهره‌برداری بهینه از منابع و امکانات و پتانسیل‌های در اختیار و رفع محدودیت‌های احتمالی باشد هدایت نماید.

۱۰-۱- گزاش‌های مرحله اول

گزارش‌های مرحله اول که با نام گزارش‌های توجیهی یا امکان‌سنجی نهایی نیر شناخته می‌شوند دارای ویژگی‌هایی هستند که با مراجعه به آنها مشخص می‌شود که راه‌حلهای مختلف رسیدن به هدف مورد بررسی قرار گرفته و از بین آنها مناسبترین راه حل ممکن انتخاب گردیده است. گزینه منتخب گزینه‌ای است که از دیدگاه‌های فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی بهترین شرایط را دارا بوده و به سئوالات مختلف جواب منطقی بدهد. این گزارشات در بر گیرنده نکات ذیل (در هر بخش) می‌باشند.

- اطلاعات عمومی مربوط به محدوده اطلاعات
- هدف و روش مطالعات متناسب با مرحله مطالعات
- نتایج حاصل از مطالعات انجام شده برای طرح گزینه‌های مختلف
- توصیف اجزاء هر گزینه و بررسی راه‌حلهای مختلف برای دستیابی به عملکرد مورد نیاز
- انتخاب گزینه مناسب از میان گزینه‌های مطرح شده با توجه به جمیع جهات فنی و اقتصادی اجتماعی و زیست محیطی و عملکرد بهینه اجزای تشکیل دهنده گزینه‌ها و توجه به امکانات و محدودیت‌های موجود

گزارشات تهیه شده باید روشن و شفاف بوده و از هر گونه ابهامی به دور باشد و در شرایطی که امکان دسترسی به نتیجه قطعی در هر موردی در فرصت زمانی مطالعات سیستماتیک و یا به هر دلیل دیگر فراهم نبوده باشد، لازم است آن مورد به صورت صریح در گزارش قید شده و راه‌حل مناسب جهت دستیابی به جواب مناسب به کارفرما توصیه گردد.

۱۰-۲-گزارش‌های مرحله دوم

مشاور باید دیدگاه‌های فنی و روش‌های طراحی و محاسباتی هیدرولیکی و سازه‌ای ابنیه فنی و سایر اجزای گزینه مورد نظر برای طراحی را در قالب گزارش مبانی طراحی به کارفرما ارایه می‌دهد. کارفرما گزارش مبانی طراحی را مورد بررسی قرار داده و در صورت وجود نکات مبهم یا اشتباه موضوع را به مشاور متذکر شده و مشاور نسبت به اصلاح و اخذ تایید مجدد از کارفرما اقدام خواهد نمود.

۱۰-۳-گزارش نهایی مرحله دوم

جزییات قید شده در گزارش نهایی مرحله دوم مشتمل بر موارد ذیل خواهد بود

- مقدمه و سوابق طرح شامل خلاصه مطالعات و عملیات انجام شده

- هدف و شرح خدمات مطالعات دربر گیرنده اهداف اصلی و جزییات شرح خدمات
- مشخصات کلی طرح شامل: چکیده‌ای از مشخصات جغرافیایی، خصوصیات اقلیمی، منابع آب، منابع خاک، وضع موجود کشاورزی و طرح توسعه با استفاده از نتایج مطالعات مرحله اول و یا مطالعات تکمیلی در ابتدای مرحله دوم
- خصوصیات و مشخصات شبکه آبیاری و زهکشی درجه ۳ و ۴ شامل

♦ موقعیت و محدوده شبکه

♦ مبانی طراحی شبکه توزیع شامل: محدوده اراضی، روش توزیع آب در شبکه روش آبیاری، هیدرومدول مزرعه، ظرفیت طراحی آبگیرها و کانال‌ها، مدول زهکشی و ظرفیت طراحی زهکش‌ها

♦ مشخصات طراحی شبکه کانال‌های آبیاری و زهکشی درجه ۳ و ۴ شامل: پلان شبکه و مساحت تحت پوشش کانال‌های درجه ۳ و ۴، کانال‌های تغذیه کننده کانال‌های درجه ۳ و ۴، خصوصیات جاده‌های دسترسی و سرویس مقاطع عرضی کانال‌ها، زهکش‌ها و جاده‌ها و دلایل انتخاب آنها و همچنین مشخصات زهکش‌ها

♦ ضوابط طراحی هیدرولیکی، شبکه کانال‌ها و ابنیه فنی (ساختمان‌های تنظیم کننده سطح آب، آبگیرها و دریچه‌های مربوطه، سیفون‌های تخلیه اضطراری، شیب شکن‌ها، ابنیه تقاطعی، پله‌ای ماشین‌رو و عابر پیاده، روگذر و زیرگذر انهار سنتی، زهکش‌ها و جاده‌ها و سایر ابنیه فنی موجود).

♦ ضوابط طراحی سازه‌ای شبکه شامل: شیب خاکبرداری‌ها و خاکریزها، شیب بدنه کانال‌ها و زهکش‌ها، ضوابط پایداری ابنیه فنی در شرایط مختلف بارگذاری، ضوابط طراحی درزهای ساختمانی (انبساط و انقباض)، ضوابط طراحی و مشخصات سیستم زهکشی ابنیه فنی وسایر ضوابط بر حسب مورد

♦ ضوابط و مبانی تسطیح اراضی شامل: ضوابط و مبانی قطعه‌بندی اراضی با توجه به مسایل وضع موجود مالکیت‌ها و نظام‌های بهره‌برداری مورد نظر برای طرح توسعه و مسایل اقتصادی اجتماعی و فنی؛ و دستورالعمل‌های بهره‌برداری و نگهداری از کلیه قسمت‌های اجزای متشکله طرح مانند تأسیسات و ابنیه فنی هیدرولیکی، مکانیکی، برقی.

♦ دستورالعمل‌های اجرایی آبیاری

♦ گزارش مربوط به برآورد هزینه‌های اجرایی با استفاده از دستورالعمل‌های موجود و دفترچه‌های فهرست‌بهای تهیه شده توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی و با توجه به کمیت ردیفهای اجرایی مشخص و یا نامشخص ستاره‌دار.

♦ تهیه گزارش مشخصات فنی خصوصی و اسناد پیمان شامل: مشخصات مرتبط با موقعیت محدوده طرح و شرایط اقلیمی؛ شرح مختصر کارهای عمده طرح و ارایه جدول مشخصات کلی آن؛ راههای ارتباطی و دسترسی؛ حداقل ماشین‌ها و نیروی انسانی مورد نیاز برای اجرای طرح؛ هماهنگی‌های لازم فیمابین پیمانکار یا پیمانکاران با سازمانهای ذیربط؛ چگونگی تهیه و تصویب نقشه‌های اجرایی (کارگاهی)؛ فهرست و شرح مختصر نقشه‌های اجرایی؛ چگونگی تهیه و تسلیم و تصویب نقشه‌های همچون ساخت (As built)؛ مدت پیمان و برنامه زمانی عملیات و الویت‌های انجام کارها؛ مصالح و

لوازم مورد نیاز؛ لوزام و ماشین و پرسنل عمده مورد نیاز در مرحله اجرا و نظارت بر اجرا؛ و ترتیب اجرا و تایید اجزای کارهای مختلف

- تهیه سایر اسناد مناقصه شامل: دعوتنامه شرکت در مناقصه، شرایط مناقصه، برگ پیشنهاد قیمت، فرم بیمه‌نامه همراه با مشخصات آن قسمت از پیمان که باید بیمه شود، فرم ضمانتنامه‌ها، فرم مربوط به پیمان، تعهد نامه‌ها و شرایط عمومی پیمان شامل: فرمها، بخشنامه‌ها، دستورالعمل‌ها، مواد قانونی و تصویب‌نامه هایی که بایستی ضمیمه اسناد مناقصه شود.
- تهیه نقشه کاداستر (نقشه مالکیت اراضی) با مقیاس مناسب (۱:۲۰۰۰ یا ۱:۲۵۰۰) جهت شناخت محدوده مالکیت‌ها و بررسی امکان یکپارچه‌سازی با رعایت حدود اراضی موجود.
- تهیه طرح تسطیح (با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۰۰۰ یا ۱:۲۵۰۰ با شبکه قائم‌الزاویه ۴۰×۴۰) در تعدادی از مزارع نمونه و تعمیم نتایج حاصل از برآوردها به کل مزرعه

۱۰-٤- دستورالعمل تهیه نقشه‌ها

نقشه‌های تهیه شده در مطالعات مرحله اول و دوم بایستی دارای ویژگی‌هایی باشند که وضعیت طرح را از نظر موقعیت محل طرح در کشور، استان و شهرستان نشان داده و ضمناً با ارایه جزییات در نقشه‌های فنی نحوه ارتباط اجزای طرح و عملکرد آنها را معین نماید.

- نقشه‌های مرحله اول

اطلاعات فنی مورد نیاز در مرحله اول بایستی در نقشه‌های ذیل متجلی گردد:

- نقشه عمومی طرح که نشان دهنده موقعیت طرح در ایران، استان و شهرستان مربوطه باشد
- پلان شبکه آبیاری و زهکشی که روی آن کانال‌ها و زهکش‌ها نامگذاری شده باشند و محل تقریبی، نوع و ظرفیت ابنیه بر روی انهار و زهکش‌ها نشان داده شود (مقیاس ۲۰,۰۰۰: ۱ یا ۱۰,۰۰۰: ۱ و در صورتیکه محدوده طرح کوچک باشد ۵۰۰۰: ۱).
- پروفیل طولی و عرضی کانالهای بزرگ
- پروفیلهای تیپ عرضی سایر کانال‌ها
- پلان و مقاطع سد انحرافی و تأسیسات آبگیری
- پلان و مقاطع ابنیه فنی مهم نظیر: تأسیسات پمپاژ، سیفونهای بزرگ، تأسیسات حفاظتی و کنترل سیلاب و غیره
- پلان و مقاطع تأسیسات جانبی
- پلان و مقاطع تیپ ابنیه فنی آبگیرها، تندابها، آبشارها، تأسیسات هیدرومکانیکی، آبراهه‌ها ساختمان اتصال انهار آبیاری و زهکشی و سایر ابنیه فنی شبکه
- پلان و مقاطع تیپ جاده‌های ارتباطی و بهره‌برداری و نگهداری، پلهای تقاطع‌ها و غیره

- به منظور برآورد احجام و مقادیر عملیات و هزینه‌های طرح در مرحله اول لازم است تعدادی از مزارع (حداقل ۳ واحد) به عنوان مزرعه تیپ (مزرعه نمونه) انتخاب و بر روی نقشه‌های توپوگرافی ۲۰۰۰: ۱ پلان شبکه آبیاری و زهکشی درجه ۳ و ۴ و زهکشهای سطحی و زیرزمینی به انضمام محل ابنیه فنی مربوطه نشان داده شود.
- تهیه نقشه کاداستر (نقشه مالکیت اراضی) با مقیاس مناسب (۱:۲۰۰۰ یا ۱:۲۵۰۰) جهت شناخت محدوده مالکیت‌ها و بررسی امکان یکپارچه سازی با رعایت حدود اراضی موجود.
- تهیه طرح تسطیح (با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی (۱:۲۰۰۰ یا ۱:۲۵۰۰) با شبکه قائم‌الزاویه ۴۰×۴۰ در تعدادی از مزارع نمونه و تعمیم نتایج حاصل از برآوردها به کل مزرعه.

در این مزارع کلیه محاسبات و طراحی‌ها مطابق با ضوابط مرحله دوم مطالعات انجام و نتایج بر روی نقشه‌ها با جزییات مربوطه نشان داده خواهد شد و سپس با برآورد حجم عملیات و هزینه‌های مربوطه حجم کل کار و هزینه طرح بر مبنای برآوردهای حاصل از این نقشه‌ها معین گردد.

بنابراین نقشه‌های تهیه شده برای مزارع تیپ بایستی تمامی ویژگیهای نقشه‌های مرحله دوم را داشته باشد.

- **نقشه‌های مرحله دوم**

نقشه‌هایی که در مرحله دوم (طراحی) باید تهیه شوند عبارتند از :

- **نقشه‌های عمومی شامل**

- نقشه موقعیت[۱] طرح با مقیاس ۲۵۰,۰۰۰: ۱ یا ۵۰,۰۰۰: ۱ که نشان‌دهنده موقعیت جغرافیایی طرح در محدوده تقسیمات کشوری بر روی نقشه ایران در مقیاس ۱۰,۰۰۰,۰۰۰: ۱ به عنوان راهنما[۲] و همچنین موقعیت جغرافیایی محدوده طرح در قالب نقشه استان و همچنین مسیر راههای آسفالت و شوسه، فرودگاه‌ها، مرکز استان و شهرهای مجاور محل پروژه باشد.
- پلان عمومی[۳] طرح که در بر گیرنده شبکه آبیاری مسیر کلیه کانال‌ها و زهکش‌ها با ذکر نام هر یک، جاده‌های موجود، جاده‌های جدید طرح شده، عوامل طبیعی و تأسیسات مهم محدوده شبکه با مقیاس متناسب با مساحت شبکه (۱:۱۰،۰۰۰، ۱: ۲۰,۰۰۰ و یا۱:۲۵،۰۰۰) به نحوی که کل محدوده شبکه در یک برگ نشان داده شود.

در این نقشه باید مشخصات مهم طرح نظیر طول کانال‌ها و زهکش‌ها، مساحت کل شبکه (خالص و ناخالص)، طول جاده‌های سرویس و دسترسی و ارتباطی طرح شده در قالب شبکه آبیاری، نوع و تعداد ابنیه فنی مهم و سایر تاسیسات مهم شبکه ارایه گردد. این نقشه باید بر مبنای شبکه مختصات (UTM) تهیه شود.

- نقشه موقعیت محدوده شبکه و محل قرضه‌های ریزدانه و درشت دانه (خاک، سنگ، شن و ماسه و فیلتر)

---

۱ - Project Location Map

۲ - Key Map

۳ - General plan

- **نقشه‌های اختصاصی شبکه آبیاری درجه ۳ و ٤ شامل:** پلان شبکه که در آن جزییات شبکه کانال‌ها و زهکش‌ها با ابنیه فنی مربوطه از سازه‌های آبگیر تا سازه‌های تقسیم آب و انتهای کانال‌ها و ابنیه فنی موجود در مسیر زهکش‌ها مشخص شده باشد.

در این نقشه‌ها باید طول کانال‌ها و زهکش‌ها در هر ۵۰۰ متر معین و کیلومترگذاری شود. همچنین باید مسیر جاده‌های سرویس و دسترسی طرح شده همراه محل ابنیه فنی مربوطه، محدوده مزارع، شماره و مساحت هر مزرعه و مساحت قطعات زراعی همراه با نام کانال درجه ۳ تغذیه کننده آنها و زهکش‌های مربوطه، محدوده روستاها و جاده‌های موجود، تاسیسات ساخته شده (چاهها، قنوات و چشمه‌ها، خطوط انتقال لوله نفت و گاز، خطوط انتقال نیرو، کارخانجات و غیره)، مسیر رودخانه‌ها، زهکش‌های طبیعی، اراضی سیل‌گیر و مردابی و حفاظت شده و غیره که در نقشه‌های توپوگرافی مبنا بوده و یا زمان طراحی نهایی در محدوده طرح ایجاد شده‌اند در این نقشه‌ها ارایه گردند.

مقیاس این نقشه‌ها ۲۰۰۰: ۱ یا ۲۵۰۰: ۱ و شبکه‌بندی آن باید بر مبنای مختصات UTM باشد. در این پلان باید محدوده کلیه مزارع مربوط به پروژه نشان داده شود.

- **پلان و پروفیل کانال‌ها و زهکش‌های درجه ۳**

♦ پلان و پروفیل کانال یا زهکش باید در یک برگ به صورت توأم و با مقیاس ۲۰۰۰ :۱ یا ۲۵۰۰: ۱ در افق و ۱۰۰: ۱ در قایم نشان داده شود.

♦ پلان مسیر بایستی در یک نوار توپوگرافی با عرض متناسب با شرایط پیرامونی محور کانال یا زهکش و با خطوط تراز ۰/۵ تا ۰/۲۵ متری ارائه شود. شبکه‌بندی این پلان در مختصات UTM بوده و در محل قوسها شماره و مختصات راس و مشخصات کامل قوس، مختصات و کیلومتر شروع و خاتمه کانال یا زهکش درج می‌شود. همچنین در مسیر کانال، محل، نوع و کیلومتر ابنیه فنی در روی پلان ارائه می‌گردد.

♦ در پروفیل مسیر کانال یا زهکش بایستی خط زمین، خط کف، خط خاکریزی‌های جانبی کانال و خط خاکریز حفاظتی کانال یا زهکش (در صورت لزوم) و رقوم مربوطه در محلهای مناسب و طول مسیر ذکر شده باشد.

♦ محل و نوع ابنیه فنی بایستی در پروفیل مشخص و کیلومتر آنها در طول مسیر کانال یا زهکش ارائه شود. در هر برگ از نقشه پلان و پروفیل بایستی کیلومتر شروع و خاتمه کانال یا زهکش و شماره نقشه آورده شود و همچنین تیپ مقطع عرضی و مشخصات هیدرولیکی و سازه‌ای قسمتهای مختلف مسیر کانال و یا زهکش و همچنین نوع و موقعیت جاده سرویس مجاور آنها باید در جدولی در همان برگ ارائه گردد.

- پروفیل کانال و زهکش درجه ۴ بایستی شامل: خط زمین، خط کف، تیپ کانال یا زهکش، محل ابنیه، رقوم کف در بالادست و پایین دست ابنیه باشد.

- پلان و پروفیل مسیر جاده‌های دسترسی و ارتباطی[۱] بایستی تواماً در یک نقشه و با مقیاس ۲۰۰۰: ۱ و یا ۲۵۰۰: ۱ در افق و ۱۰۰: ۱ در قائم به شرح زیر ارائه شود.

♦ پلان مسیر جاده باید شامل نوار توپوگرافی با عرض مناسب با خطوط تراز ۰/۵ با ۰/۲۵ متری و دارای سیستم مختصات U.T.M. باشد.

♦ بر روی پلان مسیر جاده باید شماره و مختصات راس و مشخصات کامل قوس افقی، محل و نوع ابنیه فنی در محل تقاطع با کانال‌ها، زهکش‌ها، مسیل‌ها، انهار سنتی، جاده‌های اصلی، راه آهن و سایر مستحدثات و محلهای تعریض جاده ارائه گردد.

♦ پروفیل مسیر راه باید شامل خط زمین، خط زاویه راه، شیب در هر قسمت مسیر، محل و مشخصات کامل قوسهای قائم مسیر راه، نوع و کیلومتر محل ابنیه فنی مسیر باشد و کلیه رقوم لازم را ارائه دهد.

- **نقشه‌های اجرایی تسطیح**
- **مقاطع عرضی کانال‌ها**

♦ نقشه‌های مقاطع عرضی کانال‌ها باید با توجه به خط پروژه و شرایط توپوگرافی ارایه گردد که معمولاً شامل: مقاطع تیپ در خاکریز، خاکبرداری و ترکیب خاکبرداری و خاکریزی می‌باشد.

♦ مقاطع عرضی بایستی مشخصات شیب شیروانی داخلی و خارجی مقطع، موقعیت و عرض جاده سرویس کناری، موقعیت استقرار زهکش مجاور و همچنین عرض بازوی خاکی و حریم کانال را نشان دهد.

♦ نقشه جزییات پوشش کانال (در اراضی معمولی، سنگی، اراضی گچی و یا املاح زیاد) و جزئیات درزهای ساختمانی و همچنین مشخصات فیلتر شنی زیر پوشش بتنی (در صورت لزوم)، سوراخ‌های هدایت زهاب (در صورت لزوم) و نوع پوشش بایستی ارائه شود.

- **مقاطع عرضی زهکش‌ها**

♦ نقشه‌های مقاطع عرضی زهکش‌ها بایستی شامل تیپ مقطع زهکش (عرض کف، شیب جانبی و سکوی خاکبرداری)، ابعاد، شیب و موقعیت استقرار خاکریز حفاظتی (در صورت لزوم) و همچنین موقعیت و ابعاد جاده سرویس کنار آن باشد.

♦ نقشه تیپ استقرار مقطع عرضی زهکش به موازات جاده ارتباطی، جاده دسترسی و کانال‌های آبیاری (بر حسب مورد) ارائه گردد.

---

[۱]- در مورد جاده‌های سرویس کانال‌ها که همزمان در مجاورت کانال اجرا می‌شود و همچنین جاده سرویس مجاور زهکش‌ها این امر ضرورتی ندارد.

- **نقشه‌های مقطع عرضی جاده‌های دسترسی و ارتباطی:** بایستی مشخصات تیپ و ابعاد داخلی مقطع در مسیر مستقیم و قوسها، شیب‌های بدنه جاده در خاکریز یا خاکبرداری (ترانشه) مقطع جاده در اراضی دامنه‌ای شیب‌دار، مشخصات جویچه‌های کناری در حالت خاکبرداری یا خاکریزی و ضخامت بدنه خاکریز و قشر رویه آن را ارئه نمایند.
- **ابنیه فنی**

♦ نقشه‌های معماری ابنیه فنی (اعم از تیپ و غیر تیپ) شبکه آبیاری و زهکشی درجه ۳ و ۴ بایستی دارای پلان و مقاطع متعامد با مقیاس ۱۰: ۱ تا ۱۰۰: ۱ و یا مقیاس مناسب دیگر (حسب مورد) بوده و در آنها ابعاد و رقوم لازم باید مشخص گردد.

همچنین حتی‌الامکان می‌بایستی نحوه خاکبرداری و خاکریزی اطراف ابنیه فنی در رابطه با زهکش و جاده مجاور آنها مشخص گردد. (توضیح اینکه در ابنیه فنی تیپ مقادیر عددی ابعاد و رقوم به صورت جداگانه در دفترچه مشخصات فنی خصوصی پیمان ارایه می‌شود و لذا در روی نقشه‌های تیپ، ابعاد و رقوم به صورت پارامترهای حرفی نشان داده می‌شود). این نقشه‌ها در صورت نیاز دارای نقشه جزییات (Detail) بوده که در آن رقوم و ابعاد به طور دقیق مشخص باشد.

♦ نقشه‌های سازه‌ای ابنیه فنی بایستی دارای مقاطع متعامد و در صورت نیاز پلان به مقیاس ۱۰: ۱ تا ۱۰۰: ۱ و یا مقیاس مناسب دیگر برای نشان دادن نوع بتن مصرفی، محل و نوع میل‌گردهای طولی و عرضی و خاموتها باشد. همچنین جزییات نقشه با مقیاس ۱۰: ۱ و یا ۲۰: ۱ و یا مقیاس مناسب دیگر برای نشان دادن موقعیت و نوع میل‌گردگذاری شامل: اندازه و فاصله میل‌گردها در هر مقطع باید در حدی باشد که پیمانکار بتواند بر اساس آن نقشه‌های کارگاهی (Shop drawing) لازم را تهیه و برای تصویب به دستگاه نظارت ارایه نماید.

منابع

۱. محمد حسن عالمی ۱۳۶۱، تسطیح اراضی، انتشارات دانش و فن.

۲. رضا ابن جلال ۱۳۷۰، تسطیح اراضی، انتشارات دانشگاه چمران.

۳. آیین‌نامه طرح هندسی راه روستایی نشریه شماره ۱۹۶ دفتر امور فنی و تدوین معیارها ـ سازمان برنامه و بودجه ۱۳۷۸

۴. گزارش فنی طرح آبیاری و زهکشی کوثر (مهندسین مشاور آب و خاک تهران)

۵. پاره کار منصور و عباسعلی‌پور محسنی مبانی مطالعات و طراحی تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری کارگاه آموزشی مبانی طراحی در تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری ۲۸ تیر ماه ۸۳ دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

۶. نشریه شماره ۵۴ـن استاندارد صنعت آب، جداول هیدرولیکی محاسبه پارامترهای جریان در مقاطع نیم‌دایره و نیم‌بیضی ـــ آذرماه ۱۳۶۸

۷. نقشه‌های تیپ کانالت‌های نیم‌بیضی ۵ متری و متعلقات آن ـ وزارت کشاورزی ـ سازمان گسترش کشاورزی ـ اداره کل مهندسی زراعی ـ مصوب بهمن‌ماه ۱۳۶۷

۸. وزارت جهاد کشاورزی، یکپارچه سازی در شالیزارها در ژاپن ترجمه شهریار عادلی نوری و حسن عسگرزاده

۹. وزارت کشاورزی، طرح توسعه کشاورزی حوزه آبریز هراز، گزارش نهایی مرحله بررسی و تحقیقات طرح توسعه کشاورزی حوزه آبریز هراز، سال ۱۳۶۸ (تهیه شده توسط جایکا)

۱۰. میرخالق صنیاتبار احمدی، آبیاری برنج، ترجمه و تالیف، بهار ۱۳۶۸

۱۱. اصول به‌زراعی ـ عبدالله سلیمانی و بهمن امیری لاریجانی

۱۲. اصول طراحی سیستمهای آبیاری (چاپ دوم) ـ امین علیزاده ـ انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)

۱۳. برنج دیم مایکل ژاکو، بریژیت کرتیز ـ ترجمه محمد جواهر دشتی ـ مسعود اصفهانی

۱۴. برنج: کاشت، داشت و برداشت تالیف سید محمود اخوت، دانش وکیلی ـ انتشارات فارابی ۱۳۷۶

۱۵. پرورش کپور ماهیان در شالیزار (کشت توام ماهی و برنج) ـ معاونت معاونت تکثیر و پرورش آبزیان ـ اداره کل آموزش و ترویج شرکت سهامی شیلاب ایران ـ مرتضی هدایت ـ مهدی مومن‌نیا ـ بهار ۱۳۸۱

۱۶. پرورش ماهی در مزارع شالیزاری ـ تهیه و تدوین توسط: عسگری منعمی امیری و ابراهیم نیک فطرت از مجموعه طرح کتاب روستا ISBN: ۹۶۴-۷۴۰۲-۰۱-۵

۱۷. تمایلات پرورش ماهی در شالیزار (کشت توام برنج و ماهی)، معاونت تکثیر و پرورش آبزیان ـ اداره کل آموزش و ترویج شرکت سهامی شیلات ایران ـ ترجمه‌ای از :Marthias Halwart توسط: طهمورث رنجبر ـ تابستان ۱۳۷۷

۱۸. سیستم کشت توام برنج. آزولا ـ ماهی: قره یاضی بهزاد ـ سید ضیاءالدین میرحسینی و محمد ولی روزبهان

۱۹. نشریه شماره ۲۱۹,۷ ـ ترجمه شهریار عادل نوری ـ یکپارچه‌سازی اراضی ارائه شده در دوره بین‌المللی آموزش مهندسی آبیاری تهیه شده توسط انستیتوی آبیاری و زهکشی و آژانس همکاریهای بین‌المللی ژاپن

۲۰. Advanced Rice Cultivation, Irrigation and drainage technology in Japan Edited by: shoichiro Nakagawa, Minoru Nakagawa, Akira Matsumato, Sota Iwamoto, Kazumi Iwasaki, Yasumoba Motobo.

۲۱. SCS, National Engineering Handbook, Section ۱۵ , Chap. ۱۲, Land Leveling ۱۹۷۰

۲۲. Grading Land for Surface Irrigation, James C. Marr, California Extension Service.

۲۳. Booher L.J. ۱۹۷۴, Surface Irrigation, Chap. ۳, Land Preparation, F.A.O. , Rome

۲۴. Butler F.D. ۱۹۶۱ the Land Leveling Program in the Arkansas Delta, Agricultural Engineering

۲۵. Shih & Kriz ۱۹۷۰, Tables & Formulae for Earthwork Calculation in Land Forming, North Carolina Agricultural Experiment Station, Technical Bulletin No. ۲۰۳

۲۶. Afshar & Marino ۱۹۹۳, an Optimum Land Leveling Technic for Surface Irrigation, I.J.E.

۲۷. Open –Channel Hydraulics, Richard H.French -۲nd Print, ۱۹۸۷

۲۸. Mathematical Handbook of Formulas and Tables, Murray R.Spiegel – Schaum's outline series in mathematics

۲۹. Chapter۴- Determination of the Irrigation schedule for paddy. FAO.
http://www.fao.org/docrep/T۷۲۰۲E/tv۲۰۲e۰۷.htm

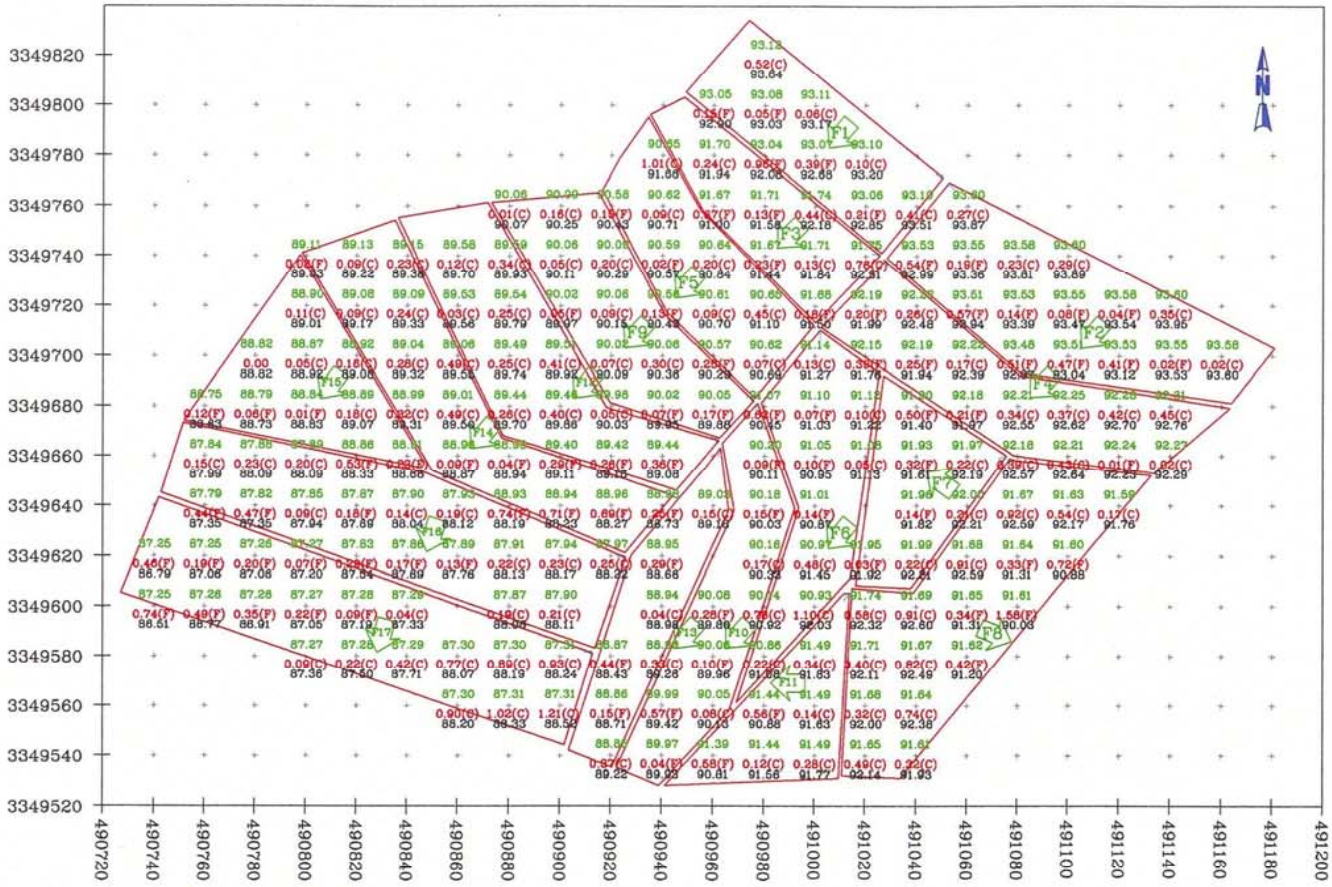
۳۰. Design & Operation of Farm Irrigation System

۳۱. Drainage Systems. International Instiute for Land Reclamation and Improvement / ILRI
Edited by: ME.JENSEN, American Society of Agricultural Engineers ۲۹۵۰ Niles Rood, St.Joseph. Michigan ۴۹۰۵۸. Sep ۱۹۸۳

۳۲. FAO. ۳۳ Yield response to water ۱۹۷۹

۳۳. Land Consolidation, International Training Course in Irrigation Engineering (۱۹۸۷), JAPAN

۳۴. Manual on Irrigation Water Management (nia- adb Water Management Project, Phillipines) August ۱۹۷۲



Leveling Characteristics

BLOCK(No)	C/F	V.CUT(m3)	V.FILL(m3)	AREA(Ha)	C/AREA(m3/Ha)	FURROW SLOPE	DITCH SLOPE	C.MAX(m)	LEVELING TYPE	a	b	c
F1	1.41	361	256	0.38	954	0.00250	0.00000	0.52	LIGHT	0.00158	0.00193	-7168.98
F2	1.40	608	433	0.63	969	0.00250	0.00000	0.35	LIGHT	0.00117	0.00227	-8108.43
F3	1.31	407	310	0.30	1351	0.00250	0.00040	0.76	MEDIUM	0.00187	0.00166	-6409.81
F4	1.32	629	476	0.47	1333	0.00250	0.00000	0.45	MEDIUM	0.00164	0.00188	-7017.46
F5	1.55	193	125	0.36	543	0.00250	0.00040	1.01	LIGHT	0.00210	0.00151	-6024.8
F6	1.21	576	476	0.38	1534	0.00250	0.00000	1.10	MEDIUM	0.00144	0.00204	-7480.23
F7	1.32	343	260	0.28	1226	0.00250	0.00000	0.22	MEDIUM	0.00202	-.00146	4004.14
F8	1.16	2498	2158	0.68	3682	0.00250	0.00000	0.92	HEAVY	-.00207	0.00147	-3835.45
F9	1.56	281	180	0.42	670	0.00250	0.00000	0.30	LIGHT	0.00175	0.00178	-6756.94
F10	1.21	658	545	0.38	1743	0.00250	0.00000	0.78	MEDIUM	0.00271	0.00095	-4430.27
F11	1.24	429	346	0.26	1654	0.00250	0.00000	0.34	MEDIUM	0.00249	-.00014	-662.15
F12	1.34	628	470	0.50	1262	0.00250	0.00000	0.41	MEDIUM	0.00079	0.00258	-8941.61
F13	1.33	364	274	0.28	1309	0.00250	0.00000	0.37	MEDIUM	0.00340	0.00045	-3097.94
F14	1.32	695	527	0.53	1306	0.00250	0.00000	0.49	MEDIUM	0.00084	0.00252	-8782.07
F15	1.56	250	160	0.36	686	0.00250	0.00000	0.18	LIGHT	0.00234	0.00138	-5686.04
F16	1.40	702	501	0.70	998	0.00250	0.00040	0.25	LIGHT	0.00137	0.00218	-7890.95
F17	1.16	1800	1553	0.73	2460	0.00000	0.00040	1.21	HEAVY	0.00038	-.00011	282.28

پیوست ۱ - نقشه نمونه طرح تسطیح اراضی شالیزاری

راهنما

5 — قطعه تسطیح -جهت آبیاری

1286.02 — رقوم پس ازتسطیح

0.54(C) — ارتفاع خاکریزی یاخاکبرداری

1286.56 — رقوم قبل ازتسطیح

آبگیر

رابطه صفحه تسطیح $Z=aX+bY+c$

کارفرما:	شماره طرح	
	شماره پروژه	
	تاریخ / اصلاحات	
	طراح	
مقیاس:	عنوان نقشه: نقشه نمونه تسطیح اراضی شالیزار	1/2000
واحد: متر	شماره نقشه: LEVEL	رشته

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

Islamic Republic of Iran
Vice presidency for strategic planning and supervision

Design Criteria for Renovation & Mobilization of Rice Fields

Second Volume - Irrigation

No: 471-2

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

این نشریه

با عنوان مبانی و ضوابط طراحی، تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری (آبیاری) 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.