

الحمد لله



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
معاونت ترویج

راهنمای مدیریت آبیاری ذرت دانه‌ای در شرایط اقلیمی مغان

سرشناسه : ناصری، ابوالفضل، ۱۳۵۰ -
 عنوان و نام پدیدآور : راهنمای مدیریت آبیاری ذرت دانه‌ای در شرایط اقلیمی مغان/ نویسندگان ابوالفضل ناصری و حسین دهقانی‌سانج؛ [برای]
 موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی؛ [به سفارش] وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج؛
 ویراستار ترویجی نصیبه پورفاتح؛ تهیه شده در موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی - دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی.
 مشخصات نشر : کرج: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۶.
 مشخصات ظاهری : ۳۲ ص.: مصور (رنگی)، نمودار (رنگی).
 شاپک : 978-964-520-387-8
 وضعیت فهرست نویسی : فیبا
 یادداشت : کتابنامه: ص. ۳۲.
 موضوع : ذرت -- ایران -- دشت مغان -- آبیاری
 موضوع : Corn -- Iran -- Moghan Plain -- Irrigation
 موضوع : ذرت -- آبیاری
 موضوع : Corn -- Irrigation
 شناسه افزوده : دهقانی سانج، حسین، ۱۳۴۶ -
 شناسه افزوده : موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
 شناسه افزوده : سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج
 شناسه افزوده : موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی
 شناسه افزوده : سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی
 رده بندی کنگره : ۱۳۹۶ن۵۳ / ۱۹۱SB
 رده بندی دیویی : ۶۳۳/۱۵۰۹۵۵۳۲۷
 شماره کتابشناسی ملی : ۵۰۰۲۲۲۴

شاپک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۳۸۷-۸
 ISBN: 978-964-520-387-8



عنوان: راهنمای مدیریت آبیاری ذرت دانه‌ای در شرایط اقلیمی مغان

نویسندگان: ابوالفضل ناصری و حسین دهقانی سانج

ویراستار ترویجی: نصیبه پورفاتح

مدیر داخلی: شیوا پارسانیک

ویراستار ادبی: سمیرا میرنظامی

گرافیکست: حمیدرضا منتظری

سرویراستار: وجیهه سادات فاطمی

تهیه شده در: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی - دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی

ناشر: نشر آموزش کشاورزی

شمارگان: ۲۵۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول/ ۱۳۹۶

قیمت: رایگان

مسئولیت صحت مطالب با نویسندگان است.

شماره ثبت در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۵۲۷۴۸ به تاریخ ۹۶/۹/۲۹ است.

نشانی: تهران، بزرگراه شهید چمران، خیابان یمن، پلاک ۲۰۱، معاونت ترویج

ص.پ: ۱۱۱۳ - ۱۹۳۹۵ تلفکس: ۲۱-۲۲۴۱۳۹۲۳

مخاطبان نشریه:

کشاورزان، کارشناسان، مروجان

اهداف آموزشی:

شما پس از مطالعه این نشریه ضمن آشنایی با ابزار رطوبت‌سنج خاک می‌توانید با سنجش میزان رطوبت خاک، مناسب‌ترین برنامه آبیاری مزارع ذرت دانه‌ای خود را طراحی و مدیریت کنید.

فهرست مطالب

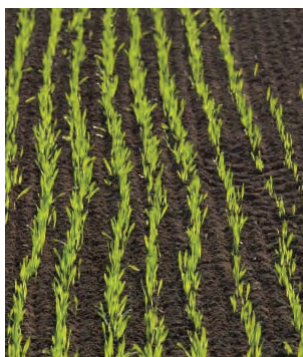
۷.....	مقدمه
۸.....	حساسیت مراحل رشد ذرت به آبیاری
۸.....	تأثیرات مضر تنش آب در مراحل رشدی گیاه
۹.....	تأثیرات مفید تنش آب
۱۰.....	روش‌های اندازه‌گیری رطوبت خاک
۱۰.....	۱. مشخصات فیزیکی تشت تبخیر کلاس آ و نحوه استقرار
۱۱.....	۲. تانسیومتر و استفاده از آن در برنامه‌ریزی ذرت
۱۸.....	محل نصب تانسیومتر در سامانه آبیاری
۲۰.....	نصب تانسیومتر
۲۱.....	قرائت تانسیومتر
۲۳.....	تفسیر قرائت‌های تانسیومتر
۲۴.....	نگهداری و بازبینی تانسیومتر
۲۵.....	پمپ خلأ دستی
۲۵.....	روش مکش
۲۶.....	نگهداری تانسیومتر
۲۷.....	محدودیت‌ها
۲۹.....	نمونه کار
۲۹.....	برنامه‌ریزی آبیاری ذرت در شرایط اقلیمی مغان بر مبنای مقدار تبخیر از تشت کلاس آ
۲۹.....	برنامه‌ریزی آبیاری ذرت در شرایط اقلیمی مغان بر مبنای مکش تانسیوم
۳۰.....	مکش تانسیوم
۳۲.....	منابع

مقدمه

ذرت از مهم‌ترین گیاهان زراعی است. این محصول در بین محصولات زراعی از نظر سطح زیر کشت، پس از گندم و برنج رتبه سوم و از نظر عملکرد تولید، رتبه اول را داراست. با توجه به اهمیت ذرت در تغذیه انسانی و حیوانی، کشت نوع دانه‌ای و علوفه‌ای آن گسترش یافته است. آبیاری، بویژه در شرایط خشک و نیمه‌خشک، یکی از عوامل مهم در تولید بهینه ذرت محسوب می‌شود. بنابراین لازم است این امر به‌صورت مناسب و بهینه برنامه‌ریزی شود تا از این طریق مقدار و زمان مناسب آبیاری مشخص شود. راهنمای حاضر به‌منظور مدیریت مناسب آبیاری ذرت در شرایط اقلیمی مغان تدوین شده است.

حساسیت مراحل رشد ذرت به آبیاری

ذرت گیاهی وجینی است و معمولاً به روش جویچه‌ای آبیاری می‌شود (شکل ۱). این گیاه برای تکمیل چرخه زندگی و تولید محصول مناسب نیاز مبرمی به آب دارد. نیاز ذرت به آب در دوره‌ای از مراحل رشد شدت می‌یابد، برای مثال در مرحله گسترش سریع برگ‌ها، گرده‌افشانی و پرشدن دانه که معمولاً با ماه‌های گرم تابستان مصادف است. تنش رطوبتی یکی از تنش‌های اصلی است که گیاهان از جمله ذرت با آن مواجه می‌شود.



شکل ۱. کشت ذرت دانه‌ای

تأثیرات مضر تنش آب در مراحل رشدی گیاه

۱. قبل از گل‌دهی و زمان گل‌دهی: باعث دیررسی و تأخیر در رسیدن فیزیولوژیک می‌شود. مهم‌ترین اثر تنش خشکی قبل از گل‌دهی به تأخیر افتادن ظهور گل‌آذین و در نتیجه، تأخیر در تلقیح است. بنابراین محصول دیررس می‌شود و موجب می‌شود عملکرد دانه کاهش یابد. همچنین در زمان گل‌دهی باعث خروج کلاله‌ها از غلاف بلال و خشکی آن‌ها می‌شود و تعداد دانه تشکیل‌شده در بلال کاهش می‌یابد (شکل ۲).
۲. مرحله گرده‌افشانی و دو هفته پس از آن: باعث کاهش شدید اجزای عملکرد در نتیجه، سبب کاهش عملکرد می‌شود.

تعداد دانه در بلال حساس‌ترین بخش عملکرد
به کمبود آب است.



شکل ۲. تشکیل نشدن دانه در بلال

تأثیرات مفید تنش آب

۱. در مراحل اول رشد باعث کاهش آفات و علف‌های هرز می‌شود؛
۲. به‌طور کلی باعث صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شود.

توجه مهم

اگر در مرحله آغاز برگ‌دادن ذرت، رطوبت خاک به ۱۰ تا ۲۰ درصد ظرفیت نگهداری خاک برسد، سبب می‌شود ریشه‌ها تا عمق بیش‌تری در خاک نفوذ کنند و مقاومت گیاه در برابر خشکی احتمالی تضمین شود.

بنابراین تصمیم‌گیری در زمان اعمال تنش، می‌تواند آن را مفید یا مضر نشان دهد. شروع حساسیت ذرت به رطوبت خاک ۲ تا ۷ روز بعد از کاکل‌دهی و پایان این دوره ۱۶ تا ۲۲ روز بعد از کاکل‌دهی است.

روش‌های اندازه‌گیری رطوبت خاک

۱. مشخصات فیزیکی تشت تبخیر کلاس آ و نحوه استقرار

تشت کلاس آ به شکل دایره بوده و قطر و عمق آن به ترتیب ۱۲۰/۷ و ۲۵ سانتی‌متر است. این تشت از آهن گالوانیزه (شماره ۲۲) یا آلیاژی مرکب از نیکل، مس، آهن و منگنز و با ضخامت ۰/۸ میلی‌متر ساخته می‌شود. تشت غیراستیل لازم است هر سال رنگ شود. در کف آن یک چاهک آرامش، استوانه‌ای فلزی با قطری و عمق حدود ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر قرار دارد و با سوراخی کوچک تعبیه می‌شود. اندازه‌گیری‌ها در این چاهک آرامش و به دیواره داخلی تشت نصب می‌شوند (شکل ۳). تشت به‌طور معمول، بر روی سکوی چوبی با فاصله ۱۵ سانتی‌متر از سطح زمین نصب می‌شود. تشت باید تراز باشد و تا ارتفاع ۵ سانتی‌متری از لبه با آب پر شود. فاصله سطح آب از لبه نباید بیش‌تر از ۷۵ میلی‌متر شود. محل استقرار تشت ترجیحاً باید به ابعاد ۲۰ متر در ۲۰ متر چمن‌کاری شود و لازم است ۴ سمت آن باز شود و در معرض جریان آزاد هوا قرار گیرد. بهتر است تشت در مرکز مزارع وسیع تحت کشت یا در جهت مخالف باد نصب شود. آب باید به‌طور مرتب و حداقل هفته‌ای یکبار جایگزین شود. استفاده از حفاظ‌های توری بالای تشت توصیه نمی‌شود. اطراف تشت باید حصارکشی شود تا از ورود حیوانات برای استفاده از آب، ممانعت به‌عمل آید. اندازه‌گیری از تشت به‌طور روزانه در همان زمانی که بارندگی اندازه‌گیری می‌شود، صورت می‌گیرد.



شکل ۳. ابعاد تشت تبخیر کلاس آ

۲. تانسیومتر و استفاده از آن در برنامه‌ریزی ذرت

استفاده از تانسیومتر روشی غیرمستقیم برای اندازه‌گیری رطوبت خاک در اراضی تحت آبیاری است. در سیستم آبیاری مؤثر، علاوه بر مقدار آب در دسترس برای گیاه در طول دوره رشد، اندازه‌گیری دقیق رطوبت خاک ضروری است.

گیاهان به رطوبت مشخصی در منطقه ریشه نیاز دارند. میزان رطوبت موردنیاز در خاک به «نوع گیاه» و «مرحله رشد آن» بستگی دارد. حداکثر مقدار نگهداری آب بین ذرات خاک به ظرفیت زراعی خاک موسوم است. تفاوت بین نقطه پژمردگی دائم و ظرفیت زراعی خاک، میزان آب در دسترس نام دارد. وقتی مقدار مشخصی از آب استفاده می‌شود، درصدی از آن به دلیل فرونشست عمقی، تبخیر از خاک و رواناب سطحی تلف می‌شود. اندازه‌گیری میزان رطوبت خاک در طول فصل رشد گیاه اهمیت بسیاری دارد. برای تعیین زمان مناسب آبیاری نیز می‌توان از روش‌های مختلفی استفاده کرد (شکل ۴).



شکل ۴. آبیاری ذرت

۱.۲. معرفی تانسیومتر

تانسیومتر وسیله‌ای برای تعیین کشش و چسبندگی آب به ذرات خاک است. همچنین روشی است غیرمستقیم برای تعیین رطوبت کافی خاک برای رشد گیاه. تغییراتی در فیلم آب اطراف ذرات خاک به وجود می‌آید و این تغییرات به عنوان نوساناتی در مکش رطوبت خاک منعکس می‌شود. در واقع تانسیومتر رطوبت خاک را در ناحیه ریشه به صورت غیرمستقیم اندازه می‌گیرد (شکل ۵).



شکل ۵. تانسیومتر

تانسیومتر نوک سرامیکی متخلخلی دارد که جزء اصلی این وسیله است و باید به صورت مناسب در خاک قرار داده شود. بعد از نصب مناسب تانسیومتر، آب در لوله پلاستیکی که در تماس با رطوبت در منافذ خاک است، در هر دو جهت جریان می‌یابد تا تعادل برقرار شود. فرض می‌شود مکش رطوبت خاک معادل مقداری است که خلأسنج تانسیومتر نشان می‌دهد. زمانی که ریشه گیاه آب را استفاده می‌کند، رطوبت خاک به طور پیوسته کاهش می‌یابد؛ به همین دلیل کشش یا مکش خاک افزایش می‌یابد. این کشش را خلأسنج تانسیومتر اندازه‌گیری می‌کند. زمانی که باران یا آبیاری، خاک را مجدد خیس می‌کند و آب خاک از طریق منافذ نوک سرامیک حرکت می‌کند، کشش کاهش می‌یابد. قرائت‌های تانسیومتر را می‌توان با آب در دسترس گیاهان مرتبط کرد؛ ولی برای تعیین میزان آب در خاک کاربرد ندارد. در صورت مشخص شدن کشش خاک، منحنی رطوبتی خاک می‌تواند بر شناسایی وضعیت رطوبت خاک کمک کند (شکل ۶).



شکل ۶. اندازه‌گیری رطوبت خاک با تانسیومتر

۲.۲. آماده‌سازی و واسنجی تانسیومتر

تانسیومتر قبل از نصب در زمین باید آماده‌سازی و واسنجی شود. برای پرکردن لوله پلاستیکی و فنجان مخزن از آب مقطر استفاده می‌شود. در صورتی که آب مقطر در دسترس نباشد، می‌توان از آب جوشیده استفاده کرد. آب هوای محلول دارد و در طول فرایند تقطیر یا جوشاندن، این هوا به اتمسفر منتقل شده و از هوا خالی می‌شود. گازهای محلول در آب خام موجب ایجاد حباب در لوله پلاستیکی می‌شوند. این حباب‌ها در قرائت شاخص‌ها یا مبدل‌ها اختلال ایجاد می‌کنند. برای کاهش یا حذف رشد جلبک یا باکتری و به‌منظور تسریع حرکت آب در داخل وسیله، رنگ آبی مخصوصی به آن اضافه می‌شود. این محلول مخصوص با افزودن یک سانتی‌متر مکعب از رنگ آبی به یک لیتر آب مایع آماده می‌شود. آماده‌سازی آن با پیروی از دستورالعمل روی برچسب شیشه صورت می‌گیرد.

فنجان تانسیومتر و کیسه پلاستیکی روی نوک سرامیکی متخلخل را بردارید. سپس وسیله را با محلول آب پر کنید. نوک سرامیک را قبل از نصب به‌مدت چند روز در آب تمیز شناور کنید. دوباره تانسیومتر را با محلول (شامل فنجان مخزن) پر کنید. بعد از پرشدن کامل، سیستم مکش را به‌وسیله پمپ دستی اعمال کنید تا تمامی حباب‌های باقی‌مانده و خلأ موجود در آب از بین برود. در این روش هوا از نوک سرامیک فنجان پلاستیکی تانسیومتر تخلیه می‌شود. به‌طور شگفت‌آوری ممکن است حباب‌های بزرگی از ته لوله پلاستیکی خارج شوند. خروج حباب‌ها نشان‌دهنده این است که اتصال بین نوک سرامیک به لوله به‌اندازه کافی محکم نیست. هرگونه ظاهرشدن حباب‌های هوا در بالای خلأسنج نشان می‌دهد که اتصال بین اندازه‌گیر و لوله بخوبی عایق‌بندی نشده است. هرگونه نشت و سوراخ احتمالی موجود در وسیله باید اصلاح شود. حباب‌های کوچک ممکن است به‌دلیل هوای نامحلول در آب باشد. برای آزمایش مبدل (خلأسنج) اجازه دهید تانسیومتر بتدریج خشک شود تا اندازه‌گیر رقم بالایی از مکش را نشان دهد. سپس نوک سرامیک را در آب قرار دهید. در ظرف چند ثانیه اندازه‌گیر رقم پایینی را نشان می‌دهد و در مدت ۳ تا ۵ دقیقه به صفر می‌رسد. این آزمایش تأیید می‌کند هدایت نوک سرامیکی رضایت‌بخش است.

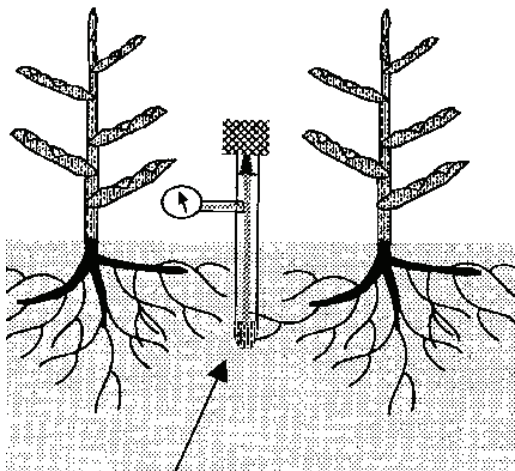
یک لوله پلاستیکی پلی اتیلن بسیار نازک (اسپاگتی) را می‌توان بر راحتی وارد فنجان پلاستیکی تانسئومتر کرد تا حباب‌های هوا را از تانسئومتر حذف کند. وقتی همه حباب‌های هوا ناپدید شدند، تمامی اجزا با محلول معین پر می‌شوند. برای تماس عایق نئوپرین با قسمت پایینی مخزن، فنجان پلاستیکی تانسئومتر با چرخاندن آن در جای خود قرار می‌گیرد. یک چهارم دور برای عایق نئوپرین کافی است و هیچ آسیبی وارد نمی‌شود. توجه کنید که زیاد محکم بسته نشود.

۳.۲. انتخاب عمق خاک و محل نصب

در انتخاب محل تانسئومتر عوامل زیر در نظر گرفته می‌شوند:

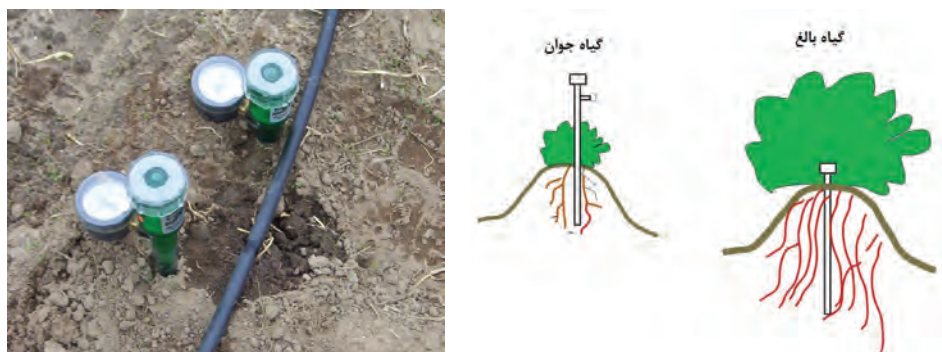
۱. گونه‌های گیاهی و عمق سیستم ریشه؛
۲. نوع خاک و تغییرات آن؛
۳. محیط‌های طبیعی و توپوگرافی زمین؛
۴. نوع سیستم آبیاری؛
۵. سطح مطلوب، دقت و کنترل.

هدف اصلی تانسئومتر، تعیین وضعیت رطوبت خاک است. بنابراین، قراردادن دقیق نوک سرامیکی تانسئومتر در ناحیه ریشه گیاه در حال رشد بسیار اهمیت دارد (شکل ۷).

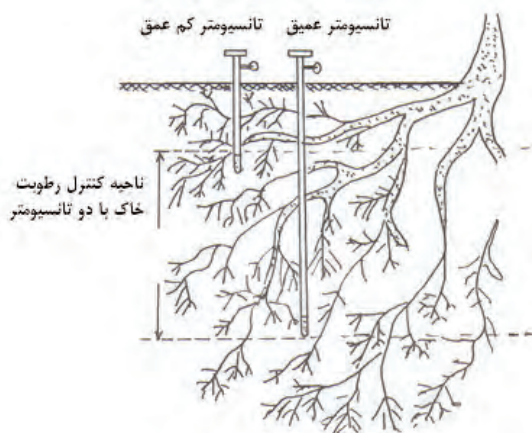


شکل ۷. قراردادن تانسئومتر در کنار نوک ریشه در حال رشد

قراردادن نوک سرامیکی نیز در محلی مخصوص که آب آبیاری و بارش به آن برسد، اهمیت فراوانی دارد. گیاهان با سیستم ریشه سطحی کم‌تر از ۴۵ سانتی‌متر عمق، در هر ایستگاه به یک تانسیومتر نیاز دارند. وسیله باید در عمقی برابر سه‌چهارم عمق واقعی ریشه نصب شود. به تناسب رشد عمق ریشه گیاه، تانسیومتر باید در عمق بیش‌تری از خاک نصب شود (شکل ۸).



شکل ۸. انتخاب محل نصب یک تانسیومتر



شکل ۹. استفاده از دو تانسیومتر برای اندازه‌گیری رطوبت خاک

برای گیاهان با سیستم ریشه عمیق حداقل باید ۲ تانسیومتر در هر ایستگاه نصب شود. تانسیومتر سطحی در یک‌چهارم عمق ریشه و تانسیومتر دوم در سه‌چهارم عمق ریشه قرار داده می‌شود (شکل ۹). برای گیاه ذرت، نصب تانسیومتر سطحی در عمق ۴۵ سانتی‌متر و تانسیومتر دوم در ۹۰ سانتی‌متر عمق ریشه توصیه می‌شود.

استفاده از دو تانسیومتر در هر ایستگاه، این امکان را برای کشاورزان فراهم می‌آورد تا شرایط رطوبت خاک را در ناحیه ریشه ارزیابی کنند. آبیاری زمانی شروع می‌شود که تانسیومتر سطحی مقادیر بالایی از مکش را نشان دهد. آبیاری تا زمانی ادامه می‌یابد که ارقام تانسیومتر نصب‌شده در عمق زیادتر کاهش یابد. دانستن این نکته ضروری است: آب آبیاری به عمق مدنظر نفوذ می‌کند و تمام ریشه‌های گیاه در بالای این نقطه را به‌قدر کفایت آبیاری می‌کند.

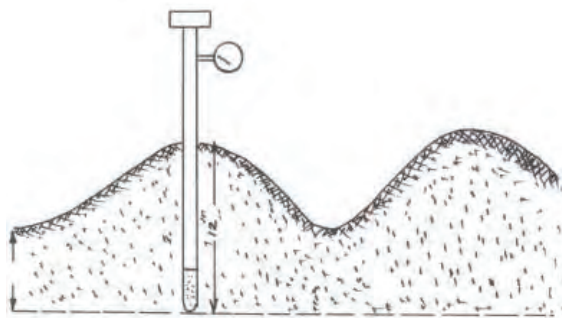
توصیه‌های مهم

۱. چون انواع خاک‌ها نفوذپذیری و ظرفیت نگهداشت آب متفاوتی دارند، لازم است تانسیومتر در موقعیت‌های استراتژیک در مزرعه نصب شود.
 ۲. وقتی که خاک مزرعه تنوع زیادی داشته باشد، باید در هر موقعیت از مزرعه یک تانسیومتر نصب شود.
 ۳. وقتی که زمین مسطح و یکنواخت بوده و سیستم آبیاری دائمی باشد، یک جفت تانسیومتر برای سطح نسبتاً گسترده کافی است.
 ۴. وقتی که زمین شیب‌های غیریکنواخت داشته باشد، نصب یک جفت تانسیومتر در بالاترین و پایین‌ترین نقطه آن لازم است.
- در اکثر سامانه‌های آبیاری، تغییرات خاک برای برآورده کردن نیازهای ویژه محصولات در سطوح بالا و پایین مزرعه باید مدنظر قرار گیرد.

محل نصب تانسیومتر در سامانه آبیاری

۱- آبیاری جویچه‌ای

تانسیومتر در قسمت درونی بستر جویچه نصب می‌شود (شکل ۱۰). گیاهان در ردیف‌های کنار جویچه کاشته می‌شوند. وقتی که فاصله بستر از $1/5$ تا $1/8$ متر باشد، تانسیومتر در جهت ردیف گیاهان قرار داده می‌شود. برای درختان میوه که با نهرها آبیاری می‌شوند، باید دو تانسیومتر نصب شود. یکی در کنار درخت که در هنگام ظهر در معرض خورشید قرار می‌گیرد و دومی از فاصله ۳۰ تا ۴۵ سانتی‌متری از جویچه نصب می‌شود.



شکل ۱۰. تانسیومتر در بخش داخلی یک جویچه آبیاری

۲- آبیاری بارانی

در سامانه آبیاری بارانی، تانسیومتر باید در جایی نصب شود که گیاه در هنگام بعد از ظهر از خورشید نور دریافت می‌کند. محل نباید پوشیده از شاخه‌های درخت باشد و رواناب در نقاط کم‌ارتفاع یا چاله‌مانند تجمع یابد. وقتی که سامانه آبیاری دائمی و حمل‌شدنی استفاده می‌شود، تانسیومتر نباید زیاد نزدیک به خط آبیاری یا آب‌پاش نصب شود. برای درختان میوه، دو تانسیومتر بین دو درخت نصب می‌شود. فاصله بین آب‌پاش و تانسیومتر باید عاری از هرگونه انسداد مانند تنه درخت و شاخه‌ها باشد. برای محصولات ردیفی تانسیومتر باید در بستر محلول کاشته‌شده نصب شود. در شرایط گیاهان علوفه‌ای و ردیفی نزدیک به هم، محل مخصوص [برای نصب تانسیومتر] چندان اهمیت ندارد.

۳- آبیاری قطره‌ای

در درختان میوه تانسئومتر باید در قسمتی از درخت که در معرض نور خورشید قرار دارد، در فاصله ۳۰ تا ۴۵ سانتی‌متری از قطره‌چکان نصب شود. در درختان میوه که تازه کاشته شده‌اند، تانسئومتر سطحی باید نزدیک منطقه ریشه بدون در نظر گرفتن محل قطره‌چکان نصب شود. محصولات ردیفی در پایین ردیف به تانسئومتر نیاز دارند. در موقع اندازه‌گیری حرکت آب از قطره‌چکان می‌توان یک تانسئومتر اضافی در فاصله ۳۰ تا ۴۵ سانتی‌متری از قطره‌چکان و پایین‌تر آن نصب کرد (شکل ۱۱).



شکل ۱۱. نحوه قرار گرفتن تانسئومتر در آبیاری قطره‌ای

نصب تانسیومتر

تماس مناسب بین نوک سرامیکی و خاک بسیار اهمیت دارد. اندازه سوراخ لازم برای فروکردن تانسیومتر به درون خاک باید برابر با قطر لوله وسیله باشد. قطر بیرونی لوله پلاستیکی و نوک سرامیکی برابر $2/2$ سانتی‌متر است. به‌طور کلی از یک لوله آهنی گالوانیزه $1/25$ سانتی‌متری برای ساختن سوراخ استفاده می‌شود. از اوگر نمونه‌برداری خاک نیز می‌توان برای این منظور استفاده کرد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲. استفاده از اوگر برای ساختن سوراخ

در سوراخی با قطر بزرگ‌تر تماس وجود ندارد و هوا به درون نوک سرامیکی نفوذ می‌کند و باعث بروز خطا در مشاهده می‌شود. همچنین رواناب ممکن است وارد فضای بین سوراخ و دیواره لوله شود و موجب قرائت‌های نادرست شود. سوراخ در عمق دلخواه برای نصب تانسیومتر ایجاد می‌شود و برای گردش سوراخ و تمیز شدن آن، لوله فلزی باید بدقت خارج شود. تانسیومتر به آرامی و نرمی از بالا به پایین فرو برده می‌شود. فشاری روی اندازه‌گیر برای قراردادن آن در سوراخ اعمال نمی‌شود. فشار بسیار کمی به آرامی به پایین فنجان مخزن اعمال می‌شود. بهتر است فضایی $2/5$ سانتی‌متری بین پایین‌ترین قسمت اندازه‌گیر سطح خاک ایجاد شود. این کار باعث انقباض و انقباض آزادانه دیافراگم اندازه‌گیری می‌شود. در سطح

زمین در فضای اطراف لوله پلاستیکی خاک‌های نرم قرار گرفته است و فشار کمی به آن‌ها وارد می‌شود. بنابراین رواناب به فاصله بین تیوب و سوراخ وارد نمی‌شود. تانسیومتر با شماره ایستگاه و عمق نصب مشخص می‌شود. پس از نصب، قسمت مخزن را با محلول ساخته‌شده از آب مقطر و رنگ آبی پر کنید. حباب‌های هوا را از قسمت مخزن، با لوله پلاستیکی خارج کنید. مکش مناسب هوا، حساسیت تانسیومتر و دقت قرائت را افزایش می‌دهد. پس از نصب توصیه می‌شود برای اینکه آب از وسیله تعادل به خاک اطراف برسد، حداقل دو روز بعد، اندازه‌گیری صورت گیرد (شکل ۱۳).

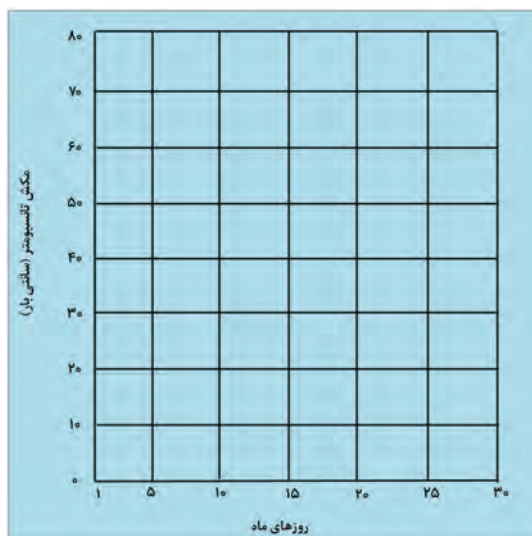


شکل ۱۳. نحوه قرار دادن تانسیومتر در خاک

قرائت تانسیومتر

بهترین زمان برای قرائت تانسیومتر صبح زود است. در این موقع، حرکت آب بین خاک و گیاهان در پایین‌ترین سطح خود قرار دارد؛ زیرا در حالت تعادل هستند. قرائت‌ها باید در ساعات یکسان و به‌طور مرتب صورت گیرد. فراوانی قرائت‌ها به گیاه، خاک، شرایط اقلیمی و روش آبیاری بستگی دارد. هرچه فاصله بین آبیاری‌ها بیش‌تر باشد، فراوانی قرائت‌ها کم‌تر می‌شود.

تانسیومتر در گیاهان با ریشه‌های سطحی و برای آبیاری قطره‌ای باید هر روز قرائت شود. در خاک‌های شنی و آب‌وهوای گرم و دیگر روش‌های آبیاری، قرائت سه بار در هفته صورت می‌گیرد. در شرایط آب‌وهوایی معتدل، قرائت یک بار در هفته کافی است. قبل از قرائت، به آرامی به خلا‌سنج ضربه بزنید. حرکت سریع سوزن نشان خواهد داد که آیا خاک خشک می‌شود یا در حال دریافت رطوبت است یا نه. قرائت‌ها باید قبل از بازبینی کردن (کنترل وضعیت نگهداری دستگاه) وسیله صورت گیرد. نگهداری تانسیومتر به همان ترتیب قرائت است. وقتی که اطلاعات به روی کاغذ نمودار منتقل شده و منحنی آن رسم می‌شود، کاربرد تانسیومتر بسیار کارا می‌شود (شکل ۱۴).



شکل ۱۴. کاغذ مخصوص برای ثبت قرائت‌های تانسیومتر

منحنی، مصرف آب گیاه را مشخص می‌کند و پاسخ‌گوی پرسش‌هایی است که درباره عوامل مؤثر بر مصرف آب مطرح می‌شود. این عوامل شامل تغییرات آب‌وهوایی، تغییرات خاک، رشد میوه و... است. نمودار نشان می‌دهد که آبیاری باید چه وقت و به چه میزان صورت گیرد. نمودار باید براساس داده‌های روزانه به‌نگام شود. ثبت قرائت‌های تانسیومتر به ما در ارائه اطلاعات

درباره بارش، بیماری‌ها و کودها یاری می‌کند. این اطلاعات می‌تواند ثبت ادامه‌دار برای گیاه را در پی داشته باشد. تشخیص دقیق نوع خاک برای تنظیم آبیاری بر مبنای قرائت‌های تانسیومتر بسیار مهم است. انواع مختلف خاک ظرفیت جذب متفاوتی دارند. هر خاک به مقدار ویژه‌ای آب برای یک گیاه نیاز دارد. این روش به مدت زیادی نیاز دارد. به‌طور کلی ماه‌ها طول می‌کشد تا بهترین فاصله آبیاری بر اساس تانسیومتر تعیین شود.

نکات مهم

- ۱- اگر تانسیومتر واقع در عمق بیش‌تر، بعد از چهار روز آبیاری، قرائت پایینی را نشان دهد، نشانگر آن است که آب بیش از اندازه مصرف شده است.
- ۲- اگر تانسیومتر کشش بالایی را پس از چهار روز نشان دهد، نشانگر آن است که آب آبیاری کافی نبوده است و عمق آبیاری باید افزایش یابد.
- ۳- اگر یک تانسیومتر سطحی نشانگر کشش بالا و یک تانسیومتر عمیق نشانگر کشش پایین باشد، آبیاری باید روزانه بیش از یک بار صورت گیرد.

تفسیر قرائت‌های تانسیومتر

- ۱- نزدیک اشباع (۲ تا ۱۰ سانتی‌بار): در روز آبیاری و بعد از آن رطوبت خاک در نزدیک اشباع باقی می‌ماند. اگر قرائت پایین ادامه یابد، خاک ممکن است غرقابی شده یا ستون کشش شکسته شود.
- ۲- ظرفیت مزرعه (۱۱ تا ۲۰ سانتی‌بار): برای جلوگیری از تلفات آب از طریق فرونشست عمقی و تلفات مواد مغذی، آبیاری باید در این بازه متوقف شود. خاک‌های شنی در ظرفیت مزرعه خود در دامنه پایین قرار می‌گیرند، در صورتی که دامنه بالاتر برای خاک‌های رسی است.
- ۳- دامنه آبیاری (۳۰ تا ۶۰ سانتی‌بار): این بازه در واقع فاصله معمول برای شروع آبیاری است. در حالت کلی در خاک‌های شنی، آبیاری در فاصله ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌بار ضرورت دارد. معمولاً در خاک‌های لومی آبیاری در بازه

۴۰ تا ۵۰ سانتی‌بار شروع می‌شود. در خاک‌های رسی آبیاری در بازه ۵۰ تا ۶۰ سانتی‌بار انجام می‌شود. در این فواصل آبیاری مطمئن شوید که آب در دسترس گیاه قرار گیرد.

۴- خشک (۶۰ تا ۷۰ سانتی‌بار) یا بازه تنش: گیاهان نباید تحت تنش آبی قرار گیرند. در بعضی از خاک‌ها، با اینکه آب در دسترس گیاه است، کافی نیست.

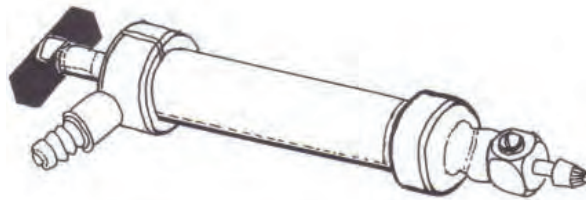
۵- شکستگی کشش (۸۰ سانتی‌بار): این بازه، حد دقت تانسومتر است. امکان قرائت‌های بالای ۸۰ سانتی‌بار وجود دارد؛ ولی کشش ستون را بین ۸۰ و ۸۵ سانتی‌بار می‌شکند.

نگهداری و بازبینی تانسومتر

در خاک مرطوب و خیس، قرائت کشش، رقم پایین را نشان می‌دهد. هوا در زیر فنجان مخزن جمع نمی‌شود. اگر خاک نسبتاً خشک و میزان خشکی بین ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌بار باشد، هوا بسرعت در مدت چند روز جمع می‌شود. حباب‌های هوا زمان پاسخ به کشش را افزایش می‌دهد. بنابراین موجب می‌شود دقت وسیله کاهش یابد. بعد از نصب، وسیله باید به‌طور مرتب و روزانه بازرسی شود، هوای زیاد خارج شده و آب به فنجان مخزن افزوده شود. با بازبینی دوره‌ای و نگهداری، هوای کم‌تری وارد سامانه می‌شود. نگهداری می‌تواند یک بار در هر ماه صورت گیرد. اگر تانسومتر بازبینی نشود و برای مدت زیادی نگهداری شود، سطح آب در مخزن به‌طور چشمگیری کاهش می‌یابد و باید دوباره با آب پر شود. حباب‌های هوا باید به‌وسیله پمپ خلأ دستی خارج شود. تحت شرایط شوری، لازم است نوک سرامیک عاری از نمک باشد.

پمپ خلأ دستی

پمپ خلأ دستی وسیله‌ای برای خارج کردن هوا از تانسئومتر بوده و شامل نوک مکش است که خودش را با تمام مدل‌های تانسئومتر تطبیق می‌کند. فنجان قسمت مخزن جداشدنی است و مکش به وسیله پمپ صورت می‌گیرد (شکل ۱۵). در چهار یا پنج نوبت قرائت، نباید بیش‌تر از ۸۰ سانتی‌بار مشاهده شود. پمپ باید در بالای تانسئومتر متصل شود. در صورتی که پمپ خلأ دستی در دسترس نباشد، از یک لوله پلی‌اتیلن (اسپاگتی) منعطف می‌توان برای خروج حباب‌های هوا از تانسئومتر استفاده کرد.

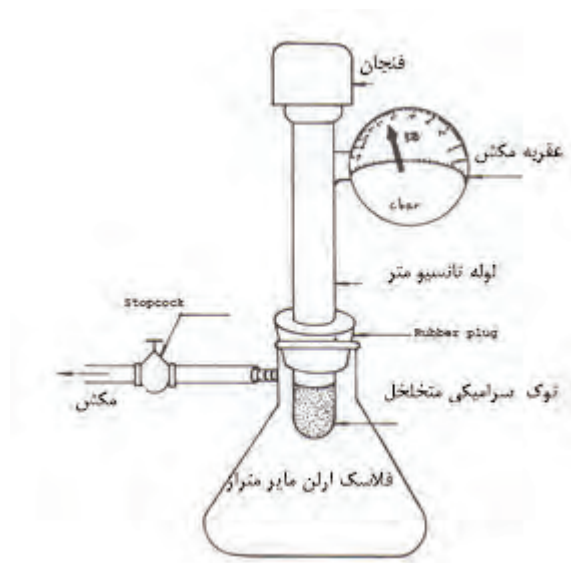


شکل ۱۵. پمپ خلأ

روش مکش

این روش شامل قراردادن یک تانسئومتر در درون «فلاسک ارلن مایر متر» از طریق دو شاخه لاستیکی است (شکل ۱۵). مقدار مشخصی از مکش در اطراف نوک سرامیک به وسیله یک سوراخ شیر اعمال می‌شود. خلأسنج قرائت متناسبی را با مکش کاربردی نشان خواهد داد. سپس شیر مکش بسته می‌شود. اگر قرائت وسیله تغییر نکند، بدان معنی است که هیچ تلفاتی از مکش از عایق‌بندی نوک سرامیک و اندازه‌گیر صورت نگرفته است. اگر قرائت تغییر کند، بدین معنی است که تلفاتی از مکش از جایی از وسیله صورت گرفته است. برای یافتن این نقطه، آب به فنجان مخزن اضافه می‌شود و دوباره مکش اعمال می‌شود. به دستگاه مورد آزمایش اجازه داده می‌شود که غرقاب شود و سر مخزن نیز پوشیده می‌شود. اگر قرائت بدون تغییر باقی ماند، هیچ تلفاتی وجود ندارد. در صورت

مشاهده تغییرات، نقطه‌ای خروجی وجود دارد که آن نقطه را می‌توان براحتی محلیابی کرد. این روش (شکل ۱۶) زمان آزمایش را تا ۱۰ دقیقه کاهش می‌دهد.



شکل ۱۶. روش مکش برای ارزیابی کارکرد یک تانسیموتر

نگهداری تانسیموتر

پس از اتمام فصل رشد، تانسیموتر را از خاک خارج و خالی کرده و نگهداری کنید. برای خروج تانسیموتر از خاک، آن را بچرخانید و از خاک جدا کنید. سپس لوله اصلی را بگیرید و به طرف بالا بکشید (شکل ۱۷). نوک سرامیک هرگز نباید خشک شود. بلافاصله بعد از خارج‌سازی آن از خاک، نوک سرامیکی را با حوله‌ای مرطوب بپوشانید تا مرطوب بماند و در این حالت آن را بسته‌بندی کنید. حتی چند لحظه تماس با هوا، موجب پرشدن و عایق‌شدن دائمی سوراخ‌ها می‌شود. برای بسته‌بندی موقتی، بسته‌بندی مرطوب توصیه می‌شود، تانسیموتر را پر کنید و بپوشانید. نوک سرامیکی خارجی را تمیز کنید و در آب غوطه‌ور سازید. این روش وسیله را در حالت امکان استفاده نگه می‌دارد و آن را آماده نصب می‌سازد. بسته‌بندی خشک تنها برای مدت طولانی نگهداری تانسیموتر مناسب است.

بدقت نوک سرامیکی را تمیز کنید و آن را با برس بشویید. سطح پلاستیکی را با محلول صابون تمیز کنید. وسیله را در حالت معکوس نگاه دارید. آن را در محلی تمیز و عاری از گرد و غبار آویزان کنید. نوک سرامیکی را با نایلونی شفاف و پلاستیکی بپوشانید.

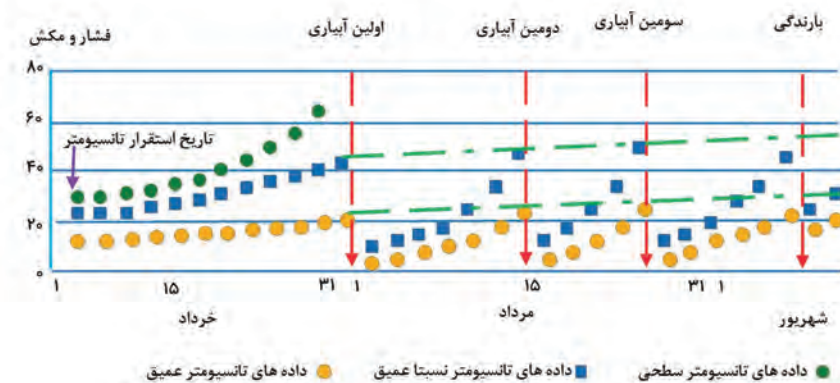


شکل ۱۷. نحوه خروج تانسومتر از خاک

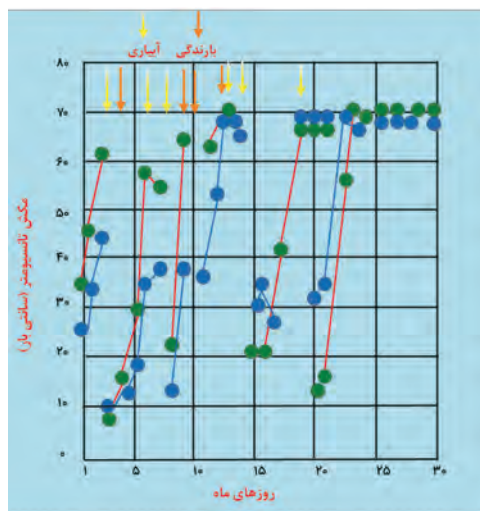
محدودیت‌ها

- ۱- تانسومتر با آب پر می‌شود و با خواص فیزیکی آب محدود می‌شود.
- ۲- اندازه‌گیر، اختلاف مکش را در درون و بیرون لوله پلاستیکی نشان می‌دهد که این بستگی به فشار اتمسفری دارد.
- ۳- حد کاربردی تانسومتر در ۸۰ سانتی‌بار سطح دریاست. به‌ازای هر ۳۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا، فشار به‌اندازه ۳/۵ سانتی‌بار کاهش می‌یابد. قرائت ۸۰ سانتی‌بار در یک تانسومتر در سطح دریا برابر ۶۲/۵ سانتی‌بار در ارتفاع ۱۵۰۰ متری است، یعنی ۳/۵ سانتی‌بار بر ۳۰۰ متر تقسیم شده و در ارتفاع ۱۵۰۰ متری ضرب می‌شود. حاصل (۱۷/۵) با علامت منفی با قرائت ۸۰ سانتی‌بار جمع می‌شود. عدد به‌دست‌آمده برابر ۶۲/۵ سانتی‌بار است.

در شکل ۱۸ تغییرات مکش تانسومتر برای شرایط استفاده حداکثر استفاده مفید از آب نشان داده شده است. در این روش برنامه‌ریزی آبیاری فاصله متغیری دارد. در شکل ۱۹ تغییرات مکش تانسومتر در یک جویچه نشان داده شده است.



شکل ۱۸. تغییرات مکش و فشار تانسومتر برای شرایط استفاده حداکثر استفاده مفید از آب



شکل ۱۹. تغییرات مکش تانسومتر در یک جویچه

نمونه کار

برنامه‌ریزی آبیاری ذرت در شرایط اقلیمی مغان بر مبنای مقدار تبخیر از تشت کلاس آ

برای برنامه‌ریزی آبیاری ذرت در شرایط اقلیمی مغان نموداری با چهار دایره رسم شد (شکل ۲۰). دایره بیرونی (زردرنگ) نوبت آبیاری، دایره دوم از بیرون (با رنگ سبز فسفری) زمان آبیاری و سومین دایره بیرونی (سبزرنگ) مقدار آب آبیاری و دایره درونی عمق خیزی خاک در اثر آبیاری یا زمان قطع آبیاری (صورتی‌رنگ) را مشخص می‌کند. واحدهای دایره‌های دوم تا چهارم از بیرون به میلی‌متر است.

نحوه کار با نمودار به شرح زیر است:

پس از مشخص کردن نوبت آبیاری از دایره بیرونی، هر زمان مقدار تبخیر به‌اندازه عدد زیر نوبت آبیاری رسید، آن زمان، «روز آبیاری» را مشخص می‌کند. برای مثال هرگاه مقدار تبخیر از تشت کلاس آ پس از آبیاری اول به ۱۱۵ میلی‌متر رسید، همان روز نوبت دوم آبیاری ذرت دانه‌ای است. شایان ذکر است مبنای سنجش مقدار تبخیر برای نوبت اول آبیاری، از روز کاشت ذرت است. مقدار آب آبیاری از دایره سوم از بیرون مشخص می‌شود. برای مثال برای نوبت دوم آبیاری که در روزی با تبخیر ۱۱۵ میلی‌متر آبیاری می‌شود، مقدار آب آبیاری برابر ۱۳۰ میلی‌متر است.

وقتی برخی از کشاورزان عزیز به وسایل و تجهیزات سنجش جریان در مزرعه دسترسی نداشته باشند، می‌توان از روش زیر استفاده کرد:

با یک میله فلزی ۱۳۰ سانتی‌متری و مقادیر عددی دایره درونی بسهولت می‌توان زمان قطع آبیاری را مشخص کرد. برای مثال وقتی در حین آبیاری دوم، میله فلزی به‌اندازه ۶۳۵ میلی‌متر یا ۶۳/۵ سانتی‌متر در وسط مزرعه به خاک فرو رفت، این نشانه قطع آبیاری است. برای سایر نوبت‌ها هم می‌توان از این روش استفاده کرد.



شکل ۲۰. نمودار برنامه‌ریزی آبیاری ذرت دانه‌ای بر مبنای مقدار تبخیر از تشت کلاس آ

برنامه‌ریزی آبیاری ذرت در شرایط اقلیمی مغان بر مبنای مکش

تا نسیو متر

برای برنامه‌ریزی آبیاری ذرت در شرایط اقلیمی و خاک‌شناختی مغان لازم است در هر مزرعه ۲ تانسئومتر در عمق‌های ۴۵ و ۹۰ سانتی‌متری نصب شود. تا مرحله ۸ برگی ذرت که عمق ریشه تا ۴۵ سانتی‌متری خاک نفوذ می‌کند، از تانسئومتر سطحی و پس از آن تا زمان تکمیل آبیاری‌ها، از تانسئومتر عمیق می‌توان استفاده کرد. در یک نوبت مشخص آبیاری، معمولاً برای شروع آبیاری از تانسئومتر سطحی و برای خاتمه آبیاری از تانسئومتر عمیق استفاده می‌شود. برای شروع و خاتمه آبیاری‌ها کافی است از شکل ۲۱ که برای

شرایط خاک‌شناختی دشت مغان تطبیق یافته است، استفاده کرد. شروع آبیاری زمانی است که مقدار مکش تانسومتر بین ۵۰ تا ۶۰ سانتی‌بار بوده باشد. آبیاری مزرعه تا رسیدن مکش تانسومتر به اندازه ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌بار ادامه می‌یابد و در این بازه، آبیاری قطع می‌شود.



شکل ۲۱. برنامه‌ریزی ذرت در شرایط اقلیمی و خاک‌شناختی مغان با استفاده از تانسومتر

باید یادآوری کرد درجه‌بندی عقربه مکش یا خلأسنج از ۰ تا ۱۰۰ بوده و هرکدام از درجات آن معادل ۱۰ سانتی‌بار است. اگر عقربه خلأسنج روی ۲۵ باشد، به این معنی است که فشار در خلأسنج ۲۵- سانتی‌بار است.

منابع

- بی نام، ۱۳۹۴. آمارنامه کشاورزی، جلد اول: محصولات زراعی، سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲. وزارت جهاد کشاورزی. ۷۷ صفحه
- ربور، ه. و م. دولوایه، ۱۹۸۷. روش‌های جدید آبیاری سطحی و بارانی (ترجمه ج. خیرآبی). انتشارات دانشگاه تهران، ۳۸۲ صفحه
- زهتابیان، غ. ۱۳۷۳. راهنمای عملی آبیاری. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۲۴ صفحه
- ناصری، الف و ف. عباسی. ۱۳۸۳. تعیین و ارزیابی ضریب زبری مانینگ در مزارع آبیاری. گزارش نهایی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۷۵ صفحه
- ناصری، الف. ۱۳۷۷. آنالیز فونکسیون مصرف آب- عملکرد محصول ذرت دانه‌ای، در مناطق مختلف کشور. پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۹-۱۳ شهریور ۱۳۷۷. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر ایران. کرج
- ناصری، الف. ۱۳۸۴. تابع تولید ذرت دانه‌ای به ازای مصرف آب در کشور. اولین جشنواره و همایش ملی ذرت، سازمان جهاد کشاورزی. خوزستان. ایران
- ناصری، الف. ۱۳۸۵. تأثیر مصرف آب در تولید محصول ذرت دانه‌ای در شرایط اقلیمی مغان، تبریز و خوی. هفتمین همایش منطقه‌ای کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز
- ناصری، الف. ۱۳۹۴. مدیریت خرد آبیاری. در حال انتشار
- وزیری، ژ.، سلامت، ع.ر.، انتصاری، م.، مسچی، م.، حیدری، ن. و دهقانی‌سانبج، ح. ۱۳۸۷. تبخیر-تغرق گیاهان. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۳۶۲ صفحه