



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

آبیاری مزارع چغندر قند پاییزه در استان خوزستان

نویسنده:
منصور معیری

۱۳۹۷

سرشناسه	معیری، منصور، ۱۳۵۰ -
عنوان و نام پدیدآور	آبیاری مزارع چغندرقد پاییزه در استان خوزستان/ نویسنده منصور معیری؛ ویراستار ترویجی فرانک صحرایی، حسام الدین غلامی؛ ویراستار ادبی سمیرا میرنظامی؛ سرویراستار وجیهه السادات فاطمی؛ تهیه شده در موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی .
مشخصات نشر	کرج: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	۵۴ ص.
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۴۳۷-۰
وضعیت فهرست نویسی	فیا
موضوع	چغندرقد -- ایران -- خوزستان -- آبیاری
موضوع	Sugar beet -- Irrigation -- Iran -- Khuzestan
موضوع	چغندرقد -- ایران -- خوزستان -- نیاز آبی
موضوع	Sugar beet -- Water requirements -- Iran -- Khuzestan
شناسه افزوده	صحرایی، فرانک، ویراستار
شناسه افزوده	غلامی، حسام الدین، ۱۳۶۲ -، ویراستار
شناسه افزوده	موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی
شناسه افزوده	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج. نشر آموزش کشاورزی
رده بندی کنگره	۱۳۹۷ م ۹م الف / SB۲۲۰
رده بندی دیویی	۶۳۳/۶۳۰۹۵۵۵۳
شماره کتابشناسی ملی	۵۲۹۰۵۰۶

ISBN:978-964-520-437-0



شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۴۳۷-۰

عنوان: آبیاری مزارع چغندرقد پاییزه در استان خوزستان
نویسنده: منصور معیری
ویراستار ترویجی: فرانک صحرایی، حسام الدین غلامی
مدیر داخلی: شیوا پارسانیک
ویراستار ادبی: سمیرا میرنظامی
سرویراستار: وجیهه السادات فاطمی
تهیه شده در: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی
ناشر: نشر آموزش کشاورزی
شمارگان: ۲۵۰۰ جلد
نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۷
قیمت: رایگان
مسئولیت صحت مطالب با نویسنده است.

شماره ثبت در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۵۴۱۱۲
 به تاریخ ۹۷/۵/۱۴ است.

نشانی: تهران- بزرگراه شهید چمران- خیابان یمن، پلاک ۱ و ۲، معاونت ترویج،
 ص. پ. ۱۱۱۳-۱۹۳۹۵
 تلفکس: ۰۲۱-۲۲۴۱۳۹۲۳

فهرست

مقدمه	۵
شرایط کشت چغندر قند	۶
آبیاری و برنامه ریزی آن در مزارع چغندر قند	۷
خاک مزرعه چغندر قند	۸
- شوری خاک و آب آبیاری	۸
- رطوبت موجود در خاک	۱۰
نیاز آبی مراحل مختلف رشد چغندر قند	۱۳
- برآورد نیاز آبی با استفاده از میانگین بلندمدت آمار هواشناسی	۱۷
- برآورد نیاز آبی با استفاده از آمار تشتک تبخیر	۲۱
بارش	۲۴
آبیاری چغندر قند پاییزه	۲۶
- آبیاری در مرحله جوانه زنی	۲۷
- زمان و دور آبیاری	۲۹
عمق آبیاری	۳۶
زمان آخرین آبیاری	۳۸
مدیریت‌ها و روش‌های آبیاری چغندر قند	۳۸
- عوامل مدیریتی مؤثر بر بهبود بهره‌وری آب	۴۲
تنش آبی در زراعت چغندر قند	۴۸
- کم آبیاری و آرایش کاشت	۴۸
نتیجه‌گیری و پیشنهادها	۵۲

مقدمه

چغندر قند از جمله محصولات صنعتی است که کشاورزان همواره به دلیل نقش ویژه‌اش در تناوب زراعی و خرید تضمینی آن بدان توجه کرده‌اند. طی تعطیلی کارخانه‌های قند استان خوزستان کشت چغندر قند از تناوب زراعی منطقه حذف شد. اما طی سال‌های اخیر، استفاده از ظرفیت‌های خالی کارخانه‌های استان‌های همجوار (بویژه کارخانه‌های مناطق با کشت بهاره چغندر قند) موجب احیای این کشت صنعتی و مکانیزه در مزارع جلگه خوزستان شده است. مزیت‌های نسبی و عایدات مستقیم و غیرمستقیم کشت چغندر قند پاییزه، کشاورزان را به افزایش سطح زیر کشت تا بیش از ۱۲ هزار هکتار ترغیب کرد و طبق برنامه اعلام‌شده از سوی وزارت جهاد کشاورزی با توجه به مقدار مصرف آب آبیاری چغندر قند پاییزه برای تولید هر کیلو شکر، توسعه سطح زیر کشت به ۶۵ هزار هکتار تا سال ۱۴۰۴ برنامه‌ریزی شده است. با توجه به طول دوره رشد طولانی، همزمانی رشد با بارش فصلی و حجم آب مصرفی چغندر قند پاییزه، برنامه‌ریزی آبیاری برای چغندر قند باید بر اساس مراحل مختلف رشد و نیاز آبی چغندر قند باشد.

شرایط کشت چغندر قند

کشت چغندر قند به صورت ردیفی با فواصل ۶۰ سانتی متری در استان خوزستان یا ۵۰ سانتی متر در سایر نقاط کشور با تراکم ۸۰ تا ۱۰۰ هزار بوته انجام می‌شود و با روش جوی پشته‌ای آبیاری می‌شود. متوسط نیاز آبی آن در استان خوزستان حدود ۷۰۰ میلی‌متر یا به عبارتی ۷۰۰۰ مترمکعب در هکتار در طول فصل رشد است که با تأمین حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر آن از طریق بارش‌های مؤثر (فصلی) و اضافه کردن تلفات آبیاری سطحی، مقدار آب مصرفی آن معادل ۹۰۰۰ تا ۱۳۰۰۰ مترمکعب در هکتار است. با در نظر گرفتن متوسط عملکرد شکر تولید شده یعنی حدود ۸ تن در هکتار، کارایی مصرف آب (نسبت عملکرد شکر به کل آب آبیاری و بارش مؤثر در طول فصل رشد گیاه)، حدود ۰/۵۰ الی ۰/۷۵ کیلوگرم شکر در مترمکعب آب مصرفی برآورد می‌شود که با اعمال مدیریت‌هایی بهینه، امکان بهبود این شاخص وجود دارد. در این راستا برنامه آبیاری بر اساس مؤلفه‌های آب، خاک و گیاه می‌تواند نقش مؤثری در جلوگیری از هدر رفت منابع آب، کاهش تنش‌ها و افزایش عملکرد در واحد سطح داشته باشد.

آبیاری و برنامه‌ریزی آن در مزارع چغندر قند

آبیاری پخش آب روی زمین جهت نفوذ در خاک برای استفاده گیاه (تأمین نیاز آبی) و تولید محصول است. موفقیت عملیات آبیاری به استفاده بهینه از آب و تولید محصول بیش‌تر به‌ازای هر واحد آب مصرفی بستگی دارد. پخش آب در سطح مزارع چغندر قند به روش‌های سطحی (جویچه‌ای) و تحت فشار (بارانی و قطره‌ای) امکانپذیر است. استفاده از این روش‌ها نیازمند شناخت ضعف‌ها و قوت‌های آن‌ها و کاربرد متناسب با شرایط و محدودیت‌های منابع آب و خاک و گیاه است. برنامه‌ریزی آبیاری انتخاب روش، عمق و دور آبیاری متناسب با آب‌وهوا و گیاه مدنظر است. در هر روش آبیاری، مقدار و دور آبیاری به متغیرهای مربوط به خاک، آب‌وهوا و گیاه (ارقام) بستگی دارد. دفعات آبیاری‌های سطحی در یک مزرعه چغندر قند پاییزه بسته به مقدار و پراکنش بارش‌ها می‌تواند بین ۵ تا ۹ بار تغییر کند. برای برنامه‌ریزی آبیاری تعیین نوع و مشخصات بافت خاک، عمق توسعه ریشه، برآورد نیاز آبی گیاه در مراحل مختلف رشدی و انتخاب روش آبیاری اهمیت بسیاری دارند.

خاک مزرعه چغندر قند

چغندر قند یکی از گیاهان زراعی حساس به مشخصات خاک مزرعه است. این گیاه در خاک‌های با مشخصات ضعیف و تهویه نامناسب عملکرد کمی دارد؛ اما در خاک با مواد آلی و دانه‌بندی، تهویه و تغذیه مناسب عملکرد خوبی دارد.

چغندر قند می‌تواند در خاک‌های مختلف کشت شود؛ ولی در خاک‌های عمیق، حاصلخیز، زهکش‌دار با بافت متوسط بویژه در «خاک‌هایی که ظرفیت نگهداری آب در دسترس بیش‌تری دارند، عملکرد بالاتری از خود نشان می‌دهد». خاک خنثی تا کمی قلیایی (اسیدیته حدود ۷) برای رشد چغندر قند مناسب است. در بین گیاهان زراعی چغندر قند نسبت به اکسیژن موجود خاک حساسیت متوسطی دارد و از این نظر مشابه ذرت و گندم است.

شوری خاک و آب آبیاری

چغندر قند در مرحله جوانه‌زنی به شوری خاک حساس است. شوری خاک در مرحله جوانه‌زنی باعث کند شدن یا توقف رشد و حتی مرگ جوانه‌ها می‌شود؛

اما پس از استقرار، شوری خاک تا ۷ دسی‌زیمنس بر متر را تحمل می‌کند و با افزایش شوری بیش‌تر از آستانه تحمل گیاه، عملکرد کاهش می‌یابد. برای مثال با افزایش شوری خاک از ۷ به ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد چغندر قند پنجاه درصد کاهش خواهد یافت (جدول ۱).

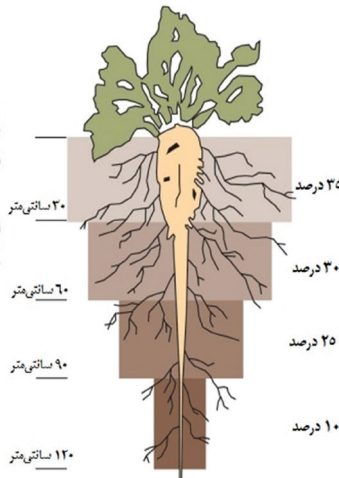
جدول ۱- سطوح تحمل چغندر قند به شوری آب آبیاری و خاک

پتانسیل عملکرد								حداکثر شوری خاک دسی‌زیمنس بر متر (ds/m)
۱۰۰ درصد		۹۰ درصد		۷۵ درصد		۵۰ درصد		
آب	خاک	آب	خاک	آب	خاک	آب	خاک	
۷	۴/۷	۸/۷	۵/۸	۱۱	۷/۵	۱۵	۱۰	۲۴

با توجه به ظرفیت شست‌وشوی املاح و آب‌شویی نیم‌رخ خاک توسط بارش‌های سالانه فصل رشد، امکان کاربرد آب آبیاری با کیفیت کم‌تر (شوری بیش‌تر از مقادیر جدول ۱) یا کشت چغندر قند پاییزه در خاک شور نسبت به چغندر قند بهاره فراهم‌تر است.

رطوبت موجود در خاک

مقدار آب در دسترس گیاه تابعی از بافت خاک در عمق توسعه ریشه آن است. بافتی درشت‌دانه مثل شن نسبت به بافت ریزدانه‌ای مثل لوم، آب کم‌تری را در خود نگه می‌دارد. بافت خاک در عمق توسعه ریشه می‌تواند متغیر باشد و از این رو باید نیم‌رخ بافت خاک در عمق توسعه ریشه گیاه را پس از نمونه‌برداری در آزمایشگاه تعیین کرد. قسمت اعظم ریشه شامل غده و دنباله در عمق ۳۰ الی ۱۲۰ سانتی‌متر سطح خاک توسعه دارد؛ ولی ممکن است تا عمق ۲/۴ متری نیز نفوذ کند. در شکل ۱ میزان نسبی جذب آب و املاح توسط ریشه چغندر قند در عمق خاک نشان داده شده است. یکی از علت‌های کاهش عملکرد چغندر قند وجود لایه سخت زیرزمینی یا سطح ایستابی در عمق توسعه ریشه آن است. محدود شدن عمق توسعه ریشه توسط یک لایه سخت زیر سطحی یا اشباع دائم یا متناوب محیط ریشه باعث ایجاد خسارت و کاهش عملکرد می‌شود و قطعاً در صورت شور بودن آب زیر سطحی این عارضه تشدید می‌شود تا جایی که در چنین زمین‌هایی کشت چغندر قند توجیهی ندارد و توصیه نمی‌شود.



شکل ۱- درصد جذب آب و املاح از نیم‌رخ خاک در عمق توسعه ریشه گیاه

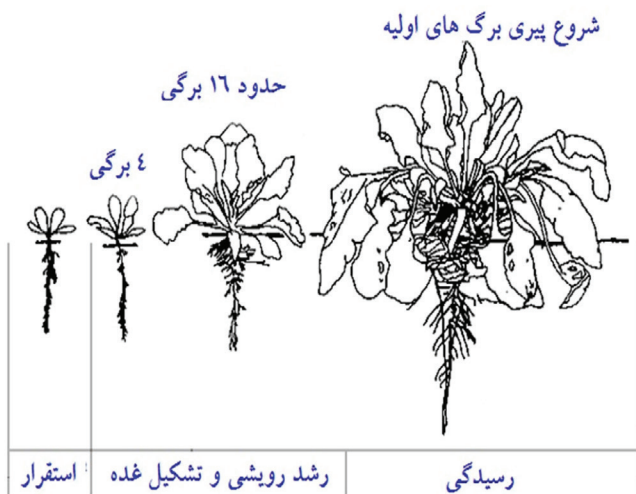
با نمونه‌گیری از خاک مزرعه در عمق توسعه ریشه گیاه می‌توان بافت خاک و مقدار آب در دسترس را در آزمایشگاه تعیین کرد. آب در دسترس عبارت است از تفاوت رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی (بهترین جذب ریشه گیاه) با نقطه پژمردگی (ممکن نبودن جذب رطوبت موجود خاک توسط ریشه). امکان برآورد مزرعه‌ای آب در دسترس هم وجود دارد. ریشه چغندر قند تا ۶۵ الی ۷۰ درصد رطوبت در دسترس خاک را براحتی جذب می‌کند که رطوبت سهل‌الوصول نامیده می‌شود. این مقدار در جدول ۲ با رنگ قرمز در بافت خاک‌های مختلف ارائه شده است.

جدول ۲ - برآورد میزان رطوبت موجود به‌ازای یک متر عمق خاک

آب موجود در خاک (میلی‌متر) در حالت‌های مختلف رطوبتی					
۶۵ درصد رطوبت در دسترس	رطوبت در دسترس	پژمردگی دائم	ظرفیت زراعی	اشباع	بافت خاک
۴۵	۷۰	۶۰	۱۳۰	۳۶۰	شنی
۵۲	۸۰	۸۰	۱۶۰	۲۸۰	شنی لومی
۷۸	۱۲۰	۱۰۰	۲۲۰	۴۱۰	لومی شنی
۱۰۴	۱۶۰	۱۵۰	۳۱۰	۴۶۰	لومی
۱۳۰	۲۰۰	۱۳۰	۳۳۰	۴۶۰	لومی سیلتی
۱۵۶	۲۴۰	۹۰	۳۳۰	۴۳۰	سیلتی
۷۸	۱۲۰	۲۰۰	۳۳۰	۴۷۰	لومی رسی شنی
۱۰۴	۱۶۰	۲۳۰	۳۹۰	۵۰۰	لومی رسی
۱۳۶	۲۱۰	۲۳۰	۴۴۰	۵۲۰	لومی رسی سیلتی
۷۸	۱۲۰	۲۷۰	۳۹۰	۵۰۰	رسی شنی

نیاز آبی مراحل مختلف رشد چغندر قند

چغندر قند پاییزه از نیمه شهریور ماه تا اواخر مهر ماه کشت می‌شود و بسته به تاریخ کشت پس از سپری کردن ۲۳۵ الی ۲۵۵ روز به مرحله برداشت می‌رسد. با توجه به غده‌ای بودن این گیاه تفکیک مراحل رشد نیاز به تجربه مزرعه‌ای دارد (شکل ۲). در جدول ۳ طول مراحل رشد چغندر قند پاییزه به تفکیک آمده است.



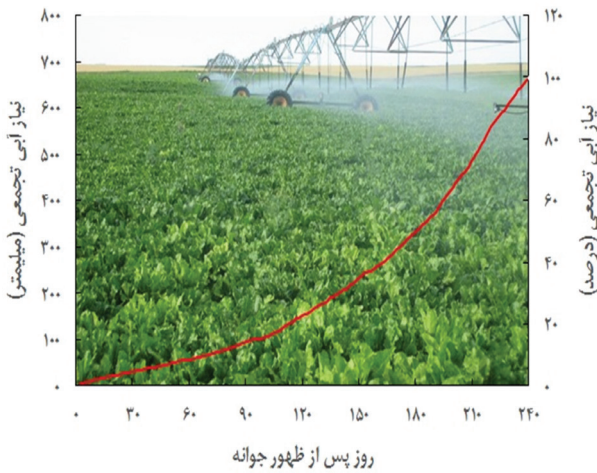
شکل ۲- مراحل رشد و نمو چغندر قند

جدول ۳- مراحل رشد چغندر قند پاییزه

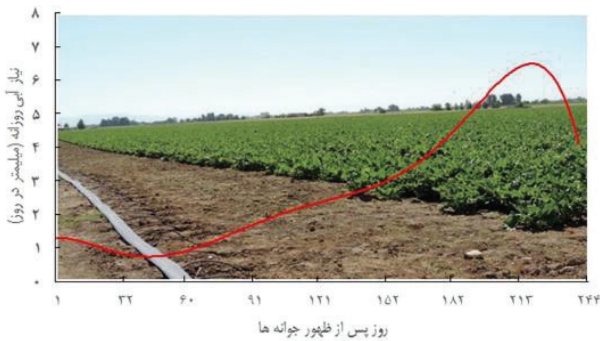
تعداد روز	رشد گیاه	مراحل
۲۵ - ۳۰	از جوانه زنی تا ۴ الی ۶ برگگی	مرحله اولیه
۸۵ - ۹۰	رشد رویشی و تشکیل غده	مرحله توسعه ای
۸۰ - ۸۵	پیری برگ های اولیه و رشد سریع تر غده	مرحله میانی
۴۵ - ۵۰	حداکثر تعداد برگ تا برداشت	مرحله پایانی
۲۳۵ - ۲۵۵	کل دوره رشد	مجموع

چغندر قند گیاهی با طول دوره رشد و نمو دو ساله است که در سال اول به منظور برداشت غده و تولید شکر کشت می شود و در سال دوم به گل می رود و تولید بذر می کند. در استان خوزستان، آب مورد نیاز آن در فصل رشد یعنی سال اول، ۶۵۰ تا ۷۰۰ میلی متر است. چغندر قند در مراحل مختلف رشد مشابه اکثر گیاهان زراعی، نیازهای آبی متفاوتی دارد. برآورد صحیح از نیاز آبی گیاه با توجه به دمای هوا و بارش های فصلی در مراحل رشد برای برآوردن نیازهای گیاه و همچنین افزایش اثربخشی

سایر نهاده‌ها مانند انواع کودها، روش‌های مبارزه با علف‌های هرز و... بسیار ضروری است. رشد و نمو چغندر قند از دمای ۵ درجه سانتی‌گراد شروع و در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد متوقف می‌شود؛ اما این مقادیر در مرحله رشد سریع غده به ۸ الی ۴۰ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. بروز سرما یا گرما در این مرحله باعث خسارت به گیاه می‌شود و عملکرد کاهش می‌یابد. در مرحله اولیه یا استقرار گیاهچه با توجه به نزدیکی میانگین دمای روزانه به ۵ درجه سانتی‌گراد، چغندر قند رشد کندی داشته و نیاز آبی کمی دارد، به‌گونه‌ای که طی حدود چهار ماه اول با گذشت نیمی از زمان رشد، حدود ۲۰ درصد آب مورد نیاز خود را مصرف می‌کند (شکل ۳). اما از این زمان تا حدود ۱۹۰ روز پس از جوانه‌زنی که زمان رشد سریع غده چغندر قند است، نیاز آبی گیاه افزایش می‌یابد. حداکثر نیاز آبی روزانه چغندر قند در ماه‌های فروردین و اردیبهشت با متوسط روزانه ۴ تا ۶ میلی‌متر است (شکل ۴).



شکل ۳- نیاز آبی تجمعی در طول فصل رشد چغندرقد



شکل ۴- تغییرات نیاز آبی روزانه چغندرقد

یکی از ویژگی‌های چغندر قند پاییزه بهره‌مندی آن از بارش‌های فصول پاییز، زمستان و بهار است که تقریباً شامل کل بارش‌های فصلی و سالیانه منطقه می‌شود. از این رو با توجه به پراکنش و شدت بارش‌ها و با نظر به ریشه نسبتاً عمیق چغندر قند و توانایی این گیاه در استفاده از آب موجود در خاک در عمق توسعه ریشه، متوسط حدود ۲۰۰ میلی‌متر از نیاز آبی این گیاه توسط بارش‌های فصلی در استان خوزستان تأمین می‌شود. همچنین سطح برگ و پوشش تاج این گیاه موجب می‌شود بتواند از شبنم و مه تشکیل شده در فصل زمستان استفاده کند.

برآورد نیاز آبی با استفاده از میانگین بلندمدت آمار هواشناسی

مدل‌های متعددی در اقلیم‌های مختلف برای محاسبه نیاز آبی گیاهان و بر اساس اطلاعات ماهیانه یا روزانه هواشناسی ارائه شده‌اند. خلاصه محاسبات متوسط ماهانه (روش‌های پنمن ماتیس و تشعشع) ظرفیت تبخیر و تعرق مناطق کشت عمده چغندر قند استان خوزستان در جدول ۴ ارائه شده است. با شناخت مراحل رشد و ضرب ظرفیت تبخیر و تعرق در ضریب گیاهی (جدول ۵)،

تبخیر و تعرق روزانه چغندر قند را می توان برآورد کرد. دوره کاشت تا برداشت این گیاه پاییزه بر اساس آمار هواشناسی مصادف با حداقل ظرفیت تبخیر و تعرق در طول یک سال است ضمن اینکه از کل بارش های فصلی بهره می برد.

برای مثال در اسفند ماه، مصادف مرحله میانی رشد چغندر قند، ظرفیت تبخیر و تعرق از ایستگاه صفی آباد در جدول ۴ حدود ۳/۱ میلی متر در روز به دست می آید که با ضرب آن در عدد ۰/۷۶ ضریب گیاهی (جدول ۵) نیاز آبی روزانه چغندر قند ۲/۴ میلی متر در روز به دست می آید.

جدول ۴- متوسط ماهانه ظرفیت تبخیر و تعرق بر اساس آمار هواشناسی (میلی متر در روز)

ایستگاه	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد
صفی آباد	۶/۸	۵/۱	۳/۱	۱/۸	۱/۵	۲/۱	۳/۱	۴/۵	۶/۷	۸/۷
دزفول	۷/۹	۶/۱	۳/۸	۲/۴	۱/۹	۲/۳	۳/۳	۴/۷	۶/۶	۸/۷
اندیمشک	۸/۲	۶/۰	۳/۵	۲/۰	۱/۷	۲/۳	۳/۶	۵/۲	۷/۵	۹/۸
اهواز	۷/۸	۶/۱	۴/۰	۲/۴	۱/۹	۲/۵	۳/۶	۴/۸	۶/۵	۸/۵

جدول ۵- ضریب تبخیر و تعرق چغندر قند

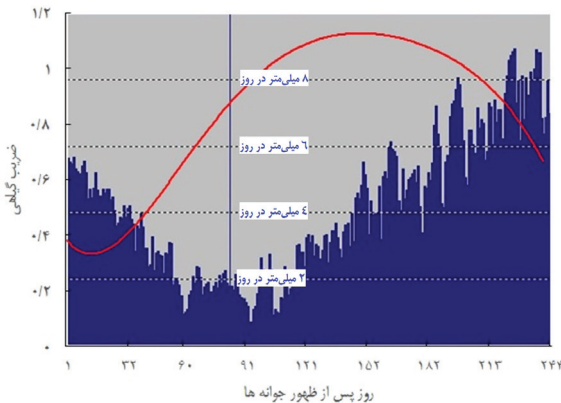
طول دوره (روز)	دوره رشد	ضریب در	
		انتهای دوره رشد	ابتدای دوره رشد
۲۵ - ۳۰	استقرار گیاه (جوانه زنی تا ۴ الی ۶ برگی)	۰/۳۵	۰/۳۵
۸۵ - ۹۰	ابتدای رشد رویشی (۶ برگی تا حداکثری پوشش برگ‌ها در مزرعه)	۱/۱	۰/۳۵
۸۰ - ۸۵	آغاز زرد شدن برگ‌های مسن‌تر و رویش برگ‌های جوان اما کوچک‌تر	۱/۱	۱/۱
۴۵ - ۵۰	آغاز کاهش تعداد برگ‌ها تا رسیدگی تکنولوژیک و برداشت	۰/۷	۱/۱

* این ضرائب برای مزرعه چغندر قند با ۹۵ - ۹۰ درصد پوشش در مرحله رشد میانی است و در پوشش‌های کم‌تر مقدار ضرائب را کم‌تر در نظر بگیرید.

با توجه به سابقه کشت چغندر قند پاییزه و بررسی آمار هواشناسی، احتمال وزش باد گرم در دو الی سه ماه پایانی رشد وجود دارد؛ ضمن اینکه شرایط عمومی و ویژگی اقلیم گرم و خشک، شرایط متغیر روزانه آب‌وهوایی بویژه دما و بارش است. از این رو پیشنهاد

می‌شود که در برنامه‌ریزی آبیاری، برای محاسبه نیاز آبی، از داده‌های هواشناسی روزانه استفاده شود. قطعاً انجام آبیاری متناسب با شرایط آب‌وهوایی و نیاز گیاه در میزان عملکرد آشکار می‌شود. روش تشتک تبخیر یکی از روش‌های برآورد نیاز آبی روزانه است که با استفاده از حداقل آمار هواشناسی، به‌صورت کاربردی می‌توان از آن استفاده کرد.

در شکل ۵ تغییرات ظرفیت تبخیر و تعرق و ضریب نیاز آبی چغندر قند در طول فصل رشد ارائه شده است.

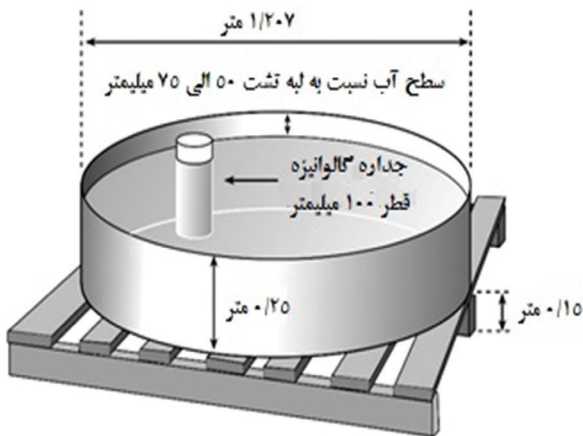


شکل ۵- تغییرات ظرفیت تبخیر و تعرق و ضریب نیاز آبی چغندر قند در طول رشد

برآورد نیاز آبی با استفاده از آمار تشتک تبخیر

تشتک تبخیر مخزنی استوانه‌ای شکل از جنس آهن گالوانیزه است. قطر دهانه آن ۱۲۰/۷ سانتی‌متر و ارتفاع آن ۲۵ سانتی‌متر است. این تشتک روی یک پایه چوبی به ارتفاع ۱۵ سانتی‌متری سطح زمین نصب می‌شود. در داخل این تشت یک چاهک از جنس برنج به قطر ۱۰ سانتی‌متر در فاصله ۳۰ سانتی‌متری شمال آن قرار داده می‌شود. این چاهک سه پایه دارد که در انتهای پایه‌ها پیچی برای تنظیم چاهک تعبیه شده است. ارتفاع آب داخل تشت و چاهک برنجی یکسان است. ارتفاع تبخیر توسط میله‌ای مدرج از صفر تا صد میلی‌متر سنجیده می‌شود. برای اندازه‌گیری ارتفاع تبخیر باید ابتدا نوک قلاب انتهای میله مدرج با سطح آب مماس باشد که در صورت تبخیر انتهای قلاب از آب خارج خواهد شد. بنابراین برای قرائت ارتفاع تبخیر بایستی نوک قلاب را دوباره با سطح آب مماس کنید و عدد قرائت‌شده را از صد تفریق کنید تا ارتفاع تبخیر به دست آید. به منظور تعیین ضریب تشت و همچنین تعیین رابطه تبخیر با جابه‌جایی افقی هوا و دمای سطح آب، یک دستگاه بادسنج در مجاورت تشت تبخیر نصب می‌شود تا به

کمک آن میزان جریان هوا را که در مدت ۲۴ ساعت از روی تشت عبور کرده است، اندازه‌گیری کنند. همچنین یک دماسنج حداقل و حداکثر برای اندازه‌گیری تغییرات دمای سطح آب در داخل تشت به صورت شناور قرار می‌دهند (شکل ۶).



شکل ۶- نمایی از تشتک تبخیر و محل نصب آن

در زمان اضافه کردن آب به تشت، باید حداکثر ارتفاع آب ۵۰ الی ۷۵ میلی‌متر نسبت به لبه بالایی تشت رعایت شود. همچنین آبی که روزانه به داخل تشت اضافه می‌شود باید با آن هم‌دما باشد. استفاده از پوشش توری یا نظایر آن به منظور حصول اطمینان از استفاده نکردن جانوران از آب تشتک و اضافه کردن منظم آب به تشتک بر دقت اندازه‌گیری‌ها مؤثرند.

استفاده از آمار روزانه تبخیر گزارش شده از نزدیک‌ترین ایستگاه‌های سینوپتیک هواشناسی توان محاسبه نیاز آبی را به کاربر می‌دهد. به این ترتیب که در هر کدام از روزهای فصل رشد (به تفکیک ماه)، حاصل ضرب مقدار میلی‌متر آب تبخیر شده از تشتک در ضریب تشتک کلاس A (جدول ۶) نشان‌دهنده مقدار ظرفیت تبخیر و تعرق پتانسیل هوای منطقه است (مشابه جدول ۴). برای محاسبه نیاز آبی چغندر قند در مراحل مختلف رشد، مقدار عددی روزانه ظرفیت تبخیر و تعرق (حاصل از داده‌های تشت تبخیر یا استخراج شده از جدول ۴) در ضریب گیاهی حاصل از جدول ۵ ضرب می‌شود. ضریب گیاهی از شکل ۶ نیز تعیین می‌شود؛ بدین گونه که در هر روز پس از جوانه‌زنی محور افقی به منحنی رسانده شده و روی محور عمودی ضریب گیاهی قرائت می‌شود.

جدول ۶- متوسط ماهانه ضریب تشتک تبخیر

عامل	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد
ضریب	۰/۶۸	۰/۷۵	۰/۷۶	۰/۷۸	۰/۸۰	۰/۷۷	۰/۷۶	۰/۷۳	۰/۷۰	۰/۶۸
تشتک										
تبخیر										

تبخیر از تشتک \times ضریب تشتک تبخیر در هر ماه (جدول ۵)

(میلی متر در روز) = مقدار ظرفیت تبخیر و تعرق

مقدار ظرفیت تبخیر و تعرق \times ضریب گیاهی (جدول ۶) (میلی متر در روز) =
تبخیر و تعرق چغندرقد

بارش

مقدار، پراکنش و توزیع زمانی بارش‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک بسیار متغیر است و بر مدیریت آبیاری مزارع تأثیرگذار است. برای تعیین مقدار بارش توصیه می‌شود که یک ظرف یا قوطی جمع‌آوری آب باران در سطح تاج گیاه استفاده شود. بدین ترتیب

می‌توان با تقسیم حجم آب جمع‌آوری‌شده درون ظرف به سطح دهانه ظرف یا قوطی، از مقدار بارش در مزرعه اطلاع پیدا کرد (شکل ۷). البته باید توجه کرد که کل بارش در اختیار گیاه قرار نمی‌گیرد و قسمت‌هایی از آن به‌علت تبخیر، رواناب سطحی و نفوذ عمقی از دسترس گیاه خارج می‌شود. بنا به تعریف، بارش مؤثر یعنی آن قسمت از باران که در خاک نفوذ می‌کند و در ناحیه ریشه گیاه ذخیره می‌شود و در نهایت صرف تأمین نیاز آبی گیاه می‌شود. برای تعیین بارش مؤثر روش‌های مختلفی وجود دارد. اما روش ساده‌ای در تعیین بارندگی مؤثر این است که ۸۰ درصد کل بارش به‌عنوان بارش مؤثر در نظر بگیریم. با توجه به فاصله دو آبیاری و زمان وقوع بارش‌ها، در مرحله میانی و پایانی رشد چغندر قند، یک بارش مؤثر برابر با اعداد قرمز رنگ جدول ۲ را می‌توان به‌عنوان یک آبیاری در نظر گرفت و مقادیر بارش مؤثر کم‌تر از اعداد جدول ۲، به‌اندازه بخشی از یک آبیاری در نظر گرفته می‌شوند. اگر بارندگی چند روز پس از آبیاری اتفاق افتاد، میزان مؤثر بودن آن فقط به‌اندازه جبران کسر رطوبت خاک تا حد ظرفیت زراعی خاک است.



شکل ۷- اندازه‌گیری بارش در مزرعه

آن قسمت از باران را که در خاک نفوذ و در ناحیه ریشه گیاه ذخیره می‌شود و در نهایت صرف تأمین نیاز آبی گیاه می‌شود، بارش مؤثر می‌گویند.

آبیاری چغندر قند پاییزه

بخشی از نیاز آبی چغندر قند پاییزه با بارش تأمین می‌شود و از این رو به ۵ الی ۸ نوبت آبیاری تکمیلی با ترکیب ۱ الی ۳ نوبت در ماه‌های مهر و آبان و قبل از شروع بارش‌ها و ۴ الی ۵ نوبت از اوایل اسفند تا زمان برداشت نیاز دارد. در ادامه مطلب به ضرورت و چگونگی تشخیص آبیاری‌ها پرداخته می‌شود.

آبیاری در مرحله جوانه‌زنی

زمان کشت چغندر قند پاییزه پس از سپری شدن تابستان گرم و خشک و قبل از شروع بارش‌های فصل پاییز است. با توجه به فاصله زمانی از برداشت کشت قبلی، غالباً خاک در این زمان رطوبتی ندارد. از این‌رو آبیاری قبل از کشت (آبیاری مآخار یا آبیاری هیرم) برای ایجاد رطوبت در عمق خاک برای تهیه زمین و فراهم کردن شرایط مناسب سبز شدن بذر علف‌های هرز ضروری است. در این روش که هیرم‌کاری نامیده می‌شود، پس از گاورو شدن خاک مزرعه، عملیات شخم یا دیسک ضمن مبارزه ساده مکانیکی با علف‌های هرز، زمین را برای بذرکاری آماده می‌کند. این آبیاری باعث ذخیره شدن رطوبت در اعماق خاک می‌شود و در طول فصل رشد گیاه چغندر قند می‌تواند از آن استفاده کند. پس از ایجاد جوی و پشته‌های ۶۰ یا ۵۰ سانتی‌متری، کشت روی پشته‌ها انجام می‌شود و آبیاری برای جوانه‌زنی به مقداری انجام می‌شود که طبق تجارب آبیاری نشت آب تا محل کشت بذر برسد. «بذر چغندر قند باید ۱/۵ برابر وزن خود رطوبت جذب کند تا جوانه بزند.»

دومین آبیاری باید قبل از خشک شدن سطح پشته‌ها با فاصله زمانی کوتاهی نسبت به آبیاری نوبت اول انجام شود. هدف این است که در تمام این مدت رطوبت خاک در این مرحله در حد ظرفیت مزرعه حفظ شود تا سبز شدن و استقرار گیاهچه‌ها با مشکل روبه‌رو نشود. در خاک‌های مختلف اولین آبیاری بعد از جوانه‌زنی در فاصله ۴ الی ۷ روز پس از آبیاری اول می‌تواند در کاهش تأثیرات سله بستن خاک‌های رسی و مرگ گیاهچه‌ها مؤثر باشد. این آبیاری در رشد مناسب چغندر قند، رسیدن رطوبت به بذوری که در عمق بیش‌تری کاشته شده‌اند و دستیابی به تراکم مناسب بوته در واحد سطح (سطح سبز مناسب) مؤثر است. بسته به شرایط بافت و عمق خاک زراعی و همچنین ارتفاع سطح ایستابی مزرعه مدنظر، تأمین رطوبت کافی خاک برای جوانه‌زنی، سبز شدن و استقرار موفق چغندر قند مستلزم انجام آبیاری دوم با فاصله زمانی مناسب (از آبیاری اول) است. به عبارتی، زمان ظهور حدود ۹۰ درصد جوانه‌های چغندر قند، زمان سبز شدن یا آغاز رشد است.

زمان و دور آبیاری

چغندر قند در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه به رطوبت مورد نیاز آماس بذر (بذر چغندر قند یک و نیم برابر وزن خود رطوبت جذب می‌کند تا بتواند جوانه‌زنی را آغاز کند)، شوری و سله خاک سطحی حساس است. در استان خوزستان، مرحله اولیه رشد مصادف با سرد شدن هوا و بارش‌های فصل پاییز است و متوسط تبخیر و تعرق در این زمان نشان می‌دهد که متوسط نیاز آبی در این دوره کم‌تر از یک میلی‌متر در روز است. این نیاز با رطوبت حاصل از بارش‌ها، شب‌نم‌ها و مه‌های محلی تأمین می‌شود. اما در خشک‌سالی‌ها، پس از استقرار گیاه، باید به انجام آبیاری با توجه به شرایط مزرعه و بارش‌های فصلی توجه شود. این دوره تا نیمه دوم بهمن ماه (۱۶ الی ۱۸ برگی چغندر قند) به طول می‌انجامد که همراه با عملیات مبارزه با علف‌های هرز و تکمیل نیاز تغذیه‌ای مزرعه است. پس از این مرحله با گرم شدن تدریجی هوا و رشد سریع‌تر ریشه چغندر قند، نیاز آبی بیش‌تر می‌شود و با توجه به شرایط متغیر آب‌وهوایی ترجیح این است که آبیاری بر اساس تأمین نیاز آبی گیاه انجام شود.

در مرحله رشد سریع ریشه چغندر قند نیاز آبی گیاه بیش تر می شود. قطع آبیاری ها یا خشکی های بلند مدت باعث بروز صدمات جبران ناپذیری به عملکرد می شود؛ اما انجام آبیاری با تأخیر چند روزه، تأثیر چندانی بر کاهش عملکرد ندارد. بنابراین می توان گفت چغندر قند گیاهی است که پس از استقرار گیاهچه فاقد مرحله حساس به تنش آبی است. اما وجود آب ماندگی در سطح مزرعه یا تنش غرقابی در عمق توسعه ریشه گیاه موجب کاهش عملکرد چغندر قند می شود.

دور آبیاری در مراحل مختلف رشد بر اساس نیاز آبی و رطوبت در دسترس نیم رخ خاک در عمق توسعه ریشه گیاه تعیین می شود و در این خصوص از مشخصه های گیاه (ظاهر گیاه، دما و رطوبت برگ و...)، داده های هواشناسی (تبخیر جمعی از تشتک تبخیر) یا رطوبت خاک (اندازه گیری رطوبت خاک یا نصب تانسئومتر، بلوک گچی و...) به صورت مستقیم یا غیرمستقیم استفاده می شود. رنگ برگ های گیاه چغندر قند به تعیین زمان آبیاری کمک می کند. در صورت مشاهده رنگ سبز تیره برگ ها باید آبیاری انجام شود.

چغندر قند گیاهی است که پس از
استقرار گیاهچه فاقد مرحله حساس به
تنش آبی است.

تعیین دور آبیاری با استفاده از داده‌های تشتک تبخیر

نیاز آبی گیاه رابطه مستقیم با رطوبت هوای مجاور و سرعت باد در سطح پوشش گیاهی دارد. همچنین شبیه‌سازی آن با اندازه‌گیری تبخیر از سطح آزاد آب امکانپذیر است. یکی از روش‌های تعیین دور آبیاری بر اساس حداقل داده هواشناسی موجود، روش مقایسه تبخیر جمعی از تشتک تبخیر است. با توجه به پراکندگی و وجود ایستگاه‌های سینوپتیک هواشناسی و امکان دسترسی به آمار روزانه در مناطق مختلف کشت چغندر قند، متوسط دور آبیاری بر اساس تبخیر جمعی از تشتک تبخیر در مراحل مختلف رشدی در صفحه بعد جدول ۷ ارائه شده است.

جدول ۷- دور آبیاری بر اساس میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر در خاک‌های مختلف

رسی شنی	لومی رسی سیلتی	لومی رسی	لومی رسی شنی	سیلتی	لومی سیلتی	لومی	لومی شنی	شنی لومی	شنی	شنی	بافت خاک مرحله رشدی
۸۰	۱۳۰	۱۱۰	۸۰	۱۵۰	۱۳۰	۱۱۰	۸۰	۵۵	۵۰	اولیه و توسعه‌های	
۷۰	۱۱۰	۹۰	۷۰	۱۳۰	۱۱۰	۹۰	۷۰	۴۵	۴۰	میانی	
۱۲۰	۲۰۰	۱۶۰	۱۲۰	۲۳۰	۲۰۰	۱۶۰	۱۲۰	۸۰	۷۰	۴ پایانی	

تعیین دور آبیاری با ارزیابی رطوبت قابل دسترس خاک

پس از تعیین کلاس بافتی خاک مزرعه، آب در دسترس گیاه در عمق یک متری خاک قابل برآورد است (جدول ۲). آب در دسترس تابعی از عمق توسعه ریشه گیاه است، به طوری که عمق ریشه تا مرحله میانی رشد به حدود ۱۲۰ سانتی متر می‌رسد. به تناسب کاهش عمق ریشه (به دلیل شرایط مزرعه‌ای) میزان رطوبت قابل دسترس نیز کاهش می‌یابد.

مثال: اگر ریشه چغندر قند تا عمق ۰/۷۵ متری خاک لومی شنی رشد کرده باشد، مقادیر قرمز رنگ موجود در جدول ۲ را باید در عدد ۰/۷۵ ضرب کرد. بدین ترتیب در رطوبت ظرفیت زراعی، آب سهل الوصول در این خاک شنی $۵۸ = ۷۸ \times ۰/۷۵$ میلی‌متر است.

تغییرات رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه برای گیاه حیاتی است و انتخاب هر کدام از مدیریت‌های دور آبیاری پس از تخلیه ۶۵ الی ۱۰۰ درصد آب خاک (فاصله رطوبتی حد ظرفیت زراعی تا نقطه پژمردگی دائم) علاوه بر نوع خاک، بستگی به هزینه‌های

روش آبیاری، افزایش عملکرد و بهای شکر تولیدی دارد. با تخلیه بیش از ۶۵ درصد از آب در دسترس، چغندر قند تحت تنش قرار می‌گیرد و عملکرد بالقوه، کاهش می‌یابد. بنابراین در یک برنامه‌ریزی آبیاری بدون تنش پیشنهاد می‌شود با رسیدن به تخلیه رطوبتی ۶۵ درصد آب در دسترس خاک، مزرعه چغندر قند آبیاری شود.

خلاصه برآوردهای دور آبیاری متناسب با متوسط عمق توسعه ریشه و نیاز آبی روزانه چغندر قند در خاک‌های مختلف در صفحه بعد جدول ۸ ارائه شده است.

جدول ۸- متوسط دور آبیاری (روز) در خاک‌های مختلف قبل از بروز تنش خشکی

رسی شنی	لومی رسی سیلتی	لومی رسی	لومی رسی شنی	سیلتی	لومی سیلتی	لومی	لومی شنی	شنی لومی	شنی	خاک بافت خاک
۱۹	۳۳	۲۴	۱۸	۳۶	۳۰	۲۴	۱۸	۱۲	۱۰	مرحله رشدی اولیه و توسعه‌ای
۱۵	۲۶	۲۱	۱۵	۳۱	۲۵	۲۱	۱۵	۱۰	۸	میانی
۱۳	۲۲	۱۸	۱۳	۲۷	۲۲	۱۸	۱۳	۹	۸	پایانی

آب سهل‌الوصول ستون اعداد قرمز رنگ جدول ۲ است.

عمق آبیاری

با توجه به مقدار نگهداشت آب در خاک‌های مختلف و با فرض تعیین زمان آبیاری بر اساس تخلیه آب سهل‌الوصول خاک در عمق توسعه ریشه چغندر قند، مقادیر خالص آبیاری در عمق‌های مختلف نیم‌رخ خاک در جدول ۹ ارائه داده شده است. همان‌طور که در جدول مذکور نشان داده شده است، متناسب با افزایش عمق توسعه ریشه گیاه یا به عبارت دیگر با سپری شدن دوره رشد چغندر قند، عمق آب آبیاری افزایش پیدامی‌کند که در انجام آبیاری‌ها برای کاهش تلفات آب آبیاری و جلوگیری از نفوذ آن به اعماق پایین‌تر خاک که ریشه به آن دسترسی ندارد، این نکته باید در نظر گرفته شود.

با اضافه کردن تلفات آب به مقدار نیاز آبی، مقدار آب ناخالص مورد نیاز هر آبیاری به دست می‌آید. در مرحله میانی رشد چغندر قند، با فرض تلفات آبیاری سطحی (نفوذ عمقی، رواناب خروجی و تبخیر در زمان آبیاری) معادل ۳۵ درصد عمق خالص آبیاری (فرض بازده آبیاری ۶۵ درصد)، مقدار آب ورودی به مزرعه $1/5$ برابر مقادیر پیشنهادی در جدول ۹ صفحه بعد است.

جدول ۹- عمق خالص آبیاری (میلی متر) متناسب با عمق ریشه در بافت خاک های مختلف

رسی شنی	لومی رسی سیلتی	لومی رسی	لومی رسی شنی	سیلتی	لومی سیلتی	لومی	لومی شنی	شنی لومی	شنی	بافت خاک عمق ریشه (سانتی متر)
۲۳	۴۱	۳۱	۲۳	۴۷	۳۹	۳۱	۲۳	۱۶	۱۴	۳۰
۴۷	۸۲	۶۲	۴۷	۹۴	۷۸	۶۲	۴۷	۳۱	۲۷	۶۰
۷۰	۱۲۲	۹۴	۷۰	۱۴۰	۱۱۷	۹۴	۷۰	۴۷	۴۱	۹۰
۹۴	۱۶۳	۱۲۵	۹۴	۱۸۷	۱۵۶	۱۲۵	۹۴	۷۰	۵۴	۱۲۰

مثال: در یک خاک لومی رسی با عمق ریشه چغندر قند ۹۰ سانتی متری، عمق خالص آبیاری ۹۴ میلی متر و عمق ناخالص آبیاری جو بچه ای ۱۴۰ میلی متر یا ۱۴۰ متر مکعب در هکتار است.

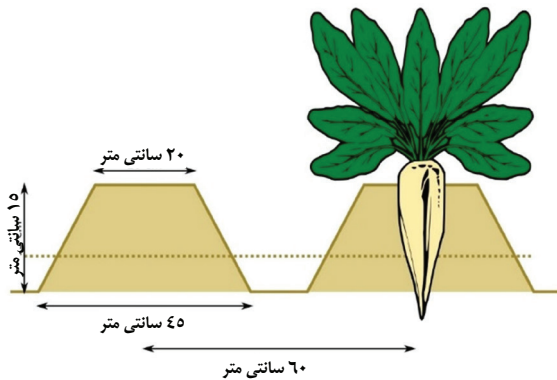
زمان آخرین آبیاری

آخرین آبیاری سطحی بستگی به بافت خاک مزرعه دارد و از حدود ۳۰ روز در خاک‌های سیلتی تا ۱۲ روز در خاک‌های شنی قبل از برداشت باید انجام شود. وقوع بارش‌های فصلی یا انجام آبیاری‌های غیرضروری در این مرحله علاوه بر تلفات آب می‌تواند باعث به تعویق افتادن عملیات برداشت شود. همچنین شرایط را برای ورود گیاه به سال دوم رشد خود فراهم می‌کند و کاهش درصد قند یا عیار را در پی دارد. البته در خاک‌های رسی برای فراهم شدن شرایط عملیات برداشت و خروج غده‌های سالم چغندر قند، حدود ۴ روز قبل از ورود ادوات برداشت به مزرعه، باید آبیاری سبک (عمق کم) انجام شود.

مدیریت‌ها و روش‌های آبیاری چغندر قند

روش آبیاری سطحی جویچه‌ای با فواصل ۵۰ یا ۶۰ سانتی‌متری، شیوه رایج آبیاری در مناطق مختلف کشور است (شکل ۸). با توجه به نیاز آبی چغندر قند، وقوع بارش‌های فصلی و افزایش تلفات آبیاری، حجم کل آبیاری مورد نیاز حدود ۹۰۰۰ الی ۱۳۰۰۰ مترمکعب در هر هکتار است. مدیریت

آبیاری با به حداقل رساندن تلفات، گام مهم و مؤثری در مصرف بهینه آب، افزایش بازده، کارایی مصرف آب آبیاری و تولید محصول است. چغندر قند گیاهی صنعتی است و تمامی عملیات کاشت تا برداشت آن به صورت مکانیزه انجام می‌شود. بنابراین کشاورزان علاقه دارند که از حداکثر طول زمین به عنوان طول کشت یا برای آبیاری استفاده کنند؛ ولی استفاده از روش آبیاری جویچه‌ای با طول بیش‌تر از طول توصیه‌شده قطعاً باعث تلفات آب آبیاری و همچنین، بیش‌تر آبیاری ابتدای مزرعه و کم آبیاری انتهایی آن می‌شود. بنابراین، توصیه می‌شود که «بر اساس شیب طولی مزرعه، بافت خاک و عمق آبیاری حداکثر طول جویچه توصیه‌شده در جدول ۱۰ رعایت شود.» ذکر این نکته ضروری است که در اراضی دارای شیب کم‌تر از ۰/۲ درصد به دلیل تخلیه‌نشدن مناسب رواناب مزرعه، کشت چغندر قند پیشنهاد نمی‌شود.



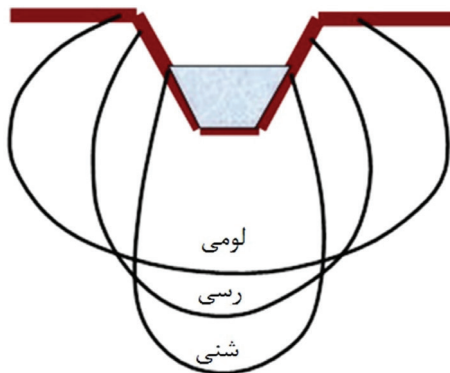
شکل ۸- ابعاد پشته‌ها و جویچه‌های آبیاری و محل استقرار گیاه

جدول ۱۰- حداکثر طول جویچه آبیاری بر اساس شیب طولی،

بافت و مقدار آبیاری

شیب جویچه	متوسط مقدار آبیاری (سانتی‌متر)											
	۷/۵	۱۵	۲۲/۵	۳۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۵	۷/۵	۱۰	۱۲
	رس				لوم				شن			
درصد	متر											
۰/۰۵	۳۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۱۲۰	۲۷۰	۴۰۰	۴۰۰	۶۰	۹۰	۱۵۰	۱۹۰
۰/۱	۳۴۰	۴۴۰	۴۷۰	۵۰۰	۱۸۰	۳۴۰	۴۴۰	۴۷۰	۹۰	۱۲۰	۱۹۰	۲۲۰
۰/۲	۳۷۰	۴۷۰	۵۳۰	۶۲۰	۲۲۰	۳۷۰	۴۷۰	۵۳۰	۱۲۰	۱۹۰	۲۵۰	۳۰۰
۰/۳	۴۰۰	۵۰۰	۶۲۰	۸۰۰	۲۸۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰	۱۵۰	۲۲۰	۲۸۰	۴۰۰
۰/۵	۴۰۰	۵۰۰	۵۶۰	۷۵۰	۲۸۰	۳۷۰	۴۷۰	۵۳۰	۱۲۰	۱۹۰	۲۵۰	۳۰۰
۱/۰	۲۸۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۷۰	۴۷۰	۹۰	۱۵۰	۲۲۰	۲۵۰
۱/۵	۲۵۰	۳۴۰	۴۳۰	۵۰۰	۲۲۰	۲۸۰	۳۴۰	۴۰۰	۸۰	۱۲۰	۱۹۰	۲۲۰
۲/۰	۲۲۰	۲۷۰	۳۴۰	۴۰۰	۱۸۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۴۰	۶۰	۹۰	۱۵۰	۱۹۰

فواصل ردیف‌ها در آبیاری جویچه‌ای به چگونگی نشت در محیط جویچه آبیاری بستگی دارد که آن هم وابسته به بافت خاک مزرعه است. در خاک لومی صعود آب به طرف پشته‌ها و نفوذ جانبی آن بیشتر از خاک شنی است (شکل ۹). از این رو در خاک‌های لومی امکان استفاده از خطوط کشت و پشته‌های با فواصل بیشتر فراهم‌تر از خاک‌های شنی است و از این نظر خاک‌های رسی شرایط بینابینی دارند.



شکل ۹- توزیع رطوبت اطراف جویچه آبیاری در خاک‌های با بافت مختلف

عوامل مدیریتی مؤثر بر بهبود بهره‌وری آب

پژوهش‌های منطقه‌ای متعدد نشان داده است که عوامل مدیریتی زیر بر بهبود بهره‌وری آب آبیاری چغندر قند مؤثر هستند:

الف) کشت در زمین‌های با شکل منظم، تسطیح مزرعه، استفاده از سیفون در انتقال آب از نهر سر زمین به جویچه‌ها و در صورت امکان استفاده از لوله‌های دریچه‌دار (هیدروفلوم) در ایجاد مزرعه‌ای با غده‌های یکنواخت و حصول عملکرد بالاتر مؤثر است (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- آبیاری جویچه‌ای چغندر قند با استفاده از سیفون

ب) در اراضی نسبتاً شور، نمک در اثر تبخیر خاک در سطح پشته‌ها تجمع پیدا می‌کند. برای کاهش تأثیرات شوری، کاشت چغندر قند در طرفین جوی و در محل داغ آب مؤثر است. این روش کاشت اقدامی مناسب در راستای استفاده بهینه از آب، مخصوصاً در اراضی با بافت شنی نیز هست.

ج) استفاده از سامانه آبیاری بارانی دوار مرکزی (سنتر پیوت) و کلاسیک در مزارع چغندر قند پاییزه (شکل ۱۱) دو محدودیت دارد: یکی تلفات بادبردگی به‌علت وزش باد در طول روز و دیگری تلفات رواناب سطحی در اثر نفوذ کم در خاک به دلایلی مانند کاهش مواد آلی و تردد ادوات سنگین کشاورزی. همچنین در صورت استفاده از آب شور محدودیت تجمع املاح سدیم و کلر روی برگ چغندر قند نیز وجود خواهد داشت، هرچند که این محدودیت در چغندر قند پاییزه، به‌دلیل همزمانی بارش‌های فصلی و امکان شست‌وشوی این املاح توسط بارش‌ها در مقایسه با چغندر قند بهاره کم‌تر است.

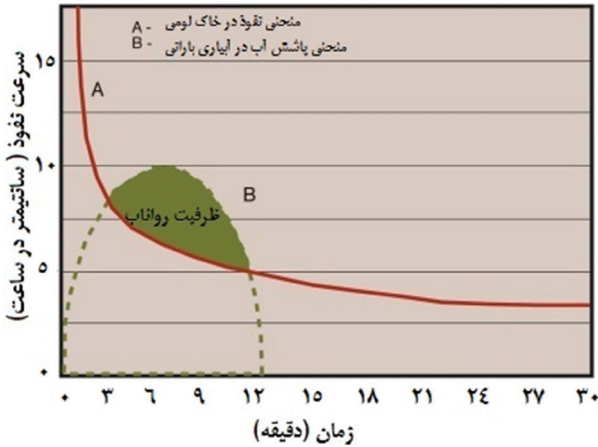
۵) در روش آبیاری بارانی آستانه شروع خسارت شوری آب آبیاری از طریق جذب برگی در ۳ دسی‌زیمنس و حداکثر آن در ۶ دسی‌زیمنس بر متر است. چغندر قند جزو گیاهان نسبتاً مقاوم به آسیب دیدگی برگ‌ها در اثر تجمع سدیم یا کلر (در اثر آبیاری بارانی با آب شور) تا بیش‌تر از ۲۰ میلی‌مول بر لیتر است.

۵) در آبیاری بارانی با تغییر ارتفاع آب‌پاش‌ها می‌توان مشکل تلفات تبخیر و باد بردگی را به حداقل رساند. این امکان در آبیاری دوار مرکزی (سنتر پیوت) نسبت به آبیاری کلاسیک بیش‌تر است.



شکل ۱۱- آبیاری کلاسیک و دوار مرکزی (سنتر پیوت) در کشت چغندر قند پاییزه

و) در آبیاری با دستگاه دوار مرکزی (سنتر پیوت) شدت پاشش از مرکز دستگاه به سمت خارج زیاد می‌شود و بسته به مشخصات خاک (شکل ۱۲) در قسمت‌های برج‌های بیرونی امکان وجود رواناب فراهم می‌شود. اما در آبیاری بارانی کلاسیک با حرکت از بیرون به سمت آب‌پاش‌ها، شدت پاشش زیادتر می‌شود. وجود آب در سطح زمین نشان‌دهنده بیش‌تر بودن شدت پاشش نسبت به سرعت نفوذ آب به خاک است که باعث ایجاد رواناب سطحی در مزرعه خواهد شد. انتخاب آب‌پاش مناسب، افزایش سرعت حرکت دستگاه آبیاری (کاهش پاشش آب)، کشت روی منحنی‌های تراز و کرت‌بندی مزرعه از مهم‌ترین راهکارهای جلوگیری از ایجاد رواناب در این مزارع است.



شکل ۱۲- ظرفیت ایجاد رواناب در آبیاری‌های بارانی

ز) ریزش آب آبیاری بیش‌تر از سرعت نفوذ آب به خاک در روش‌های تحت فشار باعث ایجاد رواناب و حرکت آب در جهت شیب و تجمع در قسمت‌های پست مزرعه می‌شود. این جابه‌جایی آب آبیاری که به‌صورت رواناب باعث نفوذ غیریکنواخت آب در زمین می‌شود، می‌تواند موجب آب‌ماندگی در بخش‌هایی از مزرعه و خشکی در قسمت دیگر مزرعه بشود. انتخاب آب‌پاش متناسب با مشخصات خاک (سرعت نفوذ) یکی از راهکارهای اساسی مقابله با این محدودیت است.

ح) سامانه آبیاری قطره‌ای (نوارهای آبیاری یا تیپ) نسبت به آبیاری‌های بارانی، بازده آبیاری بیش‌تر و محدودیت‌های کم‌تری دارد و همچنین با کاهش تلفات آب باعث افزایش (بسته به بارش‌های فصلی و تعدد آبیاری‌ها) کارایی مصرف آب آبیاری، نسبت به سایر روش‌های آبیاری (بارانی و سطحی) می‌شود. علاوه بر اینکه محدودیت شوری خاک و آب آبیاری در روش قطره‌ای در مقایسه با شرایط مشابه در آبیاری سطحی کم‌تر است و امکان انجام کم آبیاری در این روش آبیاری وجود دارد. بنابراین استفاده از این روش به‌صورت نوارهای آبیاری سطحی یا زیر سطحی توصیه می‌شود (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- آبیاری با استفاده از نوارهای آبیاری در مزرعه چغندر قند

تنش آبی در زراعت چغندر قند

چغندر قند گیاهی است که مرحله حساس به تنش خشکی ندارد؛ اما واکنش آن به کاهش مصرف آب موجب تولید شکر کم تر است. بررسی‌ها نشان داده که این گیاه پس از استقرار، متحمل به تنش‌های خشکی است. به این صورت که با قبول کاهش عملکرد با تأمین تا ۷۵ درصد نیاز آبی، عملکرد شکر با زمانی که آب کامل نیاز آبی گیاه تأمین شود، تقریباً برابر است. از طرفی بیش آبیاری چغندر قند یا وجود آب گرفتگی یا تخلیه نشدن آب خاک اطراف ریشه، باعث کاهش عملکرد غده و شکر می‌شود. از این رو با توجه به تحمل چغندر قند پاییزه به کم آبی و قدرت جذب رطوبت اعماق خاک توسط ریشه این گیاه، توصیه «بر انجام کم آبیاری در مزارع چغندر قند پاییزه است».

کم آبیاری و آرایش کاشت

کم آبیاری نوعی استراتژی (راهبرد) برای به عمل آوردن محصول، تحت شرایط کمبود آب است. در این روش مقدار کاهش در عملکرد محصول را می‌پذیریم. باید توجه کرد صرفاً کم آب دادن به

گیاه بدون توجه به شرایط مزرعه، زمان آبیاری، مقدار و کیفیت آب آبیاری، ممکن است نه تنها سود بیش تری را ایجاد نکند، بلکه موجب بروز خسارت شود. بنابراین برای انجام عملیات کم آبیاری، توجه به نکات زیر ضروری است:

✓ خاک‌های لومی تا رسی که دارای ظرفیت نگهداری آب بیش تری هستند، شرایط بهتری برای پذیرش کم آبیاری دارند.

✓ آب مورد استفاده در کم آبیاری باید از کیفیت خوبی برخوردار باشد تا گیاه همراه با تنش آبی در معرض تنش شوری و تأثیرات منفی آن قرار نگیرد.

همچنین روش‌های اعمال کم آبیاری از طریق تغییر در دور یا حجم آبیاری نسبت به آبیاری کامل و حتی قطع یک یا چند آبیاری را می‌توان انجام داد. انتخاب هر کدام از این روش‌ها بستگی به خصوصیات و کیفیت آب، خاک و گیاه دارد. در آبیاری چغندر قند پاییزه، کم آبیاری از طریق افزایش فواصل آبیاری‌ها و همچنین کاهش میزان آب آبیاری در هر نوبت آبیاری اجراشدنی است. کاهش در میزان مصرف آب سبب کاهش امراض و آفات، به حداقل رسیدن

آبشویی مواد مغذی از منطقه ریشه و بهتر شدن تهویه خاک می‌شود.

✓ با هدف اعمال کم آبیاری در کشت چغندر قند پاییزه و با توجه به ظرفیت نگهداری آب در خاک، می‌توان دور آبیاری توصیه‌شده در جداول ۷ و ۸ را تا دو برابر فواصل توصیه‌شده افزایش داد.

✓ با توجه به رابطه عملکرد چغندر قند نسبت به آب آبیاری مصرفی، پژوهش‌های مزرعه‌ای نشان داده است که در شرایط محدودیت آب در دسترس و با قبول کاهش عملکرد شکر، پس از استقرار گیاه (اعمال دو آبیاری اول)، اعمال کم آبیاری با تأمین درصدی از نیاز آبی گیاه و توقع تولید مقدار شکر کم‌تر در کل طول فصل رشد امکانپذیر است. اما بررسی‌ها نشان داده است که در کم آبیاری تا ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه تأمین نشود عملکرد شکر کاهش پیدا نمی‌کند.

یکی دیگر از روش‌های کم آبیاری توصیه‌شده، آبیاری یک در میان شیارهاست. در کشت چغندر قند مناطق مختلف کشور فاصله خطوط کاشت ۵۰ و ۶۰ سانتی متر استفاده می‌شوند. با توجه به

مکانیزه بودن تمامی مراحل کاشت، داشت و برداشت چغندر قند استفاده از آرایش کاشت معمول اما با آبیاری یک در میان متغیر جویچه‌ها کاربردی است. همچنین در مناطقی که مشکل تخریب پشته‌ها وجود دارد، حذف یکی از جویچه‌ها و ایجاد پشته‌های عریض که در آن بر روی هر پشته عریض دو ردیف کشت قرار گرفته است، توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توسعه کشت چغندر قند پاییزه علاوه بر نقش مؤثر و مفید در تناوب زراعی می‌توان نیاز شکر کشور را برآورده کرد. به‌دلیل همزمانی دوره رشد چغندر قند پاییزه با حداقل روزانه ظرفیت تبخیر و تعرق، این کشت از مزیت نسبی بویژه در شاخص بهره‌وری آب برخوردار است. چغندر قند پاییزه پس از استقرار، شرایط کم‌آبی را تحمل می‌کند و با بهره‌مندی از بارش‌ها و مه و شبنم‌های موجود، با شرایط سازگاری پیدا می‌کند و عملکرد شکر پذیرفته‌ای را عاید کشاورز خواهد کرد. به‌علاوه این گیاه پس از جوانه‌زنی امکان استفاده از آب‌های با کیفیت پایین‌تر را به‌دلیل تحمل و آستانه خسارت آن به شوری و همچنین آب‌شویی برگ و خاک توسط بارش‌های فصلی داراست.

انجام کم‌آبیاری در تأمین بخشی از نیاز آبیاری، دفعات آبیاری کم‌تر و استفاده از روش آبیاری یک در میان جویچه‌های آبیاری در مراحل رشد رویشی تا برداشت در کشت چغندر قند پاییزه توصیه می‌شود. نکته حائز اهمیت اینکه در بیش آبیاری‌ها یا

شرایط عدم تخلیه آب خاک، به چغندر قند خسارت وارد می‌شود و عملکرد و در صد قند آن را کاهش می‌دهد. در استان خوزستان استفاده از روش‌های نوین آبیاری با اولویت نوارهای قطره‌ای، کلاسیک و دوار مرکزی (سنتر پیوت) در زراعت چغندر قند باعث افزایش کارایی مصرف آب آبیاری می‌شود و امکان گسترش بیماری‌های ویروسی را نیز کاهش می‌دهد. برای تعیین زمان آبیاری به ترتیب ارزیابی وضعیت ظاهری گیاه، استفاده از داده‌های تجمعی تبخیر از تشتک تبخیر و رطوبت خاک در دسترس گیاه کم‌هزینه‌ترین روش‌ها هستند و در بهبود بهره‌وری آب بسیار مؤثرند.

