

ضرورت پایش دما در خزانه‌ی برنج راهکاری موثر در مدیریت تنش‌های دمایی

پری طوسی^{*}

۱- استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

* نویسنده مسئول: p.tousi@areeo.ac.ir

چکیده

امروزه با تغییر اقلیمی منطقه‌ای، توجه به رعایت تقویم زراعی و زمان خزانه‌گیری بیش از پیش ضروری است. بذrpاشی و جوانه‌زنی یکی از مراحل فنولوژیکی حساس گیاه برنج است که به‌صورت معمول در خزانه با پوشش پلاستیکی انجام می‌شود. آگاهی از شرایط دمایی داخل خزانه به‌ویژه با توجه به آسیب‌پذیری گیاهچه برنج به تنش‌های دمایی، اهمیت ویژه‌ای دارد. برای این منظور در طول احداث خزانه، دو دستگاه دمانگار در داخل خزانه برنج با پوشش پلاستیکی و خارج از خزانه جهت بررسی دمایی طی دو سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ در موسسه تحقیقات برنج کشور تعبیه شد. بررسی گراف‌های دمانگار نشان‌دهنده تنش‌های دمایی معنی‌داری در داخل خزانه بود. به گونه‌ای که دمای هوای داخل خزانه توسط دمانگار در برخی از روزها بیش از ۶۰ درجه سلسیوس و در برخی شب‌های سرد پایین‌تر از ۸ درجه سلسیوس ثبت شد که قطعاً وارد آمدن چنین تنش‌هایی به گیاهچه بر عملکرد نهایی گیاه تأثیر خواهد گذاشت. بنابراین رعایت اصول هوادهی در روزهای گرم و انجام تهویه مناسب و نیز کنترل دمای خزانه با جریان آب و در شرایط سرمای بهاره، ایجاد پوشش مناسب جهت محافظت بذرها و گیاهچه، مدیریت آب و تغذیه مناسب ضرورت دارد. در این راستا توجه به توصیه‌ها و پیش‌بینی‌های هواشناسی منطقه می‌تواند در تعیین زمان خزانه‌گیری و مدیریت آن بسیار اثرگذار باشد. به‌طور کلی دمای داخل خزانه برنج تابع شرایط خاصی است که تاکنون داده‌های رسمی از آن ثبت نشده است. اطلاع از این داده‌ها علاوه بر تحلیل وضعیت رشدی گیاه می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را در اختیار شالی‌کاران قرار دهد.

واژگان کلیدی: دمانگار، بذrpاشی و جوانه‌زنی، مدیریت خزانه

بیان مساله

باتوجه به افزایش جمعیت جهان و تغییرات اقلیمی، افزایش بهره‌وری و پایداری در تولید محصولات کشاورزی ازجمله برنج اهمیت دوچندان یافته است. اثر نوسانات دمایی بر رشد گیاهچه برنج و عملکرد نهایی آن با توجه به موضوع تغییرات اقلیمی مبحث مهمی در کشاورزی به‌شمار می‌رود. امروزه، تغییرات اقلیمی که با گرم شدن کره زمین قابل درک است، تبدیل به یکی از مخرب‌ترین بحران‌ها برای محیط زیست جهانی و توسعه پایدار جهانی شده است (فو و دیگران، ۲۰۲۱). در استان گیلان، بذrpاشی برای تولید نشاء برنج به‌طور معمول زیر پوشش‌های پلاستیکی در اواسط فروردین تا اواخر اردیبهشت انجام می‌شود (سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان). این روش اگرچه مزایایی دارد، اما به‌دلیل ایجاد نوسانات دمایی شدید در فضای زیر پلاستیک، می‌تواند باعث آسیب به نشاء برنج شود. این نوسانات دمایی که اغلب بیشتر از تغییرات دمای محیط بیرون از خزانه هستند، می‌توانند بر رشد و نمو گیاه تأثیر منفی بگذارند. مرحله پرورش نشاء برنج در خزانه، به‌دلیل حساسیت بالای گیاهچه به شرایط محیطی از بحرانی‌ترین مراحل در کشت برنج محسوب می‌شود (محمدیان و دیگران، ۱۳۹۳). در این دوره، نوسانات دمایی می‌تواند تأثیر مستقیمی در بقای نشاء، رشد اولیه و مقاومت آن در برابر آسیب‌های گرما و سرما داشته باشد و عملکرد نهایی محصول را تحت تأثیر قرار دهد. مشاهده شده است که در بسیاری از موارد، کشاورزان بلافاصله پس از ایجاد تنش، به جای پرداختن به اصل مشکل یعنی مدیریت درجه حرارت، به مصرف انواع مواد شیمیایی اعم از تقویت‌کننده یا سموم

شیمیایی روی می‌آورند که نه تنها کمکی به حل مشکل نمی‌کند بلکه سبب تشدید خسارت نیز می‌شود (نصیری و دیگران، ۱۴۰۰). برای مقابله با تنش سرما، لازم است تا زمانی که درجه حرارت پایین‌تر از حد مطلوب است، عملیات مراقبتی مانند استفاده از پوشش پلاستیکی مضاعف و مدیریت آب (وجود آب در خزانه به‌ویژه در طول شب) و مدیریت تغذیه (استفاده از کود پتاسیم) انجام شود. تغییرات ناگهانی درجه حرارت محیط، تنش سرما، گرما و بالا بودن اسیدیته خاک از عوامل مرگ و میر گیاهچه در خزانه برنج می‌باشند. در شرایط نامساعد محیطی، تعدادی از گونه‌های قارچی و باکتریایی بیماری‌زای ضعیف، روی گیاهچه شروع به فعالیت نموده و باعث سوختگی گیاهچه می‌شوند. چنانچه هوا سرد باشد و آب در ناحیه ریشه گیاهچه برنج در خزانه‌های سنتی راکد باشد، شرایط برای رشد برخی شبه قارچ‌ها بسیار مساعد است که سبب به تأخیر انداختن جوانه‌زنی، پوسیدگی بذرهای کشت شده، پژمردگی و سوختگی گیاهچه‌ها و مرگ نشای برنج می‌شوند (فوکوتومی و دیگران، ۱۹۷۱). بررسی ارتباط بین دمای درون پوشش پلاستیکی و دمای محیط بیرونی خزانه به مدیریت مناسب زراعی خزانه‌های برنج و کاهش اثرات نامطلوب دمای بالا و پایین کمک می‌کند. افزایش دما زیر پوشش پلاستیکی خزانه به‌دلیل تفاوت دمای شب و روز، با ایجاد یک نوسان دمایی قابل توجه می‌تواند تنش زیادی را به گیاه وارد کند. دمای هوا و مقدار حرارت کسب شده توسط گیاه، عامل اصلی شروع و تداوم رشد گیاه به‌شمار می‌رود. شرایط اقلیمی و به‌خصوص دمای داخل خزانه تابع شرایط خاصی است که تاکنون از مقادیر آن در داخل خزانه داده‌ای رسمی به ثبت نرسیده که اطلاع داشتن از این داده‌ها جهت تحلیل وضعیت رشد و عملکرد گیاه، بسیار حائز اهمیت است. برنج منبع اولیه درآمد حدود یک میلیارد نفر و غذای ثابت بیش از نیمی از مردم جهان محسوب می‌شود (دنگ و دیگران، ۲۰۱۵). استان گیلان به‌عنوان یکی از قطب‌های اصلی برنج‌کاری با سطح زیر کشت حدود ۲۳۸۰۱۲ هکتار و تولید سالیانه بالغ بر ۷۵۰ هزار تن برنج سفید است. با توجه به نقش استراتژیک برنج در امنیت غذایی و اقتصاد کشاورزان، شناسایی چالش‌های کاهش عملکرد محصول برنج امری ضروری است. بنابراین در این پژوهش، تأثیر نوسانات دمایی در خزانه‌های برنج و ارائه راهکارهایی برای کاهش آسیب‌های ناشی از آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

معرفی دستاورد

دمای هوا مهم‌ترین پارامتر هواشناسی اثرگذار بر تمامی مراحل رشد گیاه برنج و یکی از مهم‌ترین متغیرها جهت تعیین بهره‌وری برنج است. دمای مطلوب برای رشد برنج در خزانه ۲۵ تا ۳۰ درجه سلسیوس است (نصیری و دیگران، ۱۴۰۰). آسیب ناشی از دمای بالا می‌تواند در مراحل مختلف رشد برنج، از مرحله جوانه‌زنی تا گیاهچه‌ای، گلدهی و رسیدگی دانه متفاوت باشد. قرار گرفتن کوتاه‌مدت گیاهچه برنج در شرایط دمای بالا باعث آسیب به گیاهچه و در نهایت کاهش عملکرد می‌شود. گزارش شده است که جوانه‌زنی و رشد گیاهچه برنج در دمای کمتر از ۱۰ درجه سلسیوس و بیشتر از ۳۵ درجه سلسیوس متوقف می‌شود. همچنین اگر دمای حداقل به کمتر از ۵ و دمای حداکثر به بالاتر از ۴۰ درجه سلسیوس برسد، به جوانه‌ها و گیاهچه‌ها خسارت وارد می‌شود (سودایی مشایی و دیگران، ۱۳۹۸؛ کریمی، ۱۳۸۴). میزان خسارت به گیاهچه‌ها به طول دوره زمانی دمای حداقل و حداکثر بستگی دارد (کریمی، ۱۳۸۴). بنابراین بررسی دمای درون پوشش پلاستیکی و دمای محیط بیرونی خزانه می‌تواند بسیار حائز اهمیت باشد. این مطالعه با احداث خزانه در موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) در دوره زمانی اواسط فروردین تا اواخر اردیبهشت (زمان نشاکاری) طی دو سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ با نصب دو دستگاه دمانگار (شکل ۱) برای بررسی شرایط محیطی جهت ثبت دمای هوای داخل و بیرون خزانه تا زمان نشاکاری برنج رقم هاشمی اجرا شد. گراف‌های دستگاه دمانگار براساس قوانین سازمان جهانی هواشناسی هر هفته در روز دوشنبه ساعت ۹ صبح تعویض و گراف جدید برای

ثبت داده در طول هفته بعد نصب شد. آمار هواشناسی بلندمدت (۱۰ ساله) شهرستان رشت از تاریخ ۱۵ فروردین تا ۲۰ اردیبهشت (زمان خزانه‌گیری برنج) در جدول شماره ۱ ارائه شده است.



شکل ۱- دستگاه دمانگار در داخل خزانه برنج رقم هاشمی (اصلی)

جدول ۱- آمار هواشناسی بلندمدت (۱۰ ساله) شهرستان رشت از تاریخ ۱۵ فروردین تا ۲۰ اردیبهشت (زمان خزانه‌گیری برنج)
(اداره تحقیقات هواشناسی کشاورزی شهرستان رشت)

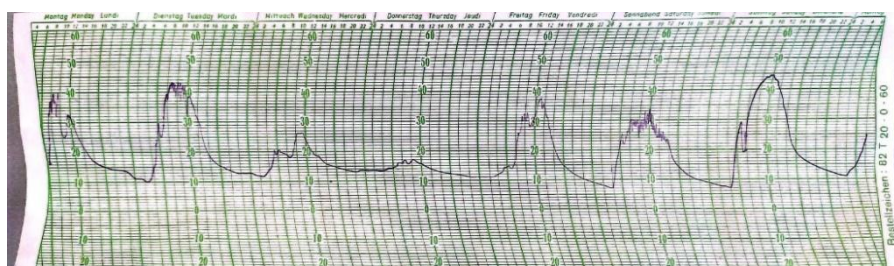
ساعات آفتابی	میزان رطوبت (درصد)	میزان بارندگی (میلی‌متر)	متوسط دما (سلسیوس)	بیشینه دما (سلسیوس)	کمینه دما (سلسیوس)	سال
۱۲۷/۷	۷۹/۶	۵۱/۴	۱۶/۷	۲۱/۱	۱۲/۳	۱۳۹۵
۲۱۰	۷۶/۳	۲۵/۴	۱۷	۲۲/۶	۱۱/۴	۱۳۹۶
۱۸۵/۷	۷۳/۶	۴۱/۷	۱۶/۱	۲۱	۱۱/۲	۱۳۹۷
۱۸۸/۲	۷۶/۶	۱۰۹/۳	۱۶/۵	۲۱/۲	۱۱/۸	۱۳۹۸
۱۵۸/۱	۸۱	۱۶۸/۴	۱۴/۹	۱۹/۲	۱۰/۶	۱۳۹۹
۲۱۱/۵	۷۶/۶	۴۶/۹	۱۸/۳	۲۴/۱	۱۲/۷	۱۴۰۰
۱۵۷/۴	۷۶/۱	۳۷/۱	۱۶/۷	۲۱/۶	۱۱/۷	۱۴۰۱
۱۷۹/۶	۷۷/۸	۷۶/۴	۱۷/۲	۲۲/۶	۱۱/۸	۱۴۰۲
۲۴۰/۲	۷۲/۴	۶۱/۳	۱۷/۸	۲۳/۸	۱۱/۷	۱۴۰۳
۱۵۸/۶	۷۸/۷	۹۷/۲	۱۷/۴	۲۲/۴	۱۲/۳	۱۴۰۴
۱۸۱/۷	۷۶/۹	۷۱/۵	۱۶/۹	۲۲	۱۱/۸	میانگین

اطلاعات دستگاه دمانگار، به صورت شبانه‌روزی از زمان بذرپاشی در خزانه تا انتقال نشاء به زمین اصلی به صورت خودکار ثبت شدند. بررسی دمای داخل خزانه و بیرون از آن نشان داد که دما در داخل پوشش پلاستیکی خزانه نشاء برنج نوسانات قابل توجهی را داشت (شکل‌های ۳-۶). به گونه‌ای که کمترین دمای ثبت شده توسط دستگاه دمانگار، ۵ درجه سلسیوس در ساعات اولیه صبح (۳ تا ۶ صبح) مشاهده شد. برای جلوگیری از خسارت سرمای بهاره در خزانه ضرورت داشت که خزانه با نایلون پوشش داده شود. زیرا ممکن است، سرمای ناگهانی و شدید در برخی شب‌ها باعث سرمازدگی و کاهش رشد گیاهچه شود. همچنین در صورت قرار دادن نایلون در طول شب روی خزانه، از تخم‌گذاری پروانه‌ها روی گیاهچه و آفت ساقه‌خوار پیشگیری می‌شود (عمواقلی طبری و دیگران، ۱۳۹۷). از جمله خسارت سرما در خزانه، تأخیر در جوانه‌زنی و سبز شدن بذور، پوسیدگی

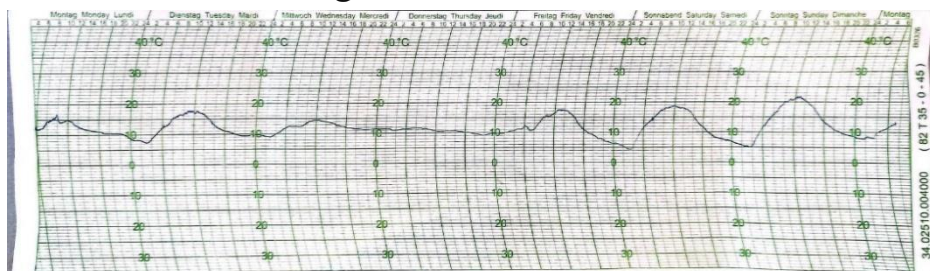
بدور، کاهش رشد گیاهچه، کاهش استقرار نشاء، تغییر رنگ گیاهچه (شکل ۲ الف) و شیوع بیماری‌های قارچی و باکتریایی است (خسروی و دیگران، ۱۳۹۷؛ محدثی، ۱۳۷۹). دمای بحرانی برای رشد ریشه برنج ۱۲ تا ۱۶ درجه سلسیوس و رشد و نمو ساقه ۷ تا ۱۶ درجه سلسیوس گزارش شده است (باسوچاودوری، ۲۰۱۴). مدیریت تغذیه کودی ازجمله عوامل مؤثر در کاهش خسارت سرما محسوب می‌شود. مصرف مناسب کود نیتروژن موجب افزایش رشد رویشی و شادابی گیاه می‌شوند. باید از مصرف بیش از حد کود نیتروژن (اوره) قبل از بذریاشتی و همچنین بعد از برداشتن پلاستیک در خزانه اجتناب نمود. گیاهچه‌هایی که به اندازه کافی پتاسیم دریافت نکرده‌اند، اغلب به سرما حساس‌تر هستند. بنابراین کافی نبودن میزان پتاسیم باعث افزایش خطر سرمازدگی گیاهچه می‌شود (سودایی مشایی و دیگران، ۱۳۹۸).



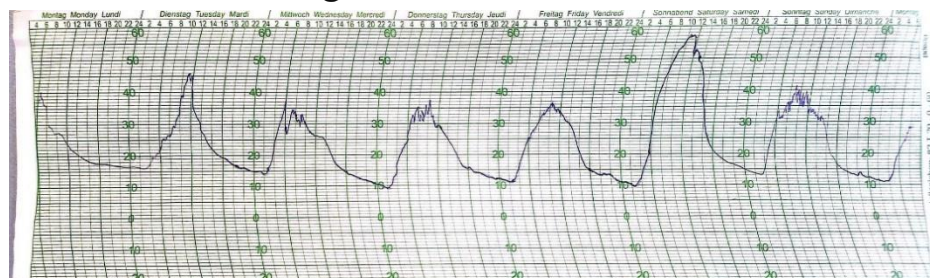
شکل ۲- خسارت سرما (سمت راست) و خسارت گرما (سمت چپ) در ماه‌های فروردین و اردیبهشت در خزانه (اصلی)



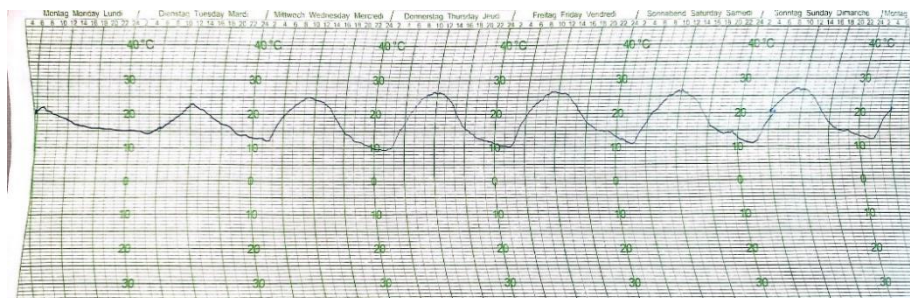
شکل ۳- نمونه گراف دمانگار از دمای هوای داخل خزانه در تاریخ ۲۰ تا ۲۷ فروردین ۱۴۰۳ (اصلی)



شکل ۴- نمونه گراف دمانگار از دمای هوای بیرون از خزانه در تاریخ ۲۰ تا ۲۷ فروردین ۱۴۰۳ (اصلی)



شکل ۵- نمونه گراف دمانگار از دمای هوای داخل خزانه در تاریخ ۳ تا ۸ اردیبهشت ۱۴۰۳ (اصلی)



شکل ۶- نمونه گراف دمانگار از دمای هوای بیرون از خزانه در تاریخ ۳ تا ۸ اردیبهشت ۱۴۰۳ (اصلی)

بیشترین دمای ثبت شده توسط دستگاه دمانگار ۶۰/۲ درجه سلسیوس در میانه‌ی روز در شرایط خزانه با پوشش پلاستیکی بود. گرمای زیر پوشش پلاستیک در برخی روزهای گرم و آفتابی به شدت افزایش یافته و به بیش از ۵۰ درجه سلسیوس می‌رسد که باعث آسیب به بذرها و گیاهچه برنج می‌شود (شکل ۲ چپ). بنابراین هوادهی خزانه برنج یک عملیات مهم در مراحل اولیه پرورش نشاء برنج است که برای تأمین اکسیژن کافی به بذرها و گیاهچه، جلوگیری از ایجاد بیماری‌های قارچی، تقویت گیاهچه و جلوگیری از طویل شدن بیش از حد آن انجام می‌شود. همچنین در صورت عدم هوادهی خزانه، دمای بالا می‌تواند منجر به استرس حرارتی شده و باعث پژمردگی سریع یا سوختگی حاشیه برگ‌ها، کندی رشد یا کوتاهی طول ساقه‌های گیاهچه، برگ‌های کوچک و پوسیدگی ریشه یا پوسیدگی پایین ساقه شده، به‌ویژه در شرایط خشک یا زمانی که آبیاری کافی وجود ندارد. هرچه سن گیاه زیاده‌تر شود درجه حرارت زیر نایلون باید کمتر شود. در شرایط خزانه با پوشش پلاستیکی به دلیل نوسانات زیاد دما و مواجه شدن بذر و گیاهچه با دمای بسیار بالا، عملکرد نهایی گیاهچه بیشتر تحت تأثیر گرمای بیش از حد قرار گرفت و دمای پایین‌تر اتفاق افتاده در این آزمایش، کمترین تأثیر را داشته است. این نوسانات، نشان‌دهنده اهمیت مدیریت دمایی در خزانه‌های با پوشش پلاستیکی است. این داده‌ها گواه نیاز به بررسی مستمر و دقیق برای حفظ شرایط مناسب می‌باشد. مناسب‌ترین درجه حرارت برای رشد و نمو گیاهچه در خزانه با پوشش پلاستیکی در طول روز ۲۵ تا ۳۰ درجه و در شب ۲۰ تا ۲۵ درجه سلسیوس می‌باشد (نصیری و دیگران، ۱۴۰۰).

جمع‌بندی و توصیه‌های ترویجی

توجه به تقویم زراعی و زمان مناسب تهیه خزانه و به عبارت دیگر تاریخ بذرپاشی یکی از نکات مهم در تولید برنج است که حتی در صورت رعایت تقویم زراعی و زمان خزانه‌گیری توصیه شده، می‌بایست سالانه با توجه به پیش‌بینی و توصیه‌های هواشناسی، تقویم زراعی برنج مدیریت شود.

تهویه خزانه برنج: در روزهای آفتابی و گرم درجه حرارت زیر پوشش پلاستیکی بسیار زیاد خواهد شد و موجب از بین رفتن نشاها می‌شود. در چنین شرایطی با هوادهی، باید خزانه را از تنش‌های دمای بالا محافظت کرد. پس از قرار دادن پوشش پلاستیکی، باید دقت شود که در زمان‌های مناسب، عمل هوادهی خزانه برنج به‌خوبی انجام شود. این عمل شامل باز کردن خزانه در روزهای آفتابی و گرم برای تبادل هوا و خارج کردن رطوبت اضافی است (در خزانه جعبه‌ای، جعبه‌ها را از بالا به پایین جابه‌جا می‌کنند تا تبادل هوا صورت گیرد).

نحوه هوادهی: پس از بذرپاشی، معمولاً تا مرحله دو برگگی شدن نشاها، نیازی به هوادهی نیست. هوادهی در روزهای آفتابی و گرم از ۱۰ صبح تا ۴ بعدازظهر انجام می‌شود. برای این کار، ابتدا و انتهای پلاستیک روی بستر را باز می‌کنند. در روزهای اول، هوادهی به مدت یک تا دو ساعت در روز انجام می‌شود. به تدریج با گرم‌تر شدن هوا، مدت‌زمان هوادهی را افزایش می‌دهند و چهار تا پنج ساعت انجام می‌شود. پس از دوتا سه برگگی شدن و هم‌زمان با هوادهی گیاهچه‌ها، باید پای بوته‌ها آب وجود داشته باشد. بعد از مرحله ۳-۴ برگگی شدن نشاها، نسبت به هوادهی و مطابقت دادن گیاهچه به شرایط آب و هوایی طبیعی، روزها پلاستیک را برداشته و شب‌ها دوباره پلاستیک را روی خزانه می‌پوشانند (سودایی مشایی و دیگران، ۱۳۹۸). حدود یک هفته قبل از انتقال نشاها به زمین اصلی جهت تطبیق گیاه با شرایط جوی محیط، پوشش نایلونی به‌طور کامل از روی خزانه برنج برداشته می‌شود.

مدیریت آبیاری: یکی از نکات قابل توجه در مدیریت دمای خزانه، استفاده از آب برای کنترل دمای درون پوشش پلاستیکی است. در مواقعی که هوا گرم باشد، با به جریان در آوردن آب درون خزانه و خروج آن می‌توان با خنک کردن محیط خزانه، گیاهچه را از آسیب‌های حرارتی نجات داد. در شرایط سرما نیز آب به متعادل کردن درجه حرارت محیط خزانه کمک شایانی می‌کند. از این‌رو، مدیریت آبیاری در خزانه از اهمیت بالایی برخوردار است. بنابراین در شب‌های سرد بهتر است خزانه از آب کافی برخوردار باشد و در روز، خروج آب از خزانه، ضمن هوادهی مناسب، به رشد بهتر گیاهچه کمک می‌کند.

مدیریت تغذیه در خزانه: در صورت بروز خسارت ناشی از تنش سرما (ازجمله جوانه‌زنی ناقص بذر، کاهش رشد و تغییر رنگ گیاهچه)، لازم است تا گیاهچه با شرایط مناسب سازگار شود و سپس نسبت به استفاده از یکی از مواد محرک رشد و یا در صورت شیوع بیماری‌های قارچی و باکتریایی از یکی از قارچکش‌های توصیه شده توسط کارشناسان اقدام کرد. برای رشد بهتر بذر، لازم است خزانه از حاصلخیزی مناسبی برخوردار باشد. برای این منظور، قبل از بذرپاشی، زمین خزانه را باید با کود پایه تقویت کرد. کافی نبودن میزان پتاسیم، عاملی است که به افزایش خطر سرمازدگی منجر می‌شود. استفاده از مقدار مناسب ماده آلی مانند انواع کودهای دامی (کود مرغی و گوسفندی)، کمپوست بقایای محصول و اسید هیومیک (ضایعات گیاهی و دامی) و مخلوط کردن آن‌ها با خاک بستر خزانه می‌تواند تا حدودی مانع سرمازدگی شود.

کنترل علف‌های هرز در خزانه: علف‌های هرز با رقابت با گیاهچه‌های برنج و مصرف آب و مواد غذایی مورد نیاز گیاه در داخل پوشش پلاستیکی در افزایش دمای داخل خزانه و تضعیف رشد گیاه برنج نقش دارند. بنابراین جهت کنترل علف‌های هرز در خزانه برنج بهتر است چند روز قبل از بذرپاشی، خزانه را به عمق پنج سانتی‌متر آبیاری و با علف‌کش‌های مورد تأیید تیمار کرد و خزانه پس از سمپاشی حداقل ۴۸ تا ۷۲ ساعت در همین حالت باقی مانده و از خروج آب جلوگیری شود و پس از این مدت آب را از خزانه خارج و سپس نسبت به بذرپاشی اقدام کرد. این روش موجب جلوگیری از رشد اولیه علف‌های هرز شده و گیاهچه‌های جوان برنج فرصت می‌یابند تا در مراحل بعدی با علف‌های هرزی که بعدها رشد می‌کنند، بهتر رقابت کنند. با رعایت این نکات، معمولاً در خزانه، علف‌های هرز رشد نخواهند کرد.

فهرست منابع

- خسروی، و. ولایی، ا. و رستمی، م. ۱۳۹۷. نشریه دستورالعمل اجرایی ضدعفونی بذر برنج. انتشارات سازمان حفظ نباتات کشور. ۶ ص.
- کریمی، ه. ۱۳۸۴. گیاهان زراعی، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۱۵ ص.
- سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان. ۱۴۰۴. تقویم زراعی استان گیلان با توجه به شرایط آبی حاکم بر استان گیلان.
- سودایی مشایی، ص.، محمدیان، م.، نصیری، م.، اسدی، ر. و خسروی، و. ۱۳۹۸. مدیریت تنش سرما در خزانه برنج. مجله ترویجی شالیزار. ۱(۱): ۲۷-۲۰.
- عمواقلی طبری، م.، نبی پور، ع.، مومنی، ع.، نصیری، م.، ستاری، م. و نوری، م. ز. ۱۳۹۷. ارزیابی مقاومت برخی از لاین‌های امیدبخش برنج نسبت به ساقه‌خوار نواری برنج *Chilo suppressalis* Walker. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور شماره فروست ۵۴۷۱۴.
- محدثی، ع. ۱۳۷۹. اثر عوامل محیطی بر رشد برنج. نشریه علمی ۵۵۳. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور. ۲۸ ص.
- محمدیان، م.، نصیری، م.، سودایی مشایی، ص.، رستمی، م. و کارگران، م. ۱۳۹۳. تأثیر مقادیر مختلف pH خاک جعبه نشا بر شاخص‌های کمی گیاهچه برنج. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی شماره ۴۴۹۳۰، انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور (معاونت مازندران)، ۲۰ ص.
- نصیری، م.، خسروی، و.، عمواقلی طبری، م.، محمدیان، م.، رستمی، م.، عمرانی، م. ۱۴۰۰. مدیریت فنی تولید محصول برنج. نشریه شماره ۶۰. ۴۳ ص.
- Basuchaudhuri, P. 2014. Cold tolerance in rice cultivation. CRC Press, Taylor & Francis Group, 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300, Boca Raton.
- Deng, N., Ling, X., Sun, Y., Zhang, C., Fahad, S., Peng, S., Cui, K., Nie, L. and Huang, J. 2015. Influence of temperature and solar radiation on grain yield and quality in irrigated rice system. European Journal of Agronomy, 64: 37-46.
- Fu, L., Cao, Y., Kuang, S. Y., Guo, H. 2021. Index for climate change adaptation in China and its application. Advances in Climate Change Research, 12(5): 723-733.
- Fukutomi, M., Akai, S., and Shiraishi, M. 1971. Fine structure of antheridia and oogonia of *Phytophthora macrospora*, the downy mildew fungus of rice plants. Mycopathologia et mycologia applicata, 43(3), 249-258.