تأثیر خشکانیدن شیمیایی قبل از برداشت بر زمان برداشت و کیفیت دانه برنج

مجید مدارای مشهود[۱]، مسعود اصفهانی[۱*] و مجید نحوی[۲]

(تاریخ دریافت: ۸۵/۵/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۵/۱۱/۲۴)

چکیده

به منظور کاهش خسارت ناشی از بارندگی در زمان برداشت محصول برنج از طریق کاهش سریع رطوبت گیاه با استفاده از محلول پاشی خشکاننده شیمیایی کلرات سدیم و بررسی تأثیر آن بر عملکرد دانه و صفات کیفی آن شامل، کارایی تبدیل برنج سفید، درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر، میزان شکستگی بذر، میزان ترک بذر، مقدار آمیلوز، دمای ژلاتینی شدن و میزان قوام ژل، آزمایشی در سال ۱۳۸۳ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار روی برنج رقم درفک در مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) به اجرا گذاشته شد. تیمارها شامل درصدهای مختلف رطوبت دانه جهت تعیین زمان مناسب محلول پاشی بود. درصد رطوبت برای تیمارهای آزمایشی به ترتیب۲۴ تا ۲۸ درصد (M_1)، ۲۲ تا ۲۴ درصد (M_2)، ۲۰ تا ۲۲ درصد (M_3)، ۱۸ تا ۲۰ درصد (M_4) و تیمار شاهد (M_5) که در آن هیچ گونه محلول پاشی صورت نگرفته و زمان برداشت به صورت متداول انجام شد) بود. نتایج نشان داد که اکثر تیمارها، رطوبت دانه و رطوبت اندام‌های هوایی گیاه را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری کاهش دادند اما تیمارهای M_2 و M_3 بهترین تأثیر را در کاهش رطوبت گیاه داشتند، به طوری که در تیمار M_2 و تیمار M_3 برداشت محصول به ترتیب ۱۲ و ۸ روز زودتر از شاهد انجام شد. در تیمار M_1 به دلیل رطوبت بالاتر دانه‌ها و عدم همزمانی در رسیدگی محصول پنجه‌های مختلف یک بوته، تعداد زیادی از خوشه‌ها به حالت نارس خشک شده و برخی از صفات مطلوب خود را از دست دادند و در تیمار M_4 برداشت محصول فقط ۲ روز زودتر از شاهد انجام گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها نشان دادکه هیچ یک از صفات مورد آزمون تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند، بنابراین به نظر می‌رسد که با مصرف ماده خشکاننده کلرات سدیم می‌توان محصول برنج را با اطمینان از عدم افت کمّیت و کیفیت آن زودتر برداشت نمود و از خسارت‌های ناشی از بارندگی‌های آخر فصل اجتناب نمود.

واژه‌های کلیدی: برنج، خشکاننده شیمیایی، کیفیت دانه

مقدمه

در شمال ایران برداشت محصول برنج از اواسط مرداد ماه شروع شده و تا اوائل مهر ماه ادامه دارد. زمان معمول برداشت برنج در استان‌های گیلان و مازندران شهریور ماه بوده و حدود ۸۰ درصد برداشت محصول در این زمان انجام می‌شود. عملیات برداشت به وسیلهٔ دست یا ماشین کمباین انجام می‌گیرد و دسته‌های برنج بسته به شرایط اقلیمی یک تا دو روز روی کاه بن‌های بریده شده قرار داده می‌شوند تا کاملاً خشک شده و آمادهٔ عمل خرمنکوبی شوند (۱). در صورتی که در زمان برداشت بارندگی اتفاق افتد، برداشت محصول برنج به علت بالا

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان
۲. عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mesfahan@yahoo.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.7.6]

رفتن رطوبت نسبی محیط و مرطوب شدن گیاهان به تعویق خواهد افتاد و هم‌چنین بوته‌های درو شده‌ای که هنوز از زمین خارج نشده‌اند نیز دچار خسارت‌های فراوانی مانند ریزش دانه‌ها و شیوع قارچ‌های ساپروفیت می‌شوند و در نهایت کمّیت و کیفیت محصول افت می‌کند. محصول برداشت شده جهت انبارکردن و خرمنکوبی باید دارای میزان رطوبت مناسبی باشد، اگر میزان رطوبت دانه‌ها بالا باشد (بالاتر از ۲۲ درصد) و با همان رطوبت انبار شده و یا روی هم انباشته شوند، دچار کپک زدگی و فساد خواهند شد. بنابراین هنگام انبار کردن، رطوبت دانه‌ها نباید بیش از ۱۴ درصد و در مرحلهٔ تبدیل بیش از ۱۳-۱۲ درصد باشد(۱۲). آزمایش‌ها نشان داده است که کاهش بیش از حد رطوبت دانه‌ها به دلیل تأخیر در زمان برداشت و زیاد شدن فاصلهٔ زمانی درو تا خرمنکوبی، یکی از دلایل اصلی به وجود آمدن ترک در شلتوک است (۱۷). نتایج تحقیقات نشان داده که نمونه‌هایی که با رطوبت بالاتر از ۱۷ درصد و کمتر از ۱۵ درصد خرمنکوبی شده بودند نسبت به سایر مقادیر رطوبت دانه، دارای ترک بیشتری بودند. هم‌چنین بیشترین میزان شکست شلتوک در موقع خرمنکوبی زمانی اتفاق افتاد که رطوبت دانه‌ها بالاتر از ۱۶/۵ درصد و کمتر از ۱۳ درصد بود و کمترین میزان شکست شلتوک در رطوبت حدود ۱۶-۱۵/۸ درصد مشاهده شد. خشک شدن و مرطوب شدن‌های پیاپی محصول درو شده در مزرعه که بر اثر خیس شدن بوته‌های درو شده در مزرعه و در اثر بارندگی اتفاق می‌افتد، یکی دیگر از دلایل وقوع ترک در دانه‌ها ی برنج می‌باشد (۱۷).

هرگاه رطوبت داخلی گیاه در اثر خشکی هوا یا خاک یا هر ماده‌ای به کمتر از ۵۰ درصد مقدار عادی خود برسد در این صورت، گیاه دچار پسابیدگی (Desiccation) می‌شود و به مواد شیمیایی که این عمل را انجام می‌دهند خشکاننده (Desiccant) گفته می‌شود (۴). استین با محلول پاشی انواع خشکاننده‌ها روی گیاه برنج گزارش کرد که پاراکوآت با غلظت ۰/۱۴ کیلوگرم در هکتار طی ۲ روز میزان رطوبت اندام‌های هوایی گیاه برنج را تا ۸۱ درصد کاهش می‌دهد. مصرف دی کوآت با غلظت‌های ۰/۱۴، ۰/۲۸ و ۰/۵۶ کیلوگرم در هکتار به ترتیب طی ۶، ۳ و ۲ روزگیاهان تیمار شده را پسابیده نمود. گلای فوزیت در غلظت‌های ۰/۱۴، ۰/۲۸، ۰/۵۶ و ۱/۱۲ کیلوگرم در هکتار، تا ۷ روز پس از مصرف نتوانست عمل خشکانیدن را انجام دهد. کلرات سدیم با غلظت ۵/۰۴ کیلوگرم در هکتار، ۴ روز زمان جهت خشک شدن گیاه برنج نیاز داشت (۱۳).

هینکل گزارش کرد که در زراعت برنج مواد خشکاننده باید زمانی مصرف شوند که دانه‌ها دارای رطوبت کمتر از ۲۸ درصد باشند، زیرا در رطوبت بالاتر از این دانه‌ها هنوز کاملاً رسیده نیستند (۱۴). اسمیت نیز گزارش کرد که اگر رطوبت دانه‌های برنج در زمان پاشش مواد خشکاننده بین ۲۴ تا ۲۶ درصد باشد بهترین کیفیت دانه به دست می‌آید (۲۰).

از مواد خشکاننده در سایر گیاهان زراعی نیز استفاده می‌شود. در ایالت کارولینای شمالی آمریکا در انواع مختلفی از محصولات زراعی پیش از برداشت از مواد خشکاننده استفاده می‌شود و استفاده از آنها پیش از برداشت محصول یک روش کاملاً متداول است. از کلرات سدیم به میزان ۳ تا ۷ پوند در گالن برای خشکانیدن بوته‌های فلفل و انواع لوبیا استفاده می‌شود که این عمل را ۷ تا ۱۰ روز به نسبت‌های توصیه شده، قبل از برداشت انجام می‌دهند. هم‌چنین از پاراکوآت نیز برای خشکانیدن بوته‌های سیب زمینی، گوجه فرنگی و لوبیا استفاده می‌شود. از دی کوآت، گلای فوزیت و ایندوتال نیز در زراعت سیب زمینی استفاده می‌شود که این عمل عمدتاً ۷ تا ۱۴ روز قبل از برداشت صورت می‌گیرد (۱۸).

از دیگر مواد شیمیایی که قبل از برداشت محصول در برخی کشورها کاربرد دارد مادهٔ برگ ریز DEF (Deffoliant) می‌باشد که در زراعت پنبه مصرف می‌شود. در مناطق پنبه کاری مانند دشت گرگان که ریزش باران در اوایل یا اواسط پاییز زود هنگام شروع می‌شود از این مواد که موجب خشک شدن و ریزش برگ‌ها می‌شوند، استفاده می‌گردد (۳ و ۱۳).

کلرات سدیم ($NaClO_3$) جزء علف کش‌های غیر آلی بوده و ماده‌ای است جامد و کریستاله ، سفید و بدون بو که در آب قابل

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.7.6]

حل است و یک اکسیدانت قوی است. این ماده یک علف کش تماسی غیر انتخابی بوده که از آن برای از بین بردن علف‌های هرز چند ساله استفاده می‌شود. با محلول پاشی کلرات سدیم روی شاخ و برگ گیاهان، این ماده سریعاً توسط گیاه جذب می‌شود و یون‌های کلرات آن از کوتیکول برگ‌ها عبور کرده و موجب مرگ سلول می‌شوند. از این ماده به صورت پودر نیز در خاک استفاده می‌شود که توسط ریشه‌ها جذب و از طریق آوندهای چوبی به اندام‌های هوایی گیاه انتقال می‌یابد. خاصیت اکسید کنندگی بالای یون کلر، باعث افزایش میزان تنفس در سلول‌های گیاه شده و به دنبال آن تولید اتیلن صورت می‌گیرد. با افزایش میزان تولید اتیلن، میزان ریزش برگ در گیاهان نیز افزایش می‌یابد (۹).

هدف از اجرای این آزمایش بررسی آثار مصرف ماده خشکاننده شیمیایی کلرات سدیم و تعیین زمان مناسب پاشش قبل از برداشت محصول برنج در استان گیلان است تا ضمن بررسی امکان برداشت زودتر محصول، آثار این ماده بر کیفیت دانه برنج نیز ارزیابی شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۳ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و پنج تیمار و ۳ نمونه در هر کرت در موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) به اجرا گذاشته شد. تیمارها شامل درصدهای مختلف رطوبت دانه بود که در رطوبت مورد نظر عمل پاشش مادهٔ خشک کنندهٔ کلرات سدیم صورت گرفت. درصدهای رطوبت دانه برای محلول پاشی به شرح زیر بودند:

M_1 : رطوبت دانه‌ها بین ۲۴ تا ۲۸ درصد

M_2 : رطوبت دانه‌ها بین ۲۲ تا ۲۴ درصد

M_3 : رطوبت دانه‌ها بین ۲۰ تا ۲۲ درصد

M_4 : رطوبت دانه‌ها بین ۱۸ تا ۲۰ درصد

M_5 شاهد (هیچ گونه محلول پاشی صورت نگرفت و برداشت به صورت متداول در رطوبت دانه ۱۸ تا ۲۰ درصد انجام شد)

رقم برنج مورد استفاده در این آزمایش درفک بود. درفک (لاین شماره ۴۲۴) از تلاقی بین رقم اصلاح شده پرمحصول سپیدرود (والد پدری) و رقم بومی و خوش کیفیت سالاری (والد مادری) در موسسه تحقیقات برنج کشور در رشت اصلاح و معرفی شده است. این رقم نیمه پاکوتاه (ارتفاع بوته ۱۱۰ سانتی‌متر)، نسبتاً زودرس (۱۲۰ روز)، پر پنجه (۱۷ پنجه)، پر محصول (۵/۵ تا ۶/۳ تن در هکتار)، دانه بلند (۱۱ میلی‌متر)، معطر و خوش کیفیت می‌باشد (۱۹). روش‌های کاشت و داشت به طور متداول منطقه صورت گرفت. در ابتدای بهار عملیات آماده سازی خزانه و زمین اصلی انجام شد و گیاهچه‌ها پس از ۳ تا ۴ برگه شدن نشاءها با تراکم ۱۶ بوته در مترمربع در داخل کرت‌ها نشاء گردیدند. کود مصرفی به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (از منبع اوره) و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات (از منبع سوپرفسفات تریپل) و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاس برای همهٔ تیمارها به طور یکسان مصرف شد. مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز در مرحله داشت در تمامی تیمارها به طور یکسان انجام شد. از زمانی‌که دانه‌ها به مرحلهٔ خمیری سخت رسیدند، روزانه ۳ نمونه از خوشهٔ اصلی از هر کرت از ردیف دوم انتخاب شد. دانه‌های انتخاب شده توزین و سپس در داخل آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشکانیده شده و مجدداً وزن خشک دانه‌ها جهت تعیین درصد رطوبت آنها اندازه‌گیری شد. پس از رسیدن رطوبت دانه‌ها به حد مورد نظر در هر تیمار عمل محلول پاشی کلرات سدیم به وسیلهٔ سمپاش دستی انجام گرفت. مقدار مصرف کلرات سدیم ۵ کیلوگرم در هکتار بود (۱۳). محلول پاشی در حوالی ظهر انجام گرفت تا کلیهٔ شبنم برگ‌ها تبخیر شده باشند. ۲۴ ساعت پس از محلول پاشی تعداد ۳ بوته کف بر شده و پس از توزین و خشکانیدن در آون و توزین مجدد، درصد رطوبت اندام‌های هوایی و خوشه‌ها محاسبه شدند. این عمل به صورت هر روزه بعد از محلول پاشی تکرار شد تا رطوبت خوشه‌ها برای برداشت به حد مناسب (پایین تر از ۱۸ درصد) برسد و پس از آن برداشت تیمار مورد نظر انجام شد. کاهش رطوبت تیمارها در هر نوبت با شاهد سنجیده شد. در زمان محلول پاشی پیرامون هر

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.7.6]

یک از کرت‌های مورد نظر محصور شد تا از پاشش ناخواسته محلول روی بقیهٔ تیمارها جلوگیری به عمل آید. برای تیمار شاهد که هیچ گونه محلول پاشی در آن صورت نگرفت، برداشت آن به طور متداول و براساس مشخصات ظاهری انجام شد. عمل برداشت با حذف ردیف‌های اول و دوم انجام و میزان عملکرد با توجه به سطح برداشت شده در نظر گرفته شد. بوته‌های برنج پس از برداشت بلافاصله به انبار منتقل و به فاصلهٔ کوتاهی خرمنکوبی شدند. کلیهٔ شلتوک‌های به دست آمده به طور جداگانه بوجاری شدند و از هر تیمار به میزان ۱۵۰ گرم شلتوک خالص جهت انجام آزمایش‌ها جدا شدند.

آزمایش‌های کیفی

۱. پوست کنی و سفیدکنی (Milling)

ابتدا درصد رطوبت دانه‌های تیمارهای مختلف با دستگاه رطوبت سنج بذر (KiyaSeisakufho, JAPAN , KETT 147D) اندازه‌گیری شد و پس از رساندن رطوبت دانه‌ها به ۱۳ تا ۱۴درصد با دستگاه پوست کن آزمایشگاهی ساتاکه (SATAKE) به برنج قهوه‌ای تبدیل شدند. برنج قهوه‌ای حاصله سپس با استفاده از دستگاه سفیدکن آزمایشگاهی (M.c. Gill. Miller) به برنج سفید تبدیل شد. برنج سفید حاصله پس از تبدیل از دستگاه الک عبور داده شد تا دانه‌های سالم از شکسته جدا شوند. وزن برنج‌های سفید هر تیمار به طور جداگانه توزین و درصد برنج سالم به دست آورده شد و با استفاده از آن کارایی برنج سفید سالم (Head Rice Yield) (HRY) (نسبت وزنی دانه‌های سالم برنج سفید به شلتوک تبدیل شده) محاسبه شد (۵ و ۱۱).

۲. اندازه‌گیری میزان آمیلوز (Amylose Content)

برای اندازه‌گیری میزان آمیلوز از روش جولیانو استفاده شد. ۱۰۰ میلی‌گرم آرد برنج توزین و به ترتیب ابتدا یک میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد به آن اضافه شده و پس از حل شدن آرد ۹ میلی لیتر سود (NaOH) یک نرمال به آن اضافه شده و به مدت ۸ دقیقه پخته شد. پس از خنک شدن، حجم محلول با آب مقطر به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. پس از گذشت این مدت از هر نمونه مقدار ۵ میلی‌لیتر در ظرف دیگر ریخته و به آن یک میلی‌لیتر اسید استیک و ۲ میلی‌لیتر ید افزوده شده و دوباره به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و بعد از کمی هم زدن میزان آمیلوز هر نمونه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۳۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (۱۵).

۳. اندازه‌گیری درجه حرارت ژلاتینی شدن (Gelatinization Temperature)

برای اندازه‌گیری درجه حرارت ژلاتینی شدن از روش لیتل و همکاران استفاده گردید. تعداد ۱۲ عدد دانه برنج سفید سالم (۲ تکرار ۶ تایی) از هر نمونه در داخل ظرف ریخته و به آن محلول هیدروکسید پتاسیم ۱/۷ درصد افزوده و به مدت ۲۳ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. بر اساس تغییرات ایجاد شده در شکل دانه‌ها درجه بندی انجام شد (۱۶).

۴. اندازه‌گیری قوام ژل (Gel Consistency)

برای اندازه‌گیری قوام ژل از روش کاگامپانگ و همکاران استفاده گردید. ۱۰۰ میلی‌گرم آرد برنج توزین شده و در داخل لوله GC (لوله‌ای به قطر ۱۳ میلی‌متر و ارتفاع ۱۰۰ میلی‌متر) ریخته شد و به آن ۰/۲ میلی‌لیتر باروم تیمول و ۲ میلی‌لیتر پتاس ۰/۲ نرمال اضافه شد. نمونه‌ها بعد از مخلوط شدن به وسیلهٔ همزن به مدت ۸ دقیقه پخته شده و پس از سرد شدن به مدت ۲۰ دقیقه به حمام آب سرد (مخلوط آب و یخ) منتقل و سپس روی جعبهٔ GC که روی آن کاغذ میلی‌متری نصب شده است، به طور افقی قرار داده شد و میزان حرکت آن پس از یکساعت (برحسب میلی‌متر) اندازه‌گیری شد (۱۰).

۵ . درصد ترک در دانه‌ها

از هر یک از نمونه‌ها ۱۵۰ دانه شلتوک (۳ تکرار ۵۰ تایی) به طور تصادفی انتخاب شده و پوستهٔ خارجی آنها به وسیله پنس

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.7.6]

جدا شدند. با استفاده از دستگاه ترک بین و به کمک یک عدسی دانه‌های برنج سالم و ترک دار از بین دانه‌های پوست کنده شده (برنج قهوه‌ای) فوق شمارش و جدا شدند. دستگاه ترک بین متشکل از یک صفحه مشبک شیاردار و یک منبع نور فلورسنت در زیر آن است که برای تفکیک دانه‌های سالم وترک دار به کار می‌رود.

۶. آزمون سختی سنجی

تعداد ۲۰ عدد دانه برنج قهوه ای سالم از هر نمونه جدا و با استفاده از دستگاه سختی سنج میزان فشار لازم برای شکستن آنها تعیین شد. این دستگاه دارای یک مغزی فلزی بوده که دانه در زیر آن قرار داده می‌شود و به کمک یک اهرم به آرامی به آن فشار وارد می‌شود تا شکسته شود. دستگاه میزان نیروی وارد شده برای شکستن دانه را بر حسب کیلوگرم نیرو نشان می‌دهد.

۷. آزمون‌های درصد و سرعت جوانه زنی بذر

تعداد ۱۰۰ عدد بذر از هر نمونه در ۴ تکرار جدا شده و ابتدا به مدت ۴۸ ساعت داخل آون در دمای۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند تا خواب احتمالی آنها شکسته شود (۲). سپس بذرها در داخل ظروف پتری روی کاغذ صافی قرار داده شدند و بعد از اضافه کردن آب مقطر در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در ژرمیناتور قرار داده شدند. تعداد بذرهای جوانه زده تا یک هفته به طور روزانه یادداشت شده و سرعت جوانه زنی آنها در تیمارهای مختلف محاسبه شدند. برای محاسبه سرعت جوانه زنی از رابطه شماره یک استفاده شد (۷). در پایان روز هفتم تعداد نهایی بذرهای جوانه زده داخل ظروف پتری شمارش و ثبت شدند و از روی آنها درصد جوانه زنی محاسبه شد. اعداد مربوط به درصد جوانه زنی پس از تبدیل به Arc Sin در قالب آزمون کاملا تصادفی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. برای تجزیه آماری و آنالیز داده‌ها از نرم افزار MSTATC و برای ترسیم نمودارها از محیط EXCEL استفاده گردید.

$$R=\frac{\sum n}{\sum DN}=\text{سرعت جوانه زنی}=\frac{\text{مجموع تعداد بذور جوانه زده}}{\text{مجموع تعداد روزهای بعد از شروع جوانه زنی}} \quad [۱]$$

نتایج و بحث

روند کاهش رطوبت

روند کاهش میانگین رطوبت قبل و بعد از پاشش ماده خشکاننده کلرات سدیم در هر تیمار با آزمون T محاسبه شد. نتایج این آزمون که میانگین رطوبت قبل از پاشش هر تیمار با میانگین رطوبت ۳ روز بعد همان تیمار به تفکیک در خوشه‌ها و اندام‌های هوایی مقایسه شده است، به شرح جدول یک می‌باشد.

همان طور که در جدول یک دیده می‌شود در همه تیمارها پاشش ماده خشکاننده پس از ۳ روز اثر معنی‌داری در کاهش رطوبت خوشه‌ها و اندام‌های هوایی گیاه داشته است. استین عقیده دارد که در حالت عادی بدون پاشش ماده خشکاننده، گیاه برنج به طور متوسط روزانه ۰/۵ درصد رطوبت از دست می‌دهد که این حالت در مورد تیمار شاهد صدق می‌کرد (۱۳). البته کاهش رطوبت در کلیه تیمارها بستگی به عوامل جوی بخصوص دما و رطوبت محیط دارد با توجه به نمودار یک که در آن سرعت کاهش رطوبت در تیمارهای M_1 با M_4 (به ترتیب اولین و آخرین تیمار محلول پاشی) با دمای محیط مقایسه شدند ملاحظه شد که با کاهش دمای محیط، سرعت کاهش رطوبت نیز در تیمارها کاهش یافت. زمان برداشت در تیمار M_1اوایل شهریور و زمان برداشت در تیمار M_4اواخر شهریور بود که این نتیجه‌گیری با نتایج استین نیز مطابقت دارد (نمودار ۱). وی نیز در آزمایش خود مشاهده نمود که هر چه در زمان پاشش مواد خشکاننده دمای محیط بالاتر باشد سرعت کاهش رطوبت دانه‌ها نیز بیشتر است.

در معادله دو خط فوق برای تیمارهای M_1 و M_4 مشاهده می‌شود که روند کاهش رطوبت در تیمار M_1 (درجه حرارت هوا ۲۹ درجه سانتی‌گراد) سریع‌تر از تیمار M_4 (درجه حرارت هوا ۲۱ درجه سانتی‌گراد) بود (به ترتیب b= -۳/۴۷۸ و b= -۱/۲۶۶). مقایسه میانگین تیمارها برای کاهش رطوبت خوشه و اندام‌های هوایی به شرح جدول ۲ است.

روند کاهش رطوبت روزانه خوشه‌ها ۳ روز پس از محلول پاشی در تیمارها و شاهد در نمودار ۲ ارائه شده است. همان طور که در نمودار و جدول ۲ دیده می‌شود پایین‌ترین

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.7.6]

جدول ۱. میزان رطوبت خوشه و اندام هوایی در هر تیمار با استفاده از آزمون T، ۳ روز پس از محلول پاشی با ماده خشکاننده کلرات سدیم

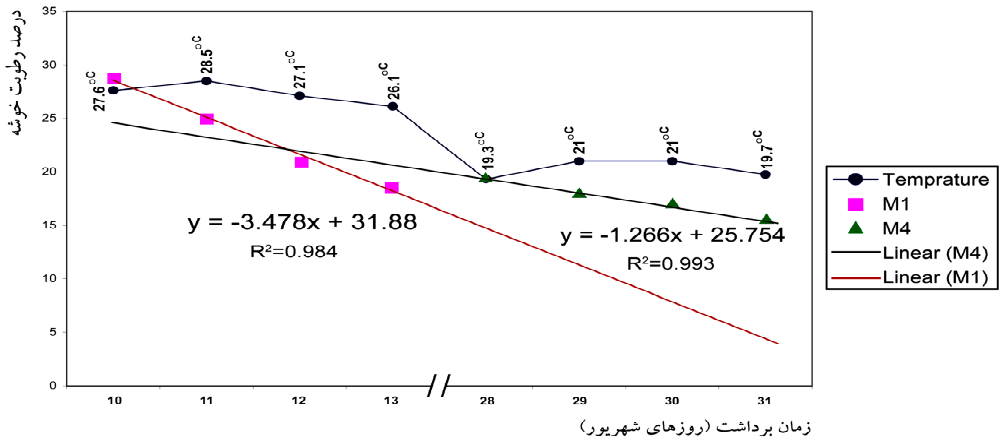
تیمار	اندام هوایی	خوشه
محلول پاشی در مرحله ۲۸-۲۴ درصد رطوبت خوشه (M_1)	۱۴/۸۹**	۲۳/۴۸**
محلول پاشی در مرحله ۲۴-۲۲ درصد رطوبت خوشه (M_2)	۲۲/۱۵**	۲۴/۵۹**
محلول پاشی در مرحله ۲۲-۲۰ درصد رطوبت خوشه (M_3)	۱۳/۱۲**	۱۵/۶۷**
محلول پاشی در مرحله ۲۰-۱۸ درصد رطوبت خوشه (M_4)	۱۰/۰۹**	۱۱/۶۴**
شاهد (بدون محلول پاشی)(M5)	۰/۲۵ ns	۰/۳۵ ns

ns ، * و ** : به ترتیب غیر معنی‌دار از نظر آماری و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۲. مقایسه میانگین درصد رطوبت خوشه و اندام‌های هوایی بوته‌های برنج محلول پاشی شده و شاهد بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد

تیمار	درصد رطوبت خوشه قبل از محلول پاشی	درصد رطوبت خوشه ۳ روز پس از محلول پاشی	درصد رطوبت اندام‌های هوایی قبل از محلول پاشی	درصد رطوبت اندام‌های هوایی ۳ روز پس از محلول پاشی
محلول پاشی در مرحله ۲۸-۲۴ درصدرطوبت خوشه (M_1)	۱/۵۴ ± ۲۸/۷	۰/۷۲ ± ۲۱/۳۴ a	۱/۴۶ ± ۷۱/۸۸	۲/۱۲ ± ۶۴/۱ b
محلول پاشی در مرحله۲۴-۲۲ درصد رطوبت خوشه (M_2)	۰/۵۸ ± ۲۳/۵۴	۰/۳۵ ± ۱۹/۵۱ b	۰/۹۹ ± ۶۹/۳۷	۰/۹۶ ± ۶۴/۵۵b b
محلول پاشی در مرحله۲۲-۲۰ درصد رطوبت خوشه (M_3)	۰/۶۸ ± ۲۱/۶۷	۰/۴ ± ۱۸/۶۱ bc	۱/۳۴ ± ۶۷/۳	۱/۰۳ ± ۶۴/۱b b
محلول پاشی در مرحله۲۰-۱۸۰ درصد رطوبت خوشه (M_4)	۰/۸۱ ± ۱۹/۴۸	۰/۵۴ ± ۱۷/۸۷ c	۱/۰۷ ± ۶۷/۰۷	۱/۹۸ ± ۶۳/۰۹b b
شاهد (بدون محلول پاشی) (M5)	۰/۹۵ ± ۱۷/۷۸	۰/۴۲ ± ۱۷/۱۶ c	۱/۲ ± ۷۲/۱	۲/۷ ± ۷۱/۳۵a a

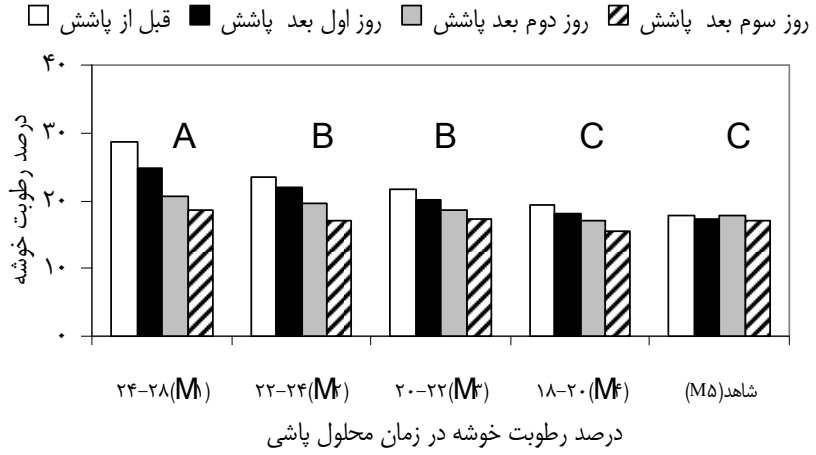
اختلاف بین میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۱٪ معنی‌دار نیست.



نمودار ۱. روند کاهش سرعت رطوبت خوشه در تیمارهای M_1 و M_4 با تغییرات دمای محیط

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.7.6]



نمودار ۲. روند کاهش رطوبت خوشه‌های برنج ۳ روز پس از محلول پاشی با ماده خشکاننده کلرات سدیم نسبت به شاهد (بدون محلول پاشی)

میزان رطوبت اولیه خوشه (قبل از محلول پاشی) مربوط به تیمارهای M_4 و M_5 بوده است، لیکن باید در نظر داشت که برداشت در تیمار M_1 نسبت به تیمار M_5 ، ۲۲ روز زودتر انجام گرفت، لذا با توجه به بالاتر بودن دمای هوا (۲۹ درجه سانتی‌گراد) و میزان رطوبت گیاه (رطوبت خوشه ۲۸٫۷ درصد) در زمان برداشت، تیمار M_1 در مقایسه با تیمارهای M_4 و M_5 (دمای ۲۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت خوشه به ترتیب ۱۹٫۴۸ و ۱۷٫۷۸درصد)، کاهش رطوبت دانه‌ها در تیمار M_1 از سرعت بیشتری برخوردار بوده است. هم‌چنین در مقایسه مرحله به مرحله روند کاهش رطوبت بین تیمارها مشاهده گردید که تیمار M_1 با دارا بودن میزان آب بیشتر و هم‌چنین برخوردار بودن از دمای محیطی بالاتر، پس از محلول پاشی در مقایسه با سایر تیمارها با سرعت بیشتری موجب کاهش رطوبت خوشه‌ها شد، در حالی که تیمار شاهد تقریباً روند ثابتی را از نظر کاهش رطوبت طی نمود.

این وضعیت برای اندام‌های هوایی نیز صادق بود، یعنی بین تیمارها از لحاظ کاهش رطوبت اندام‌های هوایی نیز تفاوت معنی‌داری دیده شد. مقایسه بین میانگین تیمارها نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین آنها بوده ولی بین تیمارهایی که محلول پاشی انجام شده بود، اختلافی دیده نشد (نمودار ۳).

با مقایسه مرحله به مرحله روند کاهش رطوبت اندام‌های هوایی بین تیمارها مشاهده گردید که تیمار شاهد همواره از میزان آب بالاتری برخوردار بود در حالی که سایر تیمارها بر اثر محلول پاشی روند نزولی کاهش رطوبت سریع‌تری از خود نشان داده و علی‌رغم زودتر برداشت شدن نسبت به شاهد دارای رطوبت کمتری بودند، به طوری که میزان رطوبت اندام‌های هوایی ۳ روز پس از محلول پاشی از M_1 تا M_5 (شاهد) به ترتیب ۶۴٫۱، ۶۴٫۵، ۶۴٫۱، ۶۳٫۱ و ۷۱٫۳۵ درصد بود (نمودارهای ۴ و ۵).

با مقایسه میانگین مربعات تیمارها مشاهده شد که در هیچ یک از تیمارها، صفات عملکرد دانه، درصد و سرعت جوانه زنی، سختی بذر، میزان ترک بذر، کارایی برنج سفید، میزان آمیلوز، قوام ژل و دمای ژلاتینی شدن تیمارها اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشتند. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفات یاد شده در جدول ۳ ارائه شده است.

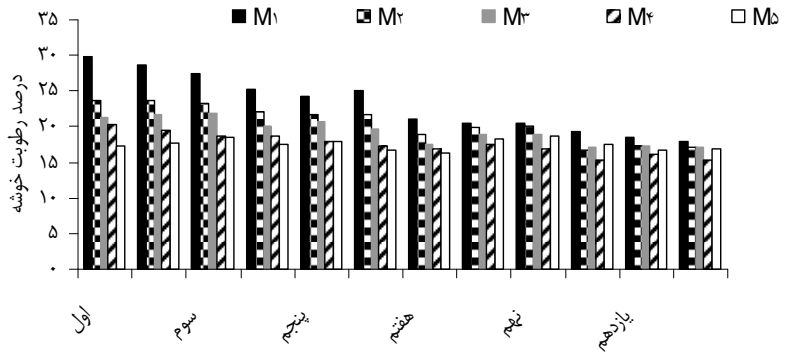
تجزیه و تحلیل اقتصادی

بر اساس آمار صندوق بیمه محصولات کشاورزی، از کل سطح زیر پوشش بیمه زراعت برنج استان گیلان در سال زراعی ۱۳۸۳، (۱۶۰۶۵۸ هکتار)، سطحی معادل ۶۰۷۸۵ هکتار آن به دلیل سیل و باران‌های سیل آسا در فصل برداشت خسارت دید که غرامتی معادل ۱۰۱۲۴۲۵۲۵۲۰۱ ریال پرداخت گردیده و میزان خسارت بین ۱۰۰-۲۰ درصد برآورد شد.

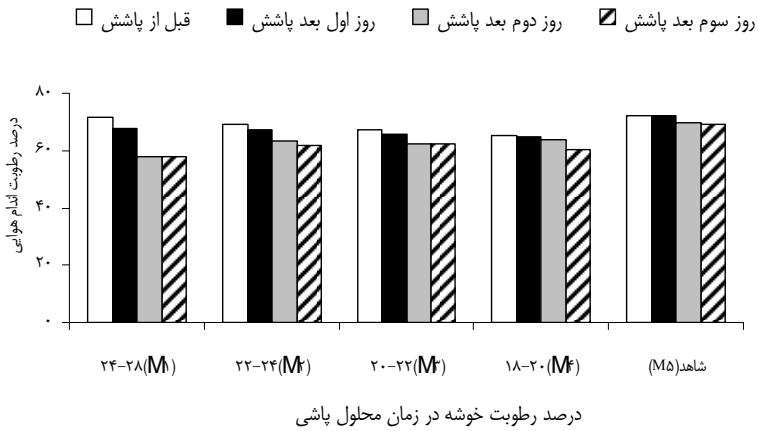
در صورت بهره برداری از نتایج این آزمایش در هر هکتار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

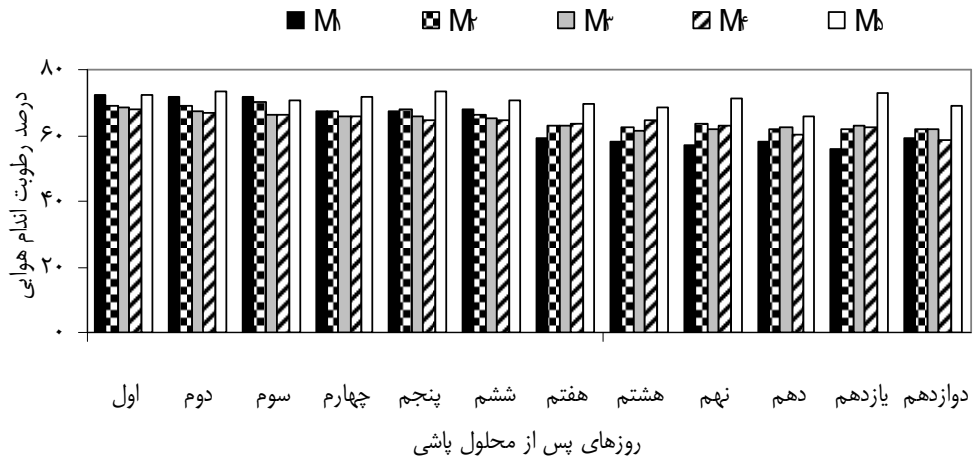
[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.7.6]



نمودار ۳. مقایسه میزان رطوبت خوشه‌های برنج در تیمارهای مختلف محلول پاشی در زمان‌های پس از محلول پاشی نسبت به شاهد (بدون محلول پاشی)



نمودار ۴. روند کاهش رطوبت اندام‌های هوایی برنج ۳ روز پس از محلول پاشی با ماده خشکاننده کلرات سدیم نسبت به شاهد (بدون محلول پاشی)



نمودار ۵ . مقایسه میزان رطوبت اندام هوایی برنج در تیمارهای مختلف محلول پاشی در زمان‌های پس از محلول پاشی نسبت به شاهد (بدون محلول پاشی)

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.7.6]

جدول ۳. خلاصه جدول تجزیه واریانس صفات مورد آزمایش بوته‌های برنج در تیمارهای مختلف محلول پاشی با ماده خشکاننده کلرات سدیم

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		میزان آمیلوز	قوام ژل	دمای ژلاتینی شدن	سختی بذر	ترک بذر	راندمان برنج سفید	سرعت جوانه زنی	درصد جوانه زنی	عملکرد دانه ها
تکرار	۲	۱/۲۴۱	۸/۶	۰/۰۷۲	۰/۱۱۶	۰/۰۰۱	۷/۲۹۵	۳۴/۳۹۳	۸/۱۱۷	۲۶۰۲۹۵/۷۳۱
تیمار	۴	۰/۱۰۶ ns	۲۱/۲۳۳ ns	۰/۰۲۷ ns	۰/۲۸۷ ns	۰/۰۰۴ ns	۸/۷ ns	۷۱/۶۲ ns	۲۳/۲۹ ns	۱۵۲۰۱۶/۷ ns
اشتباه آزمایش	۸	۰/۲۲۹	۴۶/۱۸۳	۰/۱۰۲	۰/۱۲۶	۰/۰۰۴	۲۱/۳۳	۵۴/۰۷۴	۲۱/۹۲۹	۲۰۰۶۷۹/۵۷۸
ضریب تغییرات	–	٪۲/۲	٪۱۴/۰۴	٪۱۰/۵	٪۵/۲۳	٪۲۴/۳۲	٪۶/۴	٪۱۱/۲۴	٪۵/۲۴	٪۱۲/۳۵

ns : غیرمعنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

شالیزار جهت خشکاندن برنج احتیاج به ۵ کیلوگرم کلرات سدیم بوده و قیمت آن در زمان مصرف برای هر کیلوگرم ۱۴۰۰۰۰ ریال می‌باشد که هزینه مصرفی خشکاندن برنج به وسیله کلرات سدیم در یک هکتار رقمی معادل ۷۰۰۰۰۰ ریال می‌شود. تقسیم هزینه کل خسارت پرداخت شده در سال ۸۳ به اراضی خسارت دیده رقمی معادل ۱۶۶۵۵۸۴۰ ریال در هر هکتار می‌باشد که مقایسه این دو رقم هزینه مصرفی خشکاندن برنج با کلرات سدیم با غرامت پرداختی از سوی صندوق بیمه توجیه مناسبی در کاهش بار مالی دولت خواهد بود. با توجه به این که مساحت کل اراضی شالیکاری در استان ۲۳۰۰۰۰ هکتار می‌باشد، سالانه رقمی معادل ۱۶۱۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال هزینه مصرف کلرات سدیم در سطح اراضی شالیکاری استان خواهد بود که این رقم کمی بیش از رقم پرداختی غرامت در سطح ۶۰۷۸۵ هکتار اراضی خسارت دیده می‌باشد. ولی باید به این نکته توجه کرد که غرامت پرداختی در سال ۸۳ به زارعین فقط جبران خسارت وارده به کشاورزان و کمک مالی به آنان در سطح ۶۰۷۸۵ هکتار بوده، در حالی که دولت مجددا موظف خواهد شد که برای جایگزین کردن برنج از دست رفته مقادیر هنگفتی هزینه صرف واردات برنج از خارج نماید که این خود بار مضاعف مالی بر دوش دولت خواهد گذارد.

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه درهمه صفات موردآزمایش اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نگردید و با توجه به اثر مثبت و معنی‌دار کاهش رطوبت توسط کلرات سدیم در دانه و اندام‌های هوایی برنج و مقایسه میانگین‌ها نتیجه گرفته شد که تیمارهای M_2 و M_3 (رطوبت دانه‌ها به ترتیب بین ۲۲ تا ۲۴ درصد و رطوبت دانه‌ها بین ۲۰ تا ۲۲ درصد) بهترین تأثیر را در کاهش رطوبت گیاه داشته و به ترتیب در تیمار M_2 به مدت ۱۲ روز و تیمار M_3 به مدت ۸ روز نسبت به شاهد برداشت زودتر انجام شد.

به نظر می‌رسد در تیمار M_1 به دلیل دارا بودن رطوبت بالای بذر بر اثر محلول پاشی ممکن است تحت شرایط جوی متفاوت صفاتی نظیر کارایی برنج سفید و کیفیت آن کاهش یابد (۱۳). از طرف دیگر با توجه به این که همه پنجه‌های یک بوته هم‌زمان نمی‌رسند این عامل موجب می‌شود تعداد زیادی از خوشه‌ها به حالت نارس خشک شده و بسیاری از صفات مطلوب خود را از دست بدهند. هانکل عقیده دارد که در رطوبت بالای ۲۸ درصد، بذرها هنوز نارس بوده و محلول پاشی مواد خشکاننده موجب آسیب جدی به آنها می‌شود (۱۴).

تیمار M_4 با میزان رطوبت خوشه ۲۰-۱۸ درصد علی‌رغم آن که کاهش رطوبت در آن معنی‌دار بوده ولی تفاوت چندانی در زمان برداشت آن با شاهدوجود ندارد (تیمار M_4 فقط ۲ روز زودتر از شاهد برداشت شد). به همین علت با توجه به هزینه تهیه و پاشش مواد خشکاننده در این مرحله استفاده از مواد خشک کننده چندان مؤثر به نظر نمی‌رسد. بنابراین به طور کلی می‌توان اظهار داشت که تیمارهای M_2 و M_3 با میزان رطوبت خوشه بین ۲۴-۲۰ درصد بهترین زمان پاشش موادخشکاننده (کلرات سدیم) برای محصول برنج در استان گیلان بوده‌اند.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.7.6]

سپاسگزاری

بدین وسیله از مؤسسه تحقیقات برنج کشور- رشت و بخش اصلاح بذر آن مؤسسه که در تامین امکانات لازم برای اجرای این تحقیق مساعدت نمودند تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. اخوت، م. و د. وکیلی. ۱۳۷۶. *برنج (کاشت، داشت، برداشت)*. انتشارات فارابی، تهران.

۲. اصفهانی، م. ۱۳۷۷. *مقدمه‌ای بر اکولوژی و فیزیولوژی برنج*. انتشارات دانشگاه گیلان.

۳. خدابنده، ن. ۱۳۷۴. *غلات*. انتشارات دانشگاه تهران.

۴. خرمی وفا، م. ۱۳۷۸. بررسی اثر تنش کم‌آبی به تعدادی از صفات فیزیولوژیک، مورفولوژیک و اجزای عملکرد گندم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه گیلان.

۵. خوش تقاضا، م. و م. شاهدی. ۱۳۸۱. رابطه راندمان برنج سفید سالم با درصد ترک و مقاومت خمشی شلتوک برنج در طی فرآیند خشک کردن. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۳(۱) : ۱۱۵-۱۲۰.

۶. صالحی، م. ۱۳۶۸. *روش‌های آزمایشگاهی تعیین کیفیت پخت*. سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان.

۷. کریمی، م. ۱۳۶۷. *گیاهان زراعی*. انتشارات دانشگاه تهران.

۸. فرخزاد، ف. ۱۳۷۲. کیفیت پخت و مصرف برنج یک ضرورت غیر قابل انکار. مجموعه مقالات گاهنامه، سال نخست، شماره ۲، انتشارات سازمان برنامه و بودجه استان گیلان.

9. Anonymous. 2000. Sodium Chlorate Crops. http://www.omri.org/sodium-chlorate.pdf.
10. Cagampang, G.B. , C.M. Perez and B.O. Juliano. 1973. A gel consistency test for eating quality of rice. J. Sci. Food Agric. 24:1589-1594.
11. Chen, H. T.J. Siebenmorgan and B.P. Marks. 1997. Relating drying rate constant to head rice yield production long-grain rice. Trans. ASAE. 40:1133-1139.
12. De Datta, S.K. 1981. Principles and Practices of Rice Production Jhon Wiley and Sons Pub., New York.
13. Eastin, E.F. 1980. Preharvest desiccants for rice. Crop Sci. 20:389-391.
14. Hinkle, A. 1954. Preharvest treatment of rice as an aid drying, Rice Tecth. Working Group Proc. 6: 16-17. Rice Tecth. Working Group. Collage Station, Texas.
15. Juliano, B.O. 1971. Simplified assay for milled rice amylose. Cereal Sci. Today 16: 334-338, 340, 360.
16. Lhttle, R.R. 1980. Differntial effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. Cereal Chem. 35: 111-126.
17. Luh, B.S. 1991. Rice: Production. (Vol.1), Van Nostrand Reinhold (AVI), New York.
18. Monks, D.W. and D.C. Sanders. 2004. Harvest Aids and Preharvest Desiccants. Collage of Agriculture and Life Sciences. NC State University.
19. Nahvi, M., M. Allahgholipour, A. Jauhar Ali, M.S. Mohammed Salehi, H. Rahim Saroush, H. Dorosti, A. Erfani, F. Padasht and F. Alinia. 2004. Dorfak: an aromatic, high-yielding, short-duration variety with good cooking quality for the irrigated lowlands of Iran.IRRN 29.2:24-25.
20. Smith, R.1959. Preharvest desiccation of rice with chemicals. Arkansas Agric. Exp. Stn. Bul. 619.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.7.6]