

## تأثیر درجه حرارت خشک کردن و محتوای رطوبت نهایی دانه بر ضایعات حاصل از تبدیل چند رقم برنج

عزت اله عسکری اصلی ارده<sup>۱\*</sup>، سید حسین پیمان<sup>۲</sup>، زهرا بساطی<sup>۳</sup>، نسیم صالحی<sup>۳</sup>

۱- استادیار دانشگاه محقق اردبیلی

۲- استادیار دانشگاه گیلان

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه محقق اردبیلی  
(تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۶ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۲۳)

### چکیده

نوع فرایند خشک شدن، درجه حرارت خشک شدن و محتوای رطوبت نهایی دانه عواملی هستند که بر استحکام دانه در نتیجه بر ضایعات حاصل از تبدیل تأثیر می‌گذارند. در این تحقیق اثر درجه حرارت خشک کردن در دوسطح شامل (۴۰ و ۶۰ °C)، محتوای رطوبت نهایی دانه در چهار سطح شامل (۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ w.b.٪) بر روی ضایعات حاصل از تبدیل سه رقم برنج شامل (حسینی، هاشمی و علی کاظمی) متداول در استان گیلان مورد بررسی قرار گرفت. تبدیل نمونه‌ها بوسیله پوست کن غلنک لاستیکی و سفید کن سایشی آزمایشگاهی انجام پذیرفت. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که رقم حسینی با اختلاف معنی دار (با میانگین ۱۲/۲۷٪) دارای کمترین ضایعات پوست گیری نسبت به ارقام هاشمی (با میانگین ۱۵/۳۲٪) و علی کاظمی (با میانگین ۱۵/۸۶٪) می‌باشد. با افزایش درجه حرارت خشک کردن از ۴۰ به ۶۰ °C، میانگین ضایعات پوست گیری بطور معنی دار از مقدار ۱۱/۶۲۴ به ۱۷/۶۴٪ افزایش یافت. افزایش محتوای رطوبت دانه از ۸ الی ۱۴ w.b.٪ باعث کاهش معنی دار میانگین ضایعات پوست‌گیری از ۲۰/۸۳٪ به ۸/۶۴٪ شد. در بین ارقام مورد آزمایش، رقم هاشمی از کمترین ضایعات سفید کنی (۲۱/۰۵٪) و حسینی از بیشترین مقدار ضایعات سفید کنی (۳۰/۲۱٪) برخوردار بوده است. کاهش درجه حرارت خشک کنی از ۶۰ °C به ۴۰ °C باعث کاهش معنی دار میانگین ضایعات سفید کنی از مقدار ۳۱/۳۳ به ۱۹/۶۹٪ شده است. افزایش محتوای رطوبت نهایی خشک کردن دانه از ۸ الی ۱۴ w.b.٪، باعث کاهش معنی دار ضایعات سفید کنی دانه از ۳۰/۸۴٪ به ۱۹/۵۹٪ شده است.

**کلید واژگان:** دانه برنج، ضایعات، درجه حرارت، محتوای رطوبت، پوست‌گیری، سفید کنی

\* مسئول مکاتبات: ezzataskari@yahoo.co.uk

## ۱- مقدمه

برنج یکی از مهمترین محصولات کشاورزی در جهان است که در ایران نیز از اهمیت زیادی برخوردار است و در جنبه‌های مختلف آن در موسسات بین‌المللی برنج و نیز در موسسه تحقیقات برنج در ایران بررسی‌ها و تحقیقات بسیاری انجام می‌شود. میزان تولید برنج (سفید) در ایران در حدود ۲/۳۵ میلیون تن است که حدود ۰/۴۱ درصد از تولید جهانی این محصول است (فائو<sup>۱</sup>، ۲۰۰۷). حدود ۶۳۰ هزار هکتار از زمین‌های کشور به کشت برنج اختصاص دارد که متوسط برداشت محصول (شلتوک) از آن حدود ۳/۷۳۰ تن در هکتار است [۱]. این امر ضرورت استفاده از سیستم‌های بهینه فراوری و تولید برنج را به منظور کاهش ضایعات و افزایش تولید نشان می‌دهد.

پس از برداشت محصول برنج عملیات تبدیل انجام می‌شود. عملیات تبدیل شامل، خشک کردن شلتوک، پوست کندن و سفید کردن برنج می‌باشد. برای رسیدن به حداکثر بازدهی در هر مرحله، عوامل تأثیرگذار باید بطور مطلوب انتخاب گردد. تفاوت برنج با سایر غلات که معمولاً بصورت آرد مصرف می‌شوند این است که عمدتاً بصورت دانه سالم مصرف می‌شود. بنابراین ارزش اقتصادی محصول برنج به میزان زیادی بوسیله برنج سالم<sup>۲</sup> تولید شده تعیین می‌گردد. شلتوک در محدوده رطوبتی ۱۶ تا ۲۸ w.b. درصد برداشت می‌شود که بستگی به روش برداشت، رقم و موقعیت مکانی آن دارد. در شرایط کلی، در رطوبت برداشت بالاتر، عملکرد تبدیل شلتوک به برنج سفید افزایش می‌یابد. در حالیکه در میزان رطوبت پایین‌تر، انرژی لازم برای خشک کردن کاهش می‌یابد. شلتوک در محدوده رطوبتی ۱۶ تا w.b. ۲۸ درصد برداشت می‌شود که بستگی به روش برداشت، رقم و شرایط آب و هوایی محل مورد کشت آن دارد. در شرایط کلی، در رطوبت برداشت بالاتر، عملکرد تبدیل شلتوک به برنج سفید افزایش می‌یابد. در حالیکه در میزان رطوبت پایین‌تر، انرژی لازم برای خشک کردن کاهش می‌یابد.

محققان نظر دارند، برای ذخیره‌سازی، رطوبت شلتوک می‌بایست حدود ۱۴ درصد (پایه‌تر) باشد [۲] و برای انجام عملیات تبدیل نیز بهتر است رطوبت شلتوک (البته بسته به نوع رقم شلتوک) بین ۱۰ تا ۱۳ درصد (بر پایه‌تر) باشد [۳]. اکثر خشک‌کن‌های صنعتی از جریان هوای داغ جهت خشک کردن استفاده می‌کنند. از سوی دیگر خشک کردن محصولات کشاورزی جزء فرآیندهایی به شمار می‌رود که انرژی زیادی مصرف می‌کند. خشک کردن سریع می‌تواند ترک‌های داخلی در دانه ایجاد کند که این ترک‌ها زمینه را برای شکسته شدن دانه در طول عملیات تبدیل مساعد می‌کند. فرآیند خشک کردن باید کنترل شده باشد. یعنی درجه حرارت خشک کردن بر حسب نوع رقم، محتوای رطوبتی اولیه دانه و دمای خشک کردن قابل تنظیم و کنترل باشد.

باناسزک و سیبنمورگان (۱۹۹۳) به این نتیجه رسیدند که وقتی برنج با هوای  $40^{\circ}\text{C}$  و رطوبت ۶۰ درصد خشک شود، ۹۳٪ خشک شدن در ۲۴ ساعت اول رخ می‌دهد [۴]. پراساد<sup>۳</sup> و همکاران (۱۹۹۴)، تاثیر عوامل موثر بر ضایعات حاصل از تبدیل برنج را مورد بررسی قرار دادند. مینایی و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی تاثیر دمای هوا ( $40^{\circ}\text{C}$  و  $60^{\circ}\text{C}$ ) و رطوبت تبدیل دانه ۱۰، ۱۲ و ۱۴ w.b. بر ضایعات تبدیل دو رقم متداول شلتوک (بینام و علی کاظمی) به این نتیجه رسید که دمای  $40^{\circ}\text{C}$  و محتوای رطوبت دانه ۱۴ w.b. کمترین ضایعات در هر دو رقم بدست می‌دهد ولی رفق علی کاظمی دارابی ضایعات بیشتری است [۵]. حیدری سلطان آبادی و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی تاثیر محتوای رطوبت تبدیل (۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ w.b.٪) بر عملکرد برنج سالم سه رقم برنج (سرخه، سازندگی و شمالی) که در درجه حرارت  $45^{\circ}\text{C}$  خشک شده بودند به این نتایج رسیدند که بطور کلی کمترین و بیشترین ضایعات در محتوای رطوبتی دانه ۱۰ و ۱۴ w.b.٪ عاید شده است. درصد ضایعات تبدیل ارقام مختلف از لحاظ آماری کاملاً متفاوت بوده و اثرات متقابل رقم و محتوای رطوبت تبدیل بر ضایعات نیز معنی دار بوده است [۶]. در بررسی شاکر و علیزاده (۱۳۸۱)، بر روی اثر

1. FAO

2. Head Rice Yield(HRY)

3. Prasad

محتوای رطوبت شلتوک در شش سطح بر میزان شکستگی رقم کامفیروزی متداول در استان فارس طی اجرای طرح در دو سال متوالی، معلوم شد که کمترین درصد ضایعات تبدیل در محتوای رطوبتی دانه ۸ الی ۱۰ w.b. رخ می‌دهد [۷]. حیدری سلطان آبادی طی تحقیقی بر روی سفید کن اصلاح شده برنج، مناسبترین محتوای رطوبت تبدیل را در ارقام برنج کشت شده در اصفهان ۸ w.b. گزارش کرده است [۸]. از بررسی منابع نتیجه گرفته می‌شود که درجه حرارت برای خشک کردن شلتوک و محتوای رطوبت نهایی دانه، از عوامل مهم تاثیر گذار بر ضایعات تبدیل بشمار می‌آیند. در این تحقیق هدف بررسی اثر دو عامل مذکور بر ضایعات حاصل از پوست گیری و سفید کنی سه رقم متداول کشت (حسنى، هاشمی و علی کاظمی) در استان گیلان می‌باشند.

## ۲- مواد و روشها

برای انجام آزمایشات از سه رقم متداول شلتوک برنج یعنی علی کاظمی، هاشمی و حسنى و برای خشک کردن آنها از آون آزمایشگاهی استفاده می‌شود. هر آزمایش در سه تکرار انجام شد. ارقام مورد آزمایش در دو سطح درجه حرارت (۴۰ °C و ۶۰ °C) و چهار سطح رطوبتی (۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴ w.b.) مورد ارزیابی قرار گرفت. لازم به ذکر است که درجه حرارت ۴۳ درجه سانتی‌گراد و محتوای رطوبت نهایی دانه شلتوک ۱۴ w.b.، بترتیب مناسبترین درجه حرارت و مناسبترین محتوای رطوبت دانه برای تبدیل بشمار می‌آید (۲). در حال حاضر در واحد های تبدیل برنج در کشور، قبل از مرحله تبدیل، دانه های شلتوک در درجه حرارت ۴۰ الی ۴۵ °C به مدت ۴۸ ساعت خشک میشوند. درجه حرارت ۶۰ °C به منظور بررسی کاهش زمان خشک کردن در ارقام مذکور لحاظ شده است. برای خشک کردن نمونه ها از آون آزمایشگاهی استفاده شد که در حین خشک شدن، نمونه ها بوسیله یک رطوبت سنج دیجیتالی مدل (GMK-303) با

فاصله زمانی ۲۰ دقیقه مورد کنترل قرار می‌گرفتند تا رطوبت آنها به سطوح مورد نظر برسد. پس از خشک کردن نمونه ها، عملیات پوست گیری و سفید کنی بر روی نمونه ها بوسیله پوست کن آزمایشگاهی از نوع سایشی انجام شد. برای پوست گیری نمونه‌ها از دستگاه پوستگیر آزمایشگاهی و برای سفید کردن دانه‌های حاصل از عملیات پوست‌گیری (دانه‌های برنج قهوه‌ای) از دستگاه سفید کن آزمایشگاهی استفاده خواهد شد. پس از انجام هر مرحله بوسیله دستگاه سپراتور آزمایشگاهی دانه های خرد شده از دانه هاس سالم جدا و بصورت درصدی از کل دانه های پوست گیری و سفید شده یادداشت می‌شدند.

با توجه به تعداد سطوح دمای خشک کردن (۲)، تعداد سطوح محتوای رطوبت نهایی دانه (۴) و تعداد ارقام مورد آزمایش (۳)، ۲۴ تیمار برای آزمایش بدست می‌آید. برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. که در نهایت ۷۲ داده بطور جدا گانه برای ضایعات پوست‌گیری (درصد دانه های خرد شده در مرحله پوست‌گیری) و ضایعات حاصل از سفیدکنی نمونه ها بدست آمد.

برای تجزیه تحلیل داده‌ها از آزمایش فاکتوریل در در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی و برای مقایسه میانگین اثرات اصلی و متقابل عوامل مستقل، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

## ۳- نتایج و بحث

### ضایعات پوست گیری

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده بدست آمده مربوط به ضایعات پوست گیری و ضایعات سفید کنی نمونه‌های آزمایشی در جدول ۱ ارئه شده است:

جدول ۱ نتایج آنالیز واریانس داده های مربوط به اندازه گیری ضایعات پوست گیری و سفیدکنی

| منابع تغییرات           | درجه آزادی | ضایعات پوست گیری    |                | ضایعات سفید کنی     |                |
|-------------------------|------------|---------------------|----------------|---------------------|----------------|
|                         |            | نسبت F              | میانگین مربعات | نسبت F              | میانگین مربعات |
| تکرار                   | ۲          | ۱/۰۳۹ <sup>ns</sup> | ۳/۶۲۹          | ۳/۰۵۳ <sup>ns</sup> | ۹/۳۲۳          |
| رقم (V)                 | ۲          | ۱۹/۳۲۹**            | ۶۷/۵۰۰         | ۱۵۹/۸۷۴**           | ۵۰۳/۸۳۴        |
| درجه حرارت خشک کردن (T) | ۱          | ۱۸۴/۴۸۷**           | ۶۵۱/۲۴۴        | ۷۷۳/۷۹۷**           | ۲۴۳۵/۵۸۰       |
| اثرات متقابل (V×T)      | ۲          | ۳۵/۳۷۵**            | ۱۲۳/۵۳۵        | ۰/۸۰۳ <sup>ns</sup> | ۲/۵۳۲          |
| محتوای رطوبت نهایی (M)  | ۳          | ۱۳۲/۸۷۷**           | ۴۶۴/۰۳۵        | ۱۲۵/۲۶۵**           | ۳۹۴/۷۶۷        |
| اثرات متقابل (V×M)      | ۶          | ۱۶/۶۰۳**            | ۵۷/۹۸۱         | ۶۴/۲۲۸**            | ۲۰۲/۴۱۲        |
| اثرات متقابل (T×M)      | ۳          | ۴۰/۳۴۶**            | ۱۴۰/۸۹۵        | ۱۷/۹۱۷**            | ۵۶/۴۶۳         |
| اثرات متقابل (V×M×T)    | ۶          | ۶/۷۲۹**             | ۲۳/۴۹۹         | ۹/۴۹۶**             | ۲۹/۹۵۶         |
| خطا                     | ۴۶         |                     | ۳/۴۹۲          |                     | ۳/۱۵۱          |

\*\* و <sup>ns</sup> بترتیب اثرات معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و غیر معنی دار

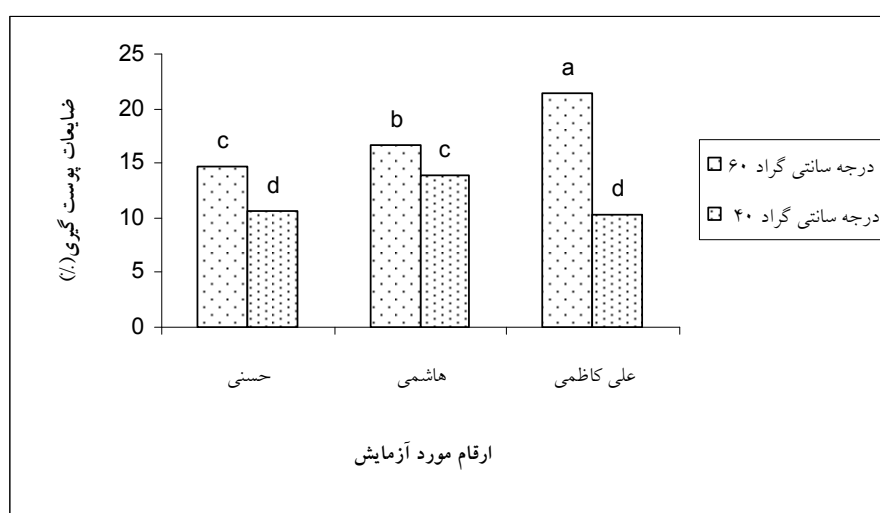
همانطوریکه از جدول ۱ مشاهده می شود کلیه اثرات اصلی و اثرات متقابل رقم، درجه حرارت خشک کردن دانه ها و محتوای رطوبت نمونه ها بر ضایعات حاصل از پوست گیری نمونه ها معنی دار می باشند. نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی عوامل بر دو عامل مذکور (جدول ۲) نشان می دهد که با تغییر کلیه سطوح عوامل مورد آزمایش، تفاوت معنی داری در میانگین ضایعات حاصل از پوست گیری و سفیدکنی نمونه ها حاصل شده است. رقم حسنی دارای کمترین میانگین ضایعات پوست گیری (۱۲/۷۲٪) است و رقم علی کاظمی با اختلاف غیر معنی دار با رقم هاشمی دارای بیشترین میانگین ضایعات پوست گیری (۱۵/۸۵۶٪) می باشد. کاهش درجه حرارت از ۶۰ °C به ۴۰ °C باعث کاهش معنی دار ضایعات حاصل از پوست گیری نمونه ها از ۱۷/۶۴٪ به ۱۱/۶۳٪ شده است. افزایش محتوای رطوبت نمونه ها باعث کاهش معنی دار

میانگین ضایعات پوست گیری در کلیه سطوح شده است بطوریکه با تغییر محتوای رطوبتی از ۸ w.b. الی ۱۴ w.b. میانگین ضایعات پوست گیری از مقدار ۲۰/۸۳٪ به ۸/۶۴٪ تغییر کرده است. در ضایعات سفیدکنی ارقام مختلف مورد آزمایش تفاوت معنی دار دیده می شود بطوریکه بیشترین ضایعات پوست گیری (۳۰/۲۱٪) کمترین ضایعات پوست گیری (۲۱/۱٪) به ارقام حسنی و هاشمی اختصاص دارد. با تغییر درجه حرارت از ۴۰ °C به ۶۰ °C میانگین ضایعات پوست گیری از ۱۹/۶۹٪ به مقدار ۳۱/۳۳٪ افزایش قابل ملاحظه ای داشته است. افزایش محتوای رطوبت نمونه ها از ۸ w.b. الی ۱۴ w.b. باعث افزایش معنی دار میانگین ضایعات سفیدکنی نمونه ها (در کلیه سطوح محتوای رطوبتی) از ۳۰/۸۴٪ به ۱۹/۵۹٪ شده است.

جدول ۲ نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی عوامل مورد آزمایش بر ضایعات حاصل از پوست گیری و سفیدکنی نمونه ها

| عوامل                     | ضایعات پوست گیری (%) |         |           | ضایعات سفید کنی (%) |         |           |
|---------------------------|----------------------|---------|-----------|---------------------|---------|-----------|
| رقم                       | حسنی                 | هاشمی   | علی کاظمی | حسنی                | هاشمی   | علی کاظمی |
| میانگین اثرات             | ۱۲/۷۲b               | ۱۵/۳۱۸a | ۱۵/۸۵۶a   | ۳۰/۲۰۵a             | ۲۱/۰۵۰c | ۲۵/۲۸۳b   |
| درجه حرارت خشک کردن       | ۶۰ °C                | ۴۰ °C   | ۴۰ °C     | ۶۰ °C               | ۴۰ °C   | ۴۰ °C     |
| میانگین اثرات             | ۱۷/۶۳۹a              | ۱۱/۶۲۴b | ۱۱/۶۲۴b   | ۳۱/۳۳۲a             | ۱۹/۶۹۳b | ۱۹/۶۹۳b   |
| محتوای رطوبت دانه (%w.b.) | ۸                    | ۱۰      | ۱۲        | ۸                   | ۱۰      | ۱۲        |
| میانگین اثرات             | ۲۰/۸۲۷a              | ۱۵/۷۶۳b | ۱۳/۲۹۴c   | ۳۰/۸۴۳a             | ۲۶/۸۴۴b | ۲۴/۷۶۹c   |
|                           |                      |         |           | ۱۴                  | ۱۲      | ۱۴        |
|                           |                      |         |           | ۱۹/۵۹d              | ۲۴/۷۶۹c | ۱۹/۵۹d    |

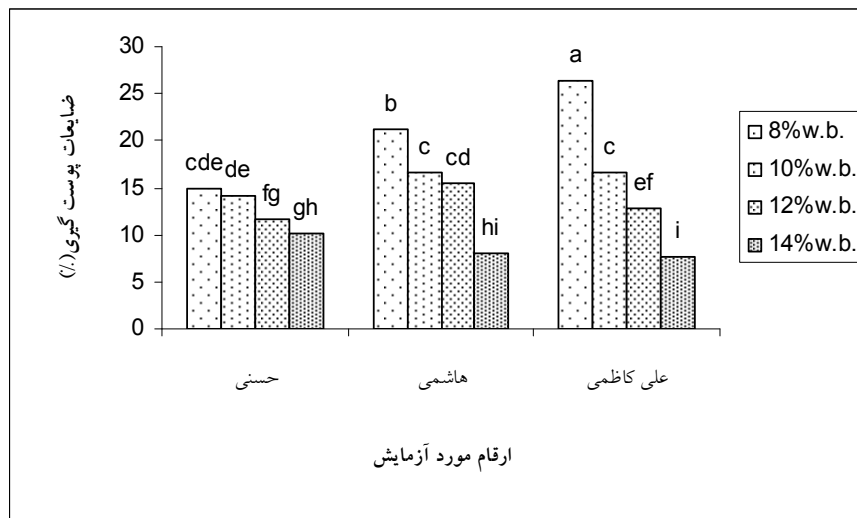
حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار میانگین اثرات میباشند.



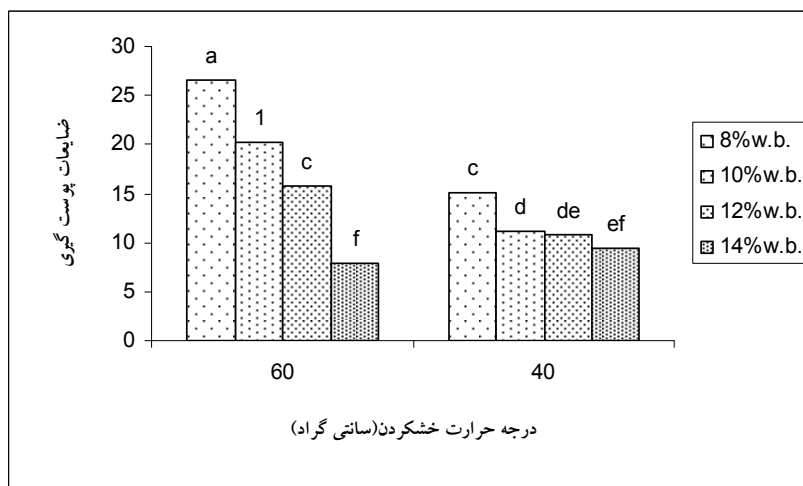
شکل ۱ نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و دمای خشک کردن نمونه ها بر ضایعات پوست گیری

کاهش می یابد. اما در بسیاری از موارد در آزمایش با دو رقم هاشمی و علی کاظمی، با تغییر محتوای رطوبت نمونه ها، تغییر معنی داری ضایعات پوست گیری حاصل نشده است. پس نتیجه گرفته میشود که رقم علی کاظمی هم به درجه حرارت و هم به محتوای رطوبت دانه حساسیت بیشتری از لحاظ ضایعات داشته است. در هر سطح از دمای خشک کردن نمونه ها، میانگین ضایعات پوست گیری کاهش داشته بطوریکه در دمای ۶۰ °C، میانگین اثرات کلیه سطوح محتوای رطوبت نمونه ها تفاوت معنی داری با یکدیگر دارند (شکل ۳).

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و دمای خشک کردن نمونه ها بر ضایعات پوست گیری نشان داد که در تمامی ارقام با افزایش درجه حرارت نمونه ها ضایعات پوست گیری بطور معنی دار افزایش می یابد. رقم علی کاظمی نسبت به دو رقم دیگر نسبت به درجه حرارت حساسیت بیشتری نشان داده است بطوریکه با افزایش درجه حرارت خشک کنی از ۴۰ °C به ۶۰ °C، ضایعات پوست گیری تقریباً ۵۰٪ افزایش داشته است. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و محتوای رطوبت نهایی نمونه ها بر ضایعات پوست گیری نشان داد که بطور کلی در کلیه ارقام مورد آزمایش با افزایش محتوای رطوبت نمونه ها، ضایعات حاصل از پوست گیری



شکل ۲ نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و محتوای رطوبت نهایی نمونه ها بر ضایعات پوست گیری



شکل ۳ نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل دمای خشک کردن و محتوای رطوبت نهایی نمونه ها بر ضایعات پوست گیری

$$W = -0.839M + 21.94, R^2 = 0.966$$

رقم علی کاظمی

$$W = -2.989M + 48.74, R^2 = 0.957$$

رقم هاشمی

$$W = -2.024M + 37.59, R^2 = 0.924$$

از بررسی مقایسه میانگین اثرات متقابل سه عامل مذکور نتیجه گرفته می شود که کمترین ضایعات پوست گیری با میانگین (۷/۵۲٪) در حالتی حاصل شده است که آزمایشات با رقم علی کاظمی، با محتوای رطوبت نمونه ۱۴ w.b. و دمای خشک کردن ۴۰ °C انجام شده است. ارتباط ضایعات حاصل از پوست گیری با تغییرات محتوای رطوبت دانه از ۸ الی ۱۴ w.b. در ازای ارقام مختلف مورد آزمایش بصورت زیر می باشد.

رقم حسنی

همانطوریکه ملاحظه می‌شود ضایعات پوست گیری برحسب محتوای رطوبت نمونه‌ها بطو خطی با ضریب تبیین ( $R^2$ ) نسبتاً بالا تغییر می‌کند.

ارتباط ضایعات حاصل از پوست‌گیری با تغییرات محتوای رطوبت دانه از ۸ الی ۱۴ w.b.٪ در آزمایش در دماهای ۴۰ و ۶۰ °C بترتیب بشرح زیر است:

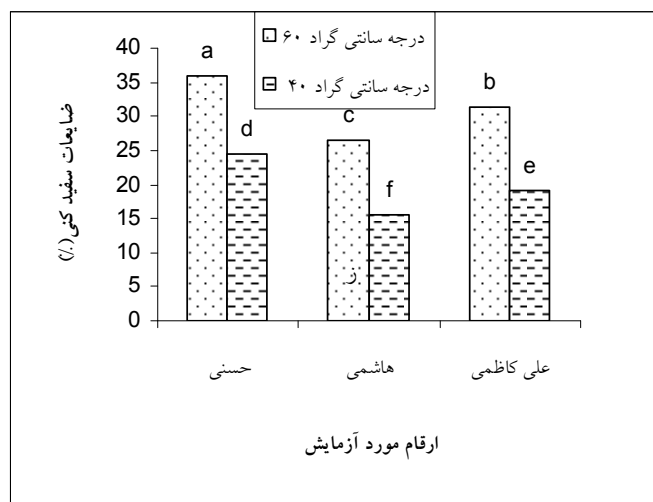
$$W = -3/01M + 50/73 \text{ و } R^2 = 0/988$$

$$W = -0/89M + 21/45 \text{ و } R^2 = 0/86$$

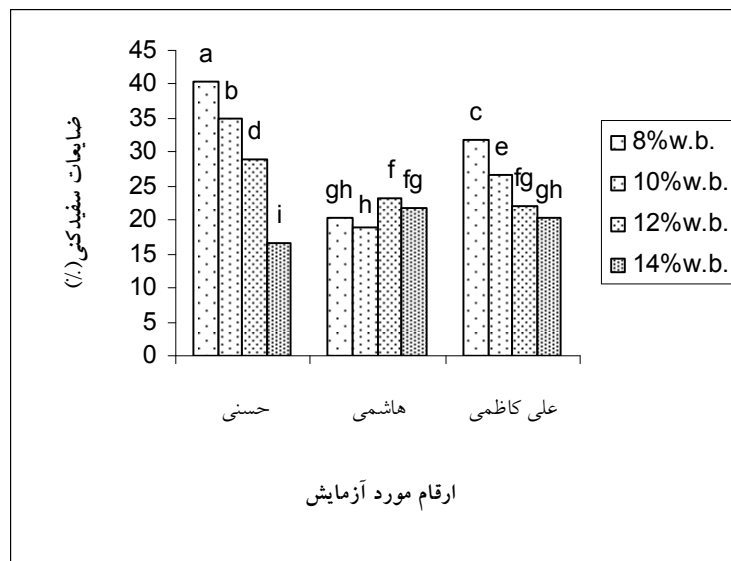
ضایعات سفیدکنی

نتایج حاصل از آنالیز واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که کلیه اثرات عوامل اصلی مورد بررسی شامل رقم، دمای خشک کردن و محتوای رطوبتی دانه بر ضایعات حاصل از پوست گیری نمونه‌ها معنی دار می‌باشد. مقایسه میانگین اثرات اصلی عوامل بر ضایعات سفید کنی (جدول ۲) نشان داد که رقم حسنی از بیشترین مقدار میانگین (۳۰/۲۱٪) و رقم

هاشمی با میانگین (۲۱/۰۵٪) از کمترین مقدار ضایعات سفید کنی برخوردار است. میانگین ضایعات در آزمایشات با نمونه‌هایی که با دمای ۴۰ °C (۱۶/۶۹٪) خشک شده‌اند بمراتب کمتر از نمونه‌هایی بوده است که با دمای ۶۰ °C (۳۱/۳۳٪) خشک شده‌اند. با افزایش کلیه سطوح محتوای رطوبتی نمونه‌ها، تفاوت معنی‌داری در ضایعات سفیدکنی حاصل شده است. بطوریکه با افزایش محتوای رطوبتی نمونه‌ها از ۸ الی ۱۴ w.b.٪، ضایعات سفیدکنی از ۳۰/۸۴٪ به ۱۹/۵۹٪ کاهش یافته است. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و دمای خشک کردن نمونه‌ها بر ضایعات سفیدکنی (شکل ۴) نشان داد که در آزمایش با کلیه ارقام، با کاهش دمای خشک کردن نمونه‌ها، بطور معنی‌دار، ضایعات حاصل از سفیدکنی کاهش یافته است. علت آن ممکن است این باشد که در اثر افزایش دما، تردی دانه‌ها افزایش یافته و روی دانه‌ها ترک‌هایی پدید می‌آید که این ترک‌ها در مرحله پوست‌گیری یا سفیدکنی دانه‌ها منجر به جدا شدن دانه یا خرد شدن آنها می‌گردد.



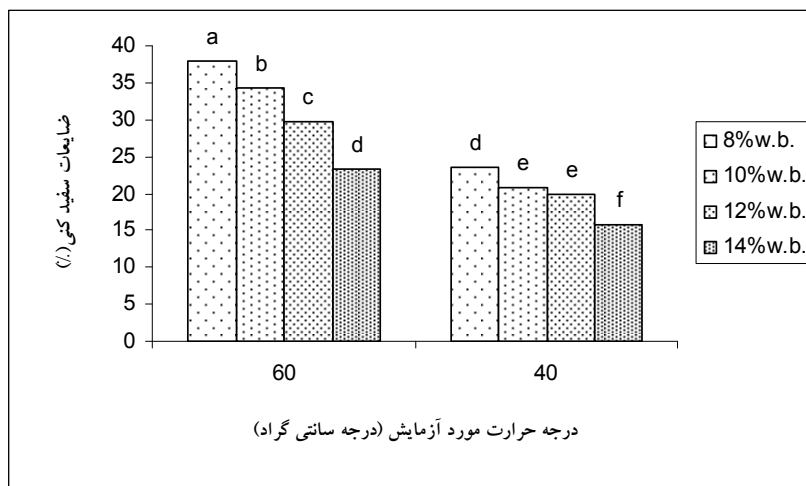
شکل ۴ نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و دمای خشک کردن نمونه‌ها بر ضایعات سفیدکنی



شکل ۵ نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و محتوای رطوبت نمونه ها بر ضایعات سفیدکنی

حاصل از سفیدکردن نمونه‌ها کاهش معنی‌داری داشته است. فقط در نمونه‌هایی که در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  خشک شده بودند، با افزایش محتوای رطوبتی نمونه‌ها از ۱۰ به ۱۲ w.b.٪ کاهش معنی‌داری در میانگین ضایعات سفیدکنی بوجود نیامده است. نتایج مقایسه میانگین سه عامل مورد بررسی نشان داد که بیشترین ضایعات سفیدکنی (۴۸/۴۱٪) در آزمایشات با رقم حسنی، دمای خشک‌کنی  $60^{\circ}\text{C}$  و محتوای رطوبت دانه ۸ w.b.٪ و کمترین ضایعات سفیدکنی (۱۱/۴۷٪) نیز در آزمایشات با رقم حسنی، دمای خشک‌کنی  $40^{\circ}\text{C}$  و محتوای رطوبت دانه ۱۴ w.b.٪ حاصل شده است.

همانطوریکه در شکل ۵ دیده می‌شود در آزمایشات با دو رقم حسنی و علی کاظمی برخلاف آزمایشات با رقم هاشمی، در بسیاری از موارد با افزایش محتوای رطوبتی نمونه‌ها کاهش معنی‌داری در ضایعات حاصل از سفید کردن دانه‌ها بوجود آمده است. پس می‌توان گفت که ضایعات سفید کنی در رقم هاشمی رابطه مستقیمی با محتوای رطوبتی دانه‌ها نداشته است. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل دمای خشک کردن نمونه‌ها و محتوای رطوبتی نمونه‌ها نشان داد که بطور کلی در آزمایشات با نمونه‌هایی که در دماهای  $40^{\circ}\text{C}$  و  $60^{\circ}\text{C}$  خشک شده‌اند، با افزایش محتوای رطوبتی دانه‌ها، ضایعات



شکل ۶ نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل دمای خشک کردن نمونه ها و محتوای رطوبتی نمونه ها

#### ۴- نتیجه گیری

۱- در شرایط یکسان دمای خشک کردن و محتوای رطوبت تبدیل، ضایعات تبدیل ارقام حسنی، هاشمی و علی کاظمی دارای اختلاف فاحشی است.

۲- با تغییر دمای خشک کردن از ۶۰ به ۴۰ °C و محتوای رطوبت تبدیل شلتوک از ۸ الی ۱۴ w.b.، ضایعات تبدیل کل بترتیب ۷۱٪ و ۹۵٪ کاهش داشته است. پس میتوان گفت که افزایش دما باعث کاهش استحکام دانه ها شده است و افزایش محتوای رطوبت دانه باعث افزایش استحکام دانه ها شده است.

۳- بطورکلی در بین ارقام مورد آزمایش، علی کاظمی حساسیت بیشتری نسبت به عمل پوست گیری و رقم حسنی حساسیت بیشتری نسبت به عمل سفید کنی نشان داده است.

۴- دمای خشک کردن و محتوای رطوبت تبدیل شلتوک در آزمایش با ارقام مورد آزمایش، تاثیر قابل توجهی بر ضایعات حاصل از هر دو مرحله داشته است.

۵- بطور کلی با توجه به نتایج بدست آمده در آزمایش به هر سه رقم، ضایعات حاصل از سفید کنی بیشتر از پوست گیری بوده است.

ارتباط ضایعات حاصل از سفید کنی با محتوای رطوبت نمونه ها از ۸ الی ۱۴ w.b.٪ در ازای ارقام مختلف مورد آزمایش بصورت زیر میباشد.

رقم حسنی

$$W = -3/85M + 72/56 \text{ و } R^2 = 0/955$$

رقم هاشمی

$$W = 0/437M + 16/23 \text{ و } R^2 = 0/93$$

رقم علی کاظمی

$$W = -1/96M + 46/85 \text{ و } R^2 = 0/965$$

همانطوریکه ملاحظه می شود در کلیه حالات بجز در در آزمایشات با رقم هاشمی، ضریب تبیین ( $R^2$ ) از مقدار بالایی برخوردار است و این نشان می دهد که در بین ارقام مورد آزمایش فقط ضایعات حاصل از سفیدکنی رقم هاشمی بر حسب محتوای رطوبت نمونه ها بطور خطی تغییر می کند.

ارتباط ضایعات حاصل از سفید کند دانه ها با تغییرات محتوای رطوبت دانه از ۸ الی ۱۴ w.b.٪ در آزمایش در دماهای ۴۰ و ۶۰ °C بترتیب بشرح زیر است:

$$W = -1/227M + 33/55 \text{ و } R^2 = 0/945$$

$$W = -2/428M + 58/04 \text{ و } R^2 = 0/987$$

همانطوریکه ملاحظه می شود تغییرات ضایعات بر حسب محتوای رطوبت (M) در دماهای مورد آزمایش با ضریب تبیین بالا ( $R^2$ ) تقریباً خطی است.

## ۵- منابع

- [6]. Heidari-soltanabadi, M. and shaker, M. 2007. Effect of variety and milling moisture content on head rice yeild of a modern abbrasive system. 3<sup>rd</sup> national symposium on losses of agricultural products, Iran, Tehran
- [7]. Shaker, M. and Alizadeh, M. R. 2003. Study of effect of paddy moisture content on broken grains percent and paddy milling parameters. First national symposium on losses of agricultural products, Iran, Tehran.
- [8]. Heidari-soltanabadi, M, 2003. Determination of milling optimum moisture content of Isfahan rice varieties at modified blade system, First national symposium on losses of agricultural products, Iran, Tehran
- [1]. FAOSTAT., 2005. Rice production. Available from <<http://faostat.fao.org>.
- [2]. Wimberly, J. E. 1983. Technical Handbook for the Paddy Rice Postharvest Industry in Developing Countries. International Rice Research Institue. pp. 188
- [3]. Teter, N. 1987. Paddy Drying Manual. Rome: Food and Nutrition series (FAO). Italy
- [4]. Banaszek, M. M. and Siebenmorgen, T. J. 1993. Individual rice kernel drying curves. Transaction of the ASAE. 36(7): 521-528
- [5]. Minaei, S., Rohi, G. R. and Alizadeh, M. R. 2003. Effect of rice crop parameters and dryer on paddy milling waste and hardness.

## Effect of drying temperature and final grain moisture content on milling waste of the multiple rice varieties

Askari Asli-Ardeh, E. <sup>1\*</sup>, Payman, S. H. <sup>2</sup>, Salehi, N. <sup>3</sup>, Basati, Z. <sup>3</sup>

1. Assistant Professor, Department of Agricultural Machinery, College of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

2. Assistant Professor, Department of Agricultural Machinery, College of Agriculture, Gilan University, Rasht, Iran

3. M.S. Students, Department of Agricultural Machinery, College of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

(Received: 89/8/6 Accepted: 90/9/23)

The drying method, drying temperature and grain moisture content are parameters that affect on the milling waste (broken grains). At this study, effects of drying temperature with two levels (40 and 60 °C), grain moisture content with four levels (8, 10, 12, 14 %w.b.) and Guilan common paddy rice varieties with three levels (*Hasani*, *Hashemi* and *Alikazemi*) were investigated on the milling waste. Samples were milled by a laboratory rubber roll huller and laboratory abrasive whitener. The obtained results of data analyze showed that *Hasani* variety have minimum of waste mean (12.27%) with significant difference respect to *Hashemi* (15.32%) and *Alikazemi* (15.86%) varieties. With increasing drying temperature from 40 to 60 °C, hulling waste mean was increased significantly from 11.62% to 17.64%. With increasing of paddy grain moisture content from 8 to 14%w.b., hulling waste mean was decreased significantly from 20.83% to 8.64%. At among of tested varieties, the minimum (21.05%) and maximum (30.21%) means of husking waste obtained for *Hashemi* and *Hasani* varieties, respectively. Significant decreasing of whitening waste mean from 31.33% to 19.69%, obtained due to reduction of drying temperature from 60 °C to 40 °C. With increasing of paddy final moisture content from 8 to 14% w.b., whitening waste mean was decreased from 30.84% to 19.59%.

**Key words:** paddy grain, waste, drying temperature, moisture content, husking, whitening

---

\* Corresponding Author E-mail address: ezzataskari@yahoo.co.uk