

بررسی ابعاد هندسی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی دانه‌های غلاتی (گندم، جو با و بدون پوشینه) استان خراسان رضوی

الهه رازقندی^{1*}، امیرحسین الهامی راد²، علی‌رضا قدس ولی³، حسین استیری⁴

¹ دانشجوی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، گروه علوم و صنایع غذایی، سبزوار، ایران.

² استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، سبزوار، ایران.

³ استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، گلستان، ایران.

⁴ دانشجوی دکتری و مربی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، سبزوار، ایران.

چکیده

در این تحقیق تأثیر نوع غله بر ابعاد هندسی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی 5 نمونه از دانه‌های غلاتی (دو واریته جو با پوشینه به نام‌های ریحان و کویر، دو رقم گندم الوند و روشن و جو بدون پوشینه لاین 17) استان خراسان رضوی از قبیل وزن هزاردانه، میزان خاکستر، دانسیته توده‌ای، راندمان مالت‌سازی و میزان پروتئین در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار بررسی شد. نتایج نشان داد بیشینه میزان طول دانه متعلق به جو ریحان و کمینه آن مربوط به گندم روشن بود. دانه‌های جو از لحاظ قطر متوسط حسابی و هندسی و سطح مقطع بیشتر از دانه‌های گندم بودند ولی میزان کرویت آن‌ها کمتر بود. وزن هزار دانه‌ی نمونه‌ها در محدوده‌ی 41/82-31/67 گرم قرار داشت. بیشینه دانسیته توده‌ای متعلق به جو بدون پوشینه بود که 20/3 درصد بیشتر از کمینه دانسیته توده‌ای بود. میزان خاکستر در جو رقم ریحان به ترتیب 2/83، 31/67، 12/39 و 8/99 درصد از میزان خاکستر در جو کویر، جو بدون پوشینه، گندم روشن و گندم الوند بیشتر بود. بیشینه و کمینه راندمان مالت‌سازی به ترتیب متعلق به جو ریحان و گندم الوند و بیشترین میزان پروتئین مربوط به جو ریحان بود. با توجه به نتایج بدست آمده، دانه‌ی جو ریحان را می‌توان در صنایع مالت‌سازی و به ویژه در صنایع قنادی به عنوان ماده‌ی اولیه مناسب در نظر گرفت.

واژه‌های کلیدی: ابعاد هندسی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، دانه‌های غلات، راندمان مالت‌سازی

1- مقدمه

غلات مهمترین تامین کننده انرژی در بدن محسوب می شوند که در حدود 60 درصد مزارع زیر کشت جهان به آن تعلق دارد. در بین غلات، گندم بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است، در سال زراعی 90-1389، از حدود 12 میلیون هکتار سطح برداشت محصولات زراعی حدود 8/8 میلیون هکتار معادل 73/1 درصد به غلات اختصاص داشته که از این مقدار 45 درصد آن مربوط به اراضی با کشت آبی و 55 درصد بقیه به صورت کشت دیم بوده است. محصولات گندم 72/4 درصد، جو 18 درصد، شلتوک 6/5 درصد و ذرت دانه ای 3 درصد سهم در سطح برداشت غلات را داشته اند. استان خراسان رضوی با 4/7 درصد تولید غلات در رتبه 7 تولید کنندگان غلات کشور دارد (1).

تعیین آن دسته از ویژگی های محصول، که منجر به کسب اطلاعاتی از خصوصیات محصول نهایی گردد، می تواند سبب افزایش کیفیت فرآورده نهایی آن پس از فرآوری شود که خود تاثیر عمده ای بر کاهش ضایعات و افزایش ارزش افزوده محصول خواهد داشت. در این رابطه، استفاده از ویژگی های فیزیکی، بویژه در محصولات دانه ای، جهت تشخیص کیفیت دانه و طبقه بندی آن می تواند بسیار مفید باشد (13). خواص فیزیکی بر خصوصیات انتقال هیدرودینامیکی و پنوماتیکی مواد جامد، سرد کردن و حرارت دادن مواد غذایی تاثیر می گذارد.

مهم ترین خواص هندسی عبارتند از شکل، اندازه (ابعاد)، قطرهای هندسی و حسابی، سطح و کرویت. دانسیته توده و تخلخل مهم ترین عواملی هستند که در طراحی سیستم های خشک کردن و هوادهی مورد توجه قرار می گیرند، چون این خواص بر مقاومت جرمی که در مقابل جریان هوا قرار دارد، تاثیر می گذارند. در تئوری هایی که برای پیش بینی فضای انبار بکار می روند، دانسیته توده عامل اساسی به شمار می رود. وزن هزار دانه، شاخص موثر و مفیدی در تعیین قطر معادل است و می تواند برای تخمین تئوریک حجم دانه و همچنین در پاک کردن آنها با استفاده از نیروهای آئرو دینامیکی بکار گرفته شود (3 و 4).

تاریخچه ی آشنایی بشر با مالت سازی و عصاره ی حاصل از آن به زمان آشنایی انسان با فن تخمیر باز می گردد. مصریان و یونانیان اولین کسانی بودند که با این صنعت آشنا شدند. مالت، دانه های غلاتی هستند که به اندازه کافی جوانه زده، خصوصیات

فیزیکی و شیمیایی آنها تغییر کرده، خشک و پرورانه شده و قبل از استفاده ریشه چه های آنها جدا شده باشند (16). مالت منبع مناسبی از کربوهیدراتها، پروتئین های تجزیه شده، انواع ویتامین های گروه ب، املاح معدنی و همچنین مقدار قابل توجهی آنزیم های تجزیه کننده نشاسته است (18). در دهه اخیر با توجه به گسترش صنایع نوشابه سازی و کاربرد انواع مالت به عنوان منبع آنزیمی، شیرین کننده و غیره در صنایع پخت، قنادی و غذای کودک، نیاز به اصلاح ارقام پر محصول جو مناسب مالت سازی که مازاد آن بتواند برای مصارف دیگر (تغذیه انسانی و خوراک دام) کاربرد داشته باشد و همچنین به کارگیری استفاده از مالت سایر غلات مدنظر قرار گرفته است. معمولاً دانه های غلات قبل از دریافت در کارخانجات مالت سازی از نظر: قدرت جوانه زنی، درجه خلوص واریته، عدم آلودگی به حشرات، کپک زدگی، عدم وجود صدمات فیزیکی و جوانه های نارس، مقدار پروتئین، رطوبت و وجود دانه های ریز مورد ارزیابی قرار می گیرد (16).

کربوهیدرات و پروتئین دو فاکتور شیمیایی بسیار مهم در مالت سازی است که دارای اثر متقابل بر یکدیگر می باشند. در همین راستا روی و سینگ نشان دادند که افزایش مقدار پروتئین سبب کاهش بازدهی استخراج آب گرم می شود (21) و جانکل و همکاران (2002) علت این موضوع را ناشی از اصلاح ناکافی آندوسپرم، هیدرولیز ناقص دیواره سلولی و پروتئین های ذخیره ای دانستند (17). مطابق با یافته های ایمری و همکاران (2005)، افزایش مقدار ازت سبب کاهش سرعت جذب آب و توزیع نامتعادل آن در طی جوانه زنی شده که کاهش بازدهی استخراج عصاره آب گرم را به دنبال خواهد داشت (14). گروهی از محققین بیان نموده اند هر چه مقدار پروتئین دانه اولیه بیشتر باشد سرعت جوانه زنی، رشد ریشه چه و جوانه و در نتیجه اتلاف مالت سازی بالاتر و راندمان استخراج عصاره آب گرم آن کمتر خواهد بود (15). هدف از انجام این تحقیق بررسی ابعاد هندسی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی دانه های غلاتی (گندم، جو) با و بدون پوشینه) به منظور انتخاب ماده ی اولیه مناسب در جهت تولید دانه های مالت مناسب می باشد.

¹ Gunkel et al

² Emebiria et al

2- مواد و روش‌ها

1-1- مواد

نمونه‌های مورد آزمایش (دو واریته جو با پوشینه به نام‌های ریحان و کویر، دو رقم گندم الوند و روشن و جو بدون پوشینه لاین 17) از جهاد کشاورزی سبزوار تهیه و جهت انجام آزمایشات به آزمایشگاه بخش صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار منتقل شدند. مواد شیمیایی تولوئن، اسید سولفوریک، هیدروکسیدسدیم و سولفات مس از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

2-2- روش‌ها

1-2-2- تهیه مالت

پس از تمیز نمودن و بوجاری دانه‌ها توسط الک و به صورت دستی به طور جداگانه به مدت 48 ساعت تا رسیدن به میزان رطوبت نهایی 46-42 درصد تحت فرآیند خیساندن قرار گرفتند (دمای آب حدود 20 درجه سانتی‌گراد و سختی آب حدود 250 پی.پی.ام). در مرحله‌ی بعدی دانه‌های خیس‌انده شده حاصل به داخل انکوباتور یخچال‌دار (ساخت ایران، تولید شرکت فن آزما گستر) جهت طی شدن مدت زمان لازم برای جوانه‌زنی (7 روز) منتقل و دمای انکوباتور در حدود 20-17 درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید (8). در نهایت نمونه‌ها در دمای 65-55 درجه سانتی‌گراد برای مدت 48-24 ساعت خشک گردید و سپس ریشه‌چه‌های آنها به روش سایشی و با الک کردن جدا گردید.

2-2-2- تعیین خصوصیات هندسی

با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت 0/01 میلی‌متر، اندازه‌گیری‌های ابعادی (L طول، W عرض، T ضخامت) برای صد دانه از هر رقم به صورت تصادفی صورت پذیرفت و سپس با توجه به روابط زیر، قطر متوسط حسابی (Da) و هندسی (Dg)، کرویت (φ)، و سطح مقطع (SP) برای آنها تعیین شد (19):

$$D_a = \frac{L+W+T}{3}$$

$$D_g = (LWT)^{1/3}$$

$$f = \frac{(LWT)^{1/3}}{L}$$

$$\frac{\pi Dg^2}{4} = SP$$

2-2-3- تعیین وزن هزاردانه

برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه، تعداد 1000 دانه به طور تصادفی انتخاب و توزین گردید و نتیجه بر حسب گرم گزارش شد (6).

2-2-4- اندازه‌گیری میزان خاکستر

مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 2337، با کوره الکتریکی شیمی فن (ساخت ایران، مدل: F.69) در دمای 550-500 درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد (7).

2-2-5- اندازه‌گیری دانسیته توده‌ای

برای اندازه‌گیری دانسیته توده‌ای (pb) از ظرفی با حجم و جرم مشخص استفاده گردید. به این صورت که نمونه‌ها توسط قیفی که دهانه آن در ارتفاع 150 میلی‌متری از لبه استوانه واقع شده، به درون استوانه ریخته شد. سپس اضافه نمونه‌ها با حرکات زیگزاگی یک میله شیشه‌ای جدا گردید. پس از اندازه‌گیری وزن دانه‌ها (mb)، دانسیته توده‌ای به کمک رابطه زیر محاسبه شد (3).

$$\rho_b = \frac{m_b}{V_b}$$

2-2-6- تعیین راندمان مالت‌سازی

برای مشخص کردن راندمان مالت‌سازی، ابتدا وزن جو خشک مصرف شده و وزن مالت حاصل از آن با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت 0/01 تعیین گردید (5). راندمان مالت‌سازی، با استفاده از معادله زیر به دست آمد.

$$\text{راندمان مالت‌سازی (\%)} = \frac{\text{وزن دانه های مالت حاصله}}{\text{وزن دانه های اولیه}} \times 100$$

2-2-7- تعیین میزان پروتئین

مقدار ازت در دانه اولیه و مالت با استفاده از دستگاه کج‌جدال تمام اتوماتیک (Auto Analyser 130 Tecator CO) اندازه‌گیری شد که شامل سه مرحله هضم، تقطیر و تیتراسیون بود. پس از تیتراسیون مقدار ازت با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد و با استفاده از ضریب تبدیل 6/25، میزان پروتئین محاسبه شد (9).

$$N(\%) = \frac{(X - 14/008)}{(w)}$$

N: درصد ازت

X: عدد تیترا

W: وزن نمونه نمونه خشک شده

3-2- تجزیه و تحلیل آماری

این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی ساده با سه تکرار انجام شد و نتایج حاصل با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری 5 درصد انجام گردید.

3- نتایج و بحث

3-1- تاثیر نوع غله بر ابعاد هندسی

آنالیز واریانس حاصل از داده‌های آزمایش نشان داد که نوع غله بر تمامی پارامترهای هندسی به جز عرض دانه‌ها تاثیر کاملاً معنی‌دار ($P < 0/01$) داشت ولی بر عرض دانه‌ها در حد $0/05$ معنی‌دار بود. بیشینه میزان طول دانه متعلق به جو ریحان و کمینه آن مربوط به گندم روشن بود. دانه گندم روشن کمترین عرض را داشت که با جو ریحان از نظر عرض دانه اختلاف معنی‌داری ($P > 0/05$) نداشت. مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن که در جدول 1 آورده شده است، نشان داد که دانه‌های جو (کویر، ریحان) از لحاظ قطر متوسط حسابی، هندسی و سطح مقطع بیشتر از دانه‌های گندم بودند ولی میزان کرویت آن‌ها کمتر بود. میزان قطر متوسط حسابی و هندسی دانه‌ها به ترتیب در دامنه $5/00 - 4/006$ و $3/79 - 4/17$ میلی‌متر بود. از ویژگی‌های دانه‌های مورد استفاده برای مالت‌سازی دارا بودن حداقل ضخامت $2/5$ mm می‌باشد (19) که در بین غلات مورد بررسی فقط جو ریحان دارای ضخامت کمتر از این مقدار ($2/46$ mm) بود. نتایج این بخش با نتایج تبیل و همکاران آدر سال 1999 که بیان کرده بودند، دانه‌های جو از لحاظ طول، بیشتر و از نظر کرویت کمتر از دانه‌های گندم هستند، مطابقت داشت (22).

3-2- وزن هزار دانه

وزن هزاردانه یک ویژگی کیفی موثر در انتخاب و طبقه بندی دانه است. طبق استاندارد ملی ایران میزان وزن هزاردانه مطلوب برای تولید مالت 40 گرم است که در بین نمونه‌های مورد بررسی، فقط گندم الوند با وزن هزاردانه $43/82$ گرم بیش از 40 گرم وزن داشت. تجزیه واریانس داده‌های مرتبط با وزن هزار دانه نمونه‌های

غله مورد بررسی نشان داد که اختلاف آماری معنی داری بین نمونه‌ها وجود داشت ($P < 0/01$). مقایسه میانگین داده‌های وزن هزار دانه (شکل 1) نشان داد که وزن هزار دانه‌ی نمونه‌ها در محدوده‌ی $31/67 - 41/82$ گرم قرار داشت. زیاد بودن وزن هزار دانه به معنای درشت بودن دانه‌ها و کم بودن میزان پوسته می‌باشد که موجب افزایش بازدهی مالت می‌گردد.

3-3- دانسیته توده‌ای

با توجه به جدول تجزیه واریانس می‌توان بیان کرد که اختلاف معنی داری بین نمونه‌های مختلف از لحاظ دانسیته توده‌ای وجود داشت ($P < 0/01$). دامنه داده‌های بدست آمده برای دانسیته توده ای $674/33 - 846$ کیلوگرم بر مترمکعب (شکل 2) بود. نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج کار اوزتورک و ایسین² (2008) مطابقت داشت (20). بیشینه دانسیته توده‌ای متعلق به جو بدون پوشینه بود که $20/3$ درصد بیشتر از کمینه دانسیته توده‌ای بود. دانسیته توده‌ای دانه‌ها به علت این که بر مقاومت در برابر جریان هوا توده ذخیره شده تاثیر می‌گذارد در طراحی سیستم‌های خشک کن و هوادهی بکار می‌رود (3).

4-3- میزان خاکستر

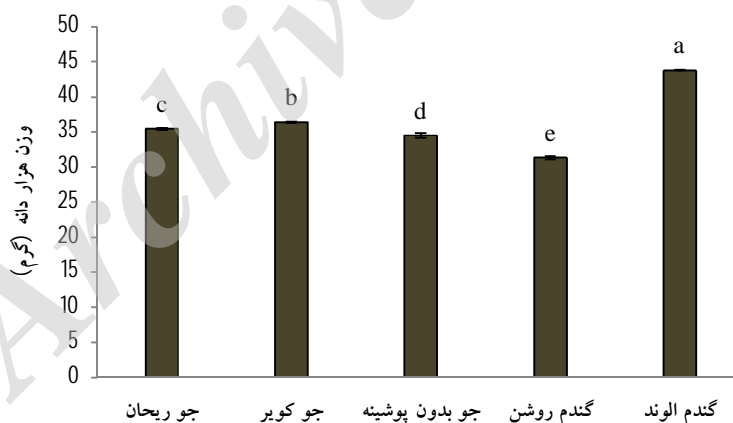
تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از میزان خاکستر نمونه‌ها نشان داد که نوع غله بر میزان خاکستر نمونه‌ها تاثیر معنی‌دار داشت ($P < 0/01$). همانطور که شکل 3 نشان می‌دهد، میزان خاکستر در جو رقم ریحان به ترتیب $2/83$ ، $31/67$ ، $12/39$ و $8/99$ درصد از میزان خاکستر در جو کویر، جو بدون پوشینه، گندم روشن و گندم الوند بیشتر بود. نتایج به دست آمده در این تحقیق با نتایج کار حسینی قابوس (1383) با واریته‌های صحرا، دشت، جنوب و لاین‌های EBYT-79-10، EBYT-79-12 و EBYT-79-19 هم‌خوانی دارد (2).

² Ozturk and Esen¹ Tabil et al

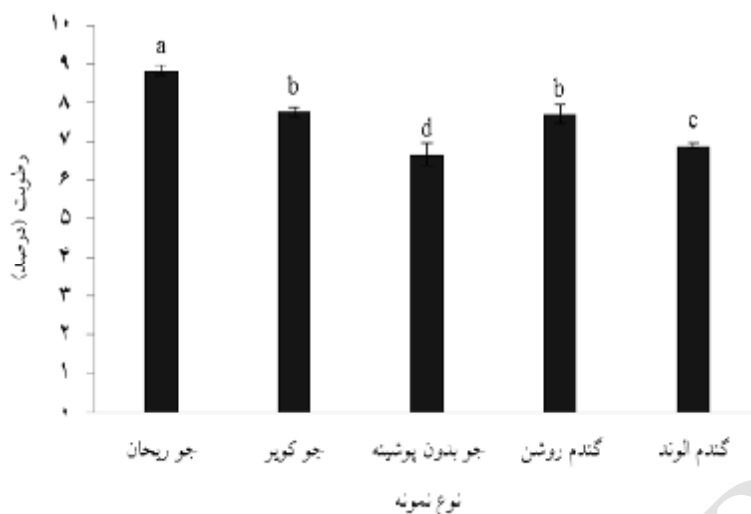
جدول 1- تاثیر نوع غله بر ابعاد هندسی دانه‌ها

نوع نمونه	طول (میلی متر)	عرض (میلی متر)	ضخامت (میلی متر)	قطر متوسط حسابی (میلی متر)	قطر متوسط هندسی (میلی متر)	سطح مقطع (میلی متر مربع)	کرویت (درصد)
جو ریحان	9/37±0/024 ^a	3/14±0/003 ^{ab}	2/46±0/013 ^b	5/00±0/005 ^a	4/16±0/003 ^a	13/62±0/017 ^a	44/47±0/12 ^d
جو کویر	8/76±0/029 ^b	3/24±0/003 ^a	2/56±0/017 ^b	4/84±0/018 ^b	4/17±0/008 ^a	13/68±0/052 ^a	47/67±0/066 ^c
جو بدون پوشینه	6/88±0/0058 ^c	3/37±0/0044 ^a	2/71±0/006 ^{ab}	4/31±0/005 ^d	3/97±0/033 ^b	12/41±0/03 ^c	57/8±0/26 ^b
گندم روشن	6/52±0/02 ^d	2/97±0/055 ^b	2/84±0/074 ^a	4/006±0/020 ^e	3/79±0/275 ^c	11/34±0/08 ^c	58/27±0/31 ^{ab}
گندم الوند	6/75±0/074 ^c	3/29±0/03 ^a	2/93±0/055 ^a	4/47±0/061 ^c	4/02±0/362 ^{ab}	12/74±0/31 ^{ab}	59/6±0/91 ^a

* - اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (P>0/05).



شکل 1- تاثیر نوع غله بر میزان وزن هزار دانه نمونه‌ها



شکل 2- تأثیر نوع غله بر دانسیته توده‌ای نمونه‌ها

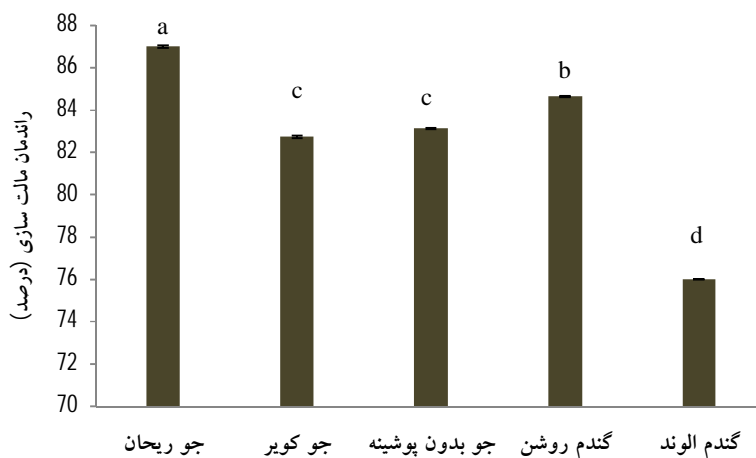


شکل 3- تأثیر نوع غله بر میزان خاکستر نمونه‌ها

این مرحله حدود 1-1/5 درصد می‌باشد. در مرحله‌ی جوانه‌زنی با تنفس سلولی در دانه‌ها حدود 6/5-7/5 درصد از مواد متشکله‌ی دانه از بین می‌رود و در حدود 3/5-4 درصد به صورت ریشه‌چه و جوانه حذف می‌شود. در ضمن با خشک کردن مالت در حدود 11-12/5 درصد رطوبت در مقایسه با رطوبت اولیه‌ی دانه کاسته می‌شود از مجموع ارقام فوق حدود 22/5-25 درصد افت نسبت دانه اولیه وجود دارد. بنابراین راندمان مالت‌سازی را می‌بایست حدوداً 75-77/5 درصد دانست ولی واقعیتها نشان می‌دهد که با توجه به جذب آب توسط مالت در شرایط معمولی میزان راندمان به 78-80 درصد می‌رسد در ضمن راندمان واقعی به نوع غله و نوع مالت تولید شده بستگی زیادی دارد (10 و 11).

5-3- راندمان مالت‌سازی

آنالیز واریانس داده‌های حاصل از راندمان مالت‌سازی نشان داد که نوع نمونه بر راندمان مالت‌سازی تأثیر معنی‌دار داشت ($P < 0/01$). همانطور که شکل 4 نشان می‌دهد بیشینه و کمینه راندمان مالت‌سازی به ترتیب متعلق به جو ریحان و گندم الوند بود. همانطور که مشخص می‌باشد، میزان راندمان مالت‌سازی حاصل از جو بدون پوشینه و جو کویر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند. در هنگام خیساندن دانه‌ها در حدود 0/5-1 درصد از مواد متشکله دانه، در آب حل می‌شود و ضمن عمل شستشو، مقداری از دانه‌های سبک که در سطح آب قرار می‌گیرند از دانه‌های سالم جدا می‌شوند و به طور کلی افت در



شکل 4- تأثیر نوع غله بر راندمان مالت‌سازی نمونه‌ها

دانه‌ی جو با میزان ازت بالاتر، دارای سرعت تنفس بالایی بوده، ریشه‌چه‌ها سریع رشد می‌نمایند و نیز میزان افت در فرآیند مالت‌سازی افزایش می‌یابد. در طول مالت‌سازی مقادیر و نسبت‌های اجزای مختلف نیتروژنی تغییر می‌یابد. افتی که در مقدار ماده خشک در اثر تنفس ایجاد می‌گردد منجر به افزایش میزان ازت دانه‌های مالت می‌شود (12).

3-6- میزان پروتئین

مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن نشان داد که (شکل 5) بیشترین میزان پروتئین مربوط به جو ریحان بود که در حدود 30/37 درصد بیشتر از گندم الوند بود. ترکیبات ازتی دانه‌ی جو، بسیار مورد نظر تولیدکنندگان مالت می‌باشد. دانه‌های جو با میزان ازت بالاتر مالتی با راندمان عصاره‌گیری پایین‌تر تولید می‌کنند.



شکل 5- تأثیر نوع غله بر میزان پروتئین نمونه‌ها

4- نتیجه‌گیری

صنایع مالت‌سازی و به ویژه در صنایع قنادی به عنوان ماده‌ی اولیه مناسب در نظر گرفته شود

دانه‌های جو از لحاظ قطر متوسط حسابی، هندسی و سطح مقطع از دانه‌های گندم بیشتر، ولی میزان کرویت آن‌ها کمتر می‌باشد. از آن‌جا که ترکیبات ازتی دانه‌ی جو، بسیار مورد نظر تولیدکنندگان مالت می‌باشند، دانه‌ی جو ریحان با توجه به میزان راندمان مالت‌سازی بالاتر و هم‌چنین میزان پروتئین بالاتر می‌تواند در

samples. USDA Projects, available at: <http://www.usda.org>.

14- Emebiria, L.C., Moodya, D.B., Horsleyb, R., Panozsoa, J., and Read, B.J. 2005. The genetic control of grain protein content variation in a doubled haploid population derived from a cross between Australian and North American two-rowed barley lines. *Journal of Cereal Science*. 41: 107-114.

15- Eneje, L. O., Ogu, E. O., Aloh, C. U., Oidbo, F. J. C., Agu, R. C., and Palmer, G. H. 2003. Effect of steeping and germination time on malting performance of Nigerian white and yellow maize varieties. *Process Biochemistry*. 39: 1013-1016.

16- Francis, F. J. 2000. *Wiley encyclopedia of food science and technology*. 2nd Edition, A wiley Interscience publication, Canada, Vol. 1, 153-171, Vol. 3, pp. 1517-1520.

17- Gunkel, J., Voetz, M., and Rath, F. 2002. Effect of malting barley variety (*Hordeum vulgare* L.) on fermentability. *Journal of the Institute of Brewing*, 108: 3. 355-361.

18- Harris, G. 1962. The Enzyme Content and Enzymatic Transformation of Malts. In A. H. Cook (Eds). *Barley and Malt: Biology, Biochem, Technology* (pp. 582-678). London: Academic Press.

19- Mohsenin, N. N. 1986. *Physical Properties of Plants and Animal Materials*. Gordon and Breach Sci. Publ., New York.

20- Ozturk, T., and Esen, B. 2008. Physical and mechanical properties of barley. *Journal of Agricultura Tropica Et Subtropica*. 41: 117-121.

21- Roy, DK., and Singh, BP. 2006. Malting characteristics of six-row winter barley (*Hordeum vulgare* L.) as affected by different levels of nitrogen, phosphorus and vermicompost. *Journal of Food Science and Technology*. 43: 337-340.

22- Tabil, L.G., Chawla, K.K., Kienholz, J., Crossman, V and White, R. 1999. Physical properties of selected special crops grown in Alberta. An ASAE Meeting Presentation, Paper No. 996049.

5- منابع

1- بی‌نام، آمارنامه کشاورزی. 1390. دفتر آمار و فناوری اطلاعات، وزارت جهاد کشاورزی. جلد اول: محصولات زراعی. 123 صفحه.

2- حسینی قابوس، س.ح. 1383. بررسی کیفیت مالتینگ ارقام و لاین‌های جوی استان گلستان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. 95 صفحه.

3- رضوی، م. ع. و اکبری، ر. 1388. خواص بیوفیزیکی محصولات کشاورزی و مواد غذایی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. 304 صفحه.

4- رضوی، م. ع. زابریزاده، اخفاجی، ن. و پهلوانی، م. 1389. بررسی برخی خواص فیزیکی و بذری و لپه نخود دسی واریته کاکا. پژوهش‌های حبوبات ایران، جلد 1، شماره 1، 77-83.

5- قدس‌ولی، ع. 1375. پروژه مقایسه‌ی ارقام جو برتر و امید بخش ایران جهت استخراج عصاره‌ی مالت. گرگان، بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان. 43: 74-20-117.

6- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. 1382. غلات و فرآورده‌های آن - جو - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. استاندارد شماره 47، چاپ دوم.

7- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. 1362. آرد جو. استاندارد شماره 2337.

8- Agu, R. C., and Palmer, G.H. 1998. Some relationships between the protein nitrogen of barley and the production of amylolytic enzyme during malting. *Journal of the Institute of Brewing*. 104. 273-276.

9- Association of Analytical Chemists. 2006. *Official Method of Analysis of the Association of Analytical Chemists*, 18th edition. AOAC Washington, DC.

10- Briggs, D. E. 1998. *Malt and malting*. Blackie academic and profession. London. 79 p.

11- Briggs, D. E., Hough, J. S., Stevens, R., and Young, T. W. 1990. *Malting and brewing science, (malt and sweet wort)*, 2nd ed. London: Chapman and Hall. pp. 387.

12- Dendy, D. A. V., and Dobraszczyk, B. J. 2001. *Cereal and products: chemistry and technology*. Aspen Publishers, Inc. 423 p.

13- Dowell, F., Martin, C., Steele, J and Vacant, D. 1997. Objective grading and end-use property assessment of single kernels and bulk grain