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

الهه رازقندی[1*] ، امیرحسین الهامی راد[2]، علی‌رضا قدس ولی[3]، حسین استیری[4]

[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 وبیشترین 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.

واژه های کلیدی: ابعاد هندسی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، دانه‌های غلات، راندمان مالت‌سازی

* مسوول مکاتبه: e_razghandi90@yahoo.com

1- مقدمه

غلات مهمترین تامین کننده انرژی در بدن محسوب می‌شوند 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 زراعی90-1389، 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 دانه‌ای 3 درصد سهم در سطح برداشت غلات را داشته‌اند. استان خراسان رضوی با 4/7 درصد تولید غلات در رتبه 7 تولیدکنندگان غلات کشور دارد (1).

تعیین آن دسته از ویژگی‌های محصول، که منجر به کسب اطلاعاتی از خصوصیات محصول نهایی گردد، می‌تواند سبب افزایش کیفیت فرآورده نهایی آن پس از فرآوری شود که خود تاثیر عمده‌ای بر کاهش ضایعات و افزایش ارزش افزوده محصول خواهد داشت. در این رابطه، استفاده از ویژگی‌های فیزیکی، بویژه در محصولات دانه‌ای، جهت تشخیص کیفیت دانه و طبقه‌بندی آن می‌تواند بسیار مفید باشد (13). خواص فیزیکی بر خصوصیات انتقال هیدرودینامیکی و پنوماتیکی مواد جامد، سرد کردن و حرارت دادن مواد غذایی تاثیر می‌گذارد.

مهم‌ترین خواص هندسی عبارتند از شکل، اندازه (ابعاد)، قطرهای هندسی و حسابی، سطح و کرویت. دانسیته توده و تخلخل مهم‌ترین عواملی هستند که در طراحی سیستم های خشک‌کردن و هوادهی مورد توجه قرار می‌گیرند، چون این خواص بر مقاومت جرمی که در مقابل جریان هوا قرار دارد، تاثیر می‌گذارند. در تئوری‌هایی که برای پیش‌بینی فضای انبار بکار می‌روند، دانسیته توده عامل اساسی به شمار می‌رود. وزن هزار دانه، شاخص موثر و مفیدی در تعیین قطر معادل است و می‌تواند برای تخمین تئوریک حجم دانه و همچنین در پاک کردن آن‌ها با استفاده از نیروهای آئرودینامیکی بکار گرفته شود (3 و4).

تاریخچه‌ی آشنایی بشر با مالت‌سازی و عصاره‌ی حاصل از آن به زمان آشنایی انسان با فن تخمیر باز می‌گردد. مصریان و یونانیان اولین کسانی بودن که با این صنعت آشنا شدند. مالت، دانه‌های غلاتی هستند که به اندازه کافی جوانه‌زده، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها تغییر کرده، خشک و پرورانده شده و قبل از استفاده ریشه‌چه‌های آنها جدا شده باشند (16). مالت منبع مناسبی از کربوهیدراتها، پروتئین‌های تجزیه شده، انواع ویتامین‌های گروه ب، املاح معدنی و همچنین مقدار قابل توجهی آنزیم‌های تجزیه‌کننده نشاسته است (18). در دهه اخیر با توجه به گسترش صنایع نوشابه‌سازی 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 مالت‌سازی که مازاد آن بتواند برای مصارف دیگر (تغذیه انسانی و خوراک دام) کاربرد داشته باشد و همچنین به‌کارگیری استفاده از مالت سایر غلات مدنظر قرار گرفته است. معمولا دانه‌های غلات قبل از دریافت در کارخانجات مالت‌سازی از نظر: قدرت جوانه‌زنی، درجه خلوص واریته، عدم آلودگی به حشرات، کپک‌زدگی، عدم وجود صدمات فیزیکی و جوانه‌های نارس، مقدار پروتئین، رطوبت و وجود دانه‌های ریز مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (16).

کربوهیدرات و پروتئین دو فاکتور شیمیایی بسیار مهم در مالت سازی است که دارای اثر متقابل بر یکدیگر می‌باشند. در همین راستا روی و سینگ نشان دادند که افزایش مقدار پروتئین سبب کاهش بازدهی استخراج آب گرم می‌شود (21) و جانکل و همکاران 1(2002) علت این موضوع را ناشی از اصلاح ناکافی آندوسپرم، هیدرولیز ناقص دیواره سلولی و پروتئین‌های ذخیره‌ای دانستند (17). مطابق با یافته‌های ایمبری و همکاران 2در سال 2005، افزایش مقدار ازت سبب کاهش سرعت جذب آب و توزیع نامتعادل آن در طی جوانه‌زنی شده که کاهش بازدهی استخراج عصاره آب گرم را به دنبال خواهد داشت(14). گروهی از محققین بیان نموده‌اند هر چه مقدار پروتئین دانه اولیه بیشتر باشد سرعت جوانه‌زنی، رشد ریشه‌چه و جوانه و در نتیجه اتلاف مالت‌سازی بالاتر و راندمان استخراج عصاره آب گرم آن کمتر خواهد بود (15). هدف از انجام این تحقیق بررسی ابعاد هندسی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی دانه‌های غلاتی (گندم، جو با و بدون پوشینه) به منظور انتخاب ماده‌ی اولیه مناسب در جهت تولید دانه‌های مالت مناسب می‌باشد.

[1] Gunkel *et al*
[2] Emebiria *et al*

2- مواد و روش‌ها

2-1- 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

2-2-1-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 درحدود 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 میلی متر، اندازه‌گیری‌های ابعادی (L طول، Wعرض،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):

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

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

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

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

2-2-3- تعیین وزن هزاردانه

برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه، تعداد 1000 دانه به‌طور 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 دمای550-500 درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد(7).

2-2-5- اندازه‌گیری دانسیته توده‌ای

برای اندازه‌گیری دانسیته توده‌ای (ρb) 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 مالت سازی، با استفاده از معادله زیر به‌دست آمد.

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

2-2-7- تعیین میزان پروتئین

مقدار ازت در دانه اولیه و مالت با استفاده از دستگاه کجلدال 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 تیتر

W: وزن 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 کاملا 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 4/17- 3/79 میلی‌متر بود. از ویژگی‌های دانه‌های مورد استفاده برای مالت‌سازی دارا بودن حداقل ضخامت 2/5 mm می باشد (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 [1]در 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 41/82- 31/67 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 داده های بدست آمده برای دانسیته توده ای 846-674/33 کیلوگرم بر مترمکعب (شکل 2) بود. نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج کار اوزتورک و ایسین2(2008) [2] 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 این‌که بر مقاومت در برابر جریان هوا توده ذخیره شده تأثیر می‌گذارد در طراحی سیستم‌های خشک‌کن و هوادهی بکار می‌رود (3).

3-4- 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).

[1] Tabil et al

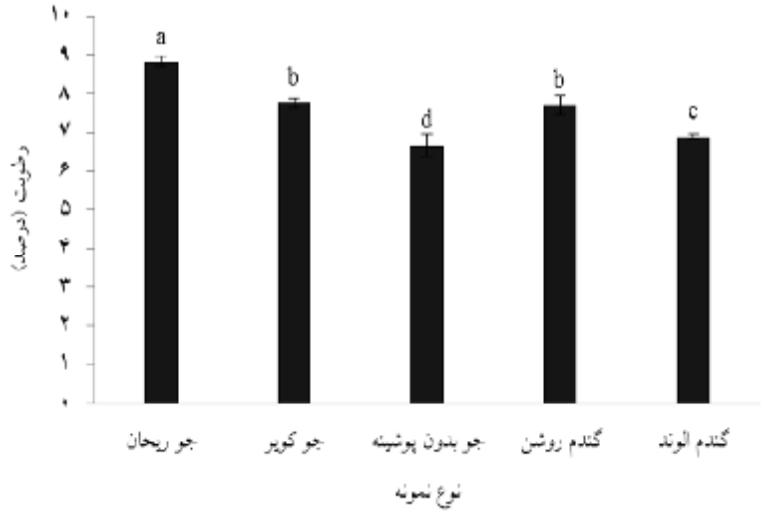
[2] Ozturk and Esen

جدول 1- تاثیر نوع غله بر ابعاد هندسی دانه‌ها

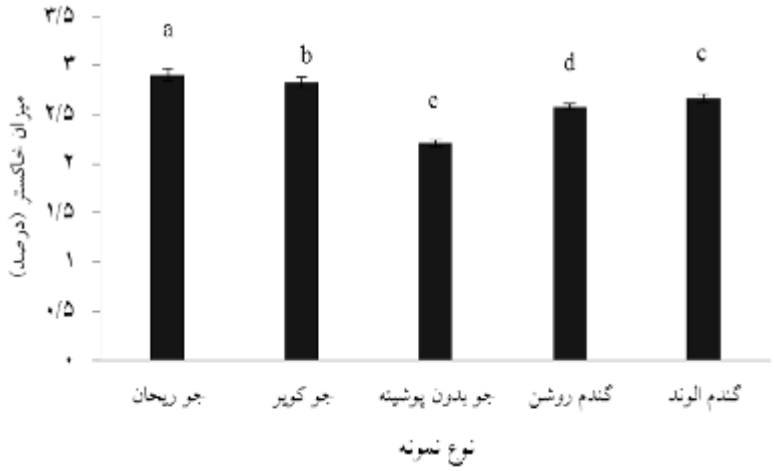
نوع نمونه	طول (میلی‌متر)	عرض (میلی‌متر)	ضخامت (میلی‌متر)	قطرمتوسط حسابی (میلی‌متر)	قطر متوسط هندسی (میلی‌متر)	سطح مقطع (میلی متر مربع)	کرویت (درصد)
جو ریحان	9/37±0/024 a	3/14±0/003 ab	2/46±0/013 b	5/00±0/005 a	4/16±0/003 a	13/62±0/017 a	44/47±0/12 d
جو کویر	8/76±0/029 b	3/24±0/03 a	2/56±0/017 b	4/84±0/018 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±0/3 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- تأثیر نوع غله بر میزان وزن هزار دانه نمونه‌ها



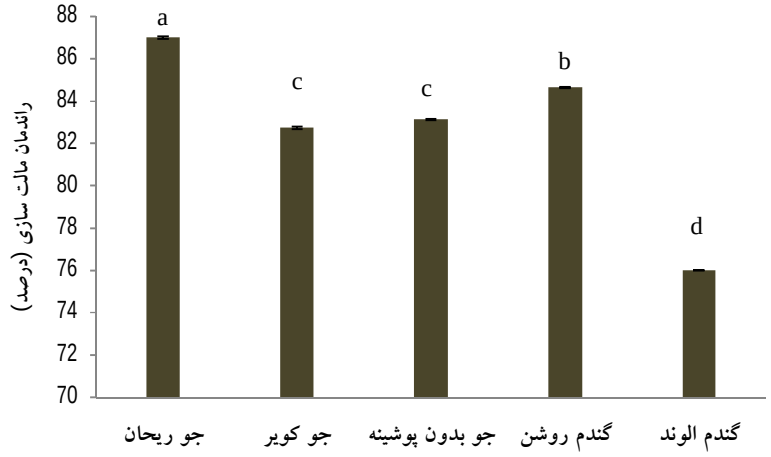
شکل 2- تأثیر نوع غله بر دانسیته توده‌ای نمونه‌ها



شکل 3- تأثیر نوع غله بر میزان خاکستر نمونه‌ها

3-5- راندمان مالت‌سازی

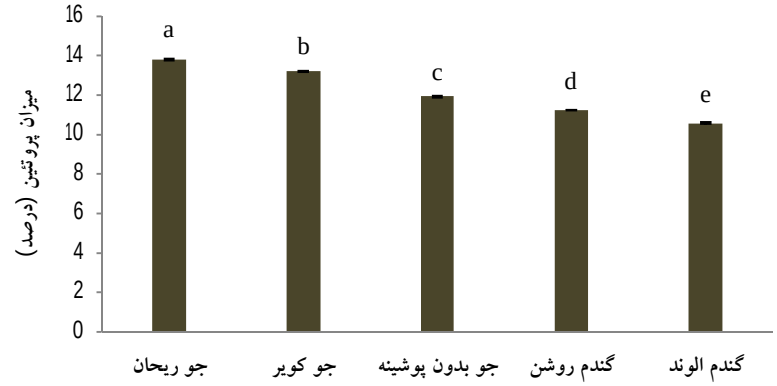
آنالیز واریانس داده‌های حاصل از راندمان مالت‌سازی نشان داد که نوع نمونه بر راندمان مالت‌سازی تاثیر معنی‌دار داشت ($P<0/01$). همانطور که شکل 4 نشان می‌دهد بیشینه و کمینه راندمان مالت‌سازی به ترتیب متعلق به جو ریحان و گندم الوند بود. همانطور که مشخص می باشد، میزان راندمان مالت‌سازی حاصل از جو بدون پوشینه و جو کویر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند. در هنگام خیساندن دانه‌ها در حدود 1-0/5 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 این مرحله حدود 1/5-1 درصد می‌باشد. در مرحله‌ی جوانه‌زنی با تنفس سلولی در دانه‌ها حدود 7/5-6/5 درصد از مواد متشکله‌ی دانه از بین می‌رود و در حدود 4-3/5 درصد به صورت ریشه‌چه و جوانه حذف می‌شود. در ضمن با خشک کردن مالت در حدود 12/5-11 درصد رطوبت در مقایسه با رطوبت اولیه‌ی دانه کاسته می‌شود از مجموع ارقام فوق حدود 25-22/5 درصد افت نسبت دانه اولیه وجود دارد. بنابراین راندمان مالت‌سازی را می‌بایست حدوداً 77/5-75 درصد دانست ولی واقعیتها نشان می‌دهد که با توجه به جذب آب توسط مالت در شرایط معمولی میزان راندمان به 80-78 درصد می‌رسد درضمن راندمان واقعی به نوع غله و نوع مالت تولید شده بستگی زیادی دارد (10 و 11).



شکل 4- تأثیر نوع غله بر راندمان مالت‌سازی نمونه‌ها

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. 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).



شکل 5- تأثیر نوع غله بر میزان پروتئین نمونه‌ها

4- نتیجه‌گیری

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

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. زایرزاده، ا.خفاجی، ن. و پهلوانی، م. 1389. بررسی برخی خواص فیزیکی و بذر و لپه نخود دسی واریته کاکا. پژوهش‌های حبوبات ایران، جلد 1، شماره 1، 83-77.

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

14- Emebiria, L.C., Moodya, D.B., Horsleyb, R., Panozzoa, 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.