

## ارزیابی اثر فرآیند مالت سازی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی دو واریته‌ی جو استان گلستان

فاطمه عرب عامریان<sup>1\*</sup>، امیرحسین الهامی راد<sup>2</sup>، علی رضا قدس ولی<sup>3</sup>، محمد آرمین<sup>4</sup>

<sup>1</sup> دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، سبزوار، ایران  
<sup>2</sup> استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، سبزوار، ایران  
<sup>3</sup> استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، گرگان، ایران  
<sup>4</sup> استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، سبزوار، ایران

تاریخ دریافت: 90/10/11 تاریخ پذیرش: 91/2/28

### چکیده

در این تحقیق، تأثیر فرآیند مالت سازی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی که شامل وزن هزار دانه، دانسیته‌ی توده‌ای، دانسیته‌ی ذره‌ای، میزان پروتئین، میزان فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز و راندمان عصاره‌ی آب سرد دو واریته‌ی جو (صحرا و یوسف) استان گلستان در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاصل با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل گردید. نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که نوع نمونه بر تمامی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی مورد اندازه گیری در این آزمایش تأثیر معنی‌دار ( $P < 0/01$ ) داشت. فرآیند مالت سازی باعث کاهش وزن هزار دانه، دانسیته‌ی توده‌ای و دانسیته‌ی ذره‌ای و افزایش میزان پروتئین، فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز و راندمان عصاره‌ی آب سرد گردید. بیشینه‌ی فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز مربوط به مالت حاصل از واریته‌ی یوسف بود که نسبت به جو اولیه‌ی خود از لحاظ فعالیت این آنزیم، 139/08 درصد بیش تر بود. مالت حاصل از واریته‌ی صحرا بیش ترین راندمان عصاره‌ی آب سرد (16/4 درصد) را داشت.

**واژه‌های کلیدی:** خصوصیات فیزیکوشیمیایی، مالت، فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز، راندمان عصاره.

## 1- مقدمه

جو بعد از گندم، برنج و ذرت، چهارمین غله‌ی مهم است که کشت آن به حدود ده هزار سال پیش باز می‌گردد (11). در جهان، جو با سطح زیر کشت 56 میلیون هکتار و تولید سالیانه 154 میلیون تن از جمله محصولات زراعی مهم به شمار می‌رود. سطح زیر کشت آن در ایران 1/3 میلیون هکتار با عملکرد 1/54 تن در هکتار و تولید سالیانه 2 میلیون تن می‌باشد (21). مالت‌سازی از قدیمی‌ترین عملیات بیوتکنولوژیکی است و منظور از آن فرآیند جوانه‌زنی محدود و کنترل شده غلات است که پس از خشک کردن، محصولی دارای خواص تغذیه‌ای مناسب تولید می‌گردد (17). مالت منبع مناسبی از کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌های تجزیه شده، انواع ویتامین‌های گروه ب، املاح معدنی و همچنین مقدار قابل توجهی آنزیم‌های تجزیه کننده نشاسته است (17) و از آن در صنعت برای تولید محصولاتی نظیر شیرینی‌ها، بیسکویت، محصولات نانوائی، شربت عصاره‌ی مالت، غلات صبحانه‌ای، آنزیم دیاستاز، سرکه‌ی مالت و نوشیدنی‌های مالتی استفاده می‌شود (8). وزن هزاردانه یک ویژگی کیفی مؤثر در انتخاب و طبقه‌بندی دانه است. زیاد بودن وزن هزار دانه به معنای درشت بودن دانه‌ها و کم بودن میزان پوسته می‌باشد که موجب افزایش بازده مالت می‌گردد (15). دانسته‌ی توده‌ای دانه‌ها به علت این که بر مقاومت در برابر جریان هوا توده‌ی ذخیره شده تأثیر می‌گذارد در طراحی سیستم‌های خشک کن و هوادهی به کار می‌رود و دانسته‌ی ذره‌ای بر میزان انتقال انرژی، جرم و رطوبت در طول هوادهی و خشک کردن تأثیر دارد (5). در ارتباط با تأثیر فرآیند مالت‌سازی بر دانسته‌ی ذره‌ای، کشیری (1387) بیان نمود که دانسته‌ی دانه‌ها در طی فرآیند مالت سازی کاهش می‌یابد (4). انجی و همکاران (2003) بیان نموده‌اند هرچه مقدار پروتئین دانه‌ی اولیه، بیش تر باشد سرعت جوانه‌زنی، رشد ریشه‌چه و جوانه و در نتیجه اتلاف مالت‌سازی بالاتر و راندمان استخراج عصاره‌ی آن کم تر خواهد بود (12). جو حاوی پروتئین بالاتر، مالتی با کیفیت پایین تر تولید خواهد کرد (6). آنزیم بتاگلوکاناز، مهم ترین آنزیم تجزیه کننده‌ی دیواره‌ی سلولی است که در جو مالت نشده پیدا نمی‌شود یا میزان آن بسیار کم است، اما در طی فرآیند جوانه‌زنی مقدار آن افزایش می‌یابد (19). گرانول‌های نشاسته‌ی آندوسپرم در بستری از پروتئین-گلوکان محبوس هستند و آنزیم بتاگلوکاناز باعث شکستن این اتصال و بهبود روند اصلاح شدن آندوسپرم می‌شود (10).

هدف از عصاره گیری، دستیابی به حداکثر میزان کربوهیدرات‌های ساده می‌باشد. به عبارتی عصاره گیری، بیانگر ترکیبات قابل استخراج از مالت است که 90-92 درصد مواد محلول آن را کربوهیدرات‌ها تشکیل می‌دهند (18). هدف از انجام این تحقیق، بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی دو واریته‌ی جو استان گلستان و مالت تهیه شده از آن‌ها به منظور انتخاب واریته‌ی مناسب برای تولید محصولات مالتی می‌باشد.

## 2- مواد و روش‌ها

## 2-1- مواد

دو واریته‌ی جو مورد استفاده در این تحقیق با نام‌های صحرا و یوسف از مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان تهیه شدند. مواد شیمیایی تولوئن، اسید سولفوریک، هیدروکسید سدیم، کیت اندازه گیری آنزیم بتاگلوکاناز و سولفات مس از شرکت‌های معتبر تهیه گردیدند. تجهیزات مورد استفاده عبارتند از: دستگاه ژرمیناتور (Tabai Espec Corp، ژاپن)، الک آزمایشگاهی، دستگاه آسیاب (Huddinge 14105، سوئد)، دستگاه کیج‌دال (Auto Analyser 130 Tecator CO)، دسیکاتور، آون آزمایشگاهی (Memert، آلمان)، پیکنومتر، ترازوی دیجیتال (Avery، انگلستان)، پمپ خلأ (U.S.A، SERIAL NO 900)، اسپکتروفتومتر (Novaspec II) و سانتریفیوژ (HERMLE Z323K، آلمان).

## 2-2- روش‌ها

## 2-2-1- تهیه‌ی نمونه‌های مالت

پس از تمیز نمودن و بوجاری دانه‌های جو توسط الک و به صورت دستی به طور جداگانه به مدت 48 ساعت در آب با دمای حدود 20 درجه‌ی سانتی گراد و سختی حدود 250 پی پی ام تا رسیدن به میزان رطوبت نهایی 42-46 درصد تحت فرآیند خیساندن قرار گرفتند. در مرحله‌ی بعد دانه‌های خیسانده شده حاصل به داخل ژرمیناتور جهت طی شدن مدت زمان لازم برای جوانه‌زنی (6 روز) منتقل و دمای ژرمیناتور در حدود 17-20 درجه‌ی سانتی گراد تنظیم گردید (5). در نهایت، نمونه‌ها در دمای 55-65 درجه‌ی سانتی گراد برای مدت 24-48 ساعت خشک گردید و سپس ریشه‌چه‌های آن‌ها به روش سایشی و با الک کردن

$$Y = MX + C \quad (4)$$

در معادله‌ی فوق  $M=630$ ،  $C=4$ ،  $Y$ =فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز و  $X$ =میزان جذب محلول آزمایش در 590 نانومتر می‌باشد.

### 2-2-7- راندمان استخراج با آب سرد

25 گرم مالت آسیایی نرم، توزین و به بشر حاوی 500 میلی لیتر آب مقطر 20 درجه‌ی سانتی گراد اضافه گردید. مخلوط 2/5 ساعت در دمای 20 درجه‌ی سانتی گراد نگه داری شد به طوری که هر 20 دقیقه، یک بار هم زده شد سپس خیسانده‌ی مالت با استفاده از کاغذ واتمن شماره‌ی 1 و به کمک پمپ خلأ صاف گردید. وزن مخصوص مایع آبکی حاصل از عملیات صاف کردن خیسانده‌ی مالت به کمک پیکنومتر اندازه‌گیری شد و سپس با مراجعه به جدول پلاتو بریکس عصاره‌ی آب سرد تعیین گردید و در نهایت از معادله‌ی (5) درصد بازدهی عصاره‌ی آب سرد محاسبه شد (9).

$$E = \frac{(800+M)P}{100-P} \quad (5)$$

$E$ ،  $M$  و  $P$  به ترتیب برابر است با درصد بازدهی استخراج عصاره‌ی آب سرد بر اساس ماده‌ی خشک، درصد رطوبت در مالت و مواد جامد محلول کل در 100 گرم عصاره با استفاده از جدول پلاتو.

### 2-3- تجزیه و تحلیل آماری

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

### 3- نتایج و بحث

داده‌های میانگین مربعات مربوط به تأثیر نمونه بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی دانه‌ها و مالت‌های تهیه شده در جدول 1 آورده شده است. تمامی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی مورد اندازه‌گیری در این آزمایش، تحت تأثیر بسیار معنی‌دار ( $P < 0/01$ ) نوع نمونه هستند.

جدا گردید. در پایان، در مورد دانه‌های جو اولیه و مالت حاصل از آن‌ها آزمایش‌ها به صورت زیر انجام و مقایسه صورت گرفت.

### 2-2-2- وزن هزار دانه

برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه، تعداد 1000 دانه به‌طور تصادفی انتخاب و توزین گردید و نتیجه بر حسب گرم گزارش شد.

### 2-2-3- دانسیته توده‌ای

برای اندازه‌گیری دانسیته‌ی توده‌ای ( $\rho_b$ ) از ظرفی با حجم و جرم مشخص استفاده گردید. به این صورت که نمونه‌ها توسط قیفی که دانه‌ی آن در ارتفاع 150 میلی متری از لبه‌ی استوانه واقع شده، به درون استوانه ریخته شد. سپس اضافه نمونه‌ها با حرکات زیگزاگی یک میله شیشه‌ای جدا گردید. پس از اندازه‌گیری وزن دانه‌ها ( $m_b$ )، دانسیته‌ی توده‌ای به کمک معادله‌ی (1) محاسبه شد (14).

$$\rho_b = \frac{m_b}{V_b} \quad (1)$$

### 2-2-4- دانسیته‌ی ذره‌ای

با استفاده از پیکنومتر و بر اساس قانون جابه‌جایی سیال (تولون) حجم 10 دانه‌ی توزین شده ( $m_k$ ) در دمای 20 درجه‌ی سانتی گراد محاسبه شد و سپس از معادله‌ی (2) دانسیته‌ی ذره‌ای ( $\rho_k$ ) تعیین گردید (3).

$$\rho_k = \frac{m_k}{v} \quad (2)$$

### 2-2-5- میزان پروتئین

مقدار ازت در دانه‌ی جو و مالت با استفاده از دستگاه کج‌لدال تمام اتوماتیک اندازه‌گیری شد که شامل سه مرحله‌ی هضم، تقطیر و تیتراسیون بود. پس از تیتراسیون مقدار ازت با استفاده از معادله‌ی (3) محاسبه شد و با استفاده از ضریب تبدیل 6/25، میزان پروتئین محاسبه گردید (7).

$$\text{ازت (\%)} = \frac{14/008 \times \text{عدد تیترا}}{\text{وزن نمونه}} \times 100 \quad (3)$$

### 2-2-6- میزان فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز

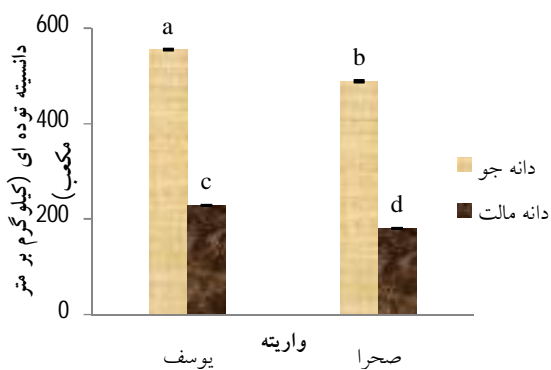
اندازه‌گیری آنزیم با استفاده از کیت‌های تجاری شرکت Megazyme Ltd.Ireland و با استفاده از روش مک کلیری و شامیر و با استفاده از معادله‌ی 4 تعیین شد (16).

جدول 1- تجزیه‌ی واریانس (میانگین مربعات) تأثیر نمونه بر ویژگی های فیزیکی شیمیایی دانه‌ها و مالت های حاصل از آنها

منابع تغییر نمونه	وزن هزاردانه	دانسیته‌ی توده	دانسیته‌ی ذره‌ای	پروتئین	آنزیم بتاگلوکاناز	راندمان سرد
	92/48**	104526/84**	21314/29**	7/07**	6112/41**	47/15**

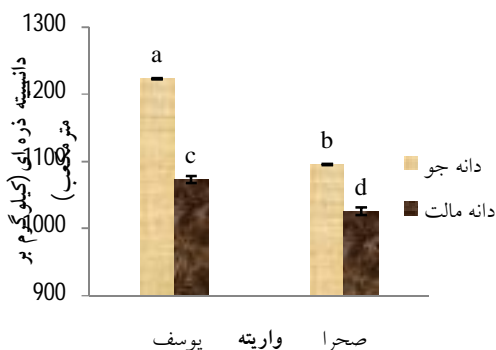
\*\* اختلاف معنی داری در سطح احتمال 1 درصد

واريته، کاهش یافت که با یافته‌های آقاجانی و همکاران (1388) کاملاً مطابقت داشت (1).



شکل 2- تأثیر فرآیند مالت‌سازی بر دانسیته‌ی توده‌ای

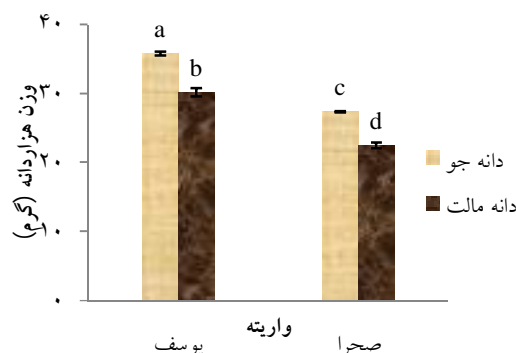
3-3- تأثیر فرآیند مالت‌سازی دانسیته‌ی ذره‌ای  
مقایسه‌ی میانگین داده‌ها (شکل 3) حاکی از آن است که بیشینه و کمینه‌ی دانسیته‌ی ذره‌ای به ترتیب متعلق به دانه‌ی جو واریته‌ی یوسف (1223 کیلوگرم بر متر مکعب) و مالت حاصل از واریته‌ی صحرا (1026 کیلوگرم بر متر مکعب) بود. دانسیته‌ی ذره‌ای در دانه‌های جو واریته‌ی یوسف 13/98 درصد بیش تر از مالت حاصل از آن و در دانه‌های جو واریته‌ی صحرا 6/82 درصد بیش تر از مالت‌های حاصل از آن بود. علت کاهش دانسیته‌ی ذره‌ای در طی فرآیند مالت‌سازی را می‌توان به کاهش وزن و افزایش حجم نسبت داد (8). نتایج این بخش با نتایج کشیری (1387) مطابقت داشت (4).



شکل 3- تأثیر فرآیند مالت‌سازی بر دانسیته‌ی ذره‌ای

### 3-1- تأثیر فرآیند مالت‌سازی بر وزن هزاردانه

با نگاه اجمالی به شکل 1، مشخص می‌شود که مالت‌سازی منجر به کاهش وزن هزار دانه شد. مقایسه‌ی میانگین داده‌ها به روش آزمون دانکن در سطح 5 درصد نشان داد که بیشینه‌ی وزن هزار دانه (35/84 گرم) مربوط به دانه‌ی جو واریته‌ی یوسف بود که نسبت به وزن هزار دانه‌ی مالت حاصل از همان واریته 18/60 درصد بیش تر بود و کمینه‌ی وزن هزار دانه (22/54 گرم) متعلق به مالت حاصل از واریته‌ی صحرا بود. از عوامل موثر بر کاهش وزن هزاردانه‌ی غلات طی فرآیند مالت‌سازی می‌توان به خروج ترکیبات قابل حل در آب، تنفس دانه در مرحله‌ی خیساندن، مصرف ترکیبات مغذی طی جوانه‌زنی و همچنین حذف ریشه‌چه در انتهای فرآیند مالت‌سازی و کاهش رطوبت محصول نهایی در مقایسه با دانه‌ی جو اشاره نمود (5). نتایج این بخش با نتایج حسینی قابوس (1383) مطابقت داشت (2).

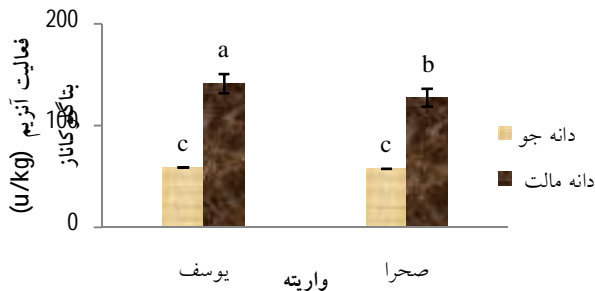


شکل 1- تأثیر فرآیند مالت‌سازی بر وزن هزاردانه

### 3-2- تأثیر فرآیند مالت‌سازی دانسیته‌ی توده‌ای

مقایسه‌ی میانگین داده‌ها (شکل 2) نشان داد که بیشینه‌ی دانسیته‌ی توده‌ای مربوط به دانه‌ی جو واریته‌ی یوسف (556/67 کیلوگرم بر مترمکعب) بود که 13/68 درصد از دانسیته‌ی ذره‌ای دانه جو واریته‌ی صحرا بیش تر بود. از آن جا که دانسیته‌ی توده‌ای تحت تأثیر همزمان وزن و حجم قرار دارد (8)، به‌علت کاهش وزن و افزایش حجم دانه، طی فرآیند مالت‌سازی مقدارش در هر دو

آنزیم، 139/08 درصد بیش تر بود. نتایج به دست آمده از این تحقیق با نتایج Wang و همکاران (2004) مطابقت داشت (22).



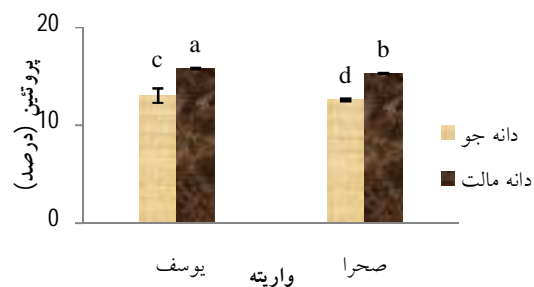
شکل 5- تأثیر فرآیند مالت‌سازی بر فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز

### 3-6- تأثیر فرآیند مالت‌سازی بر راندمان عصاره‌ی آب سرد

مقایسه‌ی میانگین داده‌ها (شکل 6) نشان داد که مالت‌سازی به علت تغییرات آندوسپرم دانه و حلالیت پروتئین‌های محلول در آب (23) باعث افزایش راندمان عصاره‌ی آب سرد شد. میزان عصاره‌ی آب سرد مالت حاصل از واریته‌ی صحرا بیشینه‌ی راندمان عصاره‌ی آب سرد (16/4 درصد) و دانه‌ی جو واریته‌ی یوسف کمینه‌ی راندمان عصاره‌ی آب سرد را داشت. استخراج با آب سرد، نشان‌دهنده‌ی میزان تغییرات اصلاحی پروتئین و کربوهیدرات در طول جوانه‌زنی می‌باشد. نشاسته، پروتئین و اسیدهای نوکلئوتیک موجود در دانه‌های جو مواد مغذی خوب و مناسبی برای مخمرهای آبجو نیستند و فعالیت‌های تخمیری مخمرها را پشتیبانی نمی‌نمایند. این ترکیبات بزرگ و از لحاظ ساختمانی پیچیده، قبل از این که مخمرها بتوانند از آن‌ها استفاده نمایند باید به طور جزئی و یا در برخی موارد به طور کامل به اجزای قندهای مربوطه، اسیدهای آمینه و نوکلئوتیدها تجزیه گردند. هنگامی که دانه‌ی جو جوانه می‌زند آنزیم‌های هیدرولیز کننده یا سنتز شده به شکل فعال خود در می‌آیند که به آسانی می‌توانند این ترکیبات بزرگ را تجزیه نمایند (5).

### 3-4- تأثیر فرآیند مالت‌سازی بر پروتئین

بررسی میزان پروتئین دانه‌های جو و مالت‌های حاصل از آن‌ها نشان داد که فرآیند مالت‌سازی باعث افزایش میزان پروتئین می‌شود. همان‌طور که شکل 4، نشان می‌دهد بیشینه‌ی پروتئین (15/85 درصد) مربوط به مالت حاصل از واریته‌ی یوسف بود که نسبت به کمینه‌ی میزان پروتئین (12/64 درصد) 25/39 درصد بیش تر بود. علت افزایش پروتئین در دانه‌ی مالت نسبت به جو اولیه را می‌توان به از دست رفتن وزن خشک دانه‌های جو از طریق تنفس در طی فرآیند مالت‌سازی نسبت داد که به این دلیل، تعداد دانه‌های جو جوانه‌زده بر اساس یک وزن واحد محتوی دانه‌های بیش تری هستند و بنابراین، دارای میزان ازت کل بالاتری نسبت به دانه‌های اولیه در همان وزن واحد می‌باشند (20). نتایج این بخش با نتایج وینگارد و همکاران (2005) مغایرت داشت (23).



شکل 4 - تأثیر فرآیند مالت‌سازی بر میزان پروتئین

### 3-5- تأثیر فرآیند مالت‌سازی بر فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز

بتاگلوکان در صنایع مالت‌سازی حائز اهمیت است و دلالت بر این امر دارد که آیا تغییرات اصلاحی به اندازه‌ی کافی و مناسب در آندوسپرم صورت گرفته است یا خیر. مقادیر بالای بتاگلوکان موجب تولید عصاره‌ی ویسکوز شده که مشکلاتی را در عملیات صاف کردن به وجود آورده و یا نوشابه‌های تیره، تولید می‌نماید. بنابراین، مقادیر پائین بتاگلوکان جهت تولید نوشابه‌های مالتی ترجیح داده می‌شود. زمانی که بتاگلوکان موجود در عصاره‌ی دانه‌ی جو، مورد حمله‌ی آنزیم بتاگلوکاناز قرار گیرد، ویسکوزیته‌ی محصول به سرعت کاهش یافته که در این مورد، رابطه‌ی خطی با زمان وجود دارد (22). شکل 5، نشان می‌دهد که مالت‌سازی، باعث افزایش میزان فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز شد. بیش ترین فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز مربوط به مالت حاصل از واریته‌ی یوسف بود که نسبت به جو اولیه‌ی خود از لحاظ فعالیت

malting. *Journal of the Institute of Brewing*. 104. 273-276.

6- Armitage, D. M., Cook, D. A., and Baxter, D. E. 2002. Farm-Scale experiments to compare infestation and quality changes in malting barley stored at three moisture contents. *Journal of the Institute of Brewing*. 108: 178-186.

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

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

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

10- Daniels, R. 1995. Malting and mashing. *Rated*. G, zym., 18: 38-42

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

12- 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. *Journal of Process Biochemistry*, 39(8), 1013-1016.

13- 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.

14- Kashaninejad, M., Mortazavi, A., Safekordi, A. and Tabil, L.G. 2006. Some physical properties of Pistachio (*Pistacia vera* L.) nut and its kernel. *Journal of Food Engineering*, 72: 30-38.

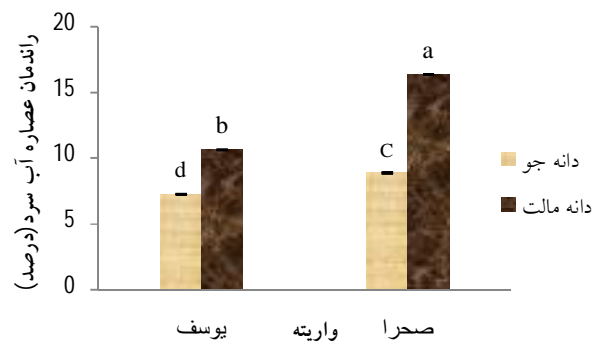
15- Kent, N. L. And Evers, A. D. 1994. *Technology of cereal*. 4<sup>th</sup> Edition, Wood head publishing, Cambridge, England, pp. 218-224.

16- McCleary, B. V. And Shameer. I. 1987. Assay of  $\beta$ -glucanases using Azo Barley Glucan: an improved precipitant. *Journal of the Institute of Brewing*. 93, 87-90.

17-Moris, P.C., and Bryce, J.H. 2000. *Cereal Biotechnology*, Wood head Publishing Limited. Washington. 237p.

18- Ogushi, K., Barr, A. R., Takashi, S., Asakura, T., Takoi, K., and Ito, K. 2002. A high quality malting barley variety released from Australian-Japanese collaboration. *Journal of Institute Brewing*. 108(1): 204-214.

19- Robrta, M. D. Sa. and Palmer, G. H. 2004. Assessment of enzymatic endosperm modification of malting barley using individual grain analyses. *Journal of Institute of Brewing*, 110(1): 43-50.



شکل 6- تأثیر فرآیند مالت‌سازی بر راندمان عصاره‌ی آب سرد

#### 4- نتیجه‌گیری

فرآیند مالت‌سازی، باعث کاهش وزن هزار دانه، دانسیته‌ی توده‌ای و دانسیته‌ی ذره‌ای گردید ولی میزان پروتئین، فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز و راندمان عصاره‌ی آب سرد افزایش پیدا کرد. واریته‌ی یوسف از واریته‌ی صحرا که از پرمصرف‌ترین مواد اولیه در تهیه‌ی مالت کشور می‌باشد، به دلیل داشتن میزان فعالیت بالای آنزیم بتاگلوکاناز، وزن هزار دانه، راندمان مالت‌سازی جهت تولید مالت مناسب‌تر می‌باشد.

#### 5- منابع

1- آقاچانی، م، کدیور، م، کاشانی نژاد، م. و حسینی، ح، 1388. بررسی اثر فرآیند مالت‌سازی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی دو رقم جو صحرا و دشت، *مجله‌ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، 13(48): 219-229.

2- حسینی قابوس، س. ح. 1383. بررسی کیفیت مالتینگ ارقام و لاین‌های جوی استان گلستان. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده‌ی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

3- رضوی، م. ع. و اکبری، ر. 1385. *خواص بیوفیزیک محصولات کشاورزی و مواد غذایی*. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ اول، ص 304.

4- کشیری، م. 1387. بررسی کیفیت مالت جو، گندم و تریتیکاله و اثر اختلاط غلات کمکی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی عصاره‌ی تولیدی. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

5- Agu, R. C., and Palmer, G.H. 1998. Some relationships between the protein nitrogen of barley and the production of amylolytic enzyme during

- 20-Tian, B., Xie, B., Shi, J., Wua, J., Cai, Y., Xu, T., Xue, S., Deng, Q. 2010. Physicochemical changes of oat seeds during germination. *Journal of Food Chemistry* 119.1195–1200.
- 21- USDA. 2010. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. Office of Global Analysis . International Production Assessment Division. Washington, DC, USA.
- 22- Wang, J. and G. Zhang, Chen, J., Wu, F. 2004. "The changes of  $\beta$ -glucan content and  $\beta$ -glucanase activity in barley before and after malting and their relationships to malt qualities." *Food Chemistry* 86: 223-228.
23. Wijngaard, H. H. Ulmer, H. M. Neumann, M., and Arendt, E. K. 2005. The effect of steeping on the final malt quality of buckwheat. *Journal of the Institute of Brewing*. 111(3), 275-281.