

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

فاطمه عرب عامریان^{1*}، امیرحسین الهامی‌راد²، علی رضا قدس ولی³، محمد آرمین⁴

¹ دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، 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، گرگان، ایران
⁴ 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 اندازه‌گیری 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

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

1-2- 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 کج‌جدال (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 سانتریفوژ (HERMLE Z323K، آلمان).

2-2- روش‌ها

1-2-2- 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 سانتی‌گراد و سختی حدود 250 پی.پی.ام تا رسیدن به میزان رطوبت نهایی 46-42 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 سانتی‌گراد تنظیم گردید (5). در نهایت، نمونه‌ها در دمای 55-65 درجه‌ی سانتی‌گراد برای مدت 24-48 ساعت خشک گردید و سپس ریشه‌چه‌های آن‌ها به روش سایشی و با الک کردن

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 تجزیه‌کننده نشاسته است (17) و از آن در صنعت برای تولید محصولاتی نظیر شیرینی‌ها، بیسکویت، محصولات نانوایی، 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). دانسیته‌ی توده‌ای دانه‌ها به علت این که بر مقاومت در برابر جریان هوا توده‌ی ذخیره شده تأثیر می‌گذارد در طراحی سیستم‌های خشک‌کن و هوادهی به کار می‌رود و دانسیته‌ی ذره‌ای بر میزان انتقال انرژی، جرم و رطوبت در طول هوادهی و خشک کردن تأثیر دارد (5). در ارتباط با تأثیر فرآیند مالت‌سازی بر دانسیته‌ی ذره‌ای، کشیری (1387) بیان نمود که دانسیته‌ی دانه‌ها در طی فرآیند مالت‌سازی 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، مهم‌ترین آنزیم تجزیه‌کننده‌ی 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).

اندازه گیری آنزیم با استفاده از کیت های تجاری شرکت Megazyme Ltd.Ireland و با استفاده از روش مک کلیری و شامیر و با استفاده از معادله ی 4 تعیین شد (16).

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

در معادله ی فوق $M=630$, $C=4$, Y =فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز (U/kg) و X =میزان جذب محلول آزمایش در 590 نانومتر می باشد.

2-2-7- راندمان استخراج با آب سرد

25 گرم مالت آسیابی نرم، توزین و به بشر حاوی 500 میلی لیتر آب مقطر 20 درجه ی سانتی گراد اضافه گردید. مخلوط 2/5 ساعت در دمای 20 درجه ی سانتی گراد نگه داری شد به طوری که هر 20 دقیقه، یک بار هم زده شد سپس خیسانده ی مالت با استفاده از کاغذ واتمن شماره ی 1 و به کمک پمپ خلأ صاف گردید. وزن مخصوص مایع آبکی حاصل از عملیات صاف کردن خیسانده ی مالت به کمک پیکنومتر اندازه گیری شد و سپس با مراجعه به جدول پلاتو بریکس عصاره ی آب سرد تعیین گردید و در نهایت از معادله ی (5) درصد بازدهی عصاره ی 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 عصاره ی آب سرد بر اساس ماده ی 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 مقایسه ی میانگین داده ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح آماری 5 درصد انجام گردید.

3- نتایج و بحث

داده های میانگین مربعات مربوط به تأثیر نمونه بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی دانه ها و مالت های تهیه شده در جدول 1 آورده شده است. تمامی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی مورد اندازه گیری در

جدا گردید. در پایان، در مورد دانه های جو اولیه و مالت حاصل از آن ها آزمایش ها به صورت زیر انجام و مقایسه صورت گرفت.

2-2-2- وزن هزار دانه

برای اندازه گیری وزن هزار دانه، تعداد 1000 دانه به طور تصادفی انتخاب و توزین گردید و نتیجه بر حسب گرم گزارش شد.

2-2-3- دانسیته توده ای

برای اندازه گیری دانسیته ی توده ای (ρ_b) از ظرفی با حجم و جرم مشخص استفاده گردید. به این صورت که نمونه ها توسط قیفی که دهانه ی آن در ارتفاع 150 میلی متری از لبه ی استوانه واقع شده، به درون استوانه ریخته شد. سپس اضافه نمونه ها با حرکات زیگزاگی یک میله شیشه ای جدا گردید. پس از اندازه گیری وزن دانه ها (m_b)، دانسیته ی توده ای به کمک معادله ی (1) محاسبه شد (14).

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

2-2-4- دانسیته ی ذره ای

با استفاده از پیکنومتر و بر اساس قانون جابه جایی سیال (تولون) حجم 10 دانه ی توزین شده (m_k) در دمای 20 درجه ی سانتی گراد محاسبه شد و سپس از معادله ی (2) دانسیته ی ذره ای (ρ_k) تعیین گردید (3).

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

2-2-5- میزان پروتئین

مقدار ازت در دانه ی جو و مالت با استفاده از دستگاه کج لیدال تمام اتوماتیک اندازه گیری شد که شامل سه مرحله ی هضم، تقطیر و تیتراسیون بود. پس از تیتراسیون مقدار ازت با استفاده از معادله ی (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

واریته‌ی صحرا بیش تر بود. از آن جا که دانسیته‌ی توده‌ای تحت تأثیر همزمان وزن و حجم قرار دارد (8)، به علت کاهش وزن و افزایش حجم دانه، طی فرآیند مالت‌سازی مقدارش در هر دو

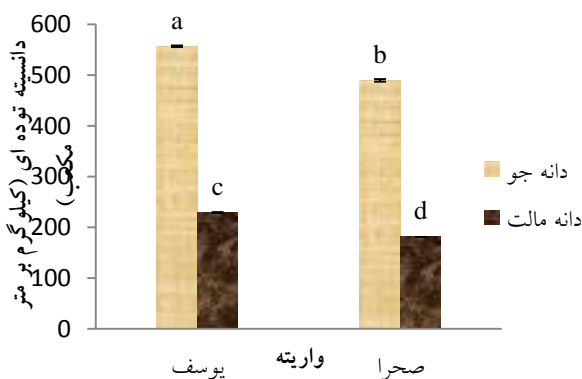
این آزمایش، تحت تأثیر بسیار معنی‌دار ($P < 0/01$) نوع نمونه هستند.

جدول 1- تجزیه‌ی واریانس (میانگین مربعات) تأثیر نمونه بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی دانه‌ها و مالت‌های حاصل از آن‌ها

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

** اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد

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



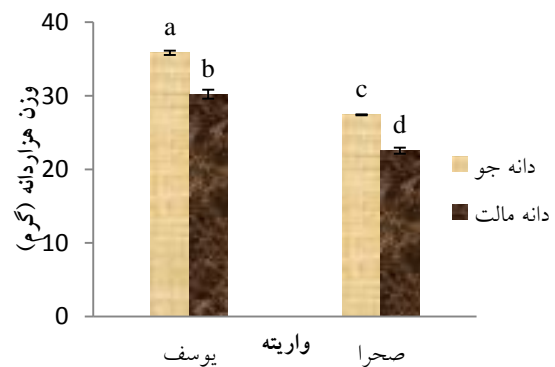
شکل 2- تأثیر فرآیند مالت‌سازی بر دانسیته‌ی توده‌ای

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).

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).

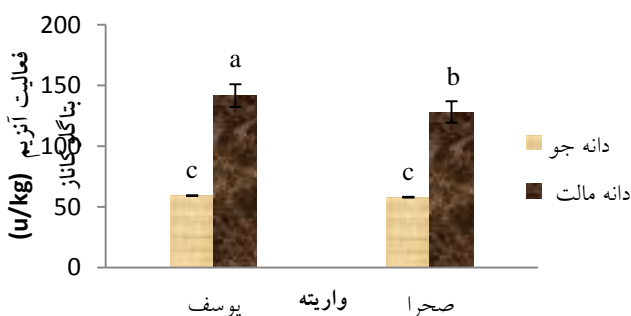


شکل 1- تأثیر فرآیند مالت‌سازی بر وزن هزاردانه

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 متر مکعب) بود که 13/68 درصد از دانسیته‌ی ذره‌ای دانه جو

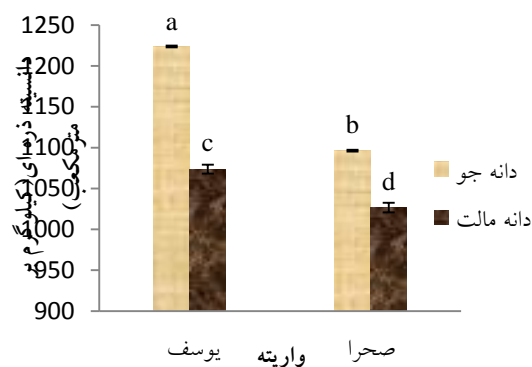
بنابراین، مقادیر پائین بتاگلوکان جهت تولید نوشابه‌های مالتی ترجیح داده می‌شود. زمانی که بتاگلوکان موجود در عصاره‌ی دانه‌ی جو، مورد حمله‌ی آنزیم بتاگلوکاناز قرار گیرد، ویسکوزیته‌ی محصول به سرعت کاهش یافته که در این مورد، رابطه‌ی خطی با زمان وجود دارد (22). شکل 5، نشان می‌دهد که مالت‌سازی، باعث افزایش میزان فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز شد. بیش‌ترین فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز مربوط به مالت حاصل از واریته‌ی یوسف بود که نسبت به جو اولیه‌ی خود از لحاظ فعالیت آنزیم، 139/08 درصد بیش‌تر 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

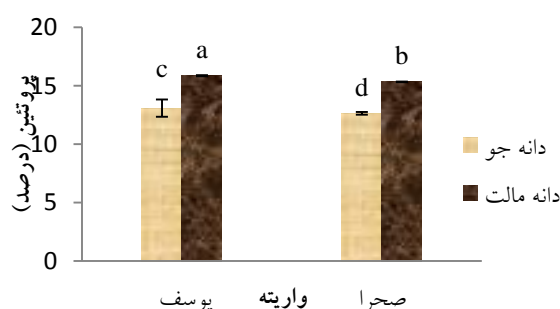
مقایسه‌ی میانگین داده‌ها (شکل 6) نشان داد که مالت‌سازی به علت تغییرات آندوسپرم دانه و حلالیت پروتئین‌های محلول در آب (23) باعث افزایش راندمان عصاره‌ی آب سرد شد. میزان عصاره‌ی آب سرد مالت حاصل از واریته‌ی صحرا بیشینه‌ی راندمان عصاره‌ی آب سرد (16/4 درصد) و دانه‌ی جو واریته‌ی یوسف کمینه‌ی راندمان عصاره‌ی 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 3- تأثیر فرآیند مالت‌سازی بر دانسیته‌ی ذره‌ای

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 بیش‌تر 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 بیش‌تری 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.

فیزیکوشیمیایی عصاره‌ی تولیدی. پایان نامه‌ی 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 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. *Cereal 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.

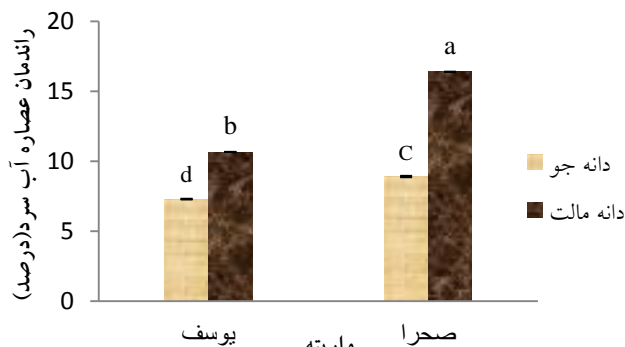
15- Kent, N. L. And Evers, A. D. 1994. *Technology of cereal*. 4th Edition, Wood head publishing, Cambridge, England, pp. 218-224.

16- McCleary, B. V. And Shameer. I. 1987. Assay of β -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

شکل فعال خود در می‌آیند که به آسانی می‌توانند این ترکیبات بزرگ را تجزیه نمایند (5).



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. وارپته‌ی یوسف از وارپته‌ی 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- آقاجانی، 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. پایان نامه‌ی 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

- 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.
- 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 β -glucan content and β -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.