بررسی تأثیر مدت زمان جوانه‌زنی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی مالت حاصل از دو واریته جو استان گلستان

فاطمه عرب عامریان[1*]، امیرحسین الهامی‌راد[2]، علی رضا قدس ولی[3]، محمد آرمین[4]

[1] دانش آموخته 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: ۱۳۹۱/۷/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۹/۱۴

چکیده

مالت‌سازی یک روش پیچیده بیوتکنولوژی است که شامل مراحل خیساندن، جوانه‌زنی و خشک‌کردن مالت جوانه‌زده در شرایط کنترل شده دما و رطوبت می‌باشد. در این تحقیق اثر مدت زمان جوانه‌زنی روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی مالت تهیه شده از واریته‌های جو (صحرا و یوسف) که شامل راندمان مالت‌سازی، دانسیته توده‌ای، وزن هزار دانه، فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز و راندمان عصاره آب سرد با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایشات فاکتوریل ۳×۲ با دو سطح واریته جو و سه سطح مدت زمان جوانه‌زنی (۲، ۴ و ۶ روز)، در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که راندمان مالت‌سازی در واریته یوسف، ۲/۸۵ درصد بیشتر از واریته صحرا بود و با افزایش مدت زمان جوانه‌زنی از ۲ تا ۶ روز راندمان مالت‌سازی به طور معنی‌داری در حدود ۵/۸۸ درصد کاهش یافت. با افزایش مدت زمان جوانه‌زنی دانسیته توده‌ای و وزن هزار دانه کاهش و فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز و راندمان عصاره آب سرد افزایش یافت. بیشینه فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز در واریته یوسف و ۴ روز جوانه‌زنی مشاهده شد و بیشترین میزان راندمان عصاره آب سرد با میانگین ۱۶/۳۹ درصد مربوط به واریته صحرا با ۶ روز جوانه‌زنی بود.

واژه‌های کلیدی: خصوصیات فیزیکوشیمیایی، مالت، زمان جوانه‌زنی، آنزیم بتاگلوکاناز.

[*] مسوول مکاتبات: amerif65@yahoo.com

۱- مقدمه

جو از جمله محصولات زراعی استراتژیک و مورد حمایت سیاست‌های نوین کشاورزی و جزو نباتات علوفه‌ای کشور می‌باشد، محققین و مراکز تحقیقات بین‌المللی علاوه بر کیفیت علوفه‌ای به کیفیت مالت تولیدی از ارقام جو نیز توجه خاص دارند و در سال‌های اخیر در ایران این موضوع مورد توجه خاصی قرار گرفته است (۳). میزان تولید جو در کشور در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ حدود ۳/۴۵ میلیون تن بوده است که استان خراسان رضوی با ۱۶/۶۸ درصد از تولید جو کشور، مقام نخست را به خود اختصاص داده است و استان‌های کرمانشاه، همدان، اصفهان، گلستان، و تهران به ترتیب با ۸/۷۴، ۷/۷۲، ۵/۶۲، ۵/۴۷ و ۵/۳۲ درصد از کل تولید جو کشور مقام‌های دوم تا ششم را دارا هستند(۱). مالت‌سازی یک روش پیچیده بیوتکنولوژی است که شامل مراحل خیساندن، جوانه‌زنی، خشک‌کردن و پروردن مالت جوانه‌زده در شرایط کنترل شده دما و رطوبت می‌باشد(۱۵) و مهم‌ترین هدف آن سنتز آنزیم‌های هیدرولیتیک و تجزیه دیواره سلولی، پروتئین و نشاسته آندوسپرم می‌باشد که منجر به افزایش تردی و شکنندگی مطلوب دانه می‌گردد (۹). در مرحله‌ی جوانه‌زنی با تنفس سلولی در دانه‌ها حدود ۷/۵-۶/۵ درصد از مواد متشکله‌ی دانه از بین می‌رود و در حدود ۴-۳/۵ درصد به صورت ریشه‌چه و جوانه حذف می‌شود (۷). 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 بنابراین توجه به این ویژگی و تعیین آن نقش مهمی در صنعت فرآوری غلات دارد (۵). آنزیم β-گلوکانازدر طی مالت‌سازی تولید شده، دیواره‌های سلولی را به β-دکسترین محلول با وزن مولکولی پائین هیدرولیز می‌نماید (۱۴). بازدهی استخراج عصاره آب سرد یکی از معیارهای ارزیابی کیفیت مالت است که به منظور جلوگیری از فعالیت آنزیم‌ها در شرایط قلیایی ضعیف و در دمای۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام می‌گیرد و بیانگر ترکیباتی است که در مرحله جوانه‌زنی به صورت محلول در آمده است (۱۱).

تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر مدت زمان جوانه‌زنی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی مالت انجام گردید.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

نمونه‌های جو (واریته صحرا و یوسف) از ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد کاووس تهیه و جهت انجام آزمایشات به آزمایشگاه بخش تحقیقات فنی مهندسی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان منتقل شدند. مواد شیمیایی تولوئن، اسید سولفوریک، هیدروکسید سدیم و سولفات مس از شرکت مرک آلمان و کیت اندازه‌گیری بتاگلوکاناز از شرکت مگازایم ایرلند تهیه شد.

۲-۲- تهیه مالت

پس از تمیز نمودن و بوجاری دانه‌ها توسط الک و به صورت دستی، در این مرحله هر یک از ارقام جوی صحرا و یوسف بعد از توزین شدن به طور جداگانه تحت فرآیند خیساندن قرار گرفتند. جوهای مورد نظر جهت جذب مقدار مطلوب آب و رسیدن به رطوبت ۴۶-۴۲ درصد، در داخل ظروف حاوی حجم معینی آب با دمای محیط برای ۴۸ ساعت غوطه‌ور شدند سپس در مرحله‌ی بعدی دانه‌های خیسانده شده به سه قسمت مساوی توزین و به داخل ژرمیناتور جهت طی شدن مدت زمان لازم ۲، ۴ و ۶ روز برای جوانه‌زنی منتقل و دمای ژرمیناتور در حدود ۲۰-۱۷ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید (۵) و در نهایت نمونه‌ها در دمای ۶۵-۵۵ درجه‌ی سانتی‌گراد برای مدت ۴۸-۲۴ ساعت خشک گردید و سپس ریشه‌چه‌های آن‌ها به روش سایشی و با الک کردن جدا گردید (۱۲).

۲-۳- راندمان مالت‌سازی

راندمان مالت سازی با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ و با استفاده از معادله (۱) به دست آمد.

$$\frac{\text{وزن دانه‌های مالت حاصله}}{\text{وزن دانه‌های جو اولیه}} \times 100 \qquad (۱)$$

۲-٤- دانسیته توده‌ای

برای اندازه‌گیری دانسیته توده‌ای (ρ_b) از ظرفی با حجم و جرم مشخص استفاده گردید. به این صورت که نمونه‌ها توسط قیفی که دهانه آن در ارتفاع ۱۵۰ 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 (m_b)، دانسیته توده‌ای به کمک معادله(۲) محاسبه شد(۲).

$$\rho_b = \frac{m_b}{V_b} \quad (۲)$$

۲-۵- وزن هزار دانه

برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه، تعداد ۱۰۰۰ دانه به طور تصادفی انتخاب و توزین گردید و نتیجه بر حسب گرم گزارش شد (۴).

۲-۶- فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز

اندازه‌گیری آنزیم با استفاده از کیت‌های تجاری شرکت Megazyme Itd.Ireland و با استفاده از روشMcCleary و Shameer (۱۹۸۷) و با استفاده از معادله ۳ تعیین شد که بیان فعالیت آنزیمی به صورت واحد بر کیلوگرم مالت$\left(U/Kg\right)$ می‌باشد.

$$Y = MX + C \quad (۳)$$

در معادله (۳) M=۶۳۰، C=۴ و X= میزان جذب محلول آزمایش در ۵۹۰ نانومتر می‌باشد (۱۶).

۲-۷- راندمان عصاره آب سرد

۲۵ گرم مالت آسیابی نرم توزین و به بشر حاوی ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر ۲۰ درجه سانتی‌گراد اضافه گردید. مخلوط ۲/۵ ساعت در دمای۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد به طوری که هر ۲۰ دقیقه، یک بار هم زده شد سپس خیسانده مالت با استفاده از کاغذ واتمن شماره ۱ و به کمک پمپ خلأ صاف گردید. وزن مخصوص مایع آبکی حاصل از عملیات صاف کردن خیسانده مالت به کمک پیکنومتر اندازه‌گیری شد و سپس با مراجعه به جدول پلاتو بریکس عصاره آب سرد تعیین گردید و در نهایت از معادله (۴) درصد بازدهی عصاره آب سرد محاسبه شد (۸).

$$E = \frac{(800+M)\mathrm{P}}{100-P} \quad (۴)$$

E، M و P به ترتیب برابر است با درصد بازدهی استخراج عصاره آب سرد بر اساس ماده خشک، درصد رطوبت در مالت و مواد جامد محلول کل در ۱۰۰ گرم عصاره با استفاده از جدول پلاتو.

۲-۸- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایشات فاکتوریل ۳×۲ با دو سطح لاین جو و سه سطح زمان جوانه‌زنی، در سه تکرار انجام گردید. از نرم افزار SAS برای تجزیه و تحلیل اطلاعات و از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد برای مقایسه‌ی میانگین داده‌ها استفاده شد..

۳- نتایج و بحث

میانگین مربعات مربوط به تأثیر تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های مورد اندازه‌گیری، در جدول ۱ آورده شده است.

جدول۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مالت

منابع تغییرات	میانگین مربعات				
	راندمان مالت‌سازی	دانسیته توده‌ای	وزن هزار دانه	فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز	راندمان عصاره آب سرد
واریته	۲۶/۷۴**	۸۶۵۲/۷۰**	۳۰/۷۰**	۷۵۰۵۱**	۶۵/۰۶**
زمان جوانه‌زنی	۴۱/۸۱**	۱۲۵۱/۶۵**	۶/۳۱**	۷۰۹۳۹/۱۸**	۵۵/۱۰**
واریته × زمان جوانه‌زنی	۰/۴۳^{ns}	۶۸/۵۵**	۰/۴۳^{ns}	۷۷۴۰۸/۱۶**	۱۰/۲۲**

ns بدون معنی و *،** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول۲- تأثیر واریته جو بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مالت‌های حاصل

تیمار آزمایش	راندمان مالت‌سازی (درصد)	دانسیته توده‌ای (کیلوگرم بر مترمکعب)	وزن هزار دانه (گرم)	فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز (U/Kg)	راندمان عصاره آب سرد (درصد)
واریته یوسف	۸۷/۹۱±۲/۰۷^{a}	۲۴۱/۳۸±۹/۹۵ ^{a}	۳۱/۶۱± ۱/۱۳ ^{a}	۲۳۳/۷۱±۱۹۰ ^{a}	۸/۹۹± ۱/۴۶ ^{b}
واریته صحرا	۸۵/۴۷± ۲/۵۴^{b}	۱۹۷/۵۴±۱۵/۲۳ ^{b}	۲۳/۴۴±۰/۸۱ ^{b}	۱۰۴/۵۶±۳۲/۵۲ ^{b}	۱۲/۷۹± ۳/۶۶ ^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌دار ندارند. نتایج عبارت است از: میانگین ۳ تکرار± SD

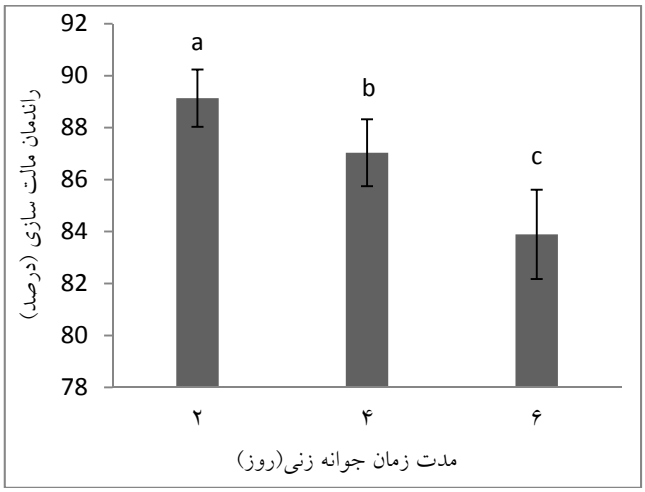
جدول۳- اثر متقابل واریته جو و زمان جوانه‌زنی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مالت های حاصل

تیمار آزمایش	راندمان مالت‌سازی (درصد)	دانسیته توده‌ای (کیلوگرم بر مترمکعب)	وزن هزار دانه (گرم)	فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز (U/Kg)	راندمان عصاره آب سرد (درصد)
واریته یوسف × ۲ روز جوانه‌زنی	۹۰/۱۴ ± ۰/۰۵ [a]	۲۵۲/۰۹±۰/۸۳ [a]	۳۲/۴۱± ۰/۲۸ [d]	۸۷/۱۵± ۶/۸۰ [de]	۷/۲۹ ±۰/۰۱ [f]
واریته یوسف× ۴ روز جوانه‌زنی	۸۸/۱۶± ۰/۰۴۷ [b]	۲۴۲/۷۹±۰/۶۴ [a]	۳۲/۲۱ ± ۰/۵۲ [a]	۴۸۵/۸۵± ۹/۴۳ [a]	۸/۹۹ ±۰/۰۱ [d]
واریته یوسف × ۶ روز جوانه‌زنی	۸۵/۵۷ ± ۰/۱۳ [c]	۲۲۹/۲۸±۰/۴۳ [b]	۳۰/۲۲± ۰/۶۱ [b]	۱۲۸/۱۲± ۸/۲۶ [c]	۱۰/۶۷ ± ۰/۰۰ [c]
واریته صحرا × ۲ روز جوانه‌زنی	۸۸/۱۶ ±۰/۰۲ [b]	۲۱۶/۰۹±۱/۱۱ [c]	۲۴/۳۰± ۰/۲۱ [d]	۷۳/۵۸± ۵/۷۳ [e]	۸/۱۲۹ ± ۰/۰۰ [e]
واریته صحرا × ۴ روز جوانه‌زنی	۸۵/۹۰ ±۰/۵۸ [b]	۱۹۵/۵۲±۱/۲۸۵ [cd]	۲۳/۴۷ ±۰/۲۰ [d]	۹۴/۹۸± ۵/۱۷ [d]	۱۳/۸۵ ± ۰/۰۰ [b]
واریته صحرا × ۶ روز جوانه‌زنی	۸۲/۳۷ ±۰/۱۸ [d]	۱۸۱/۰۶±۰/۱۱ [d]	۲۲/۵۴ ±۰/۲۳ [c]	۱۴۵/۱۵± ۸/۹۵ [b]	۱۶/۳۹± ۰/۰۱ [a]

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌دار ندارند. نتایج عبارت است از: میانگین ۳ تکرار± SD

برای مشخص کردن راندمان مالت‌سازی، ابتدا باید وزن جو خشک مصرف شده و وزن مالت حاصل از آن را تعیین نمود و با مقایسه این دو، راندمان عمل مشخص می‌گردد (۳). جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) دلالت بر وجود اختلاف آماری معنی‌داری بین دو واریته مورد مطالعه از نظر راندمان مالت‌سازی دارد (P<۰/۰۱). آنالیز واریانس داده‌های به دست آمده (جدول ۲) حاکی از آن بود که راندمان مالت‌سازی در واریته یوسف به طور معنی‌داری، ۲/۸۵ درصد بیشتر از واریته صحرا بود.

مدت زمان جوانه‌زنی بر راندمان مالت‌سازی تأثیر کاملاً معنی‌دار (P<۰/۰۱) دارد (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون دانکن (شکل ۱) نشان داد که ۲ روز جوانه‌زنی با میانگین ۸۹/۱۳ درصد، بیشترین راندمان مالت‌سازی را داشت و با افزایش مدت زمان جوانه‌زنی از ۲ تا ۶ روز راندمان مالت‌سازی به طور معنی‌داری در حدود ۵/۸۸ درصد کاهش یافت. دلیل کاهش راندمان مالت‌سازی در طول جوانه‌زنی را می‌توان به مصرف بیشتر ترکیبات تغذیه‌ای و رشد گیاهچه و ریشه‌چه در طی مرحله جوانه‌زنی نسبت داد. نتایج این تحقیق با نتایج تیان و همکاران (۲۰۱۰) و همچنین کلاور و همکاران (۲۰۱۰) که به ترتیب تغییرات فیزیکوشیمیایی دانه جوی دوسر و سورگوم را در طی مرحله جوانه‌زنی مورد بررسی قرار دادند مطابقت داشت (۱۰ و ۱۸). جدول (۱) نشان داد که اثر متقابل واریته و زمان جوانه‌زنی بر راندمان مالت‌سازی معنی‌دار (P>۰/۰۵) نبود. نتایج مقایسه میانگین تیمارها (جدول ۳) بیانگر بود که کم‌ترین راندمان مالت‌سازی به واریته صحرا و ۶ روز جوانه‌زنی با میانگین ۸۲/۳۷ درصد و بیشترین



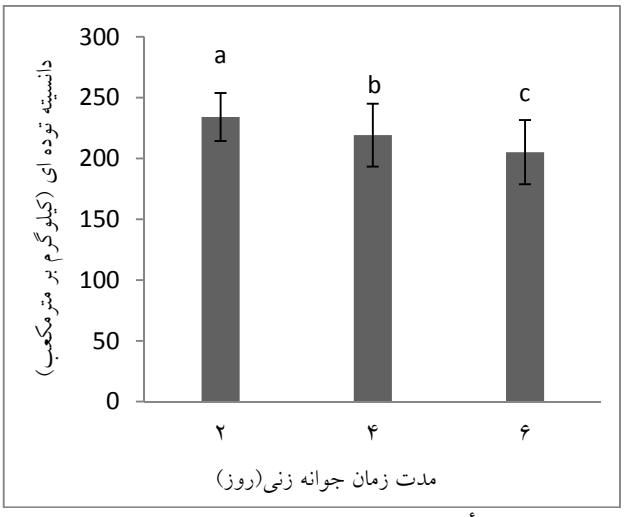
شکل ۱- تأثیر مدت زمان جوانه‌زنی بر راندمان مالت‌سازی

راندمان مالت‌سازی مربوط به واریته یوسف و ۲ روز جوانه‌زنی با میانگین ۹۰/۱۴ درصد اختصاص دارد.

۳-۲- دانسیته توده‌ای

تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده (جدول ۱) نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری بین دو واریته مورد مطالعه از نظر دانسیته توده‌ای مالت وجود دارد (P<۰/۰۱). نتایج مقایسه میانگین تیمارها که به روش آزمون دانکن (جدول ۲) انجام گرفت حاکی از آن بود که مالت حاصل از واریته یوسف از نظر دانسیته توده‌ای در حدود ۲۲/۱۹ درصد بیشتر از مالت حاصل از واریته صحرا می‌باشد. آنالیز واریانس داده‌های حاصل برای دانسیته توده‌ای با زمان‌های جوانه‌زنی مختلف نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین اثر تیمارها وجود داشت (P <۰/۰۱). مقایسه میانگین داده‌ها (شکل۲) دلالت بر کاهش دانسیته توده‌ای با افزایش مدت زمان

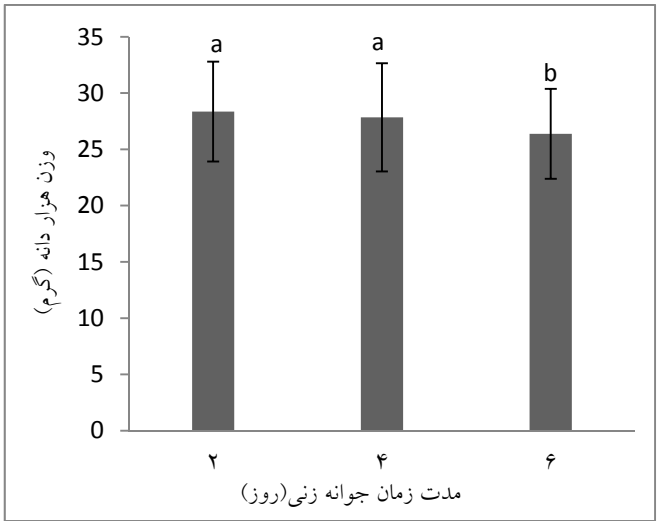
جوانه‌زنی دارد علت این کاهش را می‌توان به کاهش وزن و افزایش حجم دانه طی فرآیند مالت‌سازی نسبت داد. نتایج تجزیه واریانس دانسیته توده‌ای مالت در مقابل واریته و زمان جوانه‌زنی (جدول ۱) نشان داد بین اثر تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P< ۰/۰۱). جدول (۳) نشان داد که دانسیته توده‌ای در واریته یوسف با ۲ روز جوانه‌زنی و در واریته صحرا با ۶ روز جوانه‌زنی به ترتیب بیشینه و کمینه بود.



شکل ۲- تأثیر مدت زمان جوانه‌زنی بر دانسیته توده‌ای

۳-۳- وزن هزار دانه

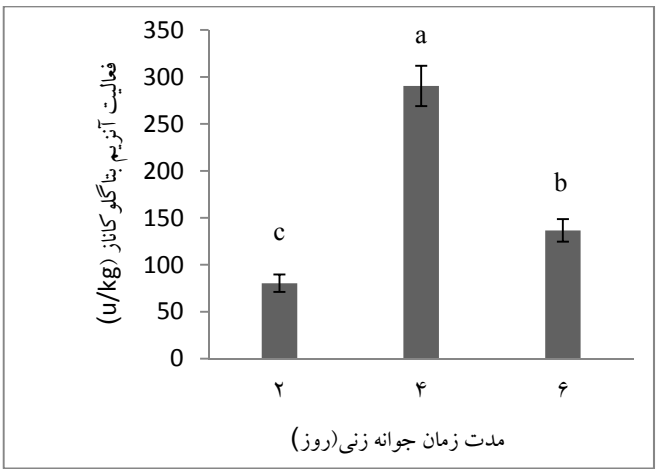
تجزیه واریانس طرح کاملاً تصادفی داده‌های بدست آمده (جدول ۱) حاکی از آن بود که اختلاف آماری معنی‌داری (P<۰/۰۱) بین دو واریته مورد مطالعه از نظر وزن هزار دانه وجود دارد. به طوری که مالت حاصل از واریته یوسف از لحاظ وزن هزار دانه ۳۴/۸۵ درصد بیشتر از واریته صحرا می‌باشد. آنالیز واریانس داده‌های به دست آمده برای وزن هزار دانه با مدت زمان جوانه‌زنی مختلف نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین اثر تیمارها وجود دارد (P<۰/۰۱). مقایسه میانگین داده‌ها دلالت بر وجود اختلاف معنی‌دار بین وزن هزار دانه با تیمارهای (روزهای) مختلف جوانه‌زنی داشت (شکل ۳). ۲ روز جوانه‌زنی دارای بیشینه میزان وزن هزار دانه (۲۸/۳۶ درصد) بود که وزن هزار دانه آن اختلاف معنی‌داری با مالت حاصل از ۴ روز جوانه‌زنی نداشت و کمینه وزن هزار دانه (۲۶/۳۸ درصد) مربوط به ۶ روز جوانه‌زنی بود. علت کاهش وزن هزار دانه مالت طی مرحله جوانه‌زنی به دلیل مصرف ترکیبات تغذیه‌ای جهت رشد گیاهچه و ریشه‌چه است (۱۹). جدول تجزیه واریانس وزن هزار دانه مالت در مقابل واریته و مدت زمان جوانه‌زنی نشان داد که بین اثر تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (P> ۰/۰۵).



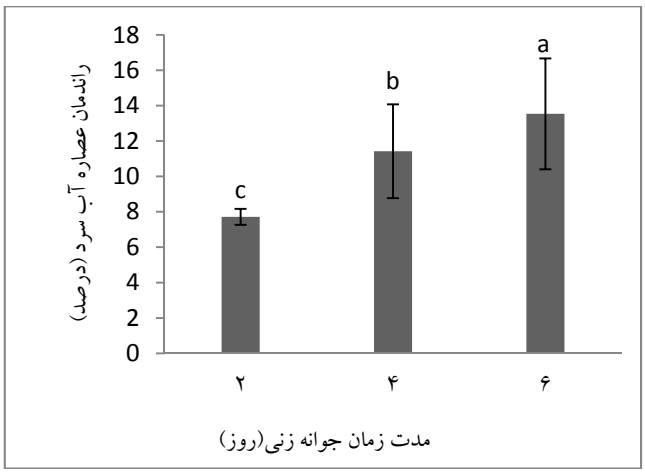
شکل ۳- تأثیر مدت زمان جوانه‌زنی بر وزن هزار دانه

۳-٤- فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز

تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده دلالت بر اختلاف آماری معنی‌داری بین دو واریته مورد مطالعه از نظر فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز دارد (P<۰/۰۱). همان‌طور که جدول ۲ نشان داد واریته یوسف از نظر فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز عصاره اختلاف آماری معنی‌داری با واریته صحرا دارد و حدود ۱۲۳/۵درصد بیشتر از آن بود. نتایج مقایسه میانگین تیمارها که به روش آزمون دانکن انجام گرفت نشان داد که بین مدت زمان جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۱) وجود دارد. مقایسه میانگین داده‌ها (شکل ۴) بیانگر بود که با افزایش زمان جوانه‌زنی از ۲ به ۴ روز فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز افزایش یافت که نتایج این بخش با نتایج دیدواوف وهمکاران (۲۰۱۰) و همچنین ریمستن و همکاران (۲۰۰۲) که بیان نموده بودند که با افزایش مدت زمان جوانه‌زنی فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز افزایش پیدا می‌کند مطابقت داشت (۱۳ و۱۷) و با افزایش مدت زمان جوانه‌زنی از ۴ به ۶ روز میزان فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز کاهش یافت که احتمالاً این امر به علت کاهش سوبسترای مصرفی توسط آنزیم بتاگلوکاناز می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز در مقابل واریته و مدت زمان جوانه‌زنی نشان داد بین اثر تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود دارد(P<۰/۰۱). تجزیه واریانس طرح کاملاً تصادفی



شکل ٤- تأثیر مدت زمان جوانه‌زنی بر فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز



شکل ٥- تأثیر مدت زمان جوانه‌زنی بر راندمان عصاره آب سرد

تیمارها (جدول ۳)، حاکی از آن بود که بیشترین فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز مربوط به واریته یوسف با ۴ روز جوانه‌زنی و کمینه فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز مربوط به واریته صحرا با ۲ روز جوانه‌زنی می‌باشد.

۳-۵- راندمان عصاره آب سرد

جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری بین دو واریته مورد مطالعه از نظر راندمان عصاره آب سرد مالت وجود دارد ($P<0/01$). مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲) بیانگر این بود که بیشترین راندمان عصاره آب سرد مربوط به واریته صحرا و میزان آن ۴۲/۲۷ درصد بیشتر از واریته یوسف می‌باشد. آنالیز واریانس داده‌های حاصل از تأثیر مدت زمان جوانه‌زنی بر راندمان عصاره آب سرد نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین اثر تیمارها وجود دارد ($P< 0/01$). همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود با افزایش زمان جوانه‌زنی راندمان عصاره آب سرد افزایش یافته است به طوری که بیشترین میزان راندمان عصاره آب سرد با میانگین ۱۳/۵۳ درصد مربوط به روز ششم جوانه‌زنی بود علت این افزایش را می‌توان ناشی از تغییرات آندوسپرم دانه و حلالیت پروتئین‌های محلول در آب دانست (۱۹). نتایج تجزیه واریانس راندمان عصاره آب سرد مالت در مقابل واریته و زمان جوانه‌زنی دلالت بر اختلاف معنی‌داری بین تیمارها دارد ($P<0/01$). نتایج مقایسه میانگین تیمارها (جدول۳) که به روش آزمون دانکن انجام گرفت، نشان داد که بیشترین راندمان عصاره آب سرد مالت مربوط به واریته صحرا با ۶ روز جوانه‌زنی بود و کم‌ترین مقدار مربوط به واریته یوسف با ۲ روز جوانه‌زنی بود.

٤- نتیجه‌گیری

راندمان مالت‌سازی، دانسیته توده‌ای، فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز و وزن هزار دانه در واریته یوسف نسبت به واریته صحرا بیشتر بود در حالیکه واریته صحرا از نظر راندمان عصاره آب سرد نسبت به واریته یوسف برتری داشت. افزایش مدت زمان جوانه‌زنی منجر به کاهش راندمان مالت‌سازی، دانسیته توده‌ای و وزن هزار دانه و افزایش فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز و راندمان عصاره آب سرد گردید. بیشینه فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز به واریته یوسف با ۴ روز جوانه‌زنی اختصاص داشت.

٥- منابع

۱- آمارنامه کشاورزی، ۱۳۸۹. دفتر آمار و فناوری اطلاعات، وزارت جهاد کشاورزی. جلد اول:محصولات زراعی. ۱۳۶ صفحه.

۲- رضوی، م. ع. و اکبری، ر. ۱۳۸۵. *خواص بیوفیزیک محصولات کشاورزی و مواد غذایی*. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ اول، ص ۳۰۴.

۳- قدس‌ولی، ع. ۱۳۷۵. 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، ۴۳، ۷۴-۲۰-۱۱۷.

۴- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۲. غلات و فرآورده‌های آن -جو -ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. استاندارد شماره ۴۷.

5- Agu, R. C and palmer, G. H. 2003. Pattern of nitrogen distribution in barley grains grown in the field. *Journal of the Institute of Brewing*, 109, 110-113.
6- AOAC. 2008. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, Vol. II. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.
7- Briggs, D. E. 1998. *Malt and malting*. Blackie academic and profession. London, 79 p.
8- 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.
9- Celuse, I., Brijs, K., and Delcour, A. 2006. The effect of malting and mashing on barley protein extractability. *Journal of Cereal Science*. 44(2):203-211.
10- Claver, I. P., Zhang, H., Li, Q., Zhou, H., And Zhu, K. 2010. Optimized Conditions of Steeping and Germination and Their Effect on Sorghum [*Sorghum bicolor (L.) Moench*] Composition. *Journal of Nutrition* 9 (7): 686-695.
11- Cook, A. H. 1962. Barley and malting biology, biochemistry, technology. Academic Press, New York and London, 743 p.
12- Cunniff, P.1997. Official Method of Analysis of AOAC International. 16 th Ed., Vol. 2, cha. 27, pp. 21-36.
13- Dziedzoave, N.T., Graffham, A.J., Westby, A., Komlaga, G. 2010. Comparative assessment of amylolytic and cellulolytic enzyme activity of malts prepared from tropical cereals. *Food Control* 21, 1349–1353.
14- Home, S., Stenholm, K., Wilhelmson, A. And Autio, K. 1998. Properties of starch and cell wall components and their effects on processing. *Journal Cereal chemistry*., 75: 10-14.
15- Jones, B. L. 2005. Endoprotease of barley and malt. Journal of Cereal Science. 42: 139-156.
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- Rimsten, I. 2003. Extractable cell-wall polysaccharides on β-glucan in steeped and germination barley. Doctoral thesis, department of science Uppsala. 121 p.
18- 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.
19- Wijngaard, H. H. Ulmer, H. M. Neumann, M., & 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.