بررسی خصوصیات رویشی و فیزیکوشیمیایی ٤ رقم جو استان گلستان

فاطمه عرب عامریان[1*]، حمید بخش آبادی[2]، امیر حسین الهامی راد[3]، علی رضا قدس ولی[4]، حبیب الله میرزایی[5]، محمد آرمین[6]

[1] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار ، سبزوار، ایران
[2] دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[3]استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، سبزوار، ایران
[4] استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، گرگان، ایران
[5] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[6]استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، سبزوار، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۹/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۳

چکیده

جو با نام علمی *Hordeum vulgar*، از خانواده‌ی پوآسه[1] و از قدیمی‌ترین غلات کشف شده توسط انسان می‌باشد. در این تحقیق تأثیر رقم بر خصوصیات رویشی و فیزیکوشیمیایی ۴ رقم جو استان گلستان از قبیل میزان خاکستر، فیبر، پروتئین، فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز و دانسیته توده‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار بررسی شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام گرفت. نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که نوع رقم بر تمامی فاکتورهای مورد بررسی تأثیر بسیار معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$). نتایج نشان داد که هر ۴ رقم جو مورد مطالعه از نظر حساسیت در مقابل آب در گروه خیلی غیر حساس به آب طبقه بندی شد. واریته یوسف بیشترین میزان دانسیته توده‌ای، فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز و میزان پروتئین در بین نمونه‌ها را داشت. میزان فیبر در نمونه‌ها از ۵/۵– ۶/۸۵ درصد متغییر بود و واریته صحرا با میانگین ۶/۸۵ درصد بیشترین میزان فیبر را داشت. واریته یوسف را می‌توان به عنوان ماده اولیه‌ی مناسب در صنایع تولید مالت آنزیمی مورد استفاده قرار داد.

واژه‌های کلیدی: جو، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، رقم، آنزیم بتاگلوکاناز.

*مسوول مکاتبات: amerif65@yahoo.com

[1] Poaceae

۱- مقدمه

جو بعد از گندم، برنج و ذرت چهارمین غله مهم است که کشت آن به حدود ده هزار سال پیش باز می‌گردد (۲۰). از جو به‌طور عمده در خوراک دام و صنعت مالت‌سازی استفاده می‌شود، که مورد اخیر مهم‌ترین کاربرد غذایی آن است (۱۸). 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 استان گلستان با ۵/۴۷ درصد از کل تولید جو کشور مقام پنجم را دارا می‌باشد (۱). خاستگاه واقعی جو هنوز ناشناخته است، اما بسیاری از محققین، خاستگاه این گیاه را کوه‌های زاگرس در غرب ایران، آناتولی جنوبی و فلسطین می‌دانند. بر پایه نظریه والیوف، مبدأ جوی ریشک‌دار و غلاف‌دار، کشور اتیوپی و شمال آفریقا و مبداء نوع بدون ریشک، ریشک کوتاه و کلاهک‌دار، جنوب شرقی آسیا به ویژه چین، ژاپن و تبت است (۴، ۱۰). معمولا دانه جو 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 (۲۱). برای تولید مالت مناسب باید از جوهایی با انرژی جوانه‌زنی بالا استفاده کرد (۲۳). جوی حاوی پروتئین بالاتر، مالتی با کیفیت پایین‌تر، اندیس کلباچ پایین‌تر، قابلیت شکنندگی کمتر، ازت محلول کل بالاتر، ویسکوزیته پایین‌تر و قدرت دیاستاتیک بالاتری تولید خواهد کرد (۱۳). کنت و اورس (۱۹۹۴) اعلام کردند که مقدار متوسط ازت جوی مالت‌سازی ۱/۵ درصد است که حدود ۳۸ درصد آن به شکل ترکیبات ازته محلول وارد عصاره می‌گردد (۲۴). با افزایش میزان پروتئین دانه، تمایل جذب آب و سرعت گسترش آن کاهش می‌یابد (۱۷). در همین راستا گبهاردت و همکاران(۱۹۹۳) گزارش کردند که دانه‌های کشیده و باریک معمولاً دارای پروتئین بالاتری نسبت به دانه‌های توپر می‌باشند، بنابراین سرعت جذب آب در آن‌ها نیز پایین‌تر است (۲۲). در صنایع نوشیدنی‌های مالتی، فاکتور راندمان حائز بیشترین اهمیت بوده و لذا دانه‌های جوی درشت با میزان نشاسته بالا مدنظر قرار می‌گیرد در حالی که در صنایع پخت و نانوایی، قنادی و تقطیری که فعالیت آنزیمی جایگاه خاصی دارد، دانه‌های جوی ریز با میزان پروتئین بالاتر مناسب تشخیص داده می‌شوند (۷). گرانول‌های نشاسته آندوسپرم در بستری از پروتئین–گلوکان محبوس هستند و آنزیم بتاگلوکاناز باعث شکستن این اتصال و بهبود روند اصلاح شدن آندوسپرم می‌شود (۱۹). جو دارای ۳-۲ درصد خاکستر است و از میان مواد معدنی موجود مقدار آهن از سایر عناصر بیشتر است (۲۵). هدف از این تحقیق، بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و انرژی جوانه‌زنی دانه‌های جو استان گلستان و انتخاب رقمی مناسب برای صنایع مالت‌سازی می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

نمونه‌های جو شامل واریته‌های صحرا و یوسف و لاین‌های ۱۷-EBYT-۸۸ و ۲۰-EBYT-۸۸ 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، هیدروکسیدسدیم و سولفات مس از شرکت مرک آلمان و کیت اندازه‌گیری بتاگلوکاناز از شرکت مگازایم ایرلند تهیه شد.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- تعیین انرژی جوانه‌زنی

مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۴۷، تعداد ۱۰۰ دانه جو روی کاغذ صافی درون پلیت قرار داده شد، ۴ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه گردید، پلیت‌ها در داخل ژرمیناتور (مدل Tabai Espec Corp، ساخت ژاپن) در دمای ۱۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. در نهایت تعداد دانه‌های جوانه‌زده پس از ۳ روز یادداشت گردید (۹).

۲-۲-۲- تعیین حساسیت در مقابل آب

برای تعیین فاکتور حساسیت در مقابل آب، دو دسته ۱۰۰ عددی از دانه‌های جو انتخاب و هر دسته روی کاغذ صافی داخل پلیت قرار داده شد. یک پلیت با ۴ میلی‌لیتر آب و پلیت دیگر با ۸ میلی‌لیتر آب مرطوب و به داخل ژرمیناتور انتقال گردید. در نهایت تعداد دانه‌های جوانه‌زده پس از ۳ روز یادداشت گردید و با توجه به اختلاف بین میزان درصد انرژی جوانه‌زنی در ظروف حاوی ۴ و

۸ میلی‌لیتر، دانه از نظر حساسیت به آب در گروه‌های ذیل قرار می‌گیرد:

کمتر از ۱۰ درصد: خیلی غیر حساس به آب

۲۵-۱۰ درصد: غیرحساس به آب

۴۵-۲۶ درصد: حساس به آب

بیشتر از ۴۵ درصد: خیلی حساس به آب (۱۵).

۲-۲-۳- تعیین خاکستر

مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۳۳۷، با کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰-۵۰۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد (۸).

۲-۲-٤- تعیین فیبر

میزان فیبر نمونه‌ها با کمک دستگاه فایبرتک[1] و با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد.

$$\text{ازت (٪)} = \frac{\text{۱۴/۰۰۸} \times \text{عدد تیتر}}{\text{وزن نمونه}} \times ۱۰۰ \qquad \text{معادله (۱)}$$

در این رابطه W_2 وزن کروسیبل حاوی نمونه پس از آون گذاری و W_1 وزن کروسیبل حاوی خاکستر پس از کوره گذاری و m وزن نمونه است (۳).

۲-۲-۵- تعیین میزان پروتئین

مقدار ازت در دانه جو با استفاده از دستگاه کجلدال تمام اتوماتیک اندازه‌گیری شد که شامل سه مرحله هضم، تقطیر و تیتراسیون بود. پس از تیتراسیون مقدار ازت با استفاده از معادله (۲) محاسبه شد و با استفاده از ضریب تبدیل ۶/۲۵، میزان پروتئین محاسبه شد (۱۲).

$$\text{فیبر کل (٪)} = \frac{(W_2-W_1)}{m} \times ۱۰۰ \qquad \text{معادله (۲)}$$

۲-۲-٦- تعیین میزان فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز

اندازه‌گیری آنزیم با استفاده از کیت‌های تجاری شرکت Megazyme Itd.Ireland و با استفاده از روش McCleary 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.

$$Y = MX + C \qquad \text{معادله (۳)}$$

در معادله (۳) M=۶۳۰، C=۴ و X= میزان جذب محلول آزمایش در ۵۹۰ نانومتر می‌باشد (۲۶).

۲-۲-۷- 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 (۴) محاسبه شد (۶).

$$\rho_b = \frac{m_b}{V_b} \qquad \text{معادله (۴)}$$

۲-۳- 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 ۵ درصد انجام گردید.

۳- نتایج و بحث

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

۳-۱- تأثیر رقم بر ویژگی‌های رویشی نمونه‌ها

جدول میانگین مربعات نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری بین ۴ رقم مورد مطالعه از نظر انرژی جوانه‌زنی و حساسیت در مقابل آب وجود دارد (P<۰/۰۱). مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد که واریته یوسف و لاین EBYT-۸۸-۱۷ دارای انرژی جوانه‌زنی بیشتری نسبت به واریته صحرا و لاین EBYT-۸۸-۲۰ داشتند. . دانه‌های جو باید دارای انرژی جوانه‌زنی خوبی باشند در مالت‌سازی آگاهی از وضعیت جوانه‌زدن دانه‌های جو اهمیت زیادی دارد زیرا در مواردی که این پدیده استاندارد نباشد تأثیر نامطلوبی بر روی کیفیت و کمیت مالت دارد و حد مطلوب آن ۱۰۰-۹۸ درصد است (۱۵).

[1] Fiber tech

جدول۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رویشی جوهای مورد آزمایش

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		انرژی جوانه‌زنی	حساسیت در مقابل آب	فیبر	دانسیته توده‌ای	پروتئین	خاکستر	فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز
رقم	۳	۴/۰۰۰ **	۲۲/۷۵ **	۱/۰۰۰۸ **	۳۵۷۲ **	۰/۱۳۸ **	۰/۳۵۹ **	۹۵۳/۱۴۶ **
خطای آزمایش	۸	۰/۰۰۰ **	۰/۳۳ **	۰/۰۰۲۷ **	۸/۴۸۱ **	۰/۰۰۰۹ **	۰/۰۰۰۳ **	۸/۲۰۸ **

** اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۲- ویژگی‌های رویشی دانه‌های جو مورد آزمایش

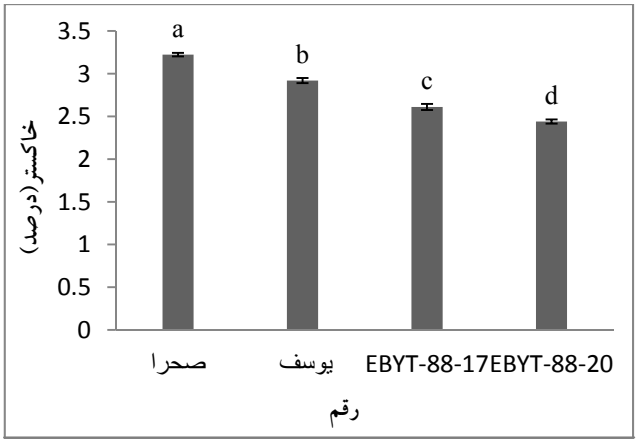
ویژگی‌ها	واریته صحرا	واریته یوسف	لاین EBYT-۸۸-۱۷	لاین EBYT-۸۸-۲۰
انرژی جوانه‌زنی (درصد)	۹۸ b	۱۰۰ a	۱۰۰ a	۹۸ b
حساسیت در مقابل آب(درصد)	۱۰/۶۷ ±۰/۵۷۷ a	۹/۰۰ b	۵/۰۰±۱/۰۰ c	۴/۶۷ ± ۰/۵۷۷ c

حروف یکسان در هر ردیف نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) می‌باشد.

بیشینه حساسیت در مقابل آب مربوط به واریته صحرا بود و با توجه به این که هر ۴ رقم مورد مطالعه حساسیت در مقابل آب آن‌ها کمتر از ۱۰ درصد بود در گروه خیلی غیر حساس به آب طبقه‌بندی شدند. برخی از دانه‌های جو در برابر آب اضافی برای جوانه‌زدن حساسیت دارند، مقدار آب لازم حدود ۴ میلی‌لیتر برای ۱۰۰ دانه است. اگر مقدار آب از این حدود بیشتر شود ممکن است به قدرت رویشی دانه‌ها صدمه بزند. بنابراین مقدار آب باید از پیش محاسبه شده باشد تا از این پدیده جلوگیری شود، انبارکردن دانه در شرایط مطلوب تا حدی این حساسیت را برطرف می‌نماید. دانه‌هایی که در برابر آب اضافی حساسیت ندارند قادرند ۹ میلی لیتر آب برای ۱۰۰ دانه را هم تحمل نمایند (۲).

۳-۲- تأثیر رقم بر میزان خاکستر نمونه‌های جو

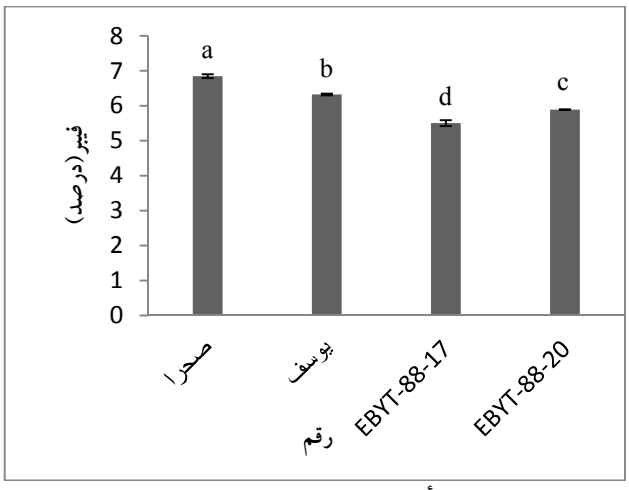
تجزیه واریانس داده‌های به دست آمده (جدول ۱) نشان داد که رقم نمونه‌ها بر میزان خاکستر تأثیر معنی‌دار داشت ($P<0/01$). مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن (شکل ۱) نشان داد که بیشینه میزان خاکستر (۳/۲۲ درصد) مربوط به جو واریته صحرا بود که ۳۱/۹۶ درصد بیشتر از کمینه میزان خاکستر بود. نتایج به دست آمده در این تحقیق با نتایج کار حسینی قابوس (۱۳۸۳) با واریته‌های صحرا، دشت، جنوب و لاین‌های EBYT-۷۹-۱۰، EBYT-۷۹-۱۲ و EBYT-۷۹-۱۹ هم‌خوانی دارد (۵).



شکل ۱- تأثیر نوع رقم بر میزان خاکستر نمونه‌ها

۳-۳- تأثیر رقم بر میزان فیبر نمونه‌های جو

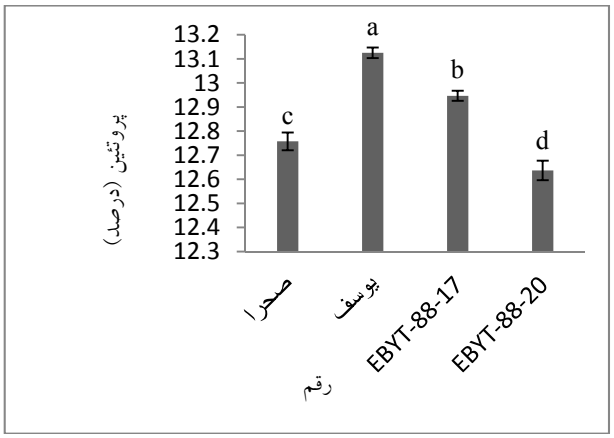
شکل ۲ نشان داد که میزان فیبر در نمونه‌ها از ۵/۵- ۶/۸۵ درصد متغیر بود به‌طوری که لاین EBYT-۸۸-۱۷ با میانگین ۵/۵۰ درصد دارای کمینه میزان فیبر بود و واریته صحرا با میانگین ۶/۸۵ درصد بیشترین میزان فیبر را داشت. میزان محدوده فیبر در این تحقیق از میزان محدوده فیبر ۱۶ نمونه جو که توسط یالچین و همکاران (۲۰۰۷) اندازه‌گیری شده بود، کمتر بود (۲۸). با افزایش آن دسته از فیبرهایی که در آب نامحلول هستند، ویسکوزیته عصاره مالت بیشتر می‌شود (۷).



شکل ۲- تأثیر نوع رقم بر میزان فیبر نمونه‌ها

۳-٤- تأثیر رقم بر میزان پروتئین نمونه‌های جو

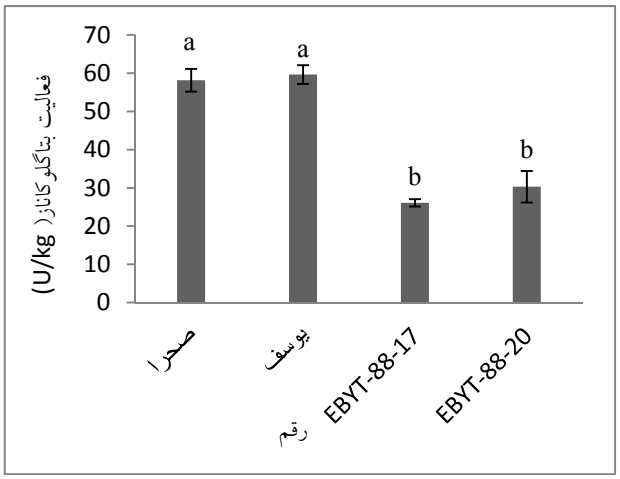
مقدار پروتئین دانه با عصاره‌دهی جو ارتباط معکوس دارد، بدین معنی که هر قدر مقدار پروتئین کمتر باشد مقدار عصاره بیشتر خواهد بود (۲۷). جدول تجزیه واریانس نمونه‌ها (جدول ۱) نشان داد که رقم بر میزان پروتئین نمونه‌ها تأثیر کاملا معنی‌دار داشت (P<۰/۰۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن نشان داد که بیشینه میزان پروتئین (۱۳/۱۲ درصد) مربوط به واریته صحرا بود و کمینه میزان پروتئین (۱۲/۶۳ درصد) مربوط به لاین EBYT-۸۸-۲۰ بود. دانه‌ی جو با میزان پروتئین 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 (۱۷).



شکل ۳- تأثیر نوع رقم بر میزان پروتئین نمونه‌ها

۳-٤- تأثیر رقم بر میزان فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز نمونه‌های جو

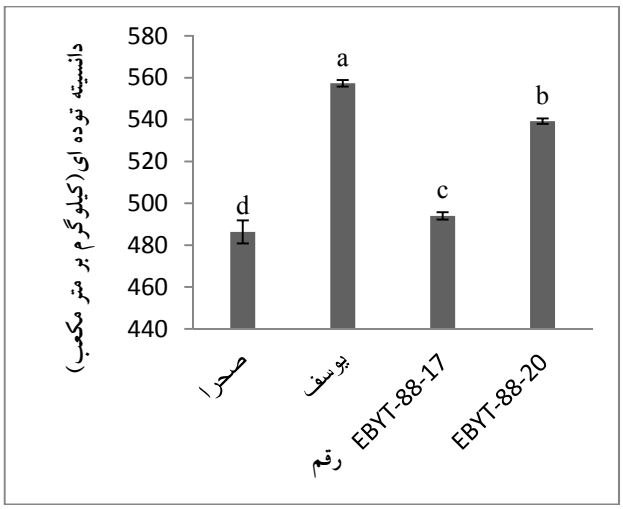
مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن (شکل ۴) نشان داد که واریته یوسف دارای بیشترین میزان فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز در میان نمونه‌های مورد مطالعه بود که اختلاف آماری معنی‌داری با واریته صحرا نداشت و کمترین میزان فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز با میانگین (U/Kg) ۲۶/۱ مربوط به لاین EBYT-۸۸-۱۷ بود که اختلاف آماری معنی‌داری با میزان فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز در لاین EBYT-۸۸-۲۰ نداشت. در صنعت مالت‌سازی میزان بالای بتاگلوکان در جو منجر به تجزیه ناکافی و نامطلوب دیواره سلولی می‌شود که این مسأله انتشار آنزیم‌های موثر در جوانه‌زنی را به تأخیر می‌اندازد و در نهایت سبب کاهش بازده عصاره مالت می‌شود. تجزیه دیواره‌های سلولی آندوسپرم و تغییرات بعدی در میزان بتاگلوکان در طول فرآیند مالت‌سازی، به میزان قابل توجهی با فعالیت بتاگلوکاناز ارتباط دارند. بنابراین مالت‌سازی بهتر به میزان کمتر بتاگلوکان در دانه و مقادیر بالاتر آنزیم بتاگلوکاناز در مالت بستگی دارد (۱۴).



شکل ٤- تأثیر نوع رقم بر میزان فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز نمونه‌ها

۳-۵- تأثیر رقم بر میزان دانسیته توده‌ای نمونه‌های جو

تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده نشان داد که رقم بر میزان دانسیته توده‌ای تأثیر کاملا معنی‌دار داشت (P<۰/۰۱). شکل ۵ نشان داد که واریته یوسف بیشینه دانسیته توده‌ای (۵۷۷ کیلوگرم بر مترمکعب) را داشت که ۱۸/۷ درصد بیشتر از کمینه دانسیته توده‌ای (واریته صحرا) 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 (۱۱).



شکل ۵- تأثیر نوع رقم بر دانسیته توده‌ای نمونه‌ها

٤- نتیجه‌گیری

واریته یوسف دارای بیشترین میزان دانسیته توده‌ای، فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز و میزان پروتئین در بین نمونه‌ها بود. با توجه به این که واریته یوسف دارای بیشترین میزان فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز و پروتیئن بود در نتیجه می‌شود از آن به عنوان ماده اولیه مناسب در صنایع تولید مالت آنزیمی استفاده نمود. از واریته صحرا نیز می‌توان به علت بالا بودن فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز و همچنین کم بودن میزان پروتئین در صنایع نوشابه‌های مالتی استفاده کرد..

٥- منابع

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

۲- پایان، ر. ۱۳۸۰. *مقدمه‌ای بر تکنولوژی فرآورده‌های غلات*. انتشارات نورپردازان. ۳۲۰ صفحه.

۳- پروانه، و. ۱۳۸۵. *کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی موادغذایی*. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۲۲ صفحه.

۴- پور صالح، م. ۱۳۷۳. *غلات (گندم، جو، برنج و ذرت)*. انتشارات صفار. ۱۴۴ صفحه.

۵- حسینی قابوس، س. ح. ۱۳۸۳. بررسی کیفیت مالتینگ ارقام و لاین‌های جوی استان گلستان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. ۹۵ صفحه.

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

۷- 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.

۸- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۶۲. آرد جو. استاندارد شماره ۲۳۳۷.

۹- مؤسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۲. غلات وفرآوردههای آن - جو -ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. استاندارد شماره ۴۷.

۱۰- نور محمدی، ق.، سیادت، ع. ا.، و کاشانی، ع. ۱۳۷۶. *زراعت غلات*. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۴۴۶ صفحه.

11- Agu, R. C. 2003.Some relationships between malted barleys of different nitrogen levels and the wort properties. *Journal of the Institute of Brewing.* 109: 106-109.

12- AOAC. 2008. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, Vol. II. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.

13- 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.

14- Bamforth, C. W., and Barclay, A. H. P. 1993. Malting technology and the uses of malt, St. Paul, USA: *American Association of Cereal Chemists*. pp. 297-354.

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

16- 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.

17- Brooker, D. B., and Bekker-Arkema, F. W. 1992. *Drying and storage of grains and oilseeds.* Van Nostrand Reinhold, New York. 450 p.

18- Celuse, I., Brijs, K. and Delcour, A. 2006. The effect of malting and mashing on barley protein extractability. *Journal of Cereal Science*. 44: 203-211.

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

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

21- 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.
22- Gebhardt, D., Rassmusson, D., and Fulcher, G. 1993. Kernel morphology and malting quality variation in lateral and central kernels of six-row barley. *Journal of American Society of Brewing Chemists.* 51: 145-148.
23- Holmberg, J. E., Hamalainen, J. J., Reinikainen, p., and Olkku, J. 2002. A model for predicting the effects of steeping program on the germination of barley with different water sensitivities. *Journal of the Institute of Brewing*. 108: 416-423.
24- Kent, N. L., and Evers, A. D. 1994. *Technology of Creals.*4th ed. Wood Head Publishing. 225 p.
25- Khetarpaul, N., Grewal, R., and Jood, S. 2005. *Bakery science and cereal technology.* Daya Publishing House, Dehli. 311 p.
26- McCleary, B., and Codd, R. 1991. Measurement of (1-3),(1-4)-b-D-glucan in barley and oats: Astream lined enzymic procedure. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 55: 303–312.
27- Ulmer, R. L., Zytinak, R., and Hoskins, P. H. 1985. Influence of malt protein content on malting quality characteristics of flour barley varieties. *Journal of Institute of Brewing*. 43: 10-16.
28- Yalcin, E., Celik, S., Akar, T., Sayim, I., and Koksel, H. 2007. Effect of genotype and environment on β-glucan and diatery fiber contents of hull-less barleys grown in Turkey. *Food Chemistry.* 101: 171-176.