

# بررسی تأثیر مدت زمان خیساندن و جوانه‌زنی ارقام جو بر میزان بتاگلوکان و خصوصیات کیفی مالت حاصل از آنها

پرستو قائمی<sup>1\*</sup>، علیرضا قدس ولی<sup>2</sup>، سید مهدی سیدین اردبیلی<sup>3</sup>، الهام فغانی<sup>4</sup>، حمید بخش آبادی<sup>5</sup>

<sup>1</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین، ورامین، ایران  
<sup>2</sup> استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان، ایران  
<sup>3</sup> استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، ایران، ایران  
<sup>4</sup> دانشجوی دکترای فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه تربیت معلم تهران و محقق فیزیولوژی گیاهی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان، ایران  
<sup>5</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ پذیرش: 1392/4/4

تاریخ دریافت: 1391/11/2

## چکیده

در تحقیق حاضر اثر مدت زمان خیساندن و جوانه‌زنی روی میزان بتاگلوکان و خصوصیات کیفی مالت تهیه شده از جو رقم ماهور و لاین D5، شامل راندمان مالت‌سازی، وزن هزاردانه، پروتئین کل و پروتئین محلول با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایشات فاکتوریل با دو سطح وارپته جو، سه سطح مدت زمان خیساندن (12، 24 و 48 ساعت)، سه سطح مدت زمان جوانه‌زنی (3، 5 و 7 روز) و در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده، کمینه میزان بتاگلوکان (0/58 درصد) در مالت تهیه شده از رقم ماهور و بیشینه آن (0/92 درصد) در مالت حاصل از لاین D5 مشاهده شد که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود ( $p < 0/01$ ). از بین ارقام مورد مطالعه مالت حاصل از لاین D5 نسبت به رقم ماهور از میزان راندمان مالت‌سازی و وزن هزاردانه بالاتری برخوردار بود و با افزایش مدت زمان خیساندن و جوانه‌زنی میزان بتاگلوکان، راندمان مالت‌سازی و وزن هزاردانه کاهش معنی‌داری داشت ( $p < 0/01$ ). نتایج همبستگی بین صفات کیفی مالت جو نشان داد که بین بتاگلوکان با پروتئین کل و بین راندمان مالت‌سازی با بتاگلوکان به ترتیب همبستگی منفی و مثبت معنی‌داری وجود دارد.

**کلیدواژه‌ها:** بتاگلوکان، جو، خصوصیات کیفی، مالت‌سازی.

## 1- مقدمه

جو با نام علمی *Hordeum vulgare* یکی از قدیمی ترین گیاهان زراعی است که قدمت آن به بیش از 5000 سال پیش می رسد (1). از نظر سطح زیر کشت، چهارمین غله مهم جهان است (16). و به طور عمده در خوراک دام و صنعت مالت سازی استفاده می شود (15). فرآیند مالت سازی شامل مراحل خیساندن، جوانه زنی و خشک کردن مالت سبز در شرایط کنترل شده دما و رطوبت می باشد (20). مالت حاصل از جو، در صنایع غذایی مانند نوشابه سازی، محصولات نانوائی، غذای کودک، سرکه مالت، غلات صبحانه ای، عصاره مالت، بیسکویت سازی و همچنین به عنوان افزودنی (شیرین کننده، طعم دهنده، رنگ دهنده) مورد استفاده قرار می گیرد (15). بتاگلوکان از دسته پلی ساکاریدهای غیرنشاسته ای محلول در آب است که جزء اصلی پلی ساکاریدهای موجود در دیواره سلولی آندوسپرم جو بوده و از زنجیره های غیرشاخه ای حاوی بتا-دی-گلوکوپیرانوز با پیوندهای (1 به 3) و (1 به 4) تشکیل شده است (21). نسبت بین پیوندها و طول زنجیرها در ترکیبات مختلف، متفاوت می باشد و پیوندهای (1 به 3) و (1 به 4) موجود در واحدهای تکراری، به صورت یک در میان قرار گرفته اند (7). تحقیقات نشان می دهد که بتاگلوکان می تواند ساختار و بافت ترکیبات غذایی را تغییر دهد (12) و به عنوان یک ترکیب نامطلوب در فرآیند مالت سازی و تولید نوشابه های مالتی شناخته می شود، وجود مقادیر زیاد آن در مالت نشان دهنده تخریب ناکامل دیواره سلولی بوده و با ممانعت از نفوذ آنزیم های فعال در مرحله جوانه زنی به داخل آندوسپرم دانه، از توزیع آن ها در دانه ها در طی مرحله جوانه زنی جلوگیری می نماید که این امر مشکلاتی از قبیل کاهش بازده و کیفیت عصاره مالت، افزایش ویسکوزیته عصاره مالت، مشکل کردن عمل فیلتراسیون و تیرگی شربت حاصله را به همراه دارد (21). تغییرات در میزان بتا-گلوکان و فعالیت آنزیم بتا-گلوکاناز در جوانه زنی و فرآیند مالت سازی برای تولیدکنندگان مالت حائز اهمیت است، به دلیل این که هر دو آن ها با بازده و کیفیت مالت تولیدی در ارتباط هستند. تجزیه دیواره های سلولی آندوسپرم و تغییرات بعدی در میزان بتا-گلوکان در طول فرآیند مالت سازی، به میزان قابل توجهی با فعالیت بتا-گلوکاناز ارتباط دارند (11). بتا-گلوکاناز غالباً در آلورون و اسکوتلوم دانه های جوانه زده سنتز می شود و در سلول های آندوسپرم پنهان می ماند. بنابراین در طول

مالت سازی، محتوی بتا-گلوکان بالتبع افزایش فعالیت بتا-گلوکاناز، کاهش قابل توجهی نشان می دهد (2). بنابراین مقادیر پایین بتاگلوکان جهت تولید نوشابه های مالتی ترجیح داده می شود (7). الیس و همکاران (1997) نشان دادند که تجزیه شدن و کاهش میزان بتا-گلوکان در دانه ها با افزایش فعالیت آنزیم بتا-گلوکاناز اتفاق می افتد و پس از پیشرفت 50 درصد مالت سازی، مقدار بتا-گلوکان دانه به میزان زیادی کاهش می یابد (17).

وانگ و همکاران (2004) تغییرات میزان بتا-گلوکان و فعالیت آنزیم بتا-گلوکاناز را در جو، قبل و بعد از مالت سازی و ارتباط آن ها با کیفیت مالت بوجود آمده را مورد بررسی قرار دادند. یافته های آن ها بیانگر این مطلب بود که فعالیت آنزیم بتا-گلوکاناز در دانه جو بسیار پایین می باشد که میزان آن پس از مالت سازی بیش از هشت برابر میزان اولیه آن افزایش می یابد، حدود 80 درصد از میزان بتا-گلوکان دانه جو، بعد از مالت سازی کاهش می یابد و مهم ترین شاخص کیفی مالت میزان بتا-گلوکان مالت می باشد (29).

روبرت و پالم (2005) یکی از اهداف مهم فرآیند مالت سازی را تجزیه دیواره سلولی دانستند. آن ها بهترین شاخص های تعیین اصلاح مطلوب آندوسپرم دانه را تجزیه دیواره سلولی بوئزه بتا-گلوکان معرفی کرده اند (26). حسینی قابوس (1383) اعلام کرد که معمولاً عامل مؤثر در ویسکوزیته بالای عصاره، نشاسته تجزیه نشده و ترکیبات دیواره سلولی مانند بتا-گلوکان و آرایینوگزیران می باشد. بتا-گلوکان حاصل از تجزیه دیواره سلولی باعث کاهش سرعت جداسازی، صاف شدن، ژله ای شدن و تیره شدن عصاره می گردد. بتا-گلوکان بیشترین مشکل را در عصاره گیری ایجاد می کند (3). انجی و همکاران (2004) بیان نموده اند هر چه مقدار پروتئین دانه اولیه بیشتر باشد سرعت جوانه زنی، رشد ریشه چه و جوانه و در نتیجه اتلاف مالت سازی بالاتر و راندمان استخراج عصاره آب گرم آن کمتر خواهد بود (18).

با توجه به کاربرد فراوان مالت حاصل از جو در ایران، و تاثیر بتاگلوکان روی راندمان و ویژگی های کمی و کیفی مالت و عصاره حاصل از آن، و به دلیل عدم اجرای مطالعه ای در این زمینه در کشور، این پژوهش با هدف ارزیابی اثر مدت زمان خیساندن و جوانه زنی بر میزان بتاگلوکان و خصوصیات کیفی مالت حاصل از آن بر روی ارقام جو غالب استان گلستان انجام پذیرفته است.

## 2- مواد و روش‌ها

در این تحقیق نمونه‌های جو مورد استفاده (رقم ماهور و لاین D5) از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان تهیه شدند. رقم ماهور از ارقام مورد استفاده در صنعت مالت سازی کشور می‌باشد و لاین D5 نیز به تازگی به عنوان رقم معرفی شده و هم‌اکنون جهت کشت در مزارع ایران در اختیار کشاورزان قرار گرفته است. در مجموع صنایع مالت‌سازی منطقه به این دو رقم و لاین دسترسی دارند. مواد شیمیایی شامل: اسید سولفوریک، هیدروکسید سدیم، سولفات مس، اسید استیک، هیدروکسید سدیم و سدیم آزاید از شرکت مرک آلمان، و کیت آنزیمی اندازه‌گیری بتا گلوکان از شرکت مگازیم ایرلند و با درجه خلوص بالا تهیه شدند. دستگاه‌های مورد استفاده در این تحقیق عبارت بودند از: ترازوی دیجیتال (GEC AVERY ساخت انگلستان، مدل: T5/NO286، دقت 0/01 گرم)، آون (Memmert ساخت آلمان، مدل: 600D06062)، پمپ خلأ (ساخت آمریکا مدل: ELIMINATOR-JB)، اجاق کج‌جلدال (ساخت سوئیس، مدل: K-435 بوچی)، اسپکتروفتومتر (ساخت انگلستان، مدل: LTD)، ساتریفوژ (ساخت آلمان، مدل: HERMLE Z323K)، دسیکاتور (ساخت چین)، کج‌جلدال (Auto Analyser 130 Tecator CO)، الک آزمایشگاهی (ساخت ایران، شرکت دماوند، مدل: E:11)، بن‌ماری (ساخت ایران، مدل: W350)، دستگاه آسیاب (ساخت سوئد، مدل: HUDDINGE 14105)، دستگاه ژرminatور (ساخت ژاپن، مدل: Tabai Espec Corp).

پس از تهیه نمونه‌های جو، مواد خارجی از قبیل دانه‌های آسیب دیده، بذر علف‌های هرز، شن و سنگ توسط دست و به وسیله الک جدا گردید. هر یک از ارقام جو به میزان 1800 گرم در 3 تیمار به طور جداگانه به مدت 12، 24 و 48 ساعت، در داخل ظروف حاوی حجم معینی آب تحت فرآیند خیساندن قرار گرفتند (دمای آب حدود 20 درجه سانتی‌گراد و سختی آب حدود 250 پی.پی.ام بود). برای 12 ساعت خیساندن، هر 6 ساعت یکبار و در بقیه موارد هر 12 ساعت یکبار ضمن تعویض آب مورد استفاده، عملیات هم‌زدن هم انجام گرفته است. در مرحله بعدی دانه‌های خیسانده شده، پس از آبکشی به دستگاه ژرminatور منتقل شدند و روی دانه‌های جوی حاصل از هر تیمار خیساندن سه سطح مدت جوانه‌زنی 3، 5 و 7 روز، شرایط 20 درجه

سانتی‌گراد و 95% رطوبت نسبی اعمال گردید (17)، برای مرحله خشک کردن، دانه‌های جوانه زده به مدت 24 ساعت در دمای 60-55 درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفت (18). رطوبت نهایی مالت پس از خشک کردن در دامنه 2-6 درصد بود. همچنین پس از مرحله خشک کردن، ریشه‌چه‌ها از مالت جدا شد و بعد از آسیاب کردن، عصاره‌گیری با روش زمان بندی درجه حرارت انجام گرفت. ابتدا 50 گرم مالت آسیابی نرم توزین و به بشر حاوی 200 میلی‌لیتر آب مقطر 46 درجه سانتی‌گراد اضافه شد و پس از مخلوط کردن، به مدت 30 دقیقه در بن ماری 45 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس دمای خیسانده شده مالت هر دقیقه، 1 درجه سانتی‌گراد بالا برده شد تا به 70 درجه سانتی‌گراد رسید. در این هنگام پس از افزودن 100 میلی‌لیتر آب مقطر 70 درجه سانتی‌گراد، مخلوط به مدت 60 دقیقه در دمای 70 درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. در نهایت مخلوط حاصل پس از سرد شدن با کاغذ صافی واتمن شماره 1 و به کمک پمپ خلأ صاف و مایع شیرین (فورت) از باقی‌مانده مالت جدا گردید (10).

### 2-1- اندازه‌گیری بتا-گلوکان مالت

اندازه‌گیری بتا-گلوکان مالت با استفاده از کیت تجاری شرکت مگازیم کشور ایرلند و مطابق روش مک کلیری و EBC شماره (1,16,4) انجام گرفت (23). در این روش به 1 گرم آرد مالت، 5 میلی‌لیتر محلول اتانول آبی 50 درصد (وزنی-وزنی) اضافه گردید. بعد از بهم زدن، محلول به مدت 5 دقیقه در آب در حال جوش نگه داشته شد. سپس محتویات لوله توسط ورتکس بهم زده شد و دوباره 5 میلی‌لیتر محلول اتانول آبی 50 درصد (وزنی-وزنی) اضافه و بهم زده شد. سپس محلول با سرعت 1000 g ساتریفوژ و محلول رویی حذف گردید. باقیمانده لوله دوباره با 10 میلی‌لیتر محلول اتانول آبی 50 درصد (وزنی-وزنی) مخلوط شد، مجدداً ساتریفوژ کرده (سرعت، 1000 g) و محلول رویی حذف شد. به ماده باقی‌مانده 5 میلی‌لیتر محلول بافر سدیم فسفات (20 میلی‌مولار و pH=6/5) اضافه گردید و بهم زده شد. پس از آن لوله‌های حاوی نمونه به مدت تقریبی 2 دقیقه درون حمام آب جوش قرار داده شد و پس از اتمام این مرحله لوله از حمام خارج و مجدداً ورتکس شد و دوباره به مدت 3 دقیقه درون حمام قرار گرفت. پس از خنک شدن لوله‌ها تا دمای 40

## 2-4- تعیین راندمان مالت سازی

با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت 0/01 و با استفاده از معادله زیر به دست آمد.

$$\text{معادله (3)} \quad 100 \times \frac{\text{وزن دانه های مالت حاصله}}{\text{وزن دانه های جو اولیه}} = \text{راندمان مالت سازی (\%)}$$

## 2-5- تعیین پروتئین محلول کل

مطابق روش AOAC (10-950) با دستگاه ماکروکلدال اتوماتیک اندازه گیری شد (9).

## 2-6- طرح آماری

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایشات فاکتوریل  $3 \times 3 \times 2$  با دو سطح رقم جو، سه سطح مدت زمان خیساندن و سه سطح مدت زمان جوانه زنی و در سه تکرار انجام گردید. از نرم افزار SAS برای تجزیه و تحلیل اطلاعات و از آزمون چند دامنه ای دانکن برای مقایسه ی میانگین داده ها استفاده شد.

## 3- نتایج و بحث

### 3-1- بتا گلوکان

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که رقم جو روی بتا گلوکان مالت تأثیر معنی دار ( $p < 0/01$ ) داشت. کمینه میزان بتا گلوکان در رقم ماهور (0/58 درصد) و بیشینه آن (0/92 درصد) در مالت حاصل از لاین D5 مشاهده شد (جدول 2). در تحقیق دیگری وانگ و همکاران (2004)، تغییرات میزان بتا گلوکان بعد از مالت سازی را در 8 رقم جو کشت شده در چین مورد بررسی قرار داده و کمینه میزان بتا گلوکان (0/58 درصد) را در مالت تهیه شده از رقم دانه و بیشینه (0/94 درصد) را در مالت حاصل از رقم زایو گزارش نموده اند (29). نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار مدت زمان خیساندن روی بتا گلوکان مالت تأثیر معنی دار ( $p < 0/01$ ) داشت. میزان بتا گلوکان مالت در اثر اعمال تیمار 48 ساعت خیساندن نسبت به مورد مشابه خود در تیمارهای 12 و 24 ساعت خیساندن به ترتیب 59/59 درصد و 43/66 درصد کمتر بود (جدول 3). به نظر می رسد هیدراتاسیون بیشتر دانه طی فرآیند خیساندن با افزایش فعالیت آنزیم بتا گلوکاناز سبب تجزیه و کاهش میزان بتا گلوکان گردیده است (5 و 13). عرب عامریان (1390)، اثر مدت زمان های خیساندن (24، 36 و 48 ساعت) را بر میزان

درجه سانتی گراد 0/2 میلی لیتر لیچناز<sup>1</sup> به لوله اضافه شد و سپس حجم لوله با استفاده از آب مقطر به 30 میلی لیتر رسانیده شد و به طور کامل محتویات لوله ورتکس شد. پس از این مرحله، لوله با دور 1000 g به مدت 10 دقیقه ساتریفوژ شد. در ادامه مقدار 0/1 میلی لیتر از بافر استات سدیم (50 میلی مولار با pH=4) را به یکی از لوله ها اضافه نموده، در حالی که به دو لوله دیگر 0/1 میلی لیتر بتا گلوکوزیداز اضافه شد. سپس لوله ها در دمای 40 درجه سانتی گراد به مدت 15 دقیقه گرمخانه گذاری شدند. در ادامه معرف<sup>2</sup> GOPOD به مقدار 3 میلی لیتر به هر لوله اضافه شد و در دمای 40 درجه سانتی گراد به مدت 20 دقیقه گرمخانه گذاری گردید، پس از ایجاد تغییر رنگ، جذب نمونه ها در دمای 510 نانومتر قرائت شد. در پایان میزان بتا-گلوکان مالت از معادله (1) محاسبه گردید.

$$\text{معادله (1)} \quad \Delta A \times \frac{F}{W} \times 27 = \text{بتا-گلوکان (درصد)}$$

در این معادله  $\Delta A$ : اختلاف میزان جذب خوانده شده برای نمونه آرد و نمونه شاهد در 510 نانومتر، F: فاکتور تبدیل جذب به گلوکز معادل: 104/3841 و W: وزن خشک نمونه آرد می باشد.

### 2-2- اندازه گیری وزن هزار دانه

برای اندازه گیری وزن هزار دانه جو و مالت، تعداد 1000 دانه به طور تصادفی انتخاب و توزین گردید و نتیجه بر حسب گرم گزارش شد (17).

### 2-3- تعیین پروتئین کل

مقدار پروتئین در جو و مالت با استفاده از دستگاه کجلدال تمام اتوماتیک اندازه گیری شد که شامل سه مرحله هضم، تقطیر و تیتراسیون بود. پس از تیتراسیون مقدار ازت با استفاده از معادله (2) محاسبه شد (10).

فاکتور پروتئین در مورد مالت حاصل از جو برابر 6/25 در نظر گرفته شده است.

$$\text{معادله (2)} \quad N(\%) = \frac{(X - 14/008)}{(w)}$$

N، X و W به ترتیب برابر است با درصد ازت، عدد تیر و وزن نمونه نمونه خشک شده.

1- Lichenase

2- Glucose Oxidase Plus Peroxidase and 4-Aminoantipyrine

در اثر اعمال تیمار 12 ساعت خیساندن نسبت به مورد مشابه خود در تیمارهای 24 و 48 ساعت خیساندن به ترتیب 2/69 درصد و 5/65 درصد بیشتر بود (جدول 3). به نظر می‌رسد افزایش راندمان مالت‌سازی در کمترین مدت زمان خیساندن، به دلیل کاهش نشت ترکیبات ذخیره‌ای از دانه‌ها به آب باشد (6). همچنین نتایج نشان داد که، تیمار مدت زمان جوانه‌زنی روی راندمان مالت‌سازی تأثیر معنی‌داری داشت ( $p < 0/01$ ). راندمان مالت‌سازی در اثر اعمال تیمار 3 روز جوانه‌زنی نسبت به مورد مشابه خود در تیمارهای 5 و 7 روز جوانه‌زنی به ترتیب 4/08 درصد و 8/47 درصد بیشتر بود (جدول 4). که علت کاهش راندمان مالت‌سازی با افزایش مدت زمان جوانه‌زنی را می‌توان به تنفس سلولی بیشتر دانه و کاهش وزن نشاسته ذخیره‌ای آن نسبت داد (6). نتایج این بخش با نتایج نیرمالا و همکاران (2000) که بیان نموده بودند که با افزایش مدت زمان جوانه‌زنی، راندمان مالت‌سازی کاهش می‌یابد، مطابقت داشت (25). همچنین مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال 5%، بیشترین میزان راندمان مالت‌سازی را در لاین D5 با 12 ساعت خیساندن و 3 روز جوانه‌زنی (90/29%) و کمترین آن را در رقم ماهور با 48 ساعت خیساندن و 7 روز جوانه‌زنی (76/15%) نشان داد (جدول 5). که این اختلاف در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود. نتایج همبستگی بین صفات مورد مطالعه نشان داد که میزان بتاگلوکان مالت با راندمان مالت‌سازی با 0/782 همبستگی مثبت و معنی‌داری را در سطح احتمال 1 درصد داشت و با افزایش میزان راندمان مالت‌سازی، بتاگلوکان مالت افزایش یافت (جدول 6).

### 3-3- پروتئین کل

نتایج نشان داد که تأثیر تیمار رقم روی پروتئین جو معنی‌دار ( $P < 0/01$ ) است. در این تحقیق بیشترین میزان پروتئین جو (16/87 درصد) در رقم ماهور و کمترین میزان آن (13/27 درصد) در لاین D5 مشاهده شد (جدول 1). طبق نتایج بدست آمده، میزان پروتئین کل در مالت تهیه شده از رقم ماهور نیز نسبت به مالت حاصل از لاین D5، 17/30 درصد بیشتر بود (جدول 2). نی و همکاران (2010) در مطالعه خود روی 4 رقم جو، کمینه پروتئین کل مالت (11/2 درصد) را در مالت تهیه شده از رقم هارینگتون و بیشینه (12/1 درصد) را در مالت حاصل از رقم گان 3 مشاهده نموده‌اند (24). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان

فعالیت آنزیم بتا-گلوکاناز مالت حاصل از دو وارته جو (رقم صحرا و لاین D5) مورد ارزیابی قرار داده و رابطه خطی مستقیمی را بین مدت زمان خیساندن و میزان فعالیت آنزیم بتا-گلوکاناز مشاهده کرده است، نتایج وی حاکی از آن بود که با افزایش مدت زمان خیساندن، میزان آنزیم بتا-گلوکاناز افزایش یافته است. وی بیشترین فعالیت آنزیم بتا-گلوکاناز را در 48 ساعت خیساندن گزارش نموده است (5). همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار مدت زمان جوانه‌زنی روی بتاگلوکان مالت تأثیر معنی‌دار ( $p < 0/01$ ) داشت. با افزایش مدت زمان جوانه‌زنی میزان بتاگلوکان مالت کاهش یافت (جدول 4). نتایج مطالعه هوبنر و همکاران (2010)، حاکی از آن بود که با افزایش مدت زمان جوانه زنی از 2 به 6 روز میزان بتاگلوکان مالت به دلیل افزایش میزان آنزیم بتاگلوکاناز آن، روند کاهشی داشته است (20). مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال 5%، بیشترین میزان بتاگلوکان مالت را در لاین D5 با 12 ساعت خیساندن و 3 روز جوانه‌زنی (1/40%) و کمترین آن را در رقم ماهور با 48 ساعت خیساندن و 7 روز جوانه‌زنی (0/19%) نشان داد (جدول 5).

جدول 1- ویژگی‌های کیفی ارقام جو قبل از مالت‌سازی

ارقام	پروتئین کل (درصد)	وزن هزار دانه (گرم)
لاین D5	13/27 ± 0/03 <sup>b</sup>	35/55 ± 0/31 <sup>a</sup>
رقم ماهور	16/87 ± 0/06 <sup>a</sup>	31/39 ± 0/09 <sup>b</sup>

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌دار ندارند. نتایج

عبارت است از: میانگین 3 تکرار ± SD

### 3-2- راندمان مالت‌سازی

برای تعیین 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 (4). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار رقم روی راندمان مالت‌سازی تأثیر معنی‌دار ( $p < 0/01$ ) داشت. دامنه داده‌های بدست آمده برای راندمان مالت‌سازی بین 86/46% - 84/78% بود و میزان آن در لاین D5 نسبت به رقم ماهور 1/98 درصد بیشتر بود (جدول 2). در این تحقیق مشاهده شد که تیمار مدت زمان خیساندن روی راندمان مالت‌سازی تأثیر معنی‌دار ( $p < 0/01$ ) داشت. راندمان مالت‌سازی

داشت. وزن هزاردانه مالت در اثر اعمال تیمار 12 ساعت خیساندن نسبت به مورد مشابه خود در تیمارهای 24 و 48 ساعت خیساندن به ترتیب 1/99 درصد و 4/64 درصد بیشتر بود (جدول 3). بریگز (1990) علت کاهش وزن مالت نسبت به دانه جوی اولیه طی مرحله خیساندن را، خروج ترکیبات قابل حل در آب و تنفس دانه گزارش کرد (14). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار مدت زمان جوانه زنی روی وزن هزاردانه مالت تأثیر معنی دار ( $p < 0/01$ ) داشت. وزن هزاردانه مالت در اثر اعمال تیمار 3 روز جوانه زنی نسبت به مورد مشابه خود در تیمارهای 5 و 7 روز جوانه زنی به ترتیب 3/41 درصد و 7/44 درصد بیشتر بود (جدول 4). علت کاهش وزن هزار دانه در طول جوانه زنی، تنفس سلولی و مصرف ترکیبات تغذیه ای جهت رشد آکروسپایر و ریشه چه می باشد (15). مقایسه میانگین داده ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال 5%، بیشترین وزن هزاردانه مالت را در لاین D5 با 12 ساعت خیساندن و 3 روز جوانه زنی (32/02%) و کمترین آن را در رقم ماهور با 48 ساعت خیساندن و 7 روز جوانه زنی (24/92%) نشان داد (جدول 5)، که این اختلاف در سطح احتمال 1 درصد معنی دار بود.

### 3-5- پروتئین محلول

ازت کل محلول بیانگر پروتئین ها و پپتیدهای بزرگ موجود در عصاره حاصل از مالت غلات است که در افزایش طعم دهانی و ایجاد کف محصول نهایی نقش موثری را ایفا می کند (24). تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده حاکی از آن بود که تیمار رقم روی پروتئین کل محلول تأثیر معنی دار ( $p < 0/01$ ) داشت. میزان پروتئین کل محلول در رقم ماهور نسبت به لاین D5، 4/31 درصد بیشتر بود (جدول 2). نی و همکاران (2010) در مطالعه خود بر روی 4 رقم جو، کمینه پروتئین محلول (4/7 درصد) را در مالت تهیه شده از رقم استرل و بیشینه (5/2 درصد) را در مالت حاصل از رقم گان 3 گزارش نموده اند (24). که این افزایش را می توان به افزایش آنزیم های هیدرولیتیک به ویژه پروتئولیتیک ها و همچنین مقدار ازت کل دانه نسبت داد. نتایج تحقیق حاضر نیز رابطه مستقیمی را بین مقدار پروتئین کل مالت و پروتئین کل محلول نشان داد که با یافته های آنها مطابقت داشت (24). طبق نتایج بدست آمده، تیمار مدت زمان جوانه زنی روی پروتئین محلول تأثیر معنی داری را نشان داد ( $p < 0/01$ ). پروتئین کل

داد که میزان پروتئین کل مالت در اثر اعمال تیمار 48 ساعت خیساندن نسبت به تیمارهای 12 و 24 ساعت خیساندن به ترتیب 1/76 درصد و 1/28 درصد بیشتر بود (جدول 3). طبق نتایج بدست آمده، تیمار مدت زمان جوانه زنی روی پروتئین کل مالت تأثیر معنی داری را نشان داد ( $p < 0/01$ ) و میزان پروتئین کل در اثر اعمال تیمار 5 روز جوانه زنی نسبت به مورد مشابه خود در تیمارهای 3 و 7 روز جوانه زنی به ترتیب 6 درصد و 0/11 درصد بیشتر بود (جدول 4). مقایسه میانگین داده ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال 5% نشان داد که بیشترین درصد پروتئین کل مالت متعلق به رقم ماهور با 12 ساعت خیساندن و 5 روز جوانه زنی (19/48 درصد) و کمترین آن مربوط به لاین D5 با 12 ساعت خیساندن و 3 روز جوانه زنی (15/05 درصد) بود (جدول 5).

### 3-4- وزن هزاردانه

وزن هزاردانه یک ویژگی کیفی مؤثر در انتخاب و طبقه بندی دانه است. زیاد بودن وزن هزاردانه به معنای درشت بودن دانه ها و کم بودن میزان پوسته می باشد که موجب افزایش بازدهی مالت می گردد (6). نتایج نشان داد تیمار رقم بر وزن هزاردانه جو دارای تفاوت معنی دار ( $P < 0/01$ ) بود. طبق نتایج بدست آمده، بیشترین میانگین وزن هزاردانه جو (35/55 گرم) در لاین D5 و کمترین آن (31/39 گرم) در رقم ماهور مشاهده شد (جدول 1)، همچنین در طی فرآیند مالت سازی مقدار وزن هزار دانه مالت در هر دو نمونه جو نسبت به جو اولیه کاهش یافت. یافته های تحقیق حاضر با یافته های حسینی قابوس (1383) و جبرائیلی (1390) مبنی بر کاهش وزن هزاردانه مالت نسبت به وزن هزار دانه جوی اولیه کاملاً مطابقت داشت (2و3).

همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار رقم روی وزن هزاردانه مالت دارای تأثیر معنی دار ( $p < 0/01$ ) بوده است. میزان وزن هزاردانه مالت در لاین D5 نسبت به رقم ماهور 10/28 درصد بیشتر بود (جدول 2). کشیری (1386) تأثیر فرآیند مالت سازی را بر وزن هزاردانه مالت غلات مورد بررسی قرار داد و بیشینه وزن هزار دانه (39/26 گرم) را در مالت تهیه شده از جو صحرا و کمینه (29/05 گرم) را در مالت حاصل از جو ترکمن گزارش نمود (8). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار مدت زمان خیساندن روی وزن هزاردانه مالت تأثیر معنی دار ( $p < 0/01$ )

گلوکاناز مالت حاصل از دو واریته جو (رقم صحرا و لاین D5) مورد ارزیابی قرار داده و رابطه خطی مستقیمی را بین مدت زمان خیساندن و میزان فعالیت آنزیم بتا-گلوکاناز مشاهده کرده است، نتایج وی حاکی از آن بود که با افزایش مدت زمان خیساندن، میزان آنزیم بتا-گلوکاناز افزایش یافته است. وی بیشترین فعالیت آنزیم بتا-گلوکاناز را در 48 ساعت خیساندن گزارش نموده است (5).

مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال 5%، بیشترین میزان بتاگلوکان مالت را در لاین D5 با 12 ساعت خیساندن و 3 روز جوانه‌زنی (1/40%) و کمترین آن را در رقم ماهور با 48 ساعت خیساندن و 7 روز جوانه‌زنی (0/19%) نشان داد (جدول 5).

همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار مدت زمان جوانه‌زنی روی بتاگلوکان مالت تأثیر معنی‌دار ( $p < 0/01$ ) داشت. با افزایش مدت زمان جوانه‌زنی میزان بتاگلوکان مالت کاهش یافت (جدول 4). نتایج مطالعه هوبنر و همکاران (2010)، حاکی از آن بود که با افزایش مدت زمان جوانه‌زنی از 2 به 6 روز میزان بتاگلوکان مالت به دلیل افزایش میزان آنزیم بتاگلوکاناز آن، روند کاهشی داشته است (20).

#### 4- نتیجه‌گیری

لاین D5 نسبت به رقم ماهور از میزان راندمان مالت‌سازی، وزن هزار دانه و بتاگلوکان بالاتری برخوردار بود و با افزایش مدت زمان خیساندن و جوانه‌زنی میزان بتاگلوکان، راندمان مالت‌سازی و وزن هزاردانه کاهش یافت. نتایج همبستگی بین صفات کیفی مالت جو نشان داد که بین بتاگلوکان با پروتئین کل و بین راندمان مالت‌سازی با بتاگلوکان به ترتیب همبستگی منفی و مثبت معنی‌داری وجود دارد.

محلول در اثر اعمال تیمار 5 روز جوانه‌زنی نسبت به مورد مشابه خود در تیمارهای 3 و 7 روز جوانه‌زنی به ترتیب 10/18 و 10/58 درصد بیشتر بود (جدول 4). که احتمالاً علت این افزایش را می‌توان به افزایش پروتئین‌های جو در روز پنجم جوانه‌زنی نسبت داد. نتایج بریگز (1998) نیز نشان داد که طی فرآیند مالت‌سازی ازت محلول در روز پنجم جوانه‌زنی نسبت به روز اول جوانه‌زنی افزایش داشته است (15). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال 5%، بیشترین درصد پروتئین محلول را در رقم ماهور با 24 ساعت خیساندن و 5 روز جوانه‌زنی (3/28%) و کمترین آن را در لاین D5 با 12 ساعت خیساندن و 7 روز جوانه‌زنی (2/43%) نشان داد (جدول 5).

#### 3-6- بررسی اثر متقابل پارامترهای مورد مطالعه

همانطور که در (جدول 6) نشان داده شده است، میزان بتاگلوکان با پروتئین کل با 0/515 در سطح احتمال 1 درصد همبستگی منفی و معنی‌داری داشت که با افزایش میزان بتاگلوکان مالت، میزان پروتئین کل مالت کاهش یافت.

در این تحقیق، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین پروتئین کل مالت و پروتئین کل محلول مشاهده شد، نتایج پژوهش روی و سینگ (2006) نیز نشان داد که بین پروتئین کل مالت و پروتئین کل محلول همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشته است (27). همچنین نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر، همبستگی منفی و معنی‌داری را بین میزان پروتئین کل مالت با وزن هزار دانه مالت و راندمان مالت‌سازی و همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین میزان بتاگلوکان مالت با وزن هزاردانه مالت نشان داده است (جدول 6).

نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار مدت زمان خیساندن روی بتاگلوکان مالت تأثیر معنی‌دار ( $p < 0/01$ ) داشت. میزان بتاگلوکان مالت در اثر اعمال تیمار 48 ساعت خیساندن نسبت به مورد مشابه خود در تیمارهای 12 و 24 ساعت خیساندن به ترتیب 59/59 درصد و 43/66 درصد کمتر بود (جدول 3). به نظر می‌رسد هیدراتاسیون بیشتر دانه طی فرآیند خیساندن با افزایش فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز سبب تجزیه و کاهش میزان بتاگلوکان گردیده است (5 و 13). عرب‌عامریان (1390)، اثر مدت زمان‌های خیساندن (24، 36 و 48 ساعت) را بر میزان فعالیت آنزیم بتا-

جدول 2- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی و کیفی مالت خام و عصاره تهیه شده از ارقام جو آزمایش تحت تأثیر رقم

تیمار آزمایش	بتاگلوکان (درصد)	راندمان مالت‌سازی (درصد)	پروتئین کل (درصد)	وزن هزاردانه (گرم)	پروتئین محلول (درصد)
لاین D5	0/82±0/32 <sup>a</sup>	86/46±2/94 <sup>a</sup>	15/78±0/81 <sup>b</sup>	31/00±0/60 <sup>a</sup>	2/78±0/26 <sup>b</sup>
رقم ماهور	0/58±0/37 <sup>b</sup>	84/78±4/59 <sup>b</sup>	18/51±0/86 <sup>a</sup>	28/11±1/63 <sup>b</sup>	2/90±0/20 <sup>a</sup>

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌دار ندارند. نتایج عبارت است از: میانگین 3 تکرار ±SD

جدول 3- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی و کیفی مالت خام و عصاره تهیه شده از ارقام جو آزمایش تحت تأثیر خیساندن

تیمار آزمایش	بتاگلوکان (درصد)	راندمان مالت‌سازی (درصد)	پروتئین کل (درصد)	وزن هزاردانه (گرم)	پروتئین محلول (درصد)
12 ساعت خیساندن	0/99±0/36 <sup>a</sup>	87/96±1/87 <sup>a</sup>	17/02±1/97 <sup>b</sup>	30/20±1/40 <sup>a</sup>	2/85±0/26 <sup>a</sup>
24 ساعت خیساندن	0/71±0/25 <sup>b</sup>	85/65±3/72 <sup>b</sup>	17/10±1/68 <sup>b</sup>	29/61±1/83 <sup>b</sup>	2/83±0/30 <sup>a</sup>
48 ساعت خیساندن	0/40±0/20 <sup>c</sup>	83/25±4/31 <sup>c</sup>	17/32±1/13 <sup>a</sup>	28/86±2/23 <sup>c</sup>	2/84±0/13 <sup>a</sup>

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌دار ندارند. نتایج عبارت است از: میانگین 3 تکرار ±SD

جدول 4- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی و کیفی مالت خام و عصاره تهیه شده از ارقام جو آزمایش تحت تأثیر جوانه زنی

تیمار آزمایش	بتاگلوکان (درصد)	راندمان مالت‌سازی (درصد)	پروتئین کل (درصد)	وزن هزاردانه (گرم)	پروتئین محلول (درصد)
3 روز جوانه زنی	0/99±0/36 <sup>a</sup>	89/11±0/87 <sup>a</sup>	16/49±1/30 <sup>b</sup>	30/60±1/03 <sup>a</sup>	2/75±0/21 <sup>b</sup>
5 روز جوانه زنی	0/62±0/25 <sup>b</sup>	85/61±2/27 <sup>b</sup>	17/48±1/82 <sup>a</sup>	29/59±1/58 <sup>b</sup>	3/03±0/18 <sup>a</sup>
7 روز جوانه زنی	0/48±0/27 <sup>c</sup>	82/15±4/03 <sup>c</sup>	17/46±1/54 <sup>a</sup>	28/48±2/30 <sup>c</sup>	2/74±0/21 <sup>b</sup>

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌دار ندارند. نتایج عبارت است از: میانگین 3 تکرار ±SD



جدول 5- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی و کیفی مالت خام و عصاره تهیه شده از ارقام جو آزمایش تحت تأثیر رقم و خیساندن و جوانه زنی

تیمار آزمایش	بتاگلوکان (درصد)	راندمان مالت‌سازی (درصد)	پروتئین کل (درصد)	وزن هزاردانه (گرم)	پروتئین محلول (درصد)
لاین D5×12 ساعت خیساندن ×3 روز جوانه زنی	1/40 ± 0/05 <sup>a</sup>	90/29 ± 0/12 <sup>a</sup>	15/05 ± 0/07 <sup>i</sup>	<sup>a</sup> 0/24 ± 32/02	2/75 ± 0/07 <sup>de</sup>
لاین D5×12 ساعت خیساندن ×5 روز جوانه زنی	1/00 ± 0/02 <sup>bc</sup>	88/71 ± 0/56 <sup>bcd</sup>	15/16 ± 0/05 <sup>i</sup>	31/35 ± 0/06 <sup>b</sup>	3/17 ± 0/08 <sup>ab</sup>
لاین D5×12 ساعت خیساندن ×7 روز جوانه زنی	0/96 ± 0/03 <sup>c</sup>	85/56 ± 0/30 <sup>g</sup>	15/23 ± 0/09 <sup>i</sup>	30/79 ± 0/13 <sup>cd</sup>	2/43 ± 0/14 <sup>f</sup>
لاین D5×24 ساعت خیساندن ×3 روز جوانه زنی	1/09 ± 0/002 <sup>b</sup>	88/81 ± 0/21 <sup>bc</sup>	15/17 ± 0/07 <sup>i</sup>	31/49 ± 0/13 <sup>b</sup>	2/51 ± 0/31 <sup>ef</sup>
لاین D5×24 ساعت خیساندن ×5 روز جوانه زنی	0/78 ± 0/04 <sup>de</sup>	87/38 ± 0/51 <sup>e</sup>	15/56 ± 0/17 <sup>hi</sup>	31/19 ± 0/13 <sup>bc</sup>	2/87 ± 0/18 <sup>cd</sup>
لاین D5×24 ساعت خیساندن ×7 روز جوانه زنی	0/65 ± 0/01 <sup>fg</sup>	85/45 ± 0/30 <sup>g</sup>	15/87 ± 0/53 <sup>h</sup>	30/51 ± 0/12 <sup>de</sup>	2/78 ± 0/23 <sup>de</sup>
لاین D5×48 ساعت خیساندن ×3 روز جوانه زنی	0/69 ± 0/03 <sup>ef</sup>	88/12 ± 0/18 <sup>d</sup>	15/98 ± 0/60 <sup>h</sup>	<sup>bc</sup> 0/10 ± 31/17	2/71 ± 0/32 <sup>de</sup>
لاین D5×48 ساعت خیساندن ×5 روز جوانه زنی	0/53 ± 0/005 <sup>h</sup>	83/04 ± 0/24 <sup>i</sup>	16/68 ± 0/64 <sup>g</sup>	30/36 ± 0/26 <sup>de</sup>	2/93 ± 0/03 <sup>bcd</sup>
لاین D5×48 ساعت خیساندن ×7 روز جوانه زنی	0/28 ± 0/06 <sup>ij</sup>	80/82 ± 0/27 <sup>j</sup>	17/32 ± 0/37 <sup>f</sup>	30/12 ± 0/28 <sup>ef</sup>	2/85 ± 0/04 <sup>cd</sup>
رقم ماهور ×12 ساعت خیساندن ×3 روز جوانه زنی	1/42 ± 0/03 <sup>a</sup>	89/94 ± 0/17 <sup>a</sup>	18/21 ± 0/10 <sup>de</sup>	<sup>fg</sup> 0/09 ± 29/77	2/79 ± 0/06 <sup>cde</sup>
رقم ماهور ×12 ساعت خیساندن ×5 روز جوانه زنی	0/67 ± 0/08 <sup>f</sup>	86/87 ± 0/23 <sup>ef</sup>	19/48 ± 0/32 <sup>a</sup>	29/09 ± 0/13 <sup>h</sup>	3/08 ± 0/07 <sup>abc</sup>
رقم ماهور ×12 ساعت خیساندن ×7 روز جوانه زنی	0/49 ± 0/003 <sup>h</sup>	86/39 ± 0/43 <sup>f</sup>	18/96 ± 0/45 <sup>abc</sup>	<sup>i</sup> 0/83 ± 28/14	2/90 ± 0/08 <sup>bcd</sup>
رقم ماهور ×24 ساعت خیساندن ×3 روز جوانه زنی	0/82 ± 0/10 <sup>d</sup>	89/22 ± 0/32 <sup>b</sup>	17/95 ± 0/18 <sup>e</sup>	29/69 ± 0/10 <sup>ef</sup>	2/88 ± 0/15 <sup>cd</sup>
رقم ماهور ×24 ساعت خیساندن ×5 روز جوانه زنی	0/56 ± 0/07 <sup>gh</sup>	84/54 ± 0/62 <sup>h</sup>	19/22 ± 0/09 <sup>ab</sup>	28/43 ± 0/31 <sup>i</sup>	3/28 ± 0/03 <sup>a</sup>
رقم ماهور ×24 ساعت خیساندن ×7 روز جوانه زنی	0/33 ± 0/03 <sup>i</sup>	78/52 ± 0/39 <sup>k</sup>	18/80 ± 0/33 <sup>bcd</sup>	26/37 ± 0/21 <sup>k</sup>	2/64 ± 0/24 <sup>def</sup>
رقم ماهور ×48 ساعت خیساندن ×3 روز جوانه زنی	0/50 ± 0/14 <sup>h</sup>	88/25 ± 0/13 <sup>cd</sup>	16/58 ± 0/42 <sup>g</sup>	29/45 ± 0/10 <sup>gh</sup>	2/84 ± 0/06 <sup>cd</sup>
رقم ماهور ×48 ساعت خیساندن ×5 روز جوانه زنی	0/20 ± 0/02 <sup>j</sup>	83/11 ± 0/50 <sup>i</sup>	18/76 ± 0/25 <sup>bcd</sup>	27/13 ± 0/32 <sup>j</sup>	2/86 ± 0/04 <sup>cd</sup>
رقم ماهور ×48 ساعت خیساندن ×7 روز جوانه زنی	0/19 ± 0/03 <sup>j</sup>	76/15 ± 0/24 <sup>l</sup>	18/60 ± 0/16 <sup>cd</sup>	24/92 ± 0/18 <sup>l</sup>	2/83 ± 0/03 <sup>cd</sup>

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌دار ندارند. نتایج عبارت است از: میانگین 3 تکرار ± SD

جدول 6 - ضرایب همبستگی بین صفات کیفی مالت در سه زمان خیساندن و جوانه زنی در دو رقم جو

راندمان مالت‌سازی (درصد)	وزن هزاردانه (گرم)	پروتئین کل (درصد)	پروتئین محلول (درصد)	بتاگلوکان (درصد)
1	0/752 <sup>**</sup>	-0/438 <sup>**</sup>	0/019	0/782 <sup>**</sup>
	1	-0/782 <sup>**</sup>	-0/123	0/689 <sup>**</sup>
		1	0/345 <sup>*</sup>	-0/515 <sup>**</sup>
			1	-0/160
				1

<sup>\*\*</sup>= همبستگی در سطح 1 درصد معنی‌دار است. <sup>\*</sup>= همبستگی در سطح 5 درصد معنی‌دار است.

- 11-Bamforth, C. W., and Martin, H. L. 1983. The degradation of  $\beta$ -glucan during malting and mashing: the role of  $\beta$ -glucanases. *J. Inst. Brew*, 89: 303-307.
- 12-Brennan, C.S. & Cleary, L.J. 2005. The potential use of cereal (1,3-1,4)- $\beta$ -glucans as functional food ingredients, *Journal of Cereal Science*, 42:1-13
- 13-Brien, R.O., and Fowkes, N. 2005. Modification patterns in germinating barley-malting II. *Journal of Theoretical Biology*, 233(3): 315-325
- 14- Briggs, D.E. 1990. *Malting And Brewing Science (Malt and sweet Wort)*. Chapman & Hall, London.
- 15- Briggs, D.E. 1998. *Malt and Malting*. Blackie Academic and Profession, London. 79 p
- 16- Celuse, I. Brijs, K. & Delcour, A. 2006. The effect of malting and mashing on barley protein extractability, *Journal of Cereal Science*, 44(2): 203-211.
- 17- Ellis, R.P. Swanston, J.S. Rubio, A. Perezvendrell, A.M. Romagosa, L. & Molinacano, J.L. 1997. The development of  $\beta$ -glucanase and degradation of  $\beta$ -Glucan in barley grown in Scotland and Spain, *Journal of cereal Science*, 26: 75-82.
- 18- Eneje, L.O. Ogu, E.O. Aloh, C.U. Odibo, F.G.C. Agu, R.C. Palmer, G.H. 2004. Effect of steeping and germination time on malting performance of Nigerian white and yellow maize varieties, *Process Biochemistry*, 39:1013-1016.
- 19- Gianinetti, A. 2008. A theoretical framework for  $\beta$ -glucan degradation during barley malting, *Theory Biosci*, 128: 97-108.
- 20- Hubner, F. Onail, T. Cashman, K.D. & Arendt, E.K. 2010. The influence of germination conditions on beta-glucan, dietary fibre and phytate during the germination of oats and barley, *Eur Food Res Technol*, 231: 35-27.
- 21- Jones, B.L. 2005. Endoprotease of barley and malt, *Journal of Cereal Science*, 42: 139-156.
- 22- Junmei, W. Guoping, Z. Jinxin, C. & Feibo, W. 2003. 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- McCleary, B.V. and Nurthen, E. J. 1986. Measurement of (1-3)(1-4)- $\beta$ -glucan in malt, wort and beer. *J. Inst. Brew*, 92:168-173.
- 24- Nie, C. Wang, C. Zhou, G. Dou, F. and Huang, M. 2010. Effects of malting conditions on the amino acid compositions of final malt, *African Journal of Biotechnology*, 9(53): 9018-9025.
- 25- Nirmala, M. Subba Rao, M.V.S.S.T. and Muralikrishna, G. 2000. Carbohydrates and their degrading enzymes from native and malted finger
- 5- منابع
- 1- رجب زاده، ن. 1382. مبانی فناوری غلات. جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، صفحات 442-447.
- 2- جبرائیلی، ش. 1390. بررسی خصوصیات کیفی مالت سازی لاین های برتر جو استان گلستان. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده علوم و صنایع غذایی.
- 3- حسینی قابوس، س. ح. 1383. بررسی کیفیت مالتینگ ارقام و لاین های جوی استان گلستان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.
- 4- خادمی، ا. 1371. بررسی فعالیت های آنزیمی آلفا آمیلاز و انورتاز به هنگام جوانه زدن جو در فرآیند مالت. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی.
- 5- عرب عامریان، ف. الهامی راد، ا. قدس ولی، ع. آرمین، م و بخش آبادی، ح. 1390. بررسی تأثیر مدت زمان خیساندن بر میزان فعالیت آنزیم بتا گلوکاناز مالت حاصل از دو وارینه ی جو (وارینه صحرا، لاین D5)، مجموعه مقالات اولین سمینار امنیت غذایی، سوادکوه.
- 6- فیضی پور نامقی، ا. و حسینی قابوس، س. ح. 1389. مالت و ماء الشعیر. جلد اول، انتشارات علم کشاورزی ایران، تهران، صفحات 67-96.
- 7- قدس ولی، علیرضا. 1375. پروژه مقایسه ی ارقام جو برتر و امید بخش ایران جهت استخراج عصاره ی مالت، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، بخش تحقیقات فنی و مهندسی.
- 8- کشیری، م. 1386. بررسی کیفیت مالت جو، گندم و تریتی کاله و اثر اختلاط غلات کمکی بر ویژگی های فیزیکی و شیمیایی عصاره تولیدی. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده علوم و صنایع غذایی.
- 9- AOAC. 2008. *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*, Vol. II. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.
- 10- Agu, R.C. Palmer, G.H. 1996. Enzymatic breakdown of endosperm of sorghum at different malting temperatures, *J Inst Brew*, 102:41541-8

millet (Ragi, Eleusine coracana, Indiaf-15) , *Food Chemistry* ,69: 175-180.

26-Robrta, M. D and Palmer, G. H. 2005. Re-assessment of the half grain modification method for assessing malt modification. *Journal of Institute of Brewing*, 111: 176-180.

27-Roy, D. K., and Singh, B. P. 2006. Malting characteristics of six-row winter barley (*Hordeum vulgare* L.) as affected by different levels of nitrogen, phosphorus and vermicompost. *Journal of the food science and technology*, 43:337-340.

28-Rimsten, L. Haraldsson, A.K. Andersson, R. Alminger, M. Sandberg, A.S. & Amen, p. 2002 . Effects of malting on  $\beta$ -glucanase and phytase activity in barley grain , *Journal of Food and Agriculture*, 82: 904-912.

29-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.

Archive of SID