# بررسی خصوصیات مالت‌سازی سه دانه‌ی غلاتی جو پوشینه‌دار، گندم و تریتیکاله

**علیرضا قدس ولی[1*]، فاطمه عرب عامریان [2]، حمید بخش‌آبادی [3]**

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۲۵

## چکیده

در این تحقیق، ویژگی‌های کمّی و کیفی مالت‌های تهیّه شده از دانه‌های غلاّتی جو رقم صحرا، گندم رقم تجن و تریتیکاله رقم PGS شامل راندمان استخراج عصاره‌ی گرم، راندمان استخراج عصاره‌ی سرد، قدرت دیاستاتیک، پروتئین کل و محلول، شاخص تغییرات اصلاحی نیتروژن یا شاخص کلباچ، میزان رنگ و فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان پروتئین کل مالت جو و مالت گندم به ترتیب ۱۵/۲ و ۱۴/۴ درصد بیشتر از میزان پروتئین کل مالت تریتیکاله بود ولی میزان شاخص کلباچ مالت تریتیکاله به ترتیب ۱۹/۳ و ۲۹/۰ درصد بیشتر از میزان شاخص کلباچ مالت گندم و مالت جو بود و یک رابطه‌ی خطی معکوس میان پروتئین کل با شاخص کلباچ با ضریب تعیین $R^2$=۰/۹۴ وجود داشت. راندمان عصاره‌ی آب گرم و سرد در مالت حاصل از تریتیکاله بیشتر از مالت گندم و جو بود. بیشینه (۷۱۶ U/Kg) و کمینه‌ی (۹۷ U/Kg) میزان فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز به ترتیب مربوط به مالت‌های حاصل از تریتیکاله و گندم بود. محدوده‌ی رنگ برای عصاره‌ی حاصل از مالت‌های مختلف ۱/۸۲ تا ۲/۵۱ واحد بود.

**واژه‌های کلیدی:** مالت، تریتیکاله، گندم، جو، خصوصیات کمی و کیفی.

* مسوول مکاتبه: qodsevali @yahoo.com

## ۱- مقدمه

مالت‌سازی یک روش پیچیده بیوتکنولوژی است که شامل مراحل خیساندن، جوانه‌زنی، خشک‌کردن و پروردن مالت جوانه‌زده در شرایط کنترل شده دما و رطوبت می‌باشد (۱۰). در صنعت مالت‌سازی از غلات مختلفی مانند جو، گندم، سورگوم، ارزن و تریتیکاله استفاده می‌گردد. اما به‌دلیل وجود ترکیب شیمیایی خاص، تغییرات مطلوب طی جوانه‌زنی و وجود پوسته که نقش حفاظت از جوانه را طی حمل و نقل بر عهده دارد، جو از امتیاز بالاتری نسبت به سایر غلات برخوردار است (۸). از علل دیگر مناسب بودن جو برای مالت‌سازی وجود سلول‌های ضخیم لایه آلرون است که موجب فعالیت آمیلولیتیک بالای آن می‌گردد (۱۴). جو با نام علمی *Hordeum vulgar*، و سطح زیر کشت ۵۴ میلیون هکتار، عملکرد حدود ۲/۶۵ تن در هکتار و تولید سالیانه ۱۴۳ میلیون تن از مهم‌ترین محصولات زراعی به شمار می‌رود. سطح زیر کشت آن در ایران ۱/۶ میلیون هکتار با عملکرد ۱/۹۴ تن و تولید سالیانه ۳/۱ میلیون تن است. میزان مصرف سالیانه‌ی جو در ایران حدود ۳/۵ میلیون تن می‌باشد (۱۹). در مجموع حدود دو سوم سطح زیرکشت جو در کشور به استان‌های خراسان، خوزستان، فارس و گلستان اختصاص دارد. تریتیکاله با نام علمی *Triticosecale wittmack X* یک گونه گیاهی جدید از ترکیب ژنوم‌های گندم و چاودار است. یکی از ویژگی‌های مهم دانه تریتیکاله دوره‌ی خیساندن کوتاه، قدرت دیاستاتیک بالا، مالت‌سازی سریع و راندمان بالای عصاره می‌باشد (۹). چون تولید فرآورده‌ای مالتی که دارای تمامی خصوصیات مورد نظر هر دو نوع صنعت بهره بردار (صنایع ماءالشعیر و پخت) باشد، از یک نوع دانه‌ی غلاتی مالتی (مالت خام) با اشکالات بسیاری مواجه است بنابراین یکی از مسیرهای منتهی به رفع این اشکالات، افزودن مالت خام تهیه شده از سایر دانه‌های غلاتی از جمله گندم و تریتیکاله است. هر یک از این مالت‌ها از نقطه نظر مشخصات فیزیکی و بیولوژیکی آن قدر با هم اختلاف دارند که اگر با هم مخلوط گردند، عیوب یکدیگر را پوشش خواهند داد (۱). بسیاری از ترکیبات شیمیایی دانه از جمله ازت، به علت ورود به آب مرحله خیساندن و سپس مصرف آن به عنوان ماده ضروری جهت رشد آکروسپایر[1] و ریشه‌چه در مرحله جوانه‌زنی، کاهش پیدا می‌کنند و از آن‌جایی که این بافت‌های غنی از پروتئین در انتهای فرایند مالت‌سازی جدا می‌شوند لذا پروتئین مالت کاهش می‌یابد (۶). در همین راستا نتایج تحقیق بتی حاکی از کاهش میزان پروتئین مالت جو و مالت گندم در طی فرایند مالت‌سازی بود (۴). نتایج بررسی بریگز روی ویژگی‌های مالت حاصل از گندم، جو، تریتیکاله و سورگوم حاکی از آن است که مقدار میزان راندمان عصاره آب گرم و شدت رنگ عصاره حاصل از تریتیکاله بیشتر از گندم و گندم نیز بیشتر از جو و سورگوم است (۶). محققین دیگری با مقایسه ویژگی‌های عصاره مالت جو و تریتیکاله نشان دادند که راندمان عصاره آب گرم تریتیکاله بیشتر از مالت جو است. اما مدت زمان لازم برای فیلتراسیون عصاره مالت جو کمتر از مالت تریتیکاله می‌باشد (۵). اهداف این پروژه‌ی تحقیقاتی شامل تهیّه‌ی مالت خام آزمایشگاهی از دانه‌های غلاّتی مورد مطالعه و تعیین ویژگی‌های کمّی و کیفی (راندمان استخراج عصاره‌ی گرم، راندمان استخراج عصاره‌ی سرد، قدرت دیاستاتیک، پروتئین کل و محلول، شاخص تغییرات اصلاحی نیتروژن، میزان رنگ و فعالیت بتاگلوکاناز) آن‌ها می‌باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد

دانه‌های جو (رقم صحرا)، گندم (رقم تجن) و تریتیکاله (رقم PGS) از مزارع تکثیری ایستگاه‌های تحقیقاتی گرگان و گنبد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان تهیه گردیدند.

### ۲-۲- روش‌ها

#### ۲-۲-۱- تولید مالت از سه دانه غلاتی

دانه‌های جو، تریتیکاله و گندم پس از تمیز و بوجاری شدن با الک و به صورت دستی، به طور جداگانه برای زمان‌های به ترتیب ۴۸، ۴۸ و ۲۴ ساعت تا رسیدن به میزان رطوبت نهایی ۴۶-۴۲ درصد تحت فرآیند خیساندن قرار گرفتند (دمای آب حدود ۲۰°C با سختی حدود ۲۵۰ پی.پی.ام، میزان آب اضافه شده تا غوطه‌وری کامل دانه‌ها). در مرحله‌ی بعد، دانه‌های خیسانده شدی سه دانه‌ی غلاتی به داخل دستگاه جوانه‌زنی خودکار مجهز به کنترل دما و رطوبت نسبی (دستگاه ESPEC مدل PR-2F ساخت کشور ژاپن) جهت طی شدن مدت زمان لازم ۷ روز برای جوانه‌زنی انتقال داده شدند، دمای دستگاه جوانه‌زنی درحدود

[1] Acrospire

۲۰-۱۷ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد (Agu, 2003). توده‌ی نمونه‌ها برای ممانعت از کپک‌زدگی احتمالی، زیر و رو و به هم زده شد. پس از جوانه‌زنی، نمونه‌ها در دمای ۶۵-۵۵ درجه‌ی سانتی‌گراد برای مدت ۴۸-۲۴ ساعت خشک شدند و ریشه‌چه‌های آنها به روش سایشی و با الک کردن جدا شد.

### ۲-۲-۲- تعیین میزان پروتئین کل و نیتروژن محلول (N ×٦/٢٥)

مطابق با روش کجلدال و با دستگاه ماکروکلدال اتوماتیک Auto Analyser 1030 Tecatoro تعیین شد (۲).

### ۲-۲-۳- نسبت ازت محلول به ازت کل یا شاخص کلباچ

پس از تعیین ازت کل مالت و ازت محلول کل عصاره به وسیله دستگاه ماکروکلدال اتوماتیک، با استفاده از رابطه (۱) تعیین گردید (۲).

رابطه‌ی (۱) $$\text{شاخص کلباچ} = \frac{\text{نیتروژن انحلال پذیر}}{\text{نیتروژن کل مالت}}$$

### ۲-۲-٤- راندمان استخراج عصاره یا عصاره‌ی آب گرم

تعیین راندمان استخراج عصاره آب گرم شامل مراحل تهیه‌ی عصاره آزمایشگاهی به روش زمان‌بندی درجه حرارتی می‌باشد. بدین ترتیب که ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر با دمای ۴۶ درجه سانتی‌گراد به ۵۰ گرم آرد نرم مالت اضافه شده و پس از مخلوط کردن به مدت ۳۰ دقیقه در بن‌ماری در ۴۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. سپس درجه حرارت مالت خیسانده تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد (هر دقیقه یک درجه سانتی‌گراد افزایش دما) بالا برده شد و پس از اضافه نمودن ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به آن، به مدت ۶۰ دقیقه در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید، روش تعیین ثقل ویژه‌ی عصاره تهیه شده، مراجعه به جدول پلاتو و تعیین E یا بریکس خوانده شده مربوطه و استفاده از رابطه‌ی (۲) می‌باشد (۷).

رابطه‌ی (۲) $$E = \frac{(800 + M)\,P}{100 - P}$$

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

### ۲-۲-۵- عصاره‌ی آب سرد (C.W.E[1])

۲۵ گرم مالت آسیابی نرم توزین و به بشر حاوی ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر ۲۰ درجه سانتی‌گراد اضافه گردید. مخلوط حاصل ۲/۵ ساعت در دمای ۲۰ درجه‌ی 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 رابطه‌ی (۳) درصد بازدهی عصاره‌ی آب سرد محاسبه شد(۷).

رابطه ی(۳) $$E = \frac{(800 + M)\,P}{100 - P}$$

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

### ۲-۲-٦- قدرت دیاستاتیک

قدرت دیاستاتیک مالت به روش AOAC. 935. 31 با تیتراسیون محلول فهلینگ و با استفاده از جدول ۱ تعیین گردید (۳).

### ۲-۲-۷-فعالیت آنزیم بتاگلوکاناز

اندازه‌گیری آنزیم با استفاده از کیت‌های تجاری شرکت Megazyme Itd.Ireland و با استفاده از رابطه‌ی ۴ تعیین شد که بیان فعالیت آنزیمی به صورت واحد بر کیلوگرم مالت $\left(U/Kg\right)$ می‌باشد (۱۵، ۱۶).

رابطه‌ی (۴) $$Y = MX + C$$

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

1- Cold Water Extract

**جدول ۱- تعیین قدرت دیاستاتیک نمونه‌های مالت در ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد (جدول IOB °)**

| عدد تیتراسیون | IOB ° | عدد تیتراسیون | IOB ° | عدد تیتراسیون | IOB ° | عدد تیتراسیون | IOB ° | عدد تیتراسیون | IOB ° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۱/۰ | ۱۸۱ | ۱۶/۵ | ۱۲۱ | ۲۲/۰ | ۹۰ | ۲۷/۵ | ۷۲ | ۳۳/۰ | ۶۰ |
| ۱۱/۵ | ۱۷۳ | ۱۷/۰ | ۱۱۷ | ۲۲/۵ | ۸۸ | ۲۸/۰ | ۷۱ | ۳۳/۵ | ۵۹ |
| ۱۲/۰ | ۱۶۶ | ۱۷/۵ | ۱۱۴ | ۲۳/۰ | ۸۶ | ۲۸/۵ | ۷۰ | ۳۴/۰ | ۵۸ |
| ۱۲/۵ | ۱۶۰ | ۱۸/۰ | ۱۱۱ | ۲۳/۵ | ۸۵ | ۲۹/۰ | ۶۸ | ۳۴/۵ | ۵۷ |
| ۱۳/۰ | ۱۵۳ | ۱۸/۵ | ۱۰۸ | ۲۴/۰ | ۸۳ | ۲۹/۵ | ۶۷ | ۳۵/۰ | ۵۷ |
| ۱۳/۵ | ۱۴۸ | ۱۹/۰ | ۱۰۵ | ۲۴/۵ | ۸۱ | ۳۰/۰ | ۶۶ | ۳۵/۵ | ۵۶ |
| ۱۴/۰ | ۱۴۲ | ۱۹/۵ | ۱۰۲ | ۲۵/۰ | ۸۰ | ۳۰/۵ | ۶۵ | ۳۶/۰ | ۵۵ |
| ۱۴/۵ | ۱۳۷ | ۲۰/۰ | ۱۰۰ | ۲۵/۵ | ۷۸ | ۳۱/۰ | ۶۴ | ۳۶/۵ | ۵۴ |
| ۱۵/۰ | ۱۳۳ | ۲۰/۵ | ۹۷ | ۲۶/۰ | ۷۶ | ۳۱/۵ | ۶۳ | ۳۷/۰ | ۵۴ |
| ۱۵/۵ | ۱۲۹ | ۲۱/۰ | ۹۵ | ۲۶/۵ | ۷۵ | ۳۲/۰ | ۶۲ | ۳۷/۵ | ۵۳ |
| ۱۶/۰ | ۱۲۵ | ۲۱/۵ | ۹۳ | ۲۷/۰ | ۷۴ | ۳۲/۵ | ۶۱ | ۳۸/۰ | ۵۲ |

**جدول ۲- تجزیه‌ی واریانس (میانگین مربعات) تأثیر نمونه بر ویژگی‌های مالت تهیه شده در تیمارهای آزمایش**

| منبع تغییر | پروتئین کل | شاخص کلباچ | راندمان استخراج عصاره گرم | راندمان استخراج عصاره سرد | قدرت دیاستاتیک | فعالیت بتا-گلوکاناز |
|---|---|---|---|---|---|---|
| نمونه | ۳/۶۷۴ *** | ۹۰/۴۸۱ *** | ۴۲/۱۳۴ *** | ۳۴/۵۰۸ *** | ۱۸۵/۳۳۳ *** | ۷۳۲۳۱۲۷/۰۰۰ *** |

*** معنی دار در سطح ۱ درصد.

**جدول ۳- مقایسه میانگین (دانکن P< ۰/۰۵) ویژگی‌های اندازه‌گیری شده انواع مالت تحت تأثیر نوع نمونه**

| نمونه | پروتئین کل (N × ۶/۲۵) (درصد) | شاخص کلباچ (درصد) | راندمان استخراج عصاره گرم (درصد) | راندمان استخراج عصاره سرد (درصد) | قدرت دیاستاتیک (°IOB) | فعالیت بتا-گلوکاناز (u/kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| مالت جو | ۱۵/۲±۰/۲ a | ± ۰/۳ c | ۶۷/۶± ۰/۹ b | ۲۲/۶± ۰/۳ c | ۶۲± ۲ b | ۷۱۶ ± ۶ b |
| مالت تریتیکاله | ± ۰/۶ b | ± ۰/۶ a | ۷۳/۹± ۰/۹ a | ۲۹/۳± ۰/۵ a | ۶۷ ± ۲ a | ۳۰۵۹ ± ۶۰ a |
| مالت گندم | ۱۵/۱±۰/۳ a | ۳۹/۹± ۰/۴ b | ۶۷/۳± ۰/۹ b | ۲۵/۰± ۰/۲ b | ۵۲ ± ۱ c | ۹۷ ± ۳ c |

در هر ستون اختلاف معنی‌دار آماری بین میانگین‌های با حروف یکسان وجود ندارد. نتایج عبارت است از: میانگین ± SD.

### ۲-۲-۸- تعیین رنگ عصاره

پس از تهیه عصاره به روش زمان‌بندی درجه حرارت به ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره تهیه شده ۵ گرم سیلیت برای شفاف کردن آن اضافه و مخلوط حاصل ۵ دقیقه نگهداری گردید. سپس با کاغذ صافی واتمن شماره ۱ صاف و در نهایت با استفاده از رابطه‌ی ۵رنگ عصاره محاسبه شد (۳).

رابطه‌ی (۵) $\text{رنگ عصاره} = ۱۰ \times A_{۴۳۰}$

$A_{۴۳۰}$ میزان جذب خوانده شده عصاره با اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۳۰ نانومتر می‌باشد.

### ۲-۲-۹- نحوه جمع‌آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل اطلاعات

این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی 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

در جدول ۲ تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تاثیر نمونه بر ویژگی‌های مالت‌های تهیه شده آورده شده است.

### ۳-۱- پروتئین کل

نوع نمونه تأثیر کاملاً معنی‌دار ($P<۰/۰۱$) روی میزان پروتئین کل ($N \times ۶/۲۵$) انواع مالت تهیه شده در این آزمایش داشت (جدول ۲). مقادیر مربوط به تأثیر تیمار نوع نمونه بر میزان پروتئین کل مالت‌های تهیه شده در جدول ۳ آورده شده است. میزان پروتئین کل مالت جو و مالت گندم به ترتیب ۱۵/۲ و ۱۴/۴ درصد بیشتر از میزان پروتئین کل مالت تریتیکاله بود (جدول ۳). اختلاف معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) بین میزان پروتئین مالت جو صحرا و مالت گندم تجن مشاهده نشد. میزان پروتئین کل شاید به تنهایی معیاری برای تعیین کیفیت مالت محسوب نشود زیرا نسبت بخش محلول به کل آن نشان دهنده‌ی تولید آنزیم‌های جدید در لایه آلرون که موجب ایجاد تغییرات اصلاحی درآندوسپرم (ذخیره نشاسته‌ای با ماتریکس پروتئین/ کربوهیدات) جهت استفاده جوانه می‌گردند، می‌باشد. گزارش شده است که معمولاً هرچه میزان پروتئین کل مالت بیشتر باشد، نسبت میزان پروتئین محلول به میزان پروتئین کل پایین‌تر است. واریته‌هایی که غلظت پروتئین کل آنها در حد معقولی پایین باشد به چند دلیل ترجیح داده می‌شوند: مالت حاوی پروتئین کل کمتر به طور مشخص به معنی وجود کمتر آنزیم و همچنین راندمان عصاره بالاتر می‌باشد، که هر دو خصوصیت مطلوب به شمار می‌آید. بر عکس، غلظت‌های بسیار پایین پروتئین می‌تواند تأثیر منفی روی عملیات تخمیر، سلامت مخمر، جسمیت و احساس دهانی محصول نوشابه نهایی داشته باشد (۱۱، ۱۳). در صنایع پخت و نانوایی، قنادی و تقطیری که فعالیت آنزیمی جایگاه خاصی دارد، دانه‌های جو ریز که میزان پروتئین بالاتر دارند مناسب‌ترند (۱).

### ۳-۲- شاخص کلباچ

میزان شاخص کلباچ انواع مالت تهیه شده در این آزمایش تحت تأثیر کاملاً معنی‌دار ($P<۰/۰۱$) تیمار نوع نمونه بود (جدول ۲). میزان شاخص کلباچ مالت تریتیکاله به ترتیب ۱۹/۳ و ۲۹/۰ درصد بیشتر از میزان شاخص کلباچ مالت گندم و مالت جو صحرا بود (جدول ۳). مالت تریتیکاله و مالت جو صحرا به ترتیب دارای بیشینه و کمینه‌ی ($P<۰/۰۵$) میزان شاخص کلباچ بودند (جدول ۳). نسبت میزان پروتئین محلول به میزان پروتئین کل، تحت عنوان شاخص کلباچ یا شاخص تغییرات اصلاحی نیتروژن در طی فرآیند مالت‌سازی تعریف می‌گردد. میزان عصاره با بهبود خصوصیات تغییرات اصلاحی خصوصاً افزایش نسبت کلباچ افزایش می‌یابد. به طور کلی باید یک توازن ظریف و حساس بین پروتئین کل و محلول وجود داشته باشد. تغییرات اصلاحی خوب و مناسب و عصاره آزاد شده این اجازه را به آنزیم‌های موجود می‌دهد که خصوصیات عملکردی بیشتری داشته باشند. در حالی که در واریته‌ها تغییرات اصلاحی پروتئین که به صورت نسبت پروتئین محلول به پروتئین کل بیان می‌شود بین ۴۲ تا ۴۴ درصد است، باید تغییرات اصلاحی کامل کربوهیدراتی ایجاد شود. نسبت پروتئین محلول به پروتئین کل واریته‌ها باید در دامنه‌ی ۴۴-۴۲ درصد باشد تا به میزان آلفا- آمیلاز و آمینو نیتروژن آزاد کافی برسند(۱۳، ۱۸).

### ۳-۳- راندمان استخراج عصاره‌ی گرم

تیمار نوع نمونه تأثیر بسیار معنی‌دار ($P<۰/۰۱$) روی میزان راندمان استخراج عصاره‌ی گرم انواع مالت تهیه شده در این آزمایش داشت (جدول ۲). میزان راندمان استخراج عصاره‌ی گرم

تیمار تهیه شده از مالت تریتیکاله به ترتیب ۹/۸ و ۹/۳ درصد بیشتر از میزان مشابه خود در مالت‌های گندم تجن و جو صحرا بود (جدول ۳). اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) بین میزان راندمان استخراج عصاره‌ی گرم مالت جو صحرا و مالت گندم تجن مشاهده نشد (جدول ۳). استخراج با آب گرم در واقع بیانگر کمیت مواد جامد حل شده در عصاره شیرین بوده که در طی فرآیند عصاره‌گیری در مقیاس کوچک، از مالت یا سایر مواد افزوده شده به آرد مالت حاصل می‌گردد. این فرآیند شامل دو بخش مجزا و مشخص می‌باشد: ابتدا تبدیل یا ساکاریفیه، که در طی آن آنزیم‌های موجود در مالت فعال گردیده و فرآیندهای آنزیمی ادامه پیدا می‌نماید و سپس استخراج ترکیبات و اجزاء محلول از مالت قبل از جداسازی فازهای جامد و مایع. آنالیز آماری بیانگر این نکته است که از تمامی آنالیزهای انجام شده بر روی مالت، تست استخراج با آب گرم، بیشترین اطلاعات را در مورد کیفیت مالت تولیدی ارائه می‌دهد و ارتباط خوبی با سایر آنالیزها از جمله مدت زمان استخراج و تولید عصاره، حجم و ثقل ویژه‌ی وُرت جمع آوری شده دارد (۷). نتایج این تحقیق نشان داد که نمونه‌های دارای شاخص کلباچ بالا دارای بیشینه‌ی میزان راندمان استخراج عصاره‌ی گرم بودند و بالعکس. نتایج این بخش با نتایج بلانچ فراور و بریگز مطابقت داشت (۵). در صنایع نوشیدنی‌های مالتی، واریته‌هایی که دارای راندمان عصاره بیشتری می‌باشند، ارجحیت دارند (۱).

### ۳-٤- راندمان استخراج عصاره‌ی سرد

میزان راندمان استخراج عصاره‌ی سرد انواع مالت تهیه شده در این آزمایش تحت تأثیر بسیار معنی‌دار (P<۰/۰۱) تیمار نوع نمونه بود (جدول ۲). میزان راندمان استخراج عصاره‌ی سرد تیمار تهیه شده از مالت تریتیکاله به ترتیب ۱۷/۲ و ۲۹/۶ درصد بیشتر از میزان مشابه خود در مالت‌های گندم تجن و جو صحرا بود (جدول ۳). استخراج با آب سرد نشان دهنده‌ی میزان تغییرات اصلاحی پروتئین و کربوهیدرات‌ها در طول جوانه‌زنی می‌باشد. فعل و انفعالاتی که در تغییرات اصلاحی به وقوع می‌پیوندد ناشی از فعالیت آنزیم‌های هیدرولیز کننده بوده که میزان آنها در طی عملیات مالت‌سازی بسیار افزایش می‌یابد. ترکیبات محلول در اثر فعالیت آنها تولید می‌شوند از جمله قندها و اسیدهای آمینه که در داخل دانه خصوصاً آندوسپرم تجمع پیدا می‌کنند. این مواد محلول در اثر "استخراج با آب سرد" حاصل و در دسترس قرار می‌گیرند(۱۲).

### ۳-۵- قدرت دیاستاتیک

تیمار نوع نمونه تأثیر بسیار معنی‌دار (P<۰/۰۱) روی میزان قدرت دیاستاتیک انواع مالت تهیه شده در این آزمایش داشت (جدول ۲). میزان قدرت دیاستاتیک تیمار تهیه شده از مالت تریتیکاله به ترتیب ۲۸/۸ و ۸/۱ درصد بیشتر از میزان مشابه خود در مالت‌های گندم تجن و جو صحرا بود (جدول ۳). مخلوط آنزیم‌های دانه‌ی جو، دیاستاز نامیده می‌شود. دیاستاز حاصل از دانه‌های جوانه نزده حاوی مخلوط آنزیمی متفاوت از دیاستاز مالت می‌باشد (۷). قدرت دیاستاتیک به مقدار اکی‌والان گرم مالتوز تولید شده طی مدت ۱۰ دقیقه عصاره‌گیری از ۱۰۰ گرم مالت اطلاق می‌گردد. آلفا آمیلاز و دکستریناز محدود بیشترین پایداری حرارتی و بتا-آمیلاز و آلفا گلوکوزیداز و مالتاز کمترین پایداری حرارتی را دارا می‌باشند. بتا-آمیلاز دارای کمترین دمای بهینه (۵۰ درجه سانتی‌گراد)، آلفا آمیلاز دارای بیشترین دمای بهینه (۶۵ درجه سانتی‌گراد) و مابقی آنزیم‌ها دارای وضعیت بینابینی می‌باشند (۱۶). نتایج این تحقیق که نشان دهنده‌ی وجود بیشینه‌ی نیتروژن محلول و شاخص کلباچ و در نتیجه فعالیت پروتئولیتیک و قدرت دیاستاتیک بالا و بهینه‌ی مالت تریتیکاله بود، با نتایج کیهارا و همکاران مطابقت داشت (۱۳).

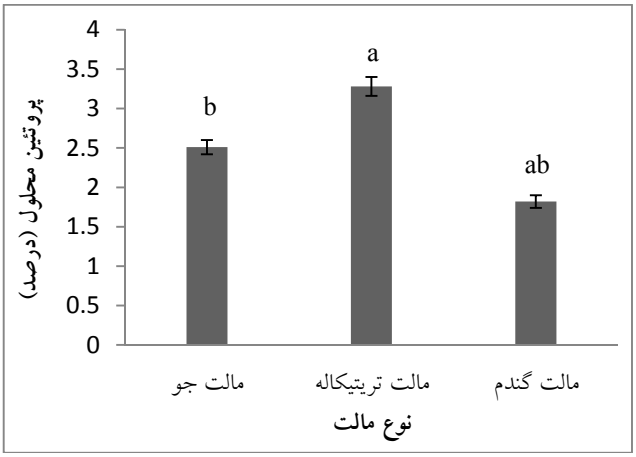
### ۳-٦- فعالیت بتا-گلوکاناز

میزان فعالیت بتا-گلوکاناز انواع مالت تهیه شده در این آزمایش تحت تأثیر بسیار معنی‌دار (P<۰/۰۱) تیمار نوع نمونه بود (جدول ۲). میزان فعالیت بتاگلوکاناز مالت تریتیکاله به ترتیب ۳۰۵۴ و ۳۲۷ درصد بیشتر از میزان مشابه خود در مالت‌های گندم تجن و جو صحرا بود (جدول ۳). (۴ ← ۱، ۳← ۱) بتا-گلوکان به عنوان یک ترکیب نامطلوب در فرآیند مالت‌سازی و تولید نوشابه‌های مالتی شناخته می‌شود. وجود مقادیر زیاد از (۴ ← ۱، ۳← ۱) بتا-گلوکان در مالت نشان دهنده‌ی تخریب ناکامل دیواره‌ی سلولی است که منجر به پایین آمدن میزان استخراج عصاره‌ی مالت می‌گردد. وجود مقادیر زیاد (۴ ← ۱، ۳← ۱) بتا-گلوکان در مالت می‌تواند علل مختلفی از جمله: وجود مقادیر زیادی از این ماده در نمونه‌ی جو، عدم توانایی دانه در تولید مقادیر کافی از

(۴ ← ۱، ۳← ۱) بتا-گلوکاناز، افزودن جو غیر مالتی و یا سایر غلات به عنوان مواد کمکی و یا ترکیبی از این موارد داشته باشد. پتانسیل وجود (۴ ← ۱، ۳← ۱) بتا-گلوکاناز در ارقام مختلف بستگی به ژنوتیپ و عوامل محیطی دارد که به نظر می‌رسد تأثیر عوامل محیطی در طی مراحل بلوغ دانه از اهمیت بیشتری برخوردار باشد. حدود ۶۰ درصد از (۴ ← ۱، ۳← ۱) بتا-گلوکاناز موجود در مالت سبز در طی فرآیند خشک کردن و پروردن نابود می‌گردد (۱۰). نتایج این آزمایش نشان داد که میزان فعالیت (۴ ← ۱، ۳← ۱) بتا-گلوکاناز مالت گندم در حد کمینه می‌باشد که مسلماً وجود مقادیر بالایی از پسمان (۴ ← ۱، ۳← ۱) بتا-گلوکان در مالت سبز گندم را به همراه خواهد داشت. به نظر می‌رسد مشکلات موجود در امر تخلیه‌ی ظروف عصاره‌گیری در صورت استفاده از مالت گندم به دلیل تشکیل لایه‌های غیر قابل نفوذ از ذرات نرم با ماهیت همی‌سلولزی موجود در ماده‌ی آسیابی مورد عصاره‌گیری باشد (۷).

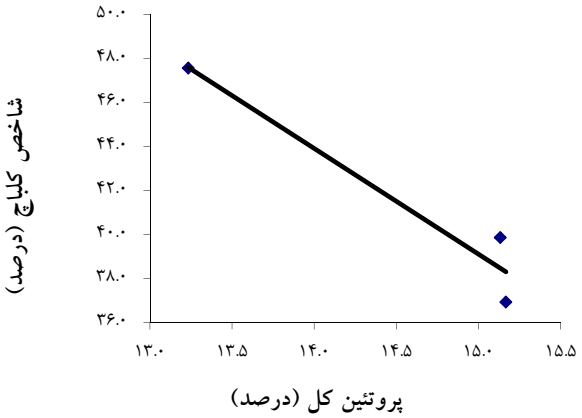
### ۳-۷- پروتئین محلول (N × ٦/٢٥)

تیمار نوع نمونه تأثیر بسیار معنی‌دار (P<۰/۰۱) روی میزان پروتئین محلول عصاره‌های حاصل از انواع مالت تهیه شده در این آزمایش داشت. میزان پروتئین محلول عصاره تهیه شده از مالت تریتیکاله به ترتیب ۵/۰ و ۱۲/۵درصد بیشتر از میزان مشابه خود در عصاره تهیه شده از مالت‌های گندم تجن و جو صحرا بود (شکل ۱).




**شکل ۱- تاثیر نوع نمونه بر میزان پروتئین محلول**

حدود پنج تا شش درصد از مواد جامد عصاره که از کل خیسانده‌ی مالت به دست می‌آید را مواد نیتروژنی تشکیل می‌دهند. که این معادل ۴۰-۳۰ درصد کل مواد نیتروژنی موجود در مالت می‌باشد. میزان نیتروژن محلول به موازات افزایش میزان نیتروژن مالت، افزایش می‌یابد، البته نه به شکل کاملاً خطی (۱). نتایج این تحقیق نشان داد که شاخص کلباچ که معرف تغییرات اصلاحی مواد نیتروزنی می‌باشد در مالت‌های حاوی نیتروژن بالا، پایین‌تر است و یک رابطه‌ی خطی با ضریب تعیین $R^2$=۰/۹۴ بین آنها وجود دارد (شکل ۲). مالت‌های تهیه شده از جو صحرا و گندم تجن که دارای بیشینه‌ی میزان پروتئین کل بودند، شاخص کلباچ پایین‌تری داشتند.

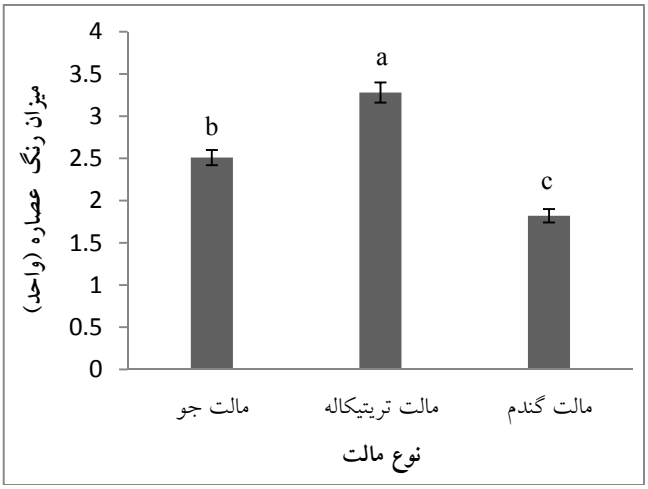



**شکل ۲- رابطه‌ی تغییرات شاخص کلباچ با افزایش میزان پروتئین مالت**

### ۳-۸- رنگ عصاره

میزان رنگ عصاره‌های حاصل از انواع مالت تهیه شده در این آزمایش تحت تأثیر بسیار معنی‌دار (P<۰/۰۱) تیمار نوع نمونه بود. میزان رنگ عصاره تهیه شده از مالت تریتیکاله به ترتیب ۸۰/۲ و ۳۰/۷ درصد بیشتر از میزان رنگ عصاره‌های تهیه شده از مالت گندم تجن و جو صحرا بود (شکل ۳). عصاره تهیه شده از مالت تریتیکاله و مالت گندم تجن به ترتیب حاوی بیشینه و کمینه‌ی (P<۰/۰۵) میزان رنگ بودند، نتایج این بخش با نتایج کیهارا و همکاران مطابقت داشت (۱۳). متغیرهای مستقل بسیاری در ایجاد رنگ مالت و عصاره تهیه شده از آن مؤثر می‌باشند از جمله میزان تغییرات اصلاحی پروتئین و کربوهیدرات در دانه‌ی جو و نیز میزان تجزیه‌ی مالت سبز موجود در کوره‌های خشک‌کن کیلن، استمرار میزان دما و مدت زمان خشک کردن و پروردن در هر درجه حرارت. انجام عملیات عصاره‌گیری تدریجی در درجه حرارت بالا، موجب ایجاد و ذخیره‌ی سطوح بالایی از قندهای محلول و اسیدهای آمینه می‌گردد که تشکیل رنگ در طی مالت‌سازی را افزایش می‌دهد. بسیاری از تغییراتی که در طی مرحله‌ی خشک

کردن و پروردن رخ می‌دهد، روی رنگ مالت و عصاره‌ی آن تأثیر به سزایی دارد (۶).




**شکل ۳- تاثیر نوع نمونه بر میزان رنگ عصاره**

## ٤- نتیجه‌گیری

مالت حاصل از تریتیکاله دارای میزان راندمان عصاره آب گرم و سرد، قدرت دیاستاتیک، فعالیت آنزیم بتا-گلوکاناز و شاخص کلباج بیشتری از مالت حاصل از گندم و جو می‌باشد. مالت‌های تهیه شده از جو صحرا و گندم تجن دارای بیشینه‌ی میزان پروتئین کل بودند. و یک رابطه معکوس میان میزان پروتئین کل با شاخص کلباچ وجود دارد.

## ٥- منابع


۱- 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.

2- Agu. R . C. 2002. A Comparison of maize. sorghum and barley as brewing adjuncts. *Journal of the Institute of Brewing*. 108(1), 19-22.

3- Agu, R. C. 2003. Some relationships between malted barleys of different nitrogen level and the wort properties. *Journal of the Institute of Brewing*, 109(2):106-109.

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

5- Bhatty, R. S. 1996. Production of food malt from hull-less barley. *Cereal Chemistry*. 73: 75-80.

6- Blanch flower, A. J and D. E. Briggs. 1991. Quality Characteristics of triticale malt and worts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 56: 129-140.

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

10- Glatthar, J., Heinisch, J. J., and Senn, T. 2005. Unmalted triticale cutivars as brewing adjuncts. Effect of enzyme activites and composition on beer wort quality. *Journal of Food and Agriculture*. 85: 647-654

11- Jones, B. L. 2005. Endoprotease of barley and malt. *Journal of Cereal Science*. 42: 139-156.

12- Kay, S. 2006. Miller Brewing Company Malt Strategy.Available:http:// www.Brewingtechniques. com / bmg/grain.html, accessed 12 February, 2009.

13- Kent-Jones, D. W., and Amons, A. J. 1992. *Modern Cereal Chemistry*. Six Edition, Food Trade Press LTD, London, UK.

14- Kihara, M., Saito, W., Okada, Y., Kaneko, T., Asakura, T., and Ito, K. 2002. Relationship between proteinase activity during malting and malt quality. *Journal of the Institute of Brewing*, 108, 371-376.

15– Lowe, D. P. Ulmer, H. M. Sinderene, D. V., and Arendt, E. K. 2004. Application of biological acidification to improve the quality and process ability of wort produced from 50% raw barley. *Journal of the Institute of Brewing*, 110 (2), 133-140.

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- Megazyme International Ireland. 2008. Malt and Bacterial beta- Glucanase and Cellulase. Wicklow, Bray Co.

18- Osman , A. M. 2002. The advantages of using natural substrate– based on methods in assessing the roles and synergistic and competitive interactions of barley malt starch – degrading enzymes. *Journal of Institute Brewing*. 108: 204-214.

19- Palmer, G. H. 1989. *Cereals processing technology*. Wood head publishing, Cambridge, England, pp. 173-203.

20- USDA. 2010. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. Office of Global Analysis . International Production Assessment Division. Washington, DC, USA