

## بررسی تأثیر درجه استحصال آرد بر ترکیب آرد، خواص رئولوژی خمیر و کیفیت نان

عادل میرمجیدی هشتجین

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

### چکیده

اطلاعات موجود مبتنی بر دانش امروزی، قدمت نان را تا ۶۰۰۰ سال قبل تأیید نموده و در بررسی‌های باستان‌شناسی دلایل غیر قابل تردیدی در این زمینه بدست آمده است. نان یکی از ارزانترین و مهمترین مواد غذایی مورد استفاده انسان می‌باشد، گرچه با ارتقاء سطح زندگی در کشورهای پیشرفته از میزان مصرف نان کاسته شده است، لیکن نان هنوز هم بخش عمده‌ای از انرژی روزانه مردم کشورهای مختلف و بویژه اقشار کم درآمد جامعه را تأمین می‌کند (۱).

ترکیب آرد و کیفیت نان همواره تحت تاثیر عوامل مختلف محیطی، توارثی و نوع فرآیندهای عمل‌آوری می‌باشند. از مهمترین فاکتورهای مؤثر بر ترکیب و ویژگیهای آرد و متعاقباً کیفیت نان حاصل، درجه استحصال آرد می‌باشد. در این مقاله ابتدا به تعریف واژه درجه استحصال آرد و روشهای محاسبه و تعیین آن پرداخته و سپس تأثیر درجه استحصال آرد بر ترکیب و ویژگیهای آرد (خاکستر، رنگ، رطوبت، پروتئین، فیبر خام، چربی، گلوتن مرطوب، عدد رسوبی، عدد فالینگ و اندازه ذرات آرد)، خواص رئولوژی خمیر و خواص کیفی نان مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است.

### مقدمه

بر اساس تحقیقات و بررسیهای بعمل آمده، عمده ترین گروه غذایی در تأمین انرژی و پروتئین دریافتی در رژیم غذایی افراد کشور، نان می باشد (۱). بویژه این امر در مورد اقشار کم درآمد جامعه که غذای اصلی آنها نان می باشد، حائز اهمیت است. با توجه به اینکه در کشور ما اکثریت مردم در سطح متوسط و کم درآمد جامعه قرار دارند، لذا هر گونه تحقیقی در رابطه با بهبود کیفیت نان در کشور ما کاربردی و مثمرتر خواهد بود.

کیفیت نان تا حدود زیادی وابسته به ترکیب آرد بوده و عوامل متعددی در این رابطه تاثیر گذار می باشند. در رابطه با ویژگیهای آرد، یکی از فاکتورهایی که روی کیفیت نان می تواند تاثیر داشته باشد، درجه استحصال آرد می باشد. با توجه به اینکه اختلاف قابل ملاحظه ای در ترکیب آندوسپرم و پوسته دانه گندم وجود دارد، آردهایی که درجه استحصال مختلف دارند، از لحاظ ترکیب و میزان پروتئین یکسان نخواهند بود و امروزه ثابت شده که ترکیب آرد و بویژه مقدار و کیفیت پروتئین آن از فاکتورهای عمده در تعیین کیفیت نان می باشند.

از عمده ترین نانهای مسطح که در سطح وسیع در ایران پخت و به مصرف مردم می رسد، می توان نانهای لواش، بربری، سنگک و تافتون را نام برد. در تهیه نان سنگک از آرد تقریباً کامل (با درجه استحصال ۹۸٪) استفاده می شود. درصد استحصال آرد مورد استفاده برای تهیه نانهای بربری، تافتون و لواش به ترتیب در حدود ۸۱٪، ۸۶/۵٪ و ۸۶/۵٪ می باشد که این ارقام صرفاً بر اساس معیارهای اقتصادی توسط واحدهای تولید کننده آرد در نظر گرفته شده است (۱، ۵ و ۶).

### درجه استحصال آرد<sup>۱</sup>

هر چند که تعریف واژه درجه استحصال آرد در خود کلمه نهفته است، اما اگر در کاربرد این واژه دقت نشود ممکن است مفهوم آن مبهم باشد. دو نوع اشتباه عمده که در تعریف این واژه اغلب مشاهده می شود، انتخاب روش مورد استفاده جهت محاسبه آن و استفاده از واژه بازدهی آرد<sup>۲</sup> بجای استحصال آرد می باشد (۳).

1- Flour Extraction

2- Flour Yield

نسبت گندم بازیابی شده به شکل آرد توسط فرایند آسیاب کردن، درجه استحصال آرد نامیده می‌شود (۳). در تعریف دیگر، تعداد قسمتهای وزنی آرد حاصل از آسیاب کردن یکصد کیلوگرم گندم را درصد استحصال آرد نامیده‌اند (۲).  
درجه استحصال آرد ممکن است بوسیله یکی از روابط پنجگانه ذیل محاسبه گردد (۳).  
الف) بر اساس گندم دریافت شده (گندم پاک نشده).

$$\text{درصد استحصال} = \frac{\text{وزن آرد}}{\text{وزن گندم پاک نشده}} \times 100$$

ب) بر اساس گندم خشک تمیز که برای عملیات نم زدن و متعادل کردن<sup>۳</sup> مورد استفاده قرار می‌گیرد.

$$\text{درصد استحصال} = \frac{\text{وزن آرد}}{\text{وزن گندم خشک تمیز}} \times 100$$

ج) بر اساس گندم تمیز حالت داده شده که وارد اولین غلتک خرد کننده می‌شود.

$$\text{درصد} = \frac{\text{وزن آرد}}{\text{وزن آرد}} \times 100$$

استحصال

وزن گندم تمیز حالت داده شده

د) بر اساس کل محصول بدست آمده از فرآیند آسیاب کردن گندم.

$$\text{درصد استحصال} = \frac{\text{وزن آرد}}{\text{وزن آرد}} \times 100$$

وزن آرد + وزن محصولات جانبی فرآیند آسیابانی (خوراک دام)

و) بر اساس مجموع فرآیندهای آسیاب.

$$\text{درصد استحصال} = \frac{\text{وزن آرد}}{\text{وزن آرد}} \times 100$$

وزن آرد + وزن خوراک دام + وزن مواد باقیمانده روی الکهای آسیاب

از مهمترین روشها برای بیان کردن درصد استحصال می‌توان به روابط (الف) و (ج) اشاره نمود. رابطه (الف) یک ارزیابی از ارتباط هزینه مواد اولیه و آرد حاصل شده می‌باشد و رابطه (ج) کارایی فرایند آسیابانی را نشان می‌دهد.

بازدهی آرد بر خلاف مفهوم متداول واژه بازده، بیانگر مقدار آرد حاصل از یک مقدار معینی از گندم نیست، بلکه بصورت مقدار گندم مورد نیاز برای تولید مقدار معینی آرد (معمولا یکصد پوند) تعریف می‌شود (۳).

### تأثیر درجه استحصال بر ترکیب و ویژگیهای آرد

#### ۴-۱- درصد استحصال و خاکستر آرد

با افزایش درصد استحصال آرد مقدار خاکستر آن نیز افزایش می‌یابد. زیرا مقدار املاح معدنی که ناشی از حضور لایه های بیرونی تر دانه گندم است، در آردهای با درصد استحصال بالا، زیادتر می‌باشد (۷).

#### ۴-۲- درصد استحصال و رنگ آرد

با افزایش درصد استحصال، رنگ آرد افزایش پیدا می‌کند. با توجه به اینکه در آردهای با درصد استحصال بالا، حضور مواد غیر آندوسپرمی بیشتر می‌باشد، لذا حضور این اجزاء باعث تیره رنگ شدن آرد می‌شوند. تغییرات رنگ آرد تا استخراج ۶۵٪ اندک است. مابین ۶۵ تا ۷۰ درصد، رنگ آرد افزایش می‌یابد و در استخراج بالای ۷۵٪ رنگ آرد بطور فزاینده زیاد می‌شود (۷).

#### ۴-۳- درصد استحصال و رطوبت آرد

با افزایش درصد استحصال آرد، رطوبت آن کاهش می‌یابد. علت این کاهش مربوط به حضور لایه های بیرونی دانه گندم در آردهای با درصد استخراج بالا می‌باشد، که این اجزا به دلیل داشتن مقدار رطوبت کمتر نسبت به قسمتهای داخلی تر دانه، باعث کاهش محتوای رطوبت این آردها می‌شوند، که این امر در قابلیت ماندگاری و میزان جذب آب بعدی این آردها مؤثر می‌باشد (۵).

#### ۴-۴- درصد استحصال و میزان پروتئین آرد

با افزایش درصد استحصال، میزان پروتئین آرد افزایش می‌یابد. این امر از یکسان نبودن توزیع پروتئین در آندوسپرم و لایه های مختلف دانه گندم ناشی می‌شود. میزان پروتئین در لایه های خارجی تر دانه گندم یعنی لایه آلرون و لایه های مجاور آن بیشتر از قسمتهای داخلی تر دانه، یعنی آندوسپرم می‌باشد. حتی توزیع پروتئین در آندوسپرم نیز یکسان نیست و میزان پروتئین از قسمتهای داخلی تر به طرف پیرامون دانه، افزایش می‌یابد. اما کیفیت پروتئین از قسمتهای مرکزی دانه بطرف لایه های خارجی تنزل می‌نماید (۷).

## ۴-۵- درصد استحصال و میزان فیبر خام

توزیع مواد فیبری نظیر سلولز، همی سلولز، لیگنین، پکتین و پنتوزانها همانند پروتئین، در داخل دانه گندم یکسان نبوده و بیشتر در لایه های خارجی یعنی سبوس و لایه آلرون ظاهر می شوند. لذا با افزایش درصد استحصال، درصد سبوس و متعاقبا میزان فیبر خام افزایش خواهد یافت (۶).

## ۴-۶- درصد استحصال و میزان چربی

با افزایش درصد استحصال آرد، میزان چربی آن افزایش می یابد. توزیع چربی نیز همانند پروتئین و مواد فیبری یکسان نبوده و در لایه های خارجی مقدار آن بیشتر است. میزان چربی در آندوسپرم ۰/۹۹٪، در پوسته ۳/۵۸٪ و در جوانه ۶/۷۲٪ گزارش شده است (۳).

## ۴-۷- درصد استحصال و میزان گلوتن مرطوب

افزایش درجه استحصال تا یک حد معینی، میزان گلوتن مرطوب اندازه گیری شده را افزایش می دهد. اما بالاتر از آن حد باعث کاهش میزان گلوتن مرطوب می شود. (۵).

۴-۸- درصد استحصال و میزان عدد رسوبی (عدد زلنی)<sup>۴</sup>

با افزایش درجه استخراج آرد، عدد رسوبی کاهش می یابد. چون با وجود اینکه میزان پروتئین در لایه های بیرونی تر دانه گندم بیشتر از آندوسپرم می باشد، اما کیفیت آن در لایه های خارجی افت می کند و بنابراین عدد رسوبی که معیاری از کیفیت پروتئین می باشد، کاهش می یابد (۸).

۴-۹- درصد استحصال و میزان عدد فالینگ<sup>۵</sup>

عدد فالینگ معیاری از فعالیت آنزیمی آرد می باشد. بطوریکه هر چه فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز<sup>۶</sup> در آرد بالاتر باشد، عدد فالینگ کاهش بیشتری می یابد. توزیع آنزیم ها و بویژه آلفا آمیلاز در دانه غلات بگونه‌ای است که عمدتا در لایه های خارجی دانه گندم، مخصوصا در قسمت جوانه متمرکز می باشد. از اینرو با افزایش درصداستحصال آرد، عدد فالینگ کاهش می یابد (۸).

## ۴-۱۰- درصد استحصال و میزان اندازه ذرات آرد

با افزایش درصد استخراج آرد، اندازه ذرات آن افزایش می یابد. این امر ناشی از حضور ذرات سبوس در آردهای با درصد استخراج بالا می باشد، که باعث زبری این آردها می شود. درشت بودن

4 -Zelleny

5- Falling Number

6- Amylase

اندازه ذرات آرد، روی خصوصیات رئولوژی خمیر و کیفیت شبکه گلوتنی و در نتیجه حجم نان تأثیر منفی دارد (۷).

### تأثیر درجه استحصال آرد بر خواص رئولوژی خمیر

در ارتباط با تأثیر درجه استحصال روی خواص رئولوژیکی خمیر و کیفیت پخت نان تحقیقات زیادی انجام گرفته است. موتو و همکاران (Moto, 1973) در رومانی و ارث و همکاران (Orth, 1974) در استرالیا، تأثیر درصد استحصال روی خواص رئولوژیک خمیر و کیفیت پخت نانهای محلی خود را مورد بررسی قرار دادند. با افزایش درصد استحصال آرد، مقاومت خمیر<sup>۷</sup> کاهش می‌یابد. از شاخص‌های مهمی که مقاومت خمیر را نشان می‌دهند، می‌توان به درجه سست شدن خمیر<sup>۸</sup> که با دستگاه فارینوگراف<sup>۹</sup> و مقاومت ماکزیمم<sup>۱۰</sup> که با دستگاه اکستنسوگراف<sup>۱۱</sup> تعیین می‌شود، اشاره کرد. با افزایش درصد استحصال، میزان سست شدن خمیر افزایش و مقاومت ماکزیمم آن کاهش می‌یابد (شکل ۱ و ۲) (۶، ۷ و ۸).

با وجود اینکه میزان پروتئین با افزایش درصد استحصال افزایش می‌یابد، اما مقاومت و استحکام گلوتن کاهش می‌یابد. آردهای با درصد استخراج بالا، خمیرهایی تولید می‌کنند که شبکه گلوتنی آنها به راحتی توسط عملیات مداوم بهم زدن و مخلوط کردن از هم فرو می‌پاشد و این خمیرها مقاومت کمی در مقابل کشش از خود نشان می‌دهند که این امر نشان دهنده این است که با افزایش درصد استخراج، کیفیت پروتئین آرد بر عکس کمیت آن، تنزل می‌کند. از طرفی حضور ذرات سبوس به ساختمان یکنواخت و منسجم شبکه گلوتنی لطمه وارد کرده و مقاومت خمیر در برابر عوامل مکانیکی و قابلیت نگهداری گاز توسط شبکه کاهش می‌یابد. رابطه بین درصد استحصال آرد و میزان جذب آب آرد، یک رابطه خطی و مستقیم می‌باشد (شکل ۳). این امر از آنجا ناشی می‌شود که با افزایش درصد استحصال آرد، میزان آسیب دیدگی ناشی شده و متعاقباً میزان پنتوزان بالا

7- Dough Resistance

8- Dough Break down

9- Farinograph

10- Rmax (Maximum Resistance)

11- Extensograph

رفته، که در نتیجه باعث بالا رفتن میزان جذب آب آرد خواهد شد. لذا مدت زمان لازم برای شکل‌گیری خمیر (زمان گسترش خمیر)<sup>۱۲</sup> افزایش می‌یابد.

بنابراین تضعیف خصوصیات رئولوژیکی، بعلت تضعیف شبکه گلوتنی خمیر و کاهش کیفیت گلوتن در نتیجه حضور ذرات سبوس می‌باشد. البته با افزایش زمان تخمیر، خواص رئولوژیکی خمیر بهبود می‌یابد. چون با افزایش زمان تخمیر، توزیع گازهای ناشی از تخمیر در شبکه گلوتنی بهبود یافته و خمیر خواص ویسکوالاستیک بهتری از خود ظاهر می‌کند و در نتیجه مقاومت آن در مقابل عوامل مکانیکی نظیر کشش بیشتر می‌گردد (۸ و ۹).

### تأثیر درجه استحصال آرد بر خواص کیفی نان

از بین خصوصیات مهم نان که بیشتر از همه تحت تأثیر درصد استحصال آرد می‌باشد، حجم آن است. با افزایش درصد استحصال حجم نان کاهش پیدا می‌کند و این عمدتاً بدلیل حضور سبوس و تضعیف شبکه گلوتنی خمیرهای تهیه شده از آردهای با درصد استخراج بالا می‌باشد که گاز کربنیک تولید شده در جریان تخمیر را نمی‌توانند بخوبی نگهداری نمایند. لذا حجم این نانها در مقایسه با نانهای تهیه شده از آردهای سفیدتر، کمتر می‌باشد. نتایج تحقیقات انجام گرفته در این زمینه نشان داده‌اند که هر چه اندازه ذرات سبوس افزوده شده به آرد ریزتر باشد، به همان اندازه تأثیر منفی سبوس روی حجم نان کمتر می‌گردد (۴).

از خصوصیات دیگر نان که تحت تأثیر درصد استحصال آرد هستند، می‌توان رنگ پوسته، رنگ مغز نان، خصوصیات بافتی و ارگانولپتیک آن را نام برد. با افزایش درصد استخراج آرد، رنگ مغز نان از سفید به سفید شیری رنگ و در درصدهای استحصال بالا به قهوه‌ای کم رنگ تغییر می‌نماید. اما رنگ پوسته با افزایش درصد استخراج بهبود می‌یابد. در عین حال که تأثیر سبوس روی بافت، دانه بندی و حجم نان، یک تأثیر منفی می‌باشد، اما عطر و بوی نان بسته به میزان سبوس مورد استفاده بهبود نشان می‌دهد (۵).

حداکثر مقدار قابل قبول سبوس در تهیه نان ۱۵ درصد می‌باشد، اما این مقدار متغیر بوده و بستگی به ماهیت اصلی نان در مناطق مختلف جهان دارد (۵). افزایش درصد استحصال آرد بر برخی خصوصیات بافتی تأثیر منفی دارد. با افزایش درصد استحصال آرد، پوکی و تخلخل نان کاهش می‌یابد

که بدلیل تأثیر نامطلوب سبوس روی شبکه گلوتنی و تضعیف قابلیت نگهداری گاز توسط آن می باشد.

اما سفتی و نرمی بافت و ساختار نان بهبود یافته و قابلیت جویدن نان بهتر می شود (۶). افزایش درصد استحصال آرد روی خصوصیات حسی نان تاثیر مثبت دارد و عطر و بوی مخصوص نان را تشدید می کند.

تحقیقات مختلف نشان داده اند که با افزایش درصد استحصال آرد، بیاتی نانهای تهیه شده از این آردها به تعویق می افتد. بافت نانهای تهیه شده از آردهای با درصد استحصال بالا نسبت به نانهای حاصل از آردهای با درصد استحصال پائین، دارای مقدار رطوبت بیشتری بوده که به علت جذب آب بیشتر این آردها می باشد. میزان رطوبت مغز نان یکی از عوامل مؤثر در پدیده بیاتی نان می باشد، بطوریکه هر چه بافت داخلی نان مرطوب تر باشد، پدیده بیاتی در مغز نان به تعویق خواهد افتاد (۱، ۵ و ۶).

### نتیجه گیری

درصد استحصال آرد بر روی ترکیب آرد، خواص رئولوژیکی خمیر و خواص کیفی نان تاثیر گذار می باشد. مهمترین تاثیر درصد استحصال آرد بر خواص کیفی نان، کاهش حجم نان، تشدید عطر و بوی مخصوص نان، بهبود ساختار نان و به تعویق انداختن بیاتی می باشد. افزایش درصد استحصال آرد موجب بهبود کیفیت نان و افزایش ارزش تغذیه ای نان می شود. همچنین از لحاظ اقتصادی به صرفه خواهد بود، زیرا از یکصد کیلوگرم گندم، آرد بیشتری استحصال خواهد شد. تضعیف خواص رئولوژیکی خمیر در نتیجه افزایش درصد استحصال آرد را می توان با افزودن گلوتن حیاتی<sup>۱۳</sup> به آرد و یا افزایش زمان تخمیر تا حدودی جبران نمود (۲، ۴، ۶، ۷، ۸ و ۹).

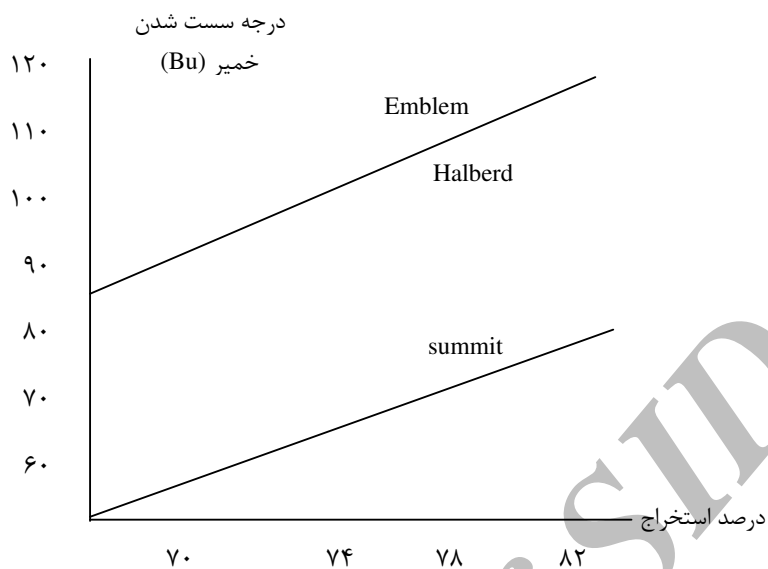
### منابع

- ۱- رجب زاده، ن. ۱۳۷۲. تکنولوژی نان. چاپ دوم. دانشگاه تهران، تهران، ص ۴۴۸.
- ۲- کنت، ن. ل. ۱۳۷۰. تکنولوژی غلات. آراسته، ن. چاپ اول. معاونت فرهنگی استان قدس رضوی، مشهد، ص ۴۱۵.

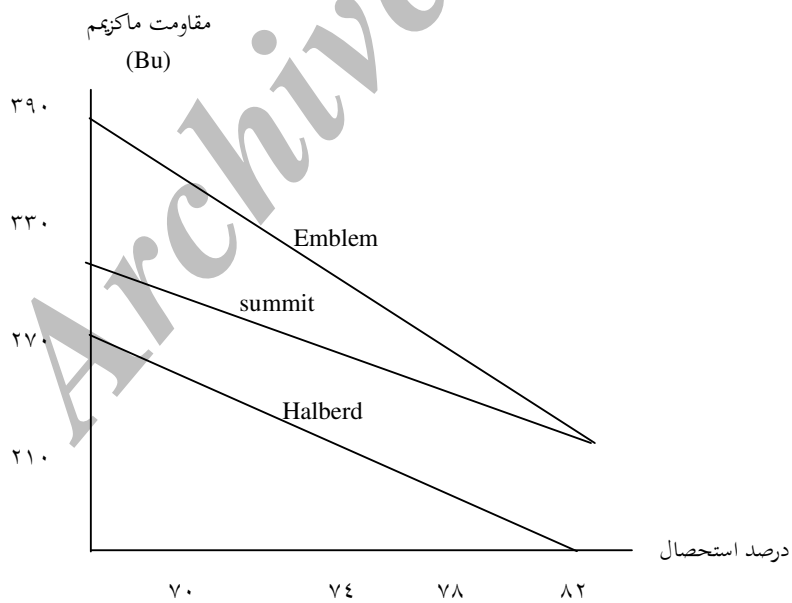


- 3- Bass, E. G. 1988. Wheat flour milling. Pages 1-69 in : Wheat : Chemistry and technology. Vol. 2. 3 rd ed., Pomeranz, Y., Am. Assoc. Cereal Chem., Inc : St. Paul, Minnesota.
- 4- Gan, Z., and Vaughan, J. G. 1992. Effect of outer bran layers on the loaf volume of wheat breads. *Journal of Cereal Science*, 15 : 151-165.
- 5- Haridas Roa, P., and Malini Rao, H. 1991. Effect of incorporating wheat bran on the rheological characteristics and bread making quality of flour. *Journal of Food Science and Technology*, 28 (2): 92-97.
- 6- Moto, L., melniciuc, G., and Teodoresco, F. 1973. Effect of extraction rate on baking quality of flour. *Industria Alimentara*, 24 (1): 12-15.
- 7- Orth, R. A., and Mander, K. C. 1974. Effect of milling yield on flour composition and bread making quality. *Cereal Chemistry*, 52: 305-314.
- 8- Venkateswara Rao, G., Indrani, D., and Shurpalekar, S. R. 1985. Effect of milling methods and extraction rate on the chemical, rheological and bread making characteristics of wheat flours. *Journal of Food Science and Technology*, 22 (1): 38-42.
- 9- Venkateswara Rao, G., Weipert, D., and Seibel, W. 1986. Effect of additives on the rheological and baking characteristics of different extraction rate wheat flours. *Journal of Food Science and Technology*, 23: 183-189.

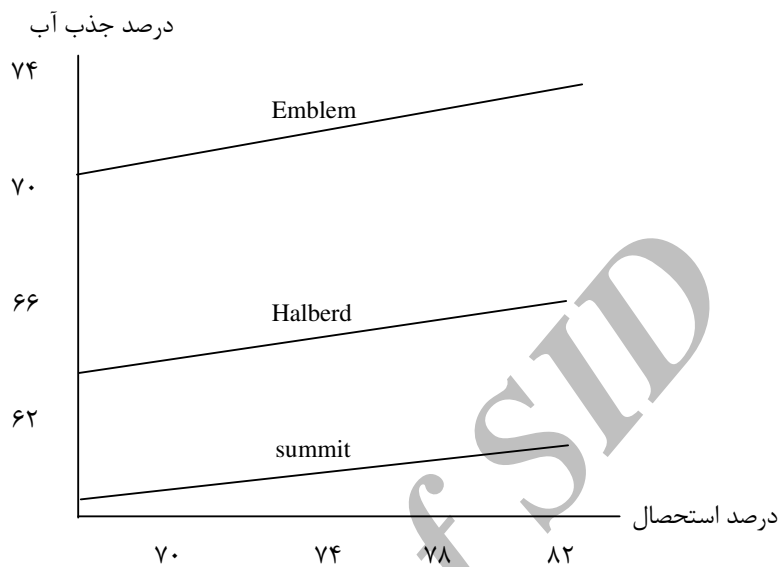
Archive of SID



شکل ۱- رابطه بین درجه سست شدن خمیر در فارینوگراف و درصد استحصال سه نوع آرد



شکل ۲- رابطه بین مقاومت ماکزیمم خمیر در اکستنسوگراف و درصد استحصال سه نوع آرد



شکل ۳- رابطه بین جذب آب فارینوگراف و درصد استحصال سه نوع آرد

Archive of SID