

مقاله

بررسی فرآیند تبدیل و اثرات آن بر ارزش غذایی برنج

••

ارائه‌دهنده مقاله :

فرحناز فرخزاد

کارشناس مونسسه تحقیقات برنج کشور

فرحناز فرخزاد

کارشناس بخش اصلاح بذر موسسه تحقیقات برنج

مقدمه :

در ۲۹ کشور جهان برنج غذای اصلی محسوب می‌شود. وابستگی غذایی به برنج در قاره آسیا بیش از هر جای دیگر می‌باشد. بنا بر آمار فائو (۱۹۸۴) برنج بین ۲۵ تا ۵۹ درصد انرژی مصرفی ۲۷۰۰ میلیون انسان را در آسیا تامین می‌نماید. طبق گزارش فائو بین سالهای ۸۱ - ۱۹۷۱ سهم برنج در تامین پروتئین لازم رژیمهای غذایی افراد در جنوب آسیا ۶۹/۲ درصد و جنوب شرقی آسیا ۵۱/۴ درصد اعلام شده است. در حالیکه ۹۵ درصد برنج تولیدی در کشورهای تولید کننده آن مصرف می‌شود، بزرگترین عامل موثر بر افزایش مصرف برنج را می‌توان رشد جمعیت بویژه در کشورهای فقیری که برنج مهمترین ماده غذایی آنها می‌باشد دانست. بنابراین این برای کشورهای تولید کننده این محصول در آسیا، برنج غذای کم اهمیتی نیست.

از مشکلات عمده تغذیه‌ای در کشورهای مصرف کننده برنج ناکافی و ناعادلانه بودن جذب مواد غذایی است نظیر شیوع سوء تغذیه‌ای پروتئینی یا PEM (Protein energy malnutrition) در کودکان که بدلیل عدم دسترسی صحیح به منابع پروتئینی ایجاد می‌گردد و مشکل عمده کشورهای مصرف کننده برنج در نواحی جنوب شرقی آسیا می‌باشد.

شاید بتوان مصرف برنج را تحت تاثیر یک الگوی اقتصادی - اجتماعی - توسعه‌ای و فرهنگی دانست. هرچند این مشکلات تغذیه‌ای مستقیماً "و صرفاً" ناشی از مصرف برنج نیستند بلکه منعکس کننده عوامل موثر متنوعی می‌باشند که بر الگوی تغذیه‌ای مردم آسیا سایه گستر است. در حالیکه برنج غذای اصلی مردم نواحی تولید کننده را تشکیل می‌دهد، بنابراین خلاصه موجود میان فراوانی غذا و مصرف واقعی آن را حقیقت نحوه مصرف صحیح و استفاده بهینه از منابع غذایی موجود در آن در کنار عامل قابلیت دسترسی به سایر منابع غذایی پر می‌کند، برنج غله‌ای است که تا هنگام مصرف دچار تغییرات زیادی می‌شود. پس از برداشت اولین مرحله

قبل از عرضه آن به بازار، تبدیل آن از شلتوک به برنج سفید است. در این روند عدم آگاهی کافی از میزان تبدیل و نحوه تبدیل می‌تواند سبب گردد تا قسمت زیادی از مواد غذایی برنج ضایع شود، نحوه مصرف آن از طرف مصرف کننده که عمدتاً در کشور ایران به سه طریق *Excess water cooking* یا پخت در آب اضافه (آبکش) می‌باشد نیز تا حد زیادی سبب از بین رفتن پروتئین و مواد غذایی و معدنی موجود در برنج می‌گردد. مقاله حاضر اشاره مختصری به ارزش غذایی برنج و ضایعات آن در طی فرآیند تبدیل و مصرف دارد.

#### دانه برنج :

ترکیب دانه رسیده برنج توسط تعدادی واژه تعریف می‌گردد. دانه رسیده برنج هنگامی که درو می‌شود به صورت دانه پوشیده‌ای است (شلتوک یا جو) که در آن کاربویسیز (گندمه) توسط یک لایه سیلیکونی شلتوک (سیوس) احاطه شده است. کاربویسیز به تنهایی یک بذر میوه‌ای بوده که در پریکارپ متراکم گردیده است و متشکل از سیدکت، نوسلوس، آندوسپرم و جنین می‌باشد (شکل ۱).

کاربویسیز برنج توسط سیوس محاصره شده که سیوس از دو برگ تغییر یافته داده به اسم لما و پاله تشکیل شده است، پاله و لما به یکدیگر مانند قلاب متصل شده‌اند. شلتوک کاربویسیز رسیده و برجستگی آن به شکل لما و پاله بستگی دارد. وزن میانگین سیوس حدود ۲۵ درم وزن شلتوک و حجم آن ۱۶ تا ۲۸٪ آن را تشکیل می‌دهد. (جولیانو ۱۹۸۵).

#### پریکارپ، سیدکت و نوسلوس :

درون پوست (سیوس) و اطراف آندوسپرم برنج رسیده دارای سه لایه جدا از هم سلولی که تشکیل پوشش کاربویسیز یا کاربویسیزکت را می‌دهند. این لایه‌ها پریکارپ، سیدکت (تکمن) و نوسلوس می‌باشند.

پریکارپ دیواره خارجی رسیده منجمی است که در طی رشد و توسعه کاربویسیز دارای تغییر وسیعی شده است. بعد از پریکارپ یک لایه تک سلولی به نام سیدکت وجود دارد. سیدکت مقابل لایه داخلی پوشش داخلی می‌باشد (جولیانو، آلداما، ۱۹۲۷). در برنجهای رنگی رنگدانه‌ها در پریکارپ و با سیدکت مشاهده می‌شود.

### امبریو :

امبریو یا جنین بی‌نهایت کوچک بوده و در ناحیه گوشه و انتهای دانه واقع شده است. امبریو به خارج از دانه توسط یکسری لایه از سلولهای آندوسپرم و لایه آلورن تخصص یافته و توسط سلولهای فیبری باقیمانده از پریکارپ، سیدکت و نوسلوس و کاریوپیزکت اتصال دارد دو قسمت اصلی از امبریو یکی اسکاتلوم و دیگری امبریو محوری می‌باشند. (جولیانو ۱۹۸۵)

### لایه آلورن :

خارجی ترین لایه بافت آندوسپرم می‌باشد که از لحاظ مورفولوژی و عملکرد از آندوسپرم نشاسته‌ای متفاوت است، لایه آلورن کاملاً دانه برنج و سطح خارجی امبریو را محاصره کرده است. انواع ارقام مختلف در قطر لایه آلورن اختلاف داشته دانه‌های درشت‌تر یا ضخیم (Bold) و انواع دانه کوتاه دارای تعداد بیشتری سلول نسبت به انواع باریک و دانه بلند می‌باشند. لایه آلورن کاملاً دانه برنج و سطح خارجی جنین (امبریو) را در برمی‌گیرد، این لایه اتصال ضعیفی به سلولهای زیرین آندوسپرم نشاسته‌ای داشته و بیشتر به امبریو چسبیده است.

### اندوسپرم نشاسته‌ای :

اندوسپرم نشاسته‌ای به دو ناحیه تقسیم می‌شود ساب آلورن که شامل دو لایه سلولی در خارجی‌ترین قسمت زیر لایه آلورن بوده و منطقه مرکزی که شامل بقیه آندوسپرم نشاسته‌ای است.

### میلینگ (تبدیل) و اجزاء تبدیل :

عمل پوسته‌کنندگی (میلینگ) پوسته (سیوس) را از برنج شبه‌های (کاریوپیز برنج) جدا می‌کند. توانائی لما و پاله‌آ در نگهداری و چسبیدن به هم بدون آسیب و صدمه به یکدیگر در گونه‌های مختلف متفاوت می‌باشد، در حالی که یک سیوس محکم توان حفظ و ثبات انبساطی

دانه را افزایش می‌دهد، این خاصیت عمل پوست‌کندن (خاصیت تبدیل به برنج سفید) این چنین برنجهایی را به مراتب مشکل‌تر می‌کند.

تبدیل سایشی بافتهای خارجی، برنج سفید یا برنج پولیش و قاینات تولید یعنی برزوپولیش را تولید می‌نماید. برنج بیشتر شامل پریکارپ - سیدکت - نوسلوس - لایه آلورن و جوانه بوده و پولیش "دارای آندوسپرم نشاسته‌ای، دارای می‌باشد. برنج دارای رنگ کهربایی، تیره‌تری نسبت به پولیش است. معمولاً ۱۰٪ وزن برنج قهوه‌ای در طی عمل تبدیل حذف می‌شود. برنج و پولیش شامل قطعات گرفته شده از پریکارپ - سیدکت - نوسلوس - بهم‌سراه قسمتهای بزرگتری از لایه آلورن قسمتی از ساب آلورن و آندوسپرم نشاسته‌ای و جنین می‌باشند. برنج جدا شده ۹٪ - ۵٪ وزن برنج خام سفید را شامل می‌شود. در کشورهایی که دارای سیستم میلینگ منظمی هستند این مقدار دارای حد پایینی می‌باشد، بعلاوه پولیش یا برنج سفید حدود ۲ - ۲٪ برنج خام را شامل می‌شود با فرض ۲۵ درصد سیوس و ۸۵ درصد برنج قهوه‌ای در شلتوک این مقدار ۱۱ - ۶ درصد برنج و ۲/۸ - ۲/۵ درصد پولیش را در برنج قهوه‌ای شامل می‌شود. نسبت تبدیل برنج براساس وزن بازبافت برنج سفید از شلتوک برنج بوده که این محدوده از ۵/۶۵ تا ۵/۷۳ در کشورهای مختلف تولید کننده برنج فرق می‌کند (پالا پاس، ۱۹۸۲). توزیع وزن قسمتهای مختلف کاریوپسیز برنج به صورت پریکارپ ۲ - ۱٪، لایه آلورن بعلاوه سیدکت، بعلاوه نوسلوس ۶ - ۴٪، جنین ۲ - ۲ درصد و آندوسپرم نشاسته‌ای ۹۴ - ۸۹ درصد می‌باشد (هنیمون ۱۹۴۸، براساس مطالعات انجام شده توسط وانگ و همکاران (۱۹۵۰) این توزیع به صورت پریکارپ - سیدکت - نوسلوس و آلورن ۵/۵ درصد اسکاتلوم ۲/۲ درصد، جنین ۱/۵ درصد و آندوسپرم ۹۵/۵ درصد است. (جولیانو ۱۹۸۵)

### پروتئین :

پروتئین دومین تشکیل دهنده فراوان برنج سفید بعد از نشاسته می‌باشد. مقیاس پروتئین معمولاً از روش نیتروژن کج‌دان با فاکتور ۵/۹۵ محاسبه می‌شود. این فاکتور براساس مقدار نیتروژن (۱۶/۸٪) از پروتئینهای اصلی برنج گلوتلین است. بعلاوه معیسه میان پروتئین برنج و جنین با پوسته و آندوسپرم مقداری تفاوت در ترکیب آمینواسیدی آنها وجود

دارد، شلنوک ترکیب آمینواسید شبیه برنج قهوه‌ای و برنج سفید می‌باشد و آن بدلیل مقدار کم پروتئین موجود (۲ تا ۳ درصد) در پوسته برنج است (هوستون و همکاران ۱۹۶۹، هوستون کپلر ۱۹۷۰)، اگرچه پوسته دارای لیزین بالاتری نسبت به سایر قسمت‌های برنج می‌باشد.

برنج قهوه‌ای دارای لیزین بالاتری نسبت به برنج سفید است (کاکامپانگ و همکاران ۱۹۷۶، اگام ۱۹۸۲) بنا به الگوی آمینواسید ارائه شده از WHO (۱۹۷۲) براساس نیازهای انسانی لیزین اولین آمینواسید اساسی و محدود در برنج و پروتئین سایر غلات در نظر گرفته شده است.

مقدار لیزین بالا در برنج قهوه‌ای را می‌توان توسط مقدار بالای آن در برن و جنین توضیح داد. ترکیب آمینواسید پوشش دانه (پریکارپ - سیدکت و نوسلوس) از دو نوع برنج نشان دهنده ۱۳ - ۱۱ گرم اسپارتیک اسید، ۹ - ۱۰ گرم گلوٹامیک اسید، ۶/۸ گرم لیزین، ۸ گرم آلانین، ۱۱ - ۱۰ گرم لئوسین، ۸ - ۷ گرم فنیل آلانین، ۸ - ۷ گرم پرولین، ۹ - ۷ گرم والین بر ۱۶/۸ گرم نیتروژن همراه با ۵/۲ گرم هیدروکسی پرولین بر ۱۶/۸ گرم نیتروژن می‌باشد (برادبری و همکاران ۱۹۸۰). مقدار لیزین پروتئین در ۱۶/۸ گرم نیتروژن، ۴ گرم برای آندوسپرم، ۸ - ۷ گرم برای جنین و ۵ گرم برای لایه آلورن بعلاوه پوشش دانه بوده است. (جولیانو ۱۹۸۵)

اختلاف در مقدار پروتئین بیشتر در پولیش و اجزاء ساب آلورن مشخص است. در برنج قهوه‌ای توزیع پروتئین ۱۴٪ در برن (۶ درصد جنین) ۳ درصد پولیش و ۸۳ درصد در برنج سفید می‌باشد. در برنج قهوه‌ای که ۸۸ درصد سفید شده است توزیع پروتئین ۲۲ درصد در برن و پولیش و ۷۸ درصد در برنج سفید است. (جولیانو ۱۹۹۳)

ویتامینها نیز بطور کلی در سطح بالاتری در برنج قهوه‌ای نسبت به برنج سفید وجود دارند. برنج بطور جزئی دارای ویتامین C - ۸ و A است. هنتول در ۱۹۲۸ گزارش نمود که ۳۴٪ تیامین در کاربوپسیز برنج در ارتباط با پریکارپ - سیدکت - نوسلوس و لایه آلورن ۴۷٪ در اسکاتلوم، ۱۱ درصد در امبریو (جنین)، ۸ درصد در آندوسپرم قرار دارند. وانگ و همکاران (۱۹۵۰) گزارش نمودند که بیش از ۸۰ درصد تیامین در اسکاتلوم بعلاوه لایه آلورن و ۵۵ درصد

به تنهایی در اسکاتلوم است. (جولیانو ۱۹۸۵)

بنا بر گزارش الیس و همکاران (۱۹۵۵) تبدیل منظم و اصولی سبب حذف همه پریکارپ -

سیدکت - نوسلوس و در حقیقت تمام لایه آلورن و جنین می شود و از آندوسپرم غیر آلورنیسی  
بغیر از ناحیه تیغه پهلوئی ( Lateral ridges ) خیلی کم کاسته می گردد نمودار ( ۱ )  
بخوبی ارتباط میان پروتئین برنج قهوه ای و اجزاء باقی مانده آن در بین ارقام گوناگون  
را نشان می دهد ، در جایی که پروتئین برنج قهوه ای کم می باشد پروتئین برنج سفید نیز درصد  
کمتری را نسبت به انواع برنجهای قهوه ای با پروتئین بالا از خود نشان می دهند . لذا حذف  
لایه های خارجی برنج در طی عمل تبدیل ( میلینگ ) در نهایت سبب حذف منابع پروتئینی  
و ویتامین دانه میگردد ، این اتفاق در مورد انواع پروتئین بالای برنج با توجه به مقدار نسبتاً  
خوب باقی مانده در برنج سفید آنچنان جلب توجه نخواهد کرد و فقط در انواع کم پروتئین  
است که مقدار برنج مصرفی بر حسب گرم مقدار پروتئین  
کمتری را برای مصرف کننده به همراه خواهد داشت ، در این میان تاثیر مخاعف عمل سایش  
بیش از حد و افزایش درجه سفیدی و حصول برنج سفید مسئله فقر و کاهش ارزش غذایی را  
تجدید می نماید . مطالبات انجام شده بر روی ۸ رقم دمپناه ، بالاری ، بیناسام ، دم زرد  
حسن سرائی ، حسنی ، موسی طارم و خزر در آزمایشگاه کنترل کیفیت پخت موزه تحقیقات  
برنج نشان داد که در طی عمل تبدیل ۱۲/۸٪ تا ۲۳/۸٪ پروتئین برنج قهوه ای کاسته می گردد  
( منحنی ۲ ) . در مقایسه دیگری بین مراحل و درجات مختلف تبدیل مشاهده شد هنگامی که  
برنج به میزان ۸۰٪ سفید می گردد با درجه سفیدی ۲۰ تا ۱ نسبت به برنج قهوه ای پروتئین موجود  
بین ۳ تا ۱۲/۹ درصد کاهش می یابد . در مرحله دیگر برنج به میزان ۱۰۰ درصد با درجه سفیدی  
۸ - ۹ سفید و اندک گیری پروتئین موجود نشان دهنده کاهش بین ۱۴/۳ تا ۲۵/۱۳ درصد بوده  
است ( نمودار ۳ ) .

مرحله نهایی مصرف برنج پخت و خوراک آن است که در این میان عمل شستشو و روشهای  
گوناگون پخت نظیر پخت با آب اضافه ( Excess water cooking ) یا آبکش ، روش پخت  
با آب کافی ( Water cooking ) آبپز ( کته ) هر کدام بنحوی بر میزان منابع و ارزش غذایی  
برنج تاثیر می گذراند .

گزارش شده است که شستشو برنج سفید ۱ - ۲ درصد کل جامدات ، ۵ تا ۷ درصد پروتئین ، ۶۵  
درصد چربی خام ، ۳۵ درصد فیبر ، ۱۸ - ۲۶ درصد کلسیم ، ۴۷ درصد فسفر ، ۴۷ - ۱۹ درصد آهن ،  
۵۹ - ۲۲ درصد تیامین ، ۲۶ - ۱۱ درصد ریبوفلاوین و ۶۵ - ۲۵ درصد نیاسین را هدر می دهد

( کیک و ویلیامز )

اندازه گیری پروتئین برنج پخته در ۸ رقم فرقی الذکر ( نمودار ) نشان داد در طی مرحله پخت ممتدی از پروتئین موجود در برنج سفید کاهش می یابد که این کاهش در روش آب کافی Cooking water به میزان  $7/2 - 5/5$  درصد و در روش آب اضافه Excess water  $14 - 10/8$  درصد نسبت به برنج سفید می باشد.

تلفیق اثر تبدیل و پخت در روش آب کافی بطور متوسط ۲۵ درصد کاهش پروتئین برنج را به همراه داشته که این اثر در روش آب اضافه مخاف بوده و بطور متوسط ۲۵ درصد پروتئین برنج مورد مصرف کاهش یافته است .

تاثیر روشهای پخت و عملیات تبدیل علاوه بر پروتئین بر مواد معدنی در برنج ( خاکستر ) نیز اثر ناهنده ای است ، بطوریکه عمل تبدیل سبب کاهش ۴۵-۵۰ درصد خاکستر دانه برنج و در نهایت کاهش مواد معدنی آن می گردد. مطالعه تاثیر روشهای پخت بر روی خاکستر برنج نشان دهنده وجود ارتباط منفی میان روشهای گوناگون و مواد معدنی باقی مانده در برنج می باشد بطوریکه در روش پخت آب پز ۴۰ درصد و در روش آب اضافه ۲۰-۱۶ درصد کاهش خاکستر نسبت به برنج سفید مشاهده می شود که نسبت به برنج قهوه ای ایر. کاهش ۶۵-۶۰ درصد است .

#### نتیجه گیری و پیشنهاد :

تبدیل سایشی دانه برنج سبب حذف پرینکارب ، سیدکت ، لایه آلورن و جنین گردیده که طی این عمل مقدار زیادی از پروتئین و مواد معدنی برنج کاسته می شود. در این میان برن و پولیش با توجه به حجم کم خود در دانه برنج دارای بیشترین منابع پروتئین در دانه می باشند. بیشترین مقدار نشاسته در دانه برنج سفید باقی می ماند و در این میان پولیش دارای اجزاء پروتئینی کمتری نسبت به برن و نشاسته بیشتری است. در این مطالعه مشاهده شد که اعمال سایش بیش از حد سبب کاهش پروتئین دانه تا  $20/13$  درصد می گردد که نتیجه آن کاهش ارزش غذایی برنج بوده است اعمال روشهای گوناگون پخت نیز سبب کاهش بیشتر پروتئین شده بطوریکه تلفیق اثر تبدیل و پخت به روش آبکش سبب کاهش مقدار آن تا ۲۵٪ نسبت به برنج قهوه ای میشود بطوریکه خاکستر باقی مانده از برنج سفید نسبت به برنج قهوه ای نشان میدهد اعمال



عمل تبدیل و سفید کردن سبب حذف تا ۵۰ درصد مواد معدنی موجود در برنج قهوه‌ای می‌گردد.

این ضایعات هنگامی که ۴/۴ درصد انرژی حاصل از مواد غذایی مردم آسیا از برنج و ۴۵/۲۷ درصد پروتئین مورد نیاز آنان از آن تامین می‌گردد (جولیانو ۱۹۹۳) معنسی بیشتری خواهد یافت. در این میان برن و پولیش تولیدی در ایران نسبت به سایر نقاط جهان با توجه به منابع سرشار پروتئین ویتامین و مواد معدنی عملاً "بلااستفاده باقی مانده و تلف می‌شود".

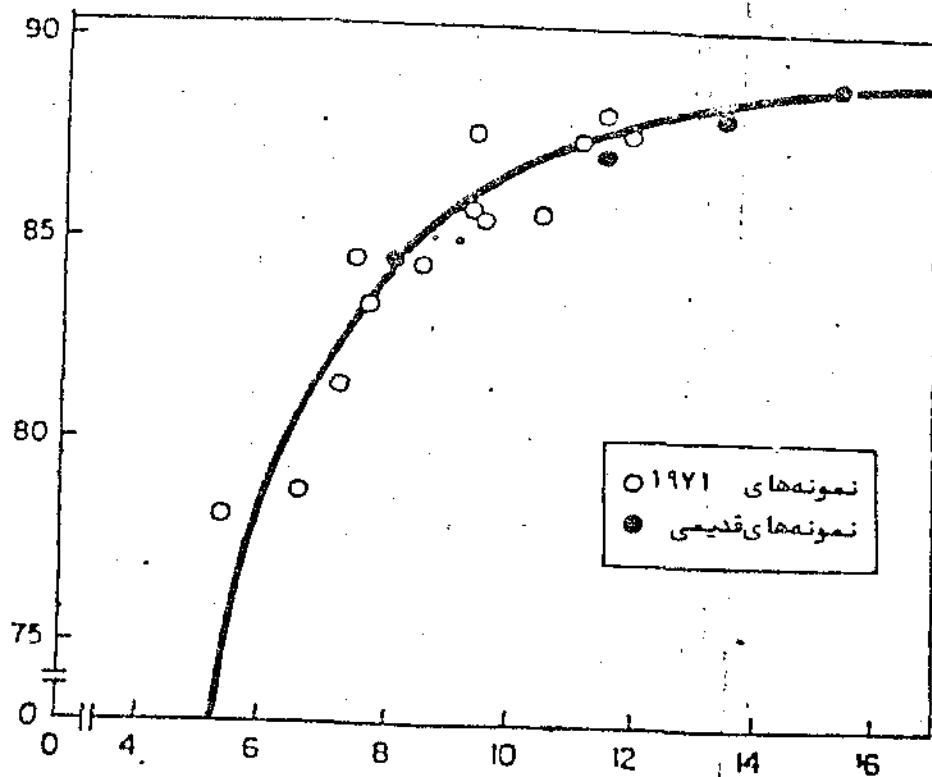
آمار و اطلاعات منتشره از بخش آمار سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل (جولیانو ۱۹۸۵) نشان داد که در ۱۹۸۲ صادرات خالص برن ۲۵۸۰۰۰ تن و واردات خالص آن ۲۵۵۷۰۰ تن بوده است که ایالات متحده آمریکا مادر کننده اصلی و بلژیک - لوکزامبورگ وارد کننده اصلی آن بوده است. گزارش شده که صادرات برن چربی زدایی شده در دهه ۱۹۶۷-۱۹۷۷ از هند ۴۰۲۱۶۰ تن با فقط ۶۳۰۰۰ تن فروش محلی بوده که ۱۷ درصد کل برن تولید شده در هند را در بر می‌گرفته است (همان). با توجه به استفاده برن در تهیه روغن، غذای دام و برن پایدار به صورت افزودنی سرشار از مواد غذایی و به غذاهای آماده و ناشتلا و نیز اهمیت غذایی وجود لایه‌های موجود در برنج لازم بنظر میرسد تا موارد زیر مورد توجه بیشتری قرار گیرد:

۱ - اثر عوامل قابل کنترل بر ارزش غذایی برنج نظیر عمل تبدیل مطالعه شده و روش مناسبی جهت استفاده و درجه بندی (درجه تبدیل) صحیح آنها ارائه گردد.

۲ - تبدیل درجه تبدیل برنج در کارخانجات برنجکوبی از طریق دادن آگاهی‌های کافی به تولید کننده کنترل گردیده تا بتوان از این طریق سلامت غذایی مصرف کنندگان برنج را تامین نمود.

۳ - اگر تولید شلتوک کشور را ۲۴۰۰۰۰۰ تن فرض نماییم ۱۶۸۰۰۰ تن برن حاصل منبع سرشاری است که بدون برنامه‌ریزی مناسب بلااستفاده باقیمانده است که امیداست راههای استفاده صحیح و مطلوب از برن و پولیش و مواد غذایی با ارزش آن مورد مطالعه جدی قرار گیرد.

پروتئین برنج سفید  
( %/۱۰۰ پروتئین برنج قهوه‌ای )

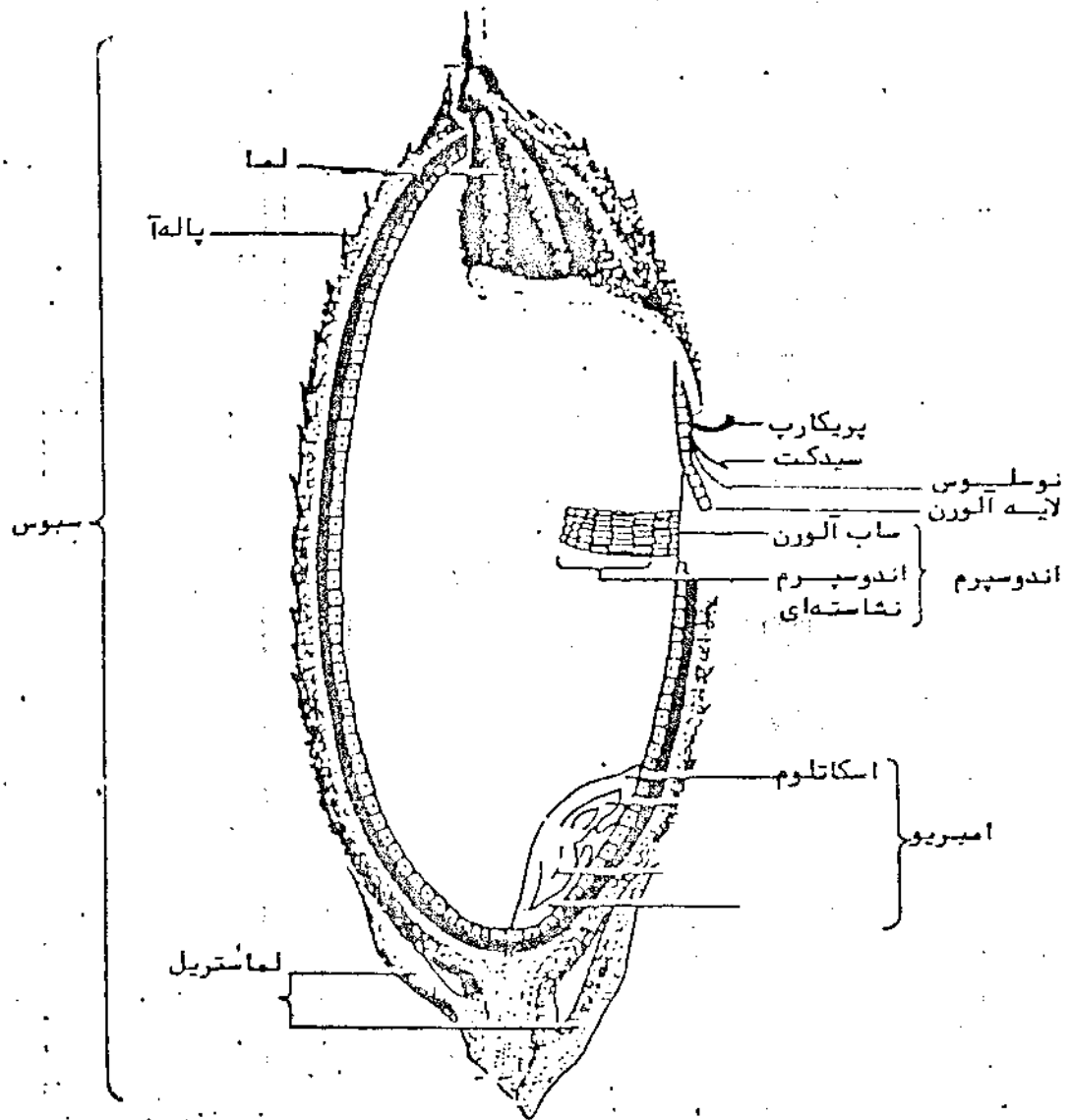


( % ) پروتئین برنج قهوه‌ای

( ناخذ جولیانو ۱۹۸۵ )

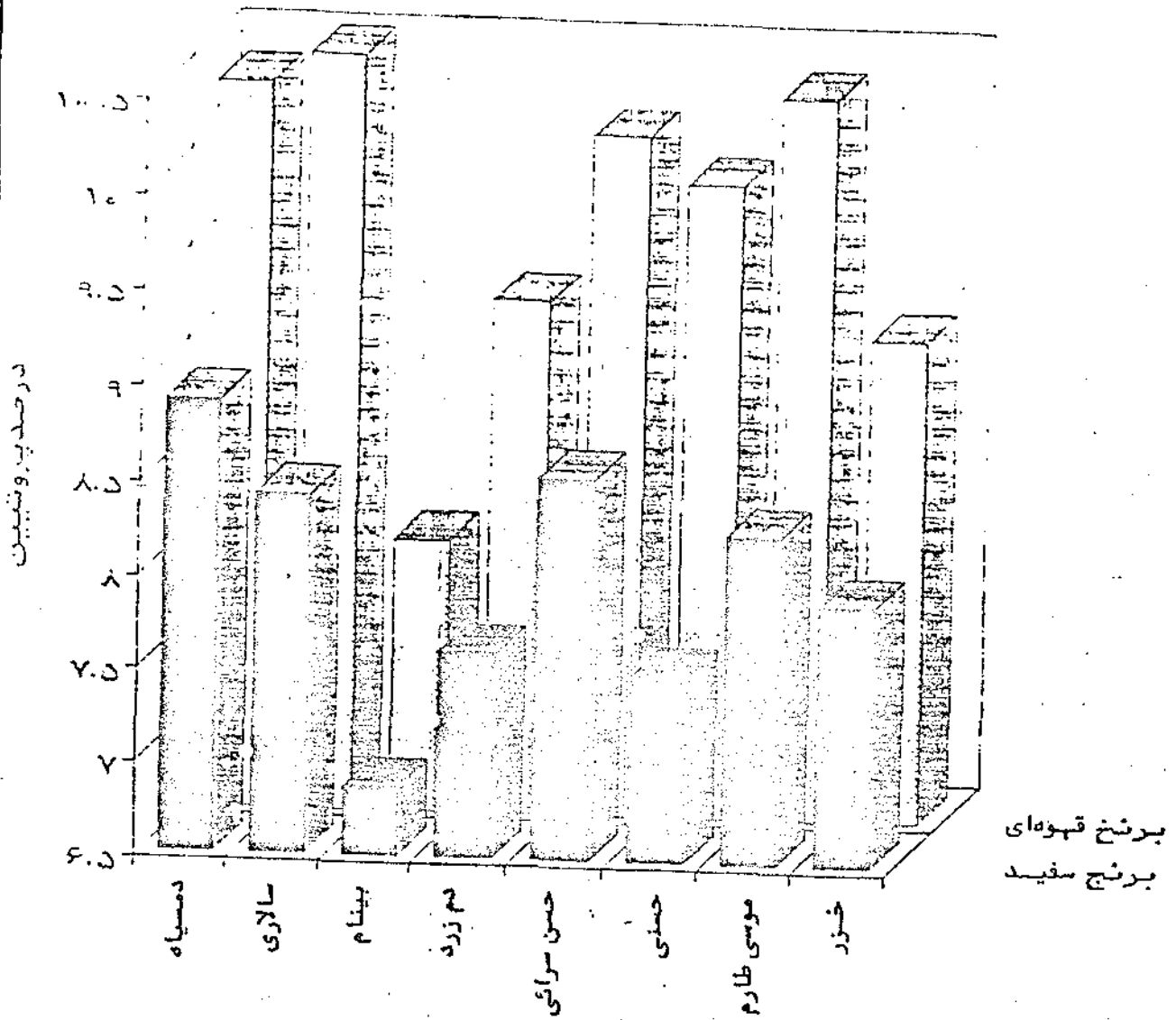
( ) ارتباط بین پروتئین برنج قهوه‌ای و مقدار باقی مانده در برنج

سفید در دانه نمونه‌های مختلف

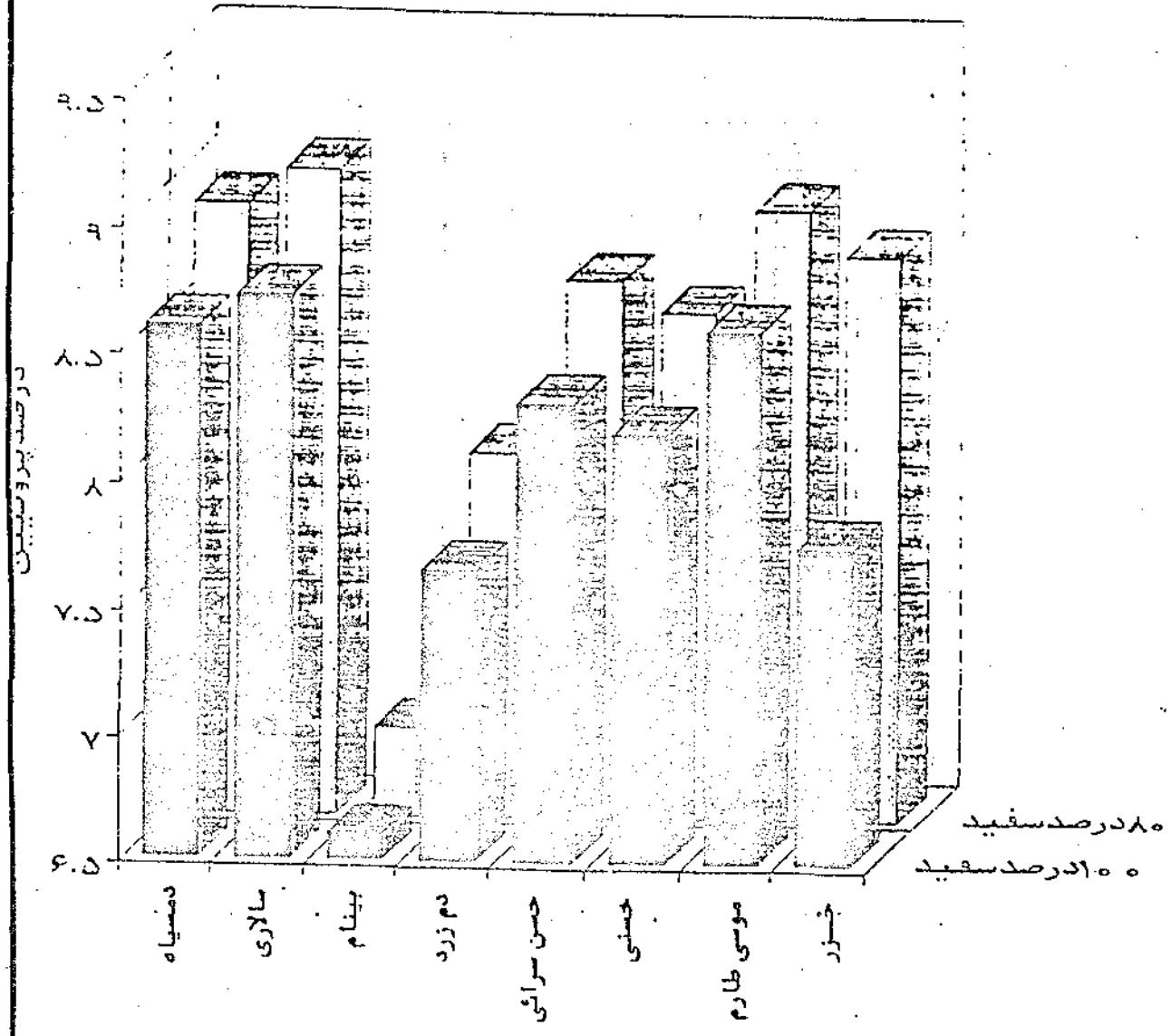


( ۱ ) ساختمان دانه برنج

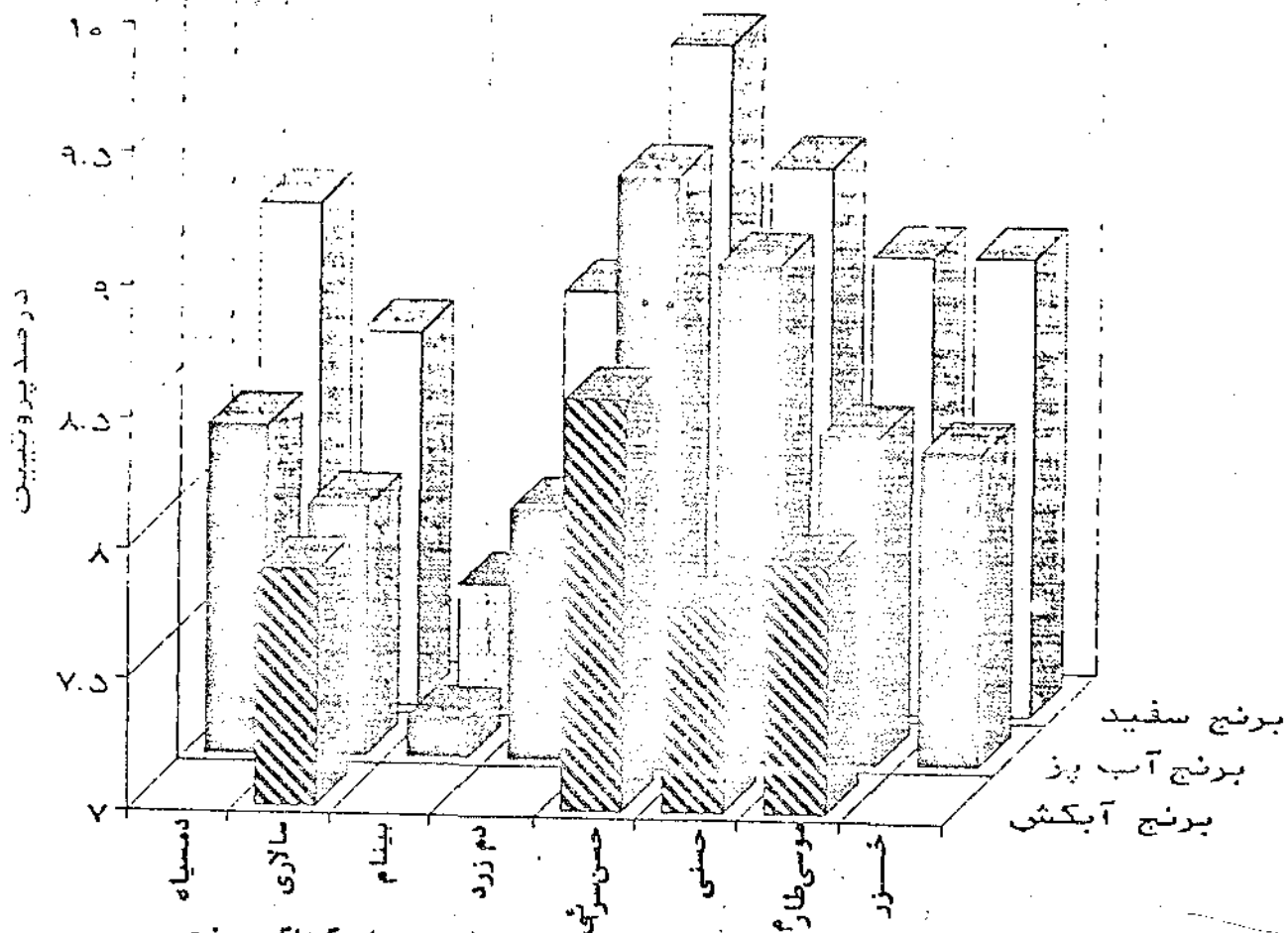
( مآخذ : جولیانو ۱۹۸۳ )



( ۲ ) پروتئین موجود در برنج سفید و برنج قهوه‌ای ارقام گوناگون  
( مآخذ : آزمایشگاه کنترل کیفیت پخت ۱۳۷۴ )



(۳) تاثير نرجه سفیدی بر مقدار پروتئين باقی مانده در بونج سفيد  
 (ماخذ: آزمایشگاه کنترل کیفیت ۱۳۷۴)



(۴) مقایسه پروتئین باقی مانده در برنج در طی روشهای گوناگون پخت  
(ماخذ: آزمایشگاه کنترل کیفیت پخت ۱۳۲۴)

منابع مورد مطالعه :

- 1- Juliano.B.O. Rice chemistry and technology " Polysaccharides , proteins , and lipids of Rice " Second edition 1985 .
- 2- Juliano,B.O.Rice chemistry and technology " Rice Bran " Second edition 1985 .
- 3- Juliano.B.O.Rice in human nutrition 1993 .