

ارزیابی مقدار نشاسته‌ی آسیب‌دیده بر اثر صدمات مکانیکی در تعدادی از کارخانه‌های آرد گندم

فرزاد فربود*، سید مهدی سیدین اردبیلی** و محمد علی سحری***

چکیده

به منظور ارزیابی وضعیت صنعت آرد و کیفیت آردهای گندم در کشور، ده کارخانه آرد در تهران و حومه انتخاب و از هر کدام دو نمونه آرد سبوس گرفته و نول تهیه شد و شش ویژگی رطوبت، خاکستر، حداکثر ویسکوزیته، اندازه‌ی ذرات، عدد فالینگ و عدد مالتوز اندازه‌گیری و مقدار نشاسته‌ی آسیب‌دیده هر یک از نمونه‌ها با استفاده از عدد مالتوز تعیین و گزارش شد. نتایج آنالیز واریانس ویژگی‌های رطوبت، عدد فالینگ و عدد مالتوز آرد تهیه شده از کارخانه‌های مختلف در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار نشان داد. آنالیز واریانس ویژگی‌های خاکستر و اندازه‌ی ذرات حاصل از الک ۱۸۰، ۱۲۵ و زیر الک ۱۰۶ میکرومتر، برای دو نوع آرد مورد بررسی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. آنالیز واریانس ویژگی‌های ذرات حاصل از الک ۴۷۵ و ۱۰۶ میکرومتر برای نوع آرد و کارخانه اختلاف معنی‌دار نداشت ولی ویژگی حداکثر ویسکوزیته برای نوع آرد و کارخانه اختلاف معنی‌دار نشان داد. همچنین به منظور بررسی تأثیر ویژگی‌ها بر یکدیگر، آنالیز رگرسیون گام‌به‌گام انجام شد که در آن عدد فالینگ، عدد مالتوز و حداکثر ویسکوزیته به عنوان ویژگی‌های وابسته و رطوبت، خاکستر و اندازه‌ی ذرات به عنوان ویژگی‌های مستقل در نظر گرفته شد. میزان همبستگی بین ویژگی‌ها تعیین شد و نتایج حاصل نشان داد که از ۲۰ نمونه آرد، به جز چهار مورد، میزان آسیب‌دیدگی در محدوده مجاز (۱۸-۳ درصد) قرار داشت. همچنین میزان آسیب‌دیدگی آردهای نول و سبوس گرفته، متفاوت بود.

واژه‌های کلیدی: آرد سبوس گرفته، آرد گندم، آرد نول، نشاسته، نشاسته‌ی آسیب‌دیده

*- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده‌ی علوم کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران - ایران

** - استادیار پژوهشکده غله و نان کشور، تهران - ایران

*** - استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده‌ی علوم کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران - ایران
(مسئول مکاتبات)

افزایش مقدار آسیب دیدگی، تأثیر آنزیم آلفا آمیلاز بر مولکول‌های نشاسته سریع‌تر است، در نتیجه این عمل، قندهای ساده‌ای ایجاد می‌شود که می‌تواند مورد استفاده‌ی مخمرها قرار گیرد. این عمل موجب بهبود ارزش نانوائی با ایجاد حالت الاستیک در خمیر و نیز بهبود رنگ پوسته نان می‌گردد. اگر نشاسته‌ی آسیب‌دیده کمتر از میزان لازم باشد، قند تولیدشده کم و در نتیجه تولید گاز نیز کم خواهد بود که این امر موجب سنگینی بافت نان و کم شدن حجم آن می‌گردد (۱۰).

یکی از آثار مهم آسیب دیدگی نشاسته، افزایش جذب آب آرد است. در حالت عادی ۸ تا ۱۱ درصد آب گرانول‌های نشاسته به صورت آب پیوندی است. ۴۰ تا ۵۰ درصد نیز به صورت سطحی جذب گرانول‌ها شده و مابقی آن در فضای بین گرانول‌های آسیب‌دیده قرار دارد. افزایش آسیب دیدگی موجب افزایش جذب آب آرد می‌شود و به هنگام تخمیر و تأثیر آنزیم آلفا آمیلاز، آب جذب شده اضافی، آزاد می‌گردد. این امر موجب شل شدن خمیر و ایجاد اشکال در جابه‌جایی آن به خصوص در نانوائی‌های خودکار می‌گردد. افزایش جذب آب در کیک موجب از هم پاشیدن بافت محصول شده و نیز در بیسکویت و ماکارونی که فرآورده‌های خشک‌تری هستند، موجب افزایش زمان و هزینه در فرآیندهای پخت و خشک کردن می‌شود (۱۸).

با افزایش مقدار نشاسته‌ی آسیب‌دیده، تأثیر آلفا آمیلاز بر آن افزایش یافته و فعالیت آنزیمی بالا موجب شل شدن خمیر و افزایش میزان چسبندگی بافت مغز نان خواهد شد. این عمل به خصوص در فرآورده‌هایی با زمان تخمیر

گندم در الگوی غذایی بیش از ۷۵ درصد جمعیت جهان مشاهده می‌شود و در ایران نیز از دیرباز یکی از اصلی‌ترین مواد غذایی بوده است. آمار موجود نشان می‌دهد که ۴۴/۳ درصد از کالری روزانه یک نفر شهری و ۵۱/۵ درصد از کالری مصرفی روزانه یک نفر روستایی از طریق مصرف نان تأمین می‌شود (۳).

کربوهیدرات‌ها بیشترین ترکیبات تشکیل‌دهنده‌ی گندم هستند که حدود ۷۰ درصد وزن دانه را تشکیل می‌دهند. نشاسته مهم‌ترین کربوهیدرات موجود در گندم است، به طوری که حدود ۶۴ درصد از ماده خشک کامل و حدود ۷۰ درصد از آندوسپرم را شامل می‌شود. نشاسته پس از ساخت به صورت گرانول‌هایی در گیاه ذخیره می‌شود که قطر آنها از ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۳۵ میلی‌متر متغیر است. گرانول نشاسته شامل دو جزء اصلی است: آمیلوز که پلیمری است خطی از واحدهای α (۱ → ۴) گلوکز و آمیلوپکتین که ساختمانی منشعب از زنجیره‌هایی از واحدهای α (۱ → ۴) گلوکز است و در نقاط انشعاب با پیوندهای α (۱ → ۶) بهم متصل می‌شوند (۵ و ۲۱).

گرانول‌های نشاسته به هنگام تبدیل گندم به آرد، بر اثر صدمات مکانیکی دستگاه آسیاب، آسیب می‌بینند و نشاسته‌ی آسیب‌دیده‌ای که بدین ترتیب ایجاد می‌شود، نقش مهمی را در فرآیند پخت ایفا می‌کند و آثار مهمی بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر بر جای می‌گذارد (۱ و ۵).

نکته‌ی مهم این که آسیب دیدگی نشاسته آرد، تا حدی در آرد، لازم و مطلوب است زیرا با

- نوع گندم: هرچه گندم سخت‌تر باشد، به دلیل نیاز به نیروی بیشتر جهت تبدیل آن به آرد، دچار آسیب دیدگی بیشتری خواهد شد.

- میزان فشار غلتک‌ها: با افزایش فشار غلتک‌ها، میزان آسیب دیدگی بیشتر خواهد شد.

- سرعت و اختلاف سرعت غلتک‌ها: با افزایش این دو پارامتر، مقدار آسیب دیدگی افزایش خواهد یافت.

- کاهش میزان باردهی آسیاب: موجب افزایش توان خروجی آن و در نتیجه افزایش آسیب دیدگی خواهد شد.

- سطح غلتک‌ها: سطح غلتک‌ها هرچه زبرتر باشد، آسیب دیدگی بیشتری ایجاد خواهد کرد (۱۰).

مقدار نشاسته‌ی آسیب دیده را می‌توان به دو روش شیمیایی و فیزیکی اندازه‌گیری کرد. روش‌های شیمیایی کند بوده و به مهارت فردی بیشتری نیاز دارند، ولی روش‌های فیزیکی نسبت به روش‌های شیمیایی و بیوشیمیایی سریع‌تر بوده و در مورد نمونه‌های خشک قابلیت کاربری بهتری دارند.

روش‌های شیمیایی و بیوشیمیایی بر سه مبنا استوارند: تجزیه نشاسته توسط آنزیم‌های آمیلولیتیک، قابلیت انحلال آمیلوز نشاسته در آب سرد و اندازه‌گیری مقدار مالتوز آزاد شده از نشاسته‌ی آسیب دیده (روش دیاستاتیک).

فارند (۱۱) مقادیر نشاسته‌ی آسیب دیده در آردهای تجارتي انگلستان و اثر آن بر جذب آب و کیفیت نان را مورد بررسی قرار داد. تحقیقات او نشان داد که شرایط فیزیکی اجزای نشاسته آرد، بر پارامترهای رئولوژیکی خمیر و طرز عمل

طولانی مانند نان‌های سنتی، حایز اهمیت است. تمایل به کاهش مقاومت در برابر کشش نیز از آثار دیگر افزایش آسیب دیدگی است و بالاخره در فرآورده‌های صنعتی که از نشاسته در تولید آنها استفاده می‌شود، افزایش آسیب دیدگی موجب افزایش جذب سطحی ترکیبات آروماتیک و آسیل گلیسیروول‌ها خواهد شد (۱۸). تولید نان مطلوب نیازمند ایجاد توازن بین مقدار آب مورد استفاده در خمیر، مقدار پروتئین آرد، مقدار نشاسته‌ی آسیب دیده و میزان فعالیت آلفا آمیلاز می‌باشد. نقش نشاسته‌ی آسیب دیده در روشهای متفاوت تولید نان متغیر است. برای مثال در مورد روشهای سریع تولید نان با استفاده از گسترش مکانیکی خمیر، نقش نشاسته‌ی آسیب دیده در تأمین یک ماده قابل تخمیر بسیار کم اهمیت است، در حالی که در روشهای سنتی که زمان تخمیر طولانی است، از اهمیت قابل توجهی برخوردار می‌باشد. در بیسکویت‌سازی نیز چگونگی ورقه شدن خمیر، ابعاد بیسکویت پس از پخت، رنگ، دانسیته، شرایط پخت و یا قهوه‌ای شدن به این توازن بستگی دارد.

از طرفی در صورت وجود مقادیر بالای آلفا آمیلاز به خصوص در گندم‌های جوانه زده (با عدد فالینگ کمتر از ۱۵۰) تنظیم فرآیند آسیاب به منظور کاهش مقادیر آسیب دیدگی توصیه می‌شود. برعکس در مواردی که میزان آلفا آمیلاز کم است (عدد فالینگ بیشتر از ۴۰۰)، افزایش میزان آسیب دیدگی می‌تواند نیاز به مالت و آنزیم‌های قارچی را کاهش دهد.

به طور کلی مهمترین عواملی که در میزان آسیب دیدگی مؤثرند عبارتند از:

مخمر در ارتباط با کیفیت نان حاصل از روشهای مکانیکی مؤثر است. کیس و همکاران (۱۲) رابطه بین فعالیت آمیلازی و آسیب‌دیدگی نشاسته را بررسی و مشاهده کردند که آسیب‌دیدگی نشاسته با افزایش مدت جوانه‌زنی به صورت خطی افزایش می‌یابد. مک درموت (۱۶) روشی غیرآنزیمی را برای تعیین سریع مقدار نشاسته‌ی آسیب‌دیده ارائه کرد که بر پایه تعیین آمیلوز قابل استخراج به روش یدومتری قرار داشت.

اگوروف و همکاران (۸) ارتباط بین مقدار آسیب‌دیدگی نشاسته و پایداری، مقدار دکسترین در آرد، قابلیت تشکیل گاز در خمیر و ویژگی‌های پخت را مورد بررسی قرار داده، نتیجه‌گیری کردند که مقدار مطلوب آسیب‌دیدگی نشاسته ۱۷ تا ۱۹ درصد است. اورس و استیونس (۱۰) روش بازتاب تابش نزدیک مادون قرمز را برای اندازه‌گیری نشاسته‌ی آسیب‌دیده معرفی کردند. دکستر و همکاران (۷) اثر آسیب‌دیدگی نشاسته و پروتئین آرد را بر کیفیت نان‌های تهیه شده به روش سنتی برزیل و صنعتی بررسی و مشاهده کردند که کیفیت نان‌های سنتی تا حد زیادی تحت تأثیر مقدار آسیب‌دیدگی نشاسته قرار داشته و با افزایش آسیب‌دیدگی کاهش می‌یابد در حالی که در نان‌های صنعتی مقدار پروتئین آرد بر کیفیت نان مؤثر بود. سانچز و همکاران (۲۰) تأثیر مقادیر بالای آسیب‌دیدگی نشاسته را بر رفتار آرد گندم مورد مطالعه قرار دادند. آنان نتیجه گرفتند که با افزایش مقدار نشاسته‌ی آسیب‌دیده، مقدار مالتوز افزایش، پیک‌های آمیلوگرام کاهش، جذب آب افزایش و پایداری فارینوگرام کاهش می‌یابد.

دناتس (۶) اثر آسیاب کردن را بر تولید نشاسته آسیب‌دیده بررسی نمود. وی تأثیر محیط کشت گندم، فرآیند آسیاب و مقادیر مختلف نشاسته آسیب‌دیده را بر فرآیند پخت ارزیابی نمود. اورس و استیونس (۹) نشان دادند که ویسکوزیته خمیر با افزایش مقدار آسیب‌دیدگی کاهش می‌یابد. موس و مک کورکودیل (۱۸) اثر متغیرهای آسیاب را بر مقدار نشاسته آسیب‌دیده، کیفیت آرد و نحوه‌ی پخت بررسی کردند. آنان نتیجه گرفتند که افزایش فشار غلتک‌ها مؤثرترین راه برای افزایش آسیب‌دیدگی است. با افزایش نشاسته‌ی آسیب‌دیده مقاومت اکستنسوگراف کاهش یافت. روجرز و همکاران (۱۹) روش آمپریومتری را برای اندازه‌گیری آسیب‌دیدگی نشاسته معرفی کردند. مورگان و ویلیامز (۱۷) روش طیف‌سنجی مادون قرمز را جهت تعیین نشاسته‌ی آسیب‌دیده معرفی کردند. هاگی نويا و همکاران (۱۳) فعالیت دیاستاتیک آرد گندم را با استفاده از روش تزریق بیوسنسوری تعیین نمودند. مارکونی و همکاران (۱۴) سنسور مالتوز را برای تعیین مقدار نشاسته‌ی آسیب‌دیده ارائه دادند. باتوجه به اهمیت نشاسته‌ی آسیب‌دیده در صنایع پخت و انجام تحقیقات محدود در ایران، تصمیم بر این شد تا تحقیقی در زمینه ارزیابی مقدار نشاسته‌ی آسیب‌دیده در تعدادی از کارخانه‌های آرد صورت پذیرد.

مواد و روشها

ده کارخانه آرد در تهران و حومه (جدول ۱) که هر یک دو نوع آرد نول و سبوس گرفته (طبق استانداردهای ایران) تولید می‌کردند،

انتخاب و نمونه‌های دو کیلوگرمی از هر یک از آردها تهیه شد. نمونه‌ها در کیسه‌های پلاستیکی غیرقابل نفوذ به رطوبت به آزمایشگاه منتقل شد و تا زمان بررسی درون یخچال نگهداری گردید. لازم به ذکر است نمونه‌های آرد مورد آزمایش همه از گندم‌های وارداتی از کشور فرانسه و از نوع نرم بوده، جمع‌آوری نمونه‌ها در فاصله زمانی ده روزه به‌طور تصادفی و به مدت نیم ساعت از خط تولید صورت پذیرفته است.

برای هر یک از نمونه‌ها، شش صفت رطوبت، خاکستر، عدد فالینگ، اندازه‌ی ذرات، حداکثر ویسکوزیته و عدد مالتوز اندازه‌گیری و تعیین گردید. رطوبت با استفاده از روش وزنی و خشک کردن نمونه‌ها در اتوو و خاکستر با استفاده

از روش وزنی و کوره اندازه‌گیری شد (۴). متوسط اندازه‌ی ذرات با استفاده از دستگاه الک الکتریکی با مش‌های ۴۷۵، ۱۸۰، ۱۲۵ و ۱۰۶ میکرومتر تعیین گردید. عدد فالینگ با استفاده از دستگاه فالینگ نامبر، حداکثر ویسکوزیته با استفاده از دستگاه آمیلوگراف و عدد مالتوز نیز بر طبق روش استاندارد ملی ایران شماره ۳۱۰۴ تعیین شد (۲).

جهت بررسی آماری نتایج، از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با بیش از یک مشاهده در هر تکرار استفاده گردید که در آن نوع آرد به‌عنوان تیمار و کارخانه‌های آرد به‌عنوان بلوک در نظر گرفته شد. همچنین به منظور بررسی تأثیر ویژگی‌ها بر روی یکدیگر، آنالیز رگرسیون گام به

جدول ۱- مشخصات فنی سیستم آسیابانی کارخانجات مورد مطالعه

کارخانه	سال تأسیس	تعداد غلتک‌ها یا والس‌ها	نوع سیستم آسیابانی و کشور سازنده	شرایط نم زدن و حالت دادن (مشروط کردن) (ساعت)	ظرفیت عملی (تن)
A	۱۳۳۶	۲۸	Buhler - آلمان	در دو مرحله ۱۲+۱۸	۵۰۰
B	۱۳۶۸	۳۰	Buhler - آلمان	در دو مرحله ۱۲-۱۴	۳۵۰
C	۱۳۴۵	۳۰	Buhler - آلمان	۱۷-۱۸	۱۷۰
D	۱۳۷۲	۳۰	Buhler - آلمان	دو مرحله ۷+۱۳	۴۵۰
E	۱۳۷۲	۲۲	Buhler - آلمان	۱۲-۱۵	۲۴۰
F	۱۳۵۳	۲۴	میاک - آلمان و روسیه	۱۲	۲۰۰
G	۱۳۵۴	۲۴+۸	Buhler - آلمان و سوئیس	۴۸	۳۰۰
H	۱۳۵۵	۲۴	ZM - روسیه	۲۱	۱۵۰
I	۱۳۲۹	۳۰	Buhler - آلمان	۱۵-۱۶	۴۸۶
J	۱۳۳۲	۲۲+۶	روسیه	۱۲	۱۵۰

گام انجام شد که در آن عدد فالینگ، عدد مالتوز و حداکثر ویسکوزیته به عنوان ویژگی‌های وابسته و رطوبت، خاکستر و اندازه‌ی ذرات به عنوان ویژگی مستقل در نظر گرفته شد. همچنین میزان پیوستگی ویژگی‌ها با استفاده از جدول همبستگی تعیین و آنالیز آماری به وسیله‌ی نرم‌افزار Minitab انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس در مورد هر یک از صفات اندازه‌گیری شده در جدول ۲ مشاهده می‌گردد:

۱ - رطوبت: در مورد آرد در سطح احتمال پنج درصد، اختلاف مربوط به رطوبت معنی‌دار نبود ولی در مورد کارخانه معنی‌دار بود که احتمالاً علت آن به شرایط نم زدن و حالت دادن گندم (مشروط کردن) در کارخانه‌ها مربوط می‌شد.

۲ - خاکستر: در مورد آرد در سطح احتمال پنج درصد، اختلاف مقدار خاکستر معنی‌دار و در مورد کارخانه معنی‌دار نبود. اختلاف مقدار خاکستر دو نوع آرد بررسی شده کاملاً طبیعی است، زیرا آرد سبوس گرفته نسبت به آرد نول دارای سبوس زیادتری است.

۳ - عدد فالینگ: در مورد آرد در سطح احتمال پنج درصد، اختلاف عدد فالینگ معنی‌دار نبود و در مورد کارخانه معنی‌دار بود. کمتر بودن عدد فالینگ در آرد نول طبیعی است، زیرا این آرد از سبوس و جوانه کمتر و در نتیجه فعالیت آنزیمی که در آن برخوردار است. عدم مشاهده اختلاف معنی‌دار بین عدد فالینگ دو نوع آرد مورد بررسی، احتمالاً به پایین بودن فعالیت آنزیمی

گندم آنها مربوط بوده است.

۴ - الک 475μ : اختلاف در سطح احتمال پنج درصد برای هر دو مورد آرد و کارخانه معنی‌دار نبود.

۵ - الک 180μ : اختلاف در سطح احتمال پنج درصد برای نوع آرد، معنی‌دار ولی در مورد کارخانه معنی‌دار نبود.

۶ - الک 125μ : اختلاف در سطح احتمال پنج درصد برای آرد، معنی‌دار و برای کارخانه معنی‌دار نبود.

۷ - الک 106μ : اختلاف در سطح احتمال پنج درصد برای آرد و کارخانه معنی‌دار نبود.

۸ - زیر الک 106μ : اختلاف در سطح احتمال پنج درصد برای آرد، معنی‌دار و برای کارخانه معنی‌دار نبود.

نتایج آنالیز واریانس در مورد الک‌ها نشان می‌دهد که آرد نول ذرات ریزتری داشته و قاعدتاً باید از تعداد غلتک نرم‌کننده بیشتری عبور کرده باشد.

۹ - عدد مالتوز: در سطح احتمال پنج درصد اختلاف عدد مالتوز برای نوع آرد معنی‌دار نبود و برای کارخانه معنی‌دار بود. مشاهده‌های این بررسی نشان داد که به دلیل فعالیت آنزیمی بالاتر، عدد مالتوز در آرد سبوس گرفته بیشتر است، اما معنی‌دار نبودن اختلاف این عدد در آرد نول و سبوس گرفته را می‌توان احتمالاً به پایین بودن فعالیت آنزیمی گندم‌های مورد استفاده نسبت داد.

۱۰ - حداکثر ویسکوزیته: در سطح احتمال پنج درصد، اختلاف در مقادیر آمیلوگرام‌های حاصل برای آرد و کارخانه معنی‌دار بود.

جدول ۲ - نتایج تجزیه‌ی واریانس صفات مورد مطالعه

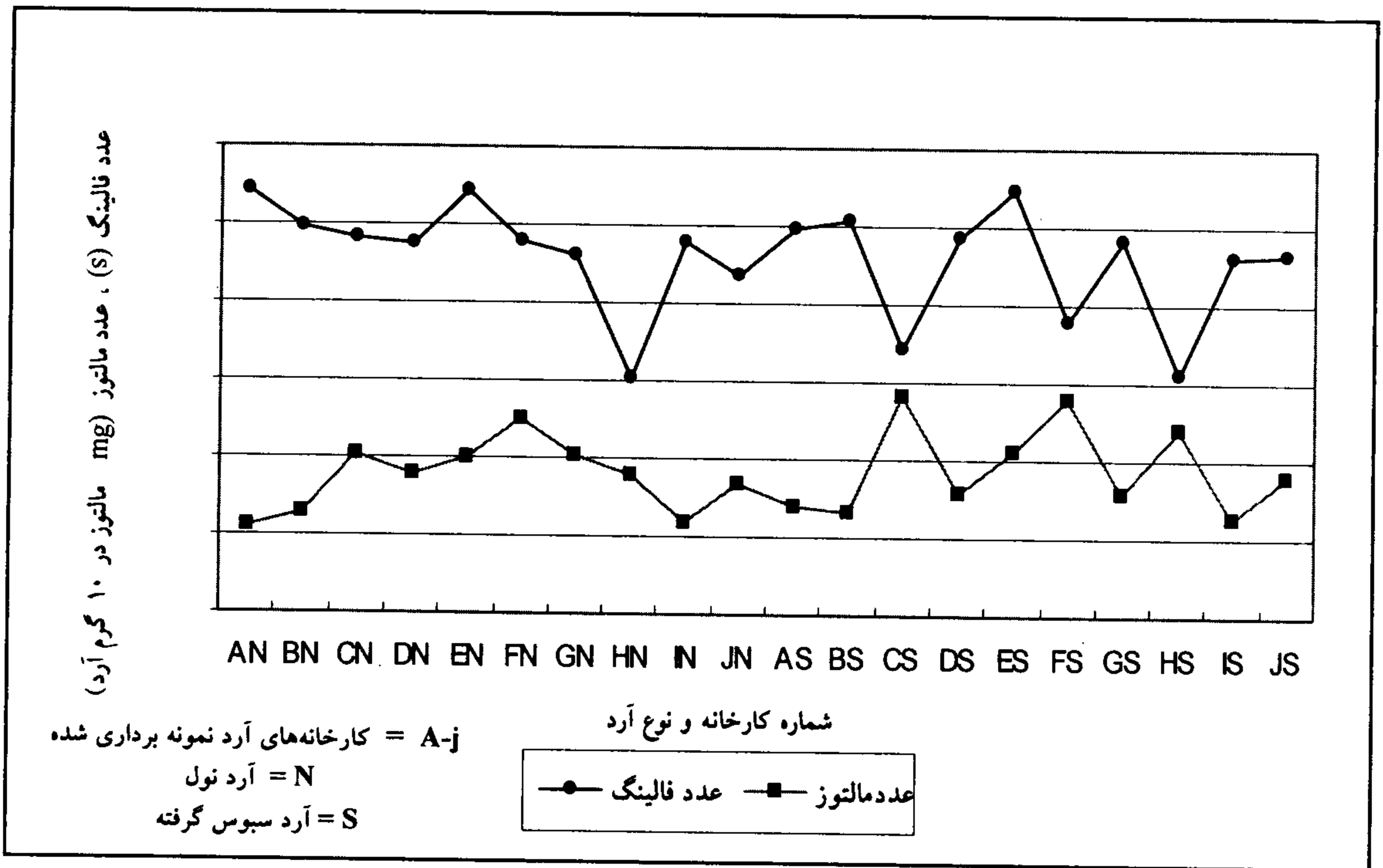
صفات	درجه‌ی آزادی		میانگین مجموع مربعات کل		F		P	
	تیمار	بلوک	تیمار	بلوک	تیمار	بلوک	تیمار	بلوک
رطوبت	۱	۹	۰/۹۶۰۱	۷/۶۱۹۹	۱/۳۶	۱۰/۷۶	۰/۲۷۴ ^{ns}	۰/۰۰۱*
خاکستر	۱	۹	۴/۲۲۴۱	۰/۱۱۸۰	۲۵/۶۸	۰/۷۲	۰/۰۰۰*	۰/۶۸۴ ^{ns}
عدد فالینگ	۱	۹	۷۷۵۲	۲۶۶۵۶	۱/۶۱	۵/۵۵	۰/۲۳۶ ^{ns}	۰/۰۰۹*
الک ۴۷۵μ	۱	۹	۰/۰۱۳۲۰	۰/۲۳۷۹۰	۰/۰۳	۰/۶	۰/۸۵۹ ^{ns}	۰/۷۷ ^{ns}
الک ۱۸۰μ	۱	۹	۱۵۶۶/۹	۲۱۱/۸	۱۸/۳۲	۲/۴۸	۰/۰۰۲*	۰/۰۹۶ ^{ns}
الک ۱۲۵μ	۱	۹	۱۶۸۲/۸	۱۷۷/۳	۹/۴۱	۰/۹۹	۰/۰۱۳*	۰/۵۰۵ ^{ns}
الک ۱۰۶μ	۱	۹	۶۶۹/۷	۴۸۰/۱	۱/۷۱	۱/۲۳	۰/۲۲۳ ^{ns}	۰/۳۸۲ ^{ns}
زیرالک ۱۰۶μ	۱	۹	۱۱۳۹۱	۱۰۷۸	۱۶/۵۲	۱/۵۶	۰/۰۰۳*	۰/۲۵۸ ^{ns}
عدد مالتوز	۱	۹	۴۳۱۸	۱۴۲۴۰	۲/۱۵	۷/۰۹	۰/۱۷۷ ^{ns}	۰/۰۰۴*
ماکریمم ویسکوزیته	۱	۹	۱۱۴۳۴۶۸	۷۳۳۰۱۶	۲۳/۹۹	۱۵/۳۸	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۰*

* معنی دار در سطح ۵ درصد

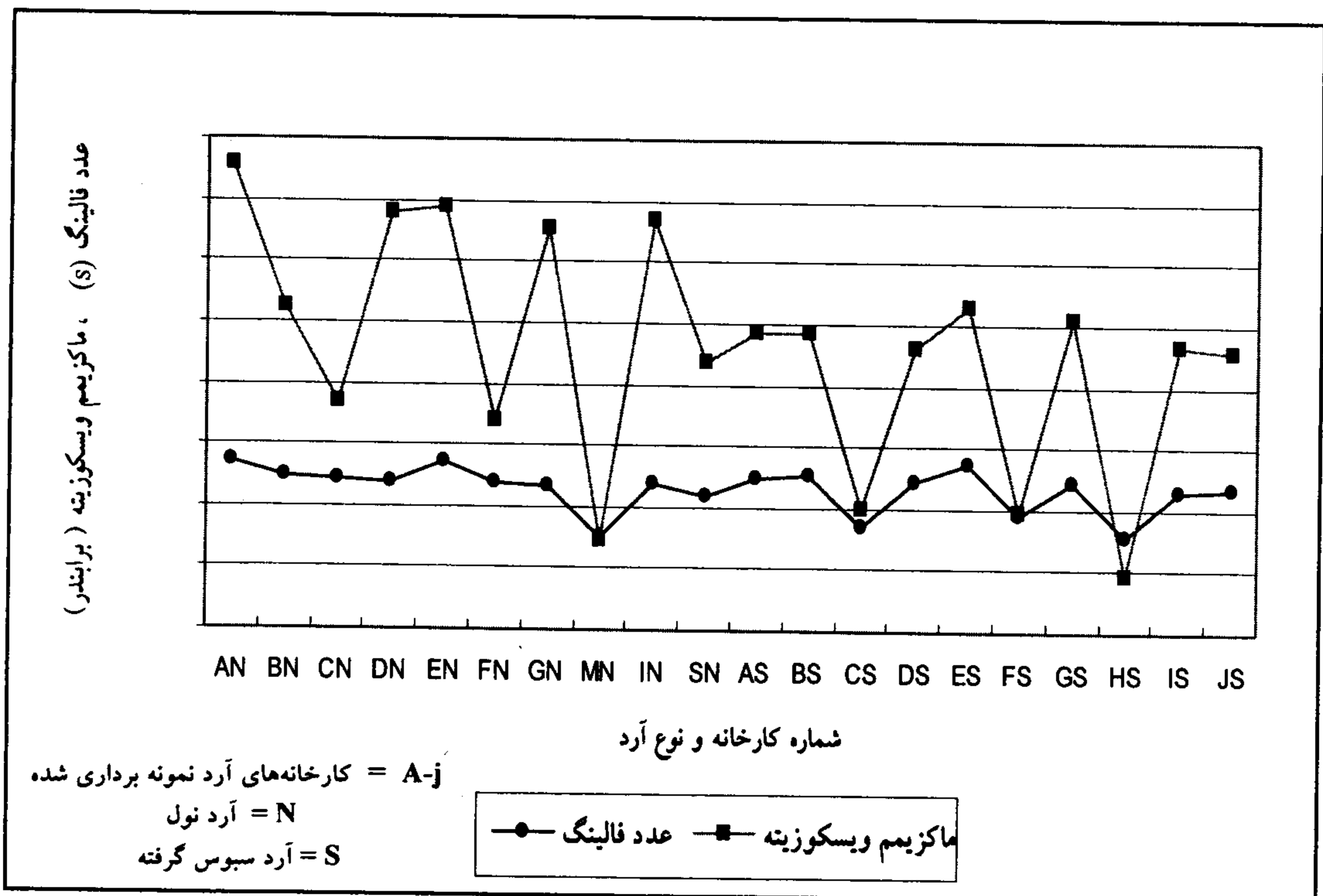
^{ns} در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار نبود.

پیک‌های آمیلوگرام، ویسکوزیته بیشتری را برحسب واحد برابندر نشان خواهند داد که این نتیجه با نتایج به‌دست آمده توسط کیس و همکاران (۱۲) منطبق است. عدد مالتوز با اعداد حاصل از منحنی آمیلوگرام رابطه‌ای معکوس را نشان می‌دهد. علت این پدیده را بدین‌گونه می‌توان توضیح داد که با افزایش عدد مالتوز (افزایش فعالیت آنزیمی)، مقاومت خمیر در برابر ژلاتینه شدن کاهش یافته و ارتفاع پیک‌های آمیلوگرام ویسکوزیته‌ی کمتری را برحسب واحد برابندر نشان می‌دهند که این نتیجه با نتایج

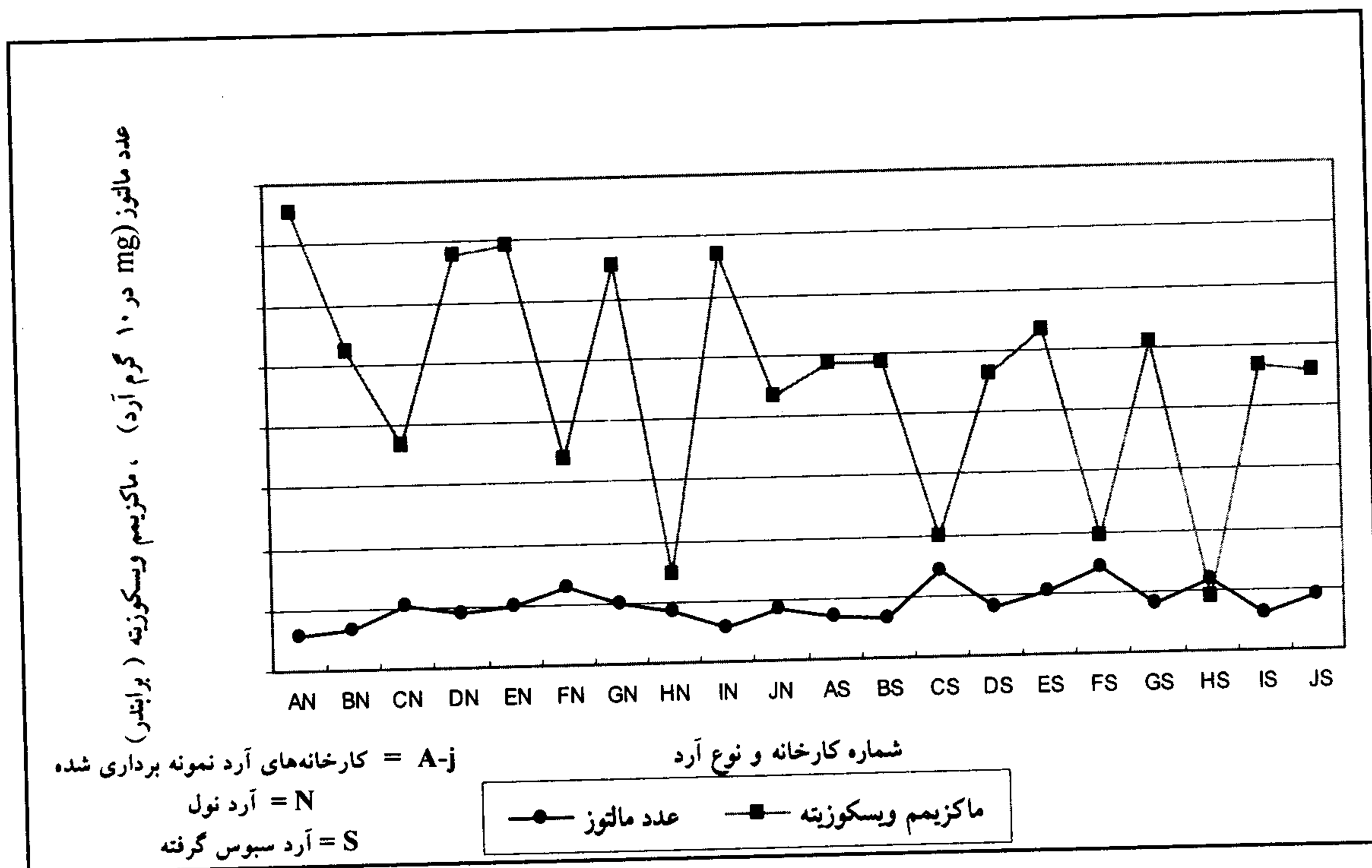
مهمترین نتایج حاصل از همبستگی ویژگی‌های موردآزمایش (جدول ۳ و شکل‌های ۴-۱) عبارتند از: عدد مالتوز و عدد فالینگ دارای رابطه معکوس می‌باشند، یعنی با افزایش عدد فالینگ و کاهش فعالیت آنزیمی، عدد مالتوز نیز کاهش می‌یابد که این نتیجه کاملاً با مشاهدات اگوروف و همکاران (۸) مطابقت دارد. عدد فالینگ با اعداد حاصل از آمیلوگرام رابطه مستقیمی را نشان می‌دهد زیرا با افزایش عدد فالینگ و کاهش فعالیت آنزیمی، مقاومت خمیر در برابر ژلاتینه شدن افزایش یافته و ارتفاع



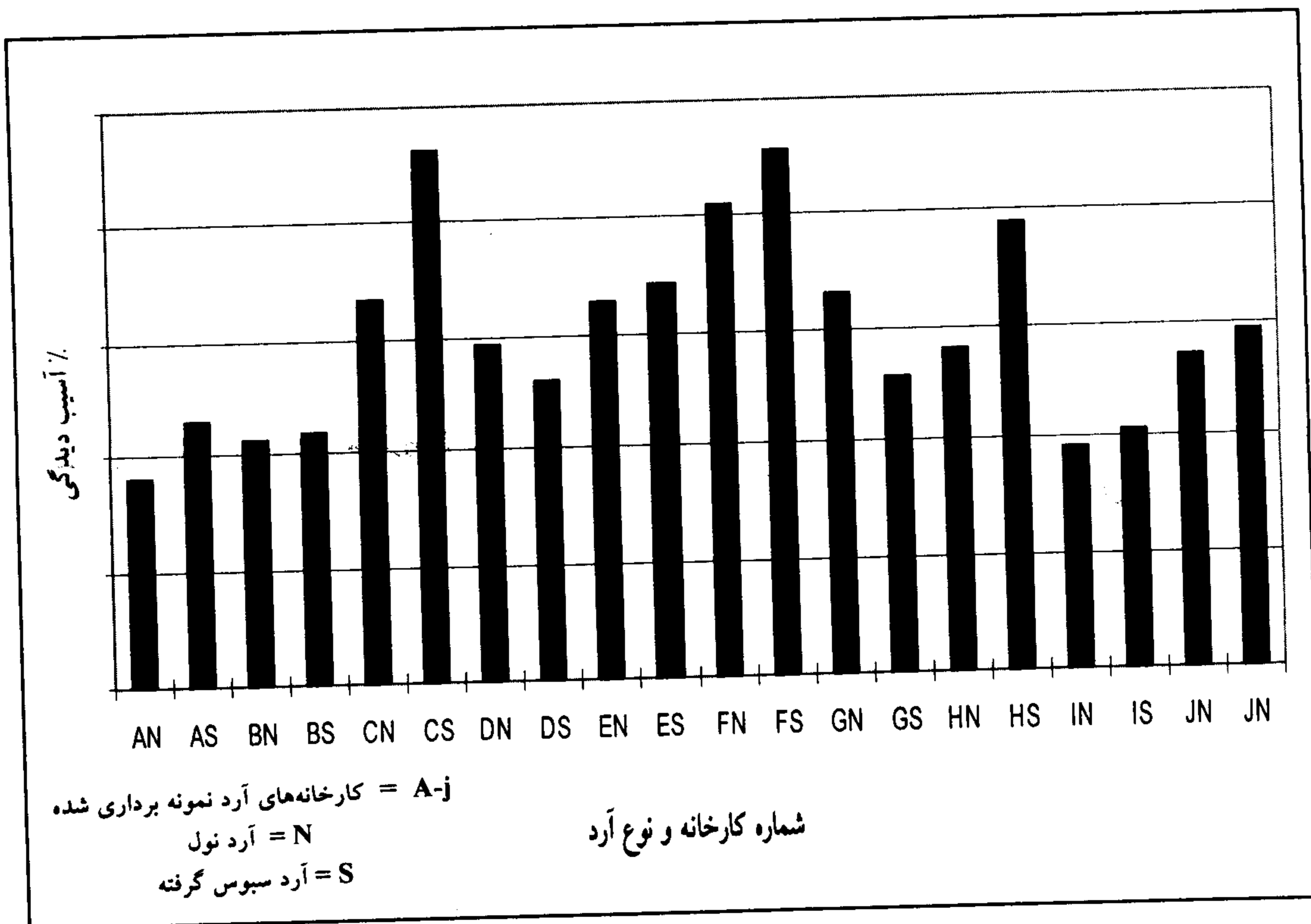
شکل ۱ - مقایسه عدد مالتوز و حداکثر ویسکوزیته



شکل ۲ - مقایسه عدد فالینگ و حداکثر ویسکوزیته



شکل ۳ - مقایسه عدد مالتوز و حداکثر ویسکوزیته



شکل ۴ - مقایسه درصد آسیب‌دیدگی نشاسته بر اثر صدمات مکانیکی در کارخانه‌های مورد مطالعه

تغییرات را می‌توان به خاکستر نسبت داد. در مورد عدد فالینگ پارامترهای مستقل تأثیرگذار نبودند. جدول ۴، درصد نشاسته‌ی آسیب‌دیده در دو نوع آرد نول و سبوس گرفته کارخانجات مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

در بین ده کارخانه مورد مطالعه، سیستم آسیابانی هفت کارخانه ساخت شرکت بوهرلر آلمان است و سه کارخانه نیز سیستم آسیابانی ساخت روسیه دارند. باتوجه به این‌که از چهار نمونه‌ای که درصد نشاسته‌ی آسیب‌دیده آنها خارج از حد مجاز (بیش از ۱۸ درصد) قرار دارد، دو نمونه متعلق به کارخانه F است که سیستم ماشین‌آلات آن از نوع میاک و ساخت آلمان و روسیه و نیز یک نمونه به کارخانه H تعلق دارد که سیستم ماشین‌آلات آن نیز ZM و ساخت روسیه است، می‌توان بالا بودن مقدار نشاسته‌ی آسیب‌دیده را به سیستم ماشین‌آلات آنها نسبت داد. در کارخانه F، زمان نم زدن و حالت دادن (مشروط کردن) ۱۲ ساعت بود که در بین کارخانه‌های مورد بررسی، حداقل زمان نم زدن و حالت دادن (مشروط کردن) بوده و می‌توانسته بر افزایش مقدار نشاسته‌ی آسیب‌دیده مؤثر باشد. بنابراین نتایج این بررسی نشان می‌دهد که سیستم آسیابانی میزان آسیب‌دیدگی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

به‌طور کلی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که خوشبختانه میزان نشاسته‌ی آسیب‌دیده در کارخانجات آرد تهران در محدوده استاندارد و قابل‌قبولی قرار دارد. ضمن این‌که میزان نشاسته‌ی آسیب‌دیده در دو نوع آرد نول و سبوس گرفته در بعضی کارخانه‌ها متفاوت بوده و برای آرد سبوس گرفته بیش از آرد نول بود.

حاصل از پژوهش انجام شده توسط اورس و استیونس (۹) همخوانی دارد. در حالت کلی سانچز و همکاران (۲۰) نیز مشاهدات فوق را تأیید می‌نمایند. طبیعی است که با افزایش عدد مالتوز، مقدار نشاسته‌ی آسیب‌دیده نیز افزایش یابد، زیرا:

$$\text{عدد مالتوز} \times 0.082 = \text{درصد نشاسته آسیب‌دیده}$$

بنابراین در تفسیر نتایج فوق می‌توان عدد مالتوز را همان نشاسته‌ی آسیب‌دیده در نظر گرفت و مک‌کلیری و همکاران (۱۵) نیز این را تأیید کرده‌اند.

با افزایش درصد خاکستر آرد، مقدار نشاسته‌ی آسیب‌دیده افزایش می‌یابد. دلیل این پدیده این است که افزایش درصد خاکستر، ناشی از افزایش مقدار سبوس و جوانه در آرد است و بنابراین فعالیت آنزیمی آرد بالاتر و عدد مالتوز نیز بیشتر خواهد بود که این نتیجه با نتایج به‌دست آمده توسط موس و مک‌کورکودیل (۱۸) مطابقت دارد. در این پژوهش، درصد رطوبت و مقدار نشاسته‌ی آسیب‌دیده رابطه معکوسی نشان داد. الک‌های ۴۷۵، ۱۸۰ و ۱۲۵ میکرومتر با عدد مالتوز رابطه‌ی معکوس و الک‌های ۱۰۶ و زیر الک ۱۰۶ میکرومتر با عدد مالتوز یا نشاسته‌ی آسیب‌دیده رابطه مستقیم نشان دادند. به این دلیل که از الک ۴۷۵ به پایین ذرات آرد ریزتر شده و بدین‌معناست که از غلتک‌های بیشتری عبور کرده است. پس انتظار می‌رود که آسیب‌دیدگی در الک‌های انتهایی افزایش یابد.

آنالیز رگرسیون در مورد عدد مالتوز نشان داد که می‌توان ۲۷/۹ درصد تغییرات عدد مالتوز را در اثر خاکستر و ذرات با اندازه ۱۸۰ میکرومتر دانست و در مورد حداکثر ویسکوزیته ۹/۴ درصد

جدول ۴ - درصد آسیب دیدگی نشاسته در آردهای مورد مطالعه

کارخانه	نول	سبوس گرفته
A	۸/۹۴	۱۱/۴۲
B	۱۰/۶	۱۰/۸۸
C	۱۶/۶۵	۲۳/۰۷
D	۱۴/۷	۱۳/۰۱
E	۱۶/۴	۱۷/۱۹
F	۲۰/۵۶	۲۲/۷۸
G	۱۶/۵۹	۱۲/۹
H	۱۴/۰۸	۱۹/۵
I	۹/۵۷	۱۰/۲۸
J	۱۳/۶۷	۱۴/۶۲

References

منابع مورد استفاده

- ۱ - آراسسته، ن. ۱۳۷۰. تکنولوژی غلات، انتشارات آستان قدس رضوی، ۴۱۵ صفحه.
- ۲ - بی نام. ۱۳۶۹. استاندارد شماره ۳۱۰۴. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۵ صفحه.
- ۳ - بی نام. ۱۳۷۶. غلات در آینه آمار، انتشارات اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی،
- spring wheat. Cereal Foods World 30: 511-514.
- ۴ - پروانه، و. ۱۳۷۱. کنترل کیفی و آزمایش های شیمیایی مواد غذایی، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۲۵ صفحه.
- ۵ - رجبزاده، ن. ۱۳۷۲. تکنولوژی نان. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۴۸ صفحه.
- 6 . Denates I (1987) Effect of milling on production of damaged starch. Consequences for flour quality. Principles of methods or measurements. Industries des Cereals 46: 23-27.
- 7 . Dexter JE, Prestom KR, Tweed AR, Kilborn RH and Tipples KH (1985) Relationship of flour starch damage and flour protein to the quality of Brazilian Style hearth bread and remix pan bread produced from hard red
- 8 . Egorov GA, Popov MP, Petrenko TP, Tsybikova GTS and Shanenko EF (1983) Effect of degree of starch damage occurring during milling on bread baking properties of flour. Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenni, Pishchevaya Tekhnologiya 3: 49-51.

- 9 . Evers AD and Stevens DJ (1988) Production and measurement of starch damage in flour. IV. Effect of starch damage on hot pasting properties. *Starch* 40: 297-299.
- 10 . Evers AD and Stevens DJ (1985) Starch damage. In: *Advances in Cereal Science and Technology*, Vol: VII, ed. St. Paul, Minnesota, USA. 321-349.
- 11 . Farrand EA (1972) Controlled levels of starch damage in commercial United Kingdom bread flour and effects on absorption, sedimentation value and loaf quality, *AACC*. 49: 479-488.
- 12 . Kiss E, Gasztonyi k and Bogdan J (1977) Relation between amylase activity and starch damage in wheat. *FSTA* (1981). 235-240.
- 13 . Haginoya R, Sakai k, Komatsu T, Nagao S, Yokoyama K, Takeuchi T and Matsukawa R (1997) Determination of damaged starch and diastatic activity in wheat flour using a flow injection analysis biosensor method. *Cereal Chemistry* 74: 745-749.
- 14 . Markoni E, Baldino C, Messia MC, Cubadda R, Moscone D and Palleschi G (1997) A maltose sensor for the analysis of damaged starch in flour. In: *World Scientific*, 2nd ed, Di Natale press, Singapore. 45-49.
- 15 . McCleary BV, Smith EE and Suter DAI (1993) Factors affecting the correlation between starch damage and maltose values for wheat flours. *Chemistry in Australia* 60: 509.
- 16 . Mc Dermott EE (1980) The rapid non enzymic determination of damaged starch in flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 31: 405-413.
- 17 . Morgan JE and Williams PC (1995) Starch damage in wheat flours: a comparison of enzymatic, iodometric, and near infrared reflectance techniques. *Cereal Chemistry* 72: 209-212.
- 18 . Moss R and Mcorquodale J (1993) Investigation of the effect of mill variables on starch damage, flour quality and baking performance. *Chemistry in Australia* 60: 499.
- 19 . Rogers DE, Gelroth JA, Langemier JM and Ranhotra GS (1994) Evaluation of starch damage values determined enzymatically or amperometrically. *Cereal Chemistry* 71: 578-581.
- 20 . Sanchez HD, Torre MA de La, Osella CA and Mancuello JC (1986) Effect of high damaged starch content on behaviour of wheat flour. *Industries des Cereals* 42: 7-11.
- 21 . Whistler RL, Bemiller JN and Paschall EF (1984) *Starch*, 2nd ed., Orlando, Academic Press, USA.

