



## تأثیر شرایط مختلف خشک کردن بر ویژگی های موز خشک شده در هوای داغ

لیلا زیرجانی<sup>۱\*</sup>، حمید توکلی پور<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار (مسوول مکاتبات)

پست الکترونیک: lzirjany2006@yahoo.com

<sup>۲</sup> استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار

### چکیده

برش های موز در سه ضخامت ۱۰ mm و ۵ و ۳ تهیه و با استفاده از سه پیش فرایند (T1، تیمار شیمیایی در محلول ۱٪ متابی سولفیت سدیم، T2، آنزیم بری با آب جوش و سپس با محلول ۱٪ متابی سولفیت سدیم و T3، آنزیم بری با آب جوش و سپس با محلول ۱٪ مخلوط یک به یک اسید آسکوربیک و اسید سیتریک) تیمار و در یک خشک کن جابه جایی هوای گرم در سه دمای (۸۰، ۷۰ و ۶۰ °C) تا رسیدن به رطوبت نهایی خشک شدند. چپس موز حاصل از نظر پارامترهای کیفی مانند رنگ، جذب مجدد آب، میزان قند و ویتامین ث و پارامترهای فرایند نظیر زمان و آهنگ خشک کردن مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج، نشان داد که پیش فرایندها آهنگ خشک کردن را افزایش و زمان خشک کردن را کاهش دادند و زمان خشک کردن در تیمارهای شامل آنزیم بری نسبت به سایر نمونه ها تا ۴۰٪ کاهش یافت. همان طور که انتظار می رفت با افزایش ضخامت، زمان خشک کردن افزایش و با افزایش دمای خشک کن، آهنگ خشک کردن افزایش و زمان خشک کردن کاهش یافت. در دماهای بالاتر مقدار ویتامین ث و قند بیش تری حفظ شد اما بر رنگ و جذب مجدد آب چپس موز، اثرات منفی داشت.

واژه های کلیدی: چپس موز، آنزیم بری، تیمار شیمیایی، خشک کردن جابجایی، ارزش تغذیه ای

### ۱- مقدمه

موز یکی از مهم ترین میوه های گرمسیری است که تولید جهانی آن به طور متوسط ۴۵ میلیون تن در سال است که حدود نیمی از آن به صورت پخته و مابقی مصرف تازه خوری یا فرآوری شده دارد. این میوه ارزش تغذیه ای زیادی دارد و به دلیل میزان بالای نشاسته و قند، منبع انرژی خوبی محسوب شده، شامل ویتامین های A و C و پتاسیم، کلسیم، سدیم و منیزیم است (۱۷). کشور ایران با داشتن پتانسیل های فراوان در زمینه ی کشاورزی و وجود چهار فصل سال که در کم تر کشوری دیده می شود، استعداد پرورش ۸۵٪ میوه های گرمسیری، نیمه گرمسیری و معتدله ی دنیا را دارد اما در زمینه ی فرآوری و صنایع تبدیلی میوه به خصوص میوه های گرمسیری بومی ایران، کارهای اندکی صورت گرفته است. موز یکی از مهم ترین میوه های گرمسیری است که در شمال و جنوب کشورمان کشت می شود (۱۷).

موز از جمله میوه هایی است که از جنبه ی بیولوژیکی، بیش ترین فساد و ضایعات را بعد از برداشت دارد که از نظر اقتصادی هزینه های زیادی را تحمیل می کند. این میوه در کشورهای اروپایی و به ویژه شرق آسیا علاوه بر مصرف تازه خوری به صورت پخته، خشک و فرآوری شده نیز مصرف می شود اما در کشور ما مصرف موز بیش تر به صورت تازه خوری است. با توجه به این که موز از نظر بیولوژیکی بیش ترین فساد را پس از برداشت دارد و از نظر اقتصادی هزینه های زیادی را تحمیل می کند، برای کاهش این هزینه ها و افزایش ارزش افزوده ی این میوه و ایجاد تنوع در مصرف



آن، روش هایی در نگه داری آن رایج است که می توان به تولید پوره و خشک کردن به صورت برگه و چیپس اشاره نمود (۱۷). ایران در زمینه ی تولید فرآورده های خشک، سابقه ی طولانی دارد ولی هنوز بخش عمده ای از آن ها به صورت آفتابی خشک می شوند که این امر صدمات جبران ناپذیری بر بازاریابی این محصولات داشته است. نامناسب بودن شکل ظاهری، آلودگی های میکروبی، باقی مانده ی مواد شیمیایی و بسته بندی فله ای از جمله ی این آسیب ها هستند. برای حفظ بازارهای موجود و گسترش آن، استفاده از آبدزایی در شرایط کنترل شده و به ویژه گرایش به فناوری های نوین خشک کردن، تنها گزینه های پیش رو است. در مورد خشک کردن موز تحقیقات مفصلی در دنیا انجام شده است. برای مثال، مسکن از سه روش خشک کردن با جابجایی هوا، مایکروویو و ترکیب این دو روش، موز را خشک کرد و نشان داد که زمان خشک کردن در روش جابجایی هوا طولانی تر از دو روش دیگر است و سرعت های خشک کردن بالاتر در توان های بالاتر مایکروویو مشاهده شد. همچنین موز خشک شده با روش ترکیبی، رنگ روشن تر و مقدار جذب مجدد آب بیش تری داشت. تغییر در میزان رنگ وابسته به شدت مایکروویو نبود و تغییرات رنگ در روش جابجایی هوا بیش تر از دو روش دیگر بود و هیچ یک از نمونه های خشک شده مجدداً رطوبت اولیه ی خود را به دست نیاوردند (۱۷).

در تحقیقی که در سال ۲۰۰۳ توسط تورهان<sup>۱</sup> و دمیرال<sup>۲</sup> انجام شد، رفتار خشک کردن دو گونه موز دووآرف کاوندیش<sup>۳</sup> و گروس میشل<sup>۴</sup> را به صورت تیمار شده و تیمار نشده مورد بررسی قرار دادند. آن ها در آزمایش های خود برش های موز ۲ mm تهیه کرده و از تیمار های بی سولفیت سدیم ۱٪ و مخلوط اسید آسکوربیک و سیتریک ۰/۱٪ استفاده کردند و یک نمونه ی تیمار نشده را نیز به عنوان شاهد در نظر گرفتند و نمونه ها را در هوای داغ خشک کردند. نتایج نشان داد که تیمارهای اعمال شده بر روی موز، سرعت خشک کردن را افزایش می دهد اما روی چروکیدگی بافت موز های خشک شده تأثیری ندارد و نمونه های موز کاوندیش نسبت به نمونه های موز میشل در شرایط مشابه چروکیدگی بیش تری نشان دادند (۱۱).

راک داندامرونگر<sup>۵</sup> و همکارانش در سال ۲۰۰۲ از تیمارهای بلانچ کردن، خنک کردن و فریز کردن و ترکیب بلانچ کردن و فریز کردن استفاده کردند و رفتار خشک کردن موزهای تیمار شده را در یک خشک کن پمپ حرارتی در دمای ۵۰° و با ۳/۱ m/s سرعت عبور هوا مورد بررسی قرار دادند و مشخص شد که تیمارهای فریز کردن و ترکیب فریز کردن و بلانچ کردن سرعت خشک کردن را افزایش می دهند و از دو مدل ریاضی پیچ<sup>۶</sup> و مدل تجربی دو جمله ای<sup>۷</sup> برای شرح دادن رفتار خشک کردن استفاده کردند (۱۰).

در تحقیقی که توسط بودهیرو<sup>۸</sup> و همکارانش در سال ۲۰۰۲ انجام شد، خواص رئولوژیکی برش های موز پس از دو هفته نگه داری در انبار با ضخامت ۵ mm و سرعت جریان هوای گرم ۲ m/s، طی خشک کردن با هوای گرم مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که با افزایش درجه ی حرارت، سرعت خشک کردن افزایش می یابد و موزهای رسیده زودتر خشک می شوند (۸).

<sup>1</sup> Mahir Turhan

<sup>2</sup> Devlet Demiral

<sup>3</sup> Dwarf Cavendish

<sup>4</sup> Gros michel

<sup>5</sup> Rak Dandamrongrak

<sup>6</sup> Page

<sup>7</sup> Two termexpantial

<sup>8</sup> Budhiroua



چون و همکارانش در سال ۲۰۰۲ نیز برای خشک کردن موز از خشک کن پمپ حرارتی استفاده کردند که یک خشک کن دو مرحله ای با هوای داغ است و مشخص شد که اگر دمای هوا در ابتدای خشک کردن بالاتر باشد و به تدریج در حین فرآیند خشک کردن کاهش یابد، رنگ محصول بهبود یافته، زمان خشک کردن کاهش می یابد (۹). همچنین تحقیقات نسبتاً زیادی نیز در مورد سایر روش های خشک کردن موز مانند روش اسمزی و خشک کردن انجمادی انجام گرفته است (۱۲، ۱۵، ۱۹ و ۲۰). هدف از انجام این تحقیق بیش تر تاثیر روش های مختلف پیش فرایند بر ویژگی های نهایی چیپس موز بود که در پژوهش های دیگر کم تر مورد توجه قرار گرفته است.

## ۲- مواد و روش ها

نمونه های موز وارپته ی کاوندیش ۱۰ نوع بلند از یک بازار محلی خریداری و در یخچال با دمای  $5^{\circ}\text{C}$  -۱۰ نگه داری شد. نمونه ها با دست پوست گیری شد و سپس به وسیله ی چاقوی تیز و تخته ی برش از جنس پلی اتیلن برش هایی با ضخامت ۳، ۵ و ۱۰ میلی متر تهیه شد. بعد از آماده سازی نمونه ها به صورت تصادفی در چهار گروه برای انجام روش های پیش فرایند، تقسیم شدند. سه روش پیش فرایند قبل از خشک کردن روی برش های موز صورت گرفت و یک نمونه ی تیمار نشده نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شد.

### ۲-۱- روش های پیش فرآیند

پیش فرآیندها به صورت زیر انجام شدند:

T0 (نمونه ی شاهد): نمونه ها بعد از پوست گیری و تهیه برش هایی به ضخامت های ۳، ۵ و ۱۰ میلی متر مستقیماً به خشک کن منتقل شد بدون این که هیچ پیش فرآیندی روی آن صورت گیرد.

T1: نمونه ها بعد از پوست گیری و تهیه ی برش به مدت ۲ دقیقه در داخل محلول ۱٪ متابی سولفیت سدیم قرار گرفتند و سپس به مدت ۳۰ ثانیه در آب مقطر غوطه ور شده تا باقی مانده ی متابی سولفیت سدیم از روی برش ها حذف شوند و در نهایت برش ها روی کاغذ صافی قرار گرفتند تا آب سطحی آن ها خارج شود.

T2: برش های موز ابتدا آنزیم بری ۱۱ شدند به این صورت که برش ها به مدت ۱ دقیقه در آب جوش غوطه ور شده، بلافاصله به مدت ۱ دقیقه در آب سرد قرار گرفته و سپس مانند روش قبلی در محلول ۱٪ متابی سولفیت سدیم تیمار شدند.

T3: در این روش نیز مانند روش قبل برش های موز ابتدا آنزیم بری شدند و سپس به مدت ۱ دقیقه در محلول ۱٪ مخلوط یک به یک اسید آسکوربیک و اسید سیتریک غوطه ور شده و در نهایت نمونه ها روی کاغذ صافی پهن شدند تا آب سطحی آن ها گرفته شود.

<sup>9</sup> K.J.Chua

<sup>10</sup> Cavendish

<sup>11</sup> Blanching





شاخص رنگ کل در موز تازه به عنوان مرجع در نظر گرفته شد و به طور کلی هر چه شاخص رنگ کل بیش تر باشد، تغییرات رنگ کم تری را در طول خشک کردن نشان می دهد (۴). جهت اندازه گیری جذب مجدد آب، نمونه های خشک شده موز ابتدا توزین و سپس در یک بشر حاوی آب مقطر در دمای آزمایشگاه غوطه ور شدند تا جایی که افزایش وزنی مشاهده نشود (حدود ۱۵ ساعت) و بعد از آن نمونه ها از آب مقطر خارج و روی کاغذ صافی پهن می شدند تا آب سطحی آن ها خارج شود و سپس نمونه ها مجدداً وزن شدند و در نهایت ظرفیت جذب مجدد آب نمونه ها توسط فرمول زیر محاسبه شد (۴):

$$RC = W_r / W_d$$

RC: ظرفیت جذب مجدد آب

W<sub>r</sub>: وزن نهایی بعد از جذب مجدد آب

W<sub>d</sub>: وزن نمونه ی خشک

اندازه گیری ویتامین ث به روش تیتراسیون ۶۰۲ - دی کلرو فنل اندو فنل انجام شد (۱۴).

اندازه گیری میزان قند به روش تیتراسیون لین آینون انجام شد (۱).

## ۲-۵- اندازه گیری سرعت و زمان خشک کردن

باتوجه به اعداد به دست آمده از کاهش وزن حین خشک کردن در واحد زمان محاسبه و شکل های آن ها نیز توسط نرم افزار اکسل ۱۳ رسم شد.

## ۲-۶- آنالیز آماری

در مجموع ۴۶ نمونه جمع آوری شد و در سه تکرار تحت آزمایش های کنترل کیفیت قرار گرفتند. جهت آنالیز آماری در این تحقیق از طرح بلوک های کاملاً تصادفی استفاده شد از آنالیز واریانس ۱۴ نیز برای تعیین اثر فاکتورهای مختلف بر روی پارامترهای خشک کردن با استفاده از نرم افزار ام اس تت ۱۵ انجام گرفت و از آزمون چند دامنه ای دانکن نیز برای مقایسه میانگین ها استفاده گردید.

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- زمان خشک کردن

نتایج نشان داد که با افزایش ضخامت نمونه، زمان خشک کردن (زمان لازم برای رسیدن به رطوبت نهایی) در دمای ثابت افزایش می یابد و در ضخامت های بیش تر این افزایش زمان خشک کردن چشمگیرتر است. شکل ۱، منحنی های خشک کردن برش های موز را با ضخامت های مختلف نشان می دهد. به عنوان مثال در دمای ۶۰ درجه ی سانتی گراد زمان خشک کردن برش های موز با ضخامت ۱۰ میلی متر تقریباً ۱۸٪ نسبت به نمونه های با ضخامت ۵ میلی متر و ۳۰٪ نسبت به نمونه های با ضخامت ۳ میلی متر افزایش داشته است.

<sup>13</sup> Microsoft Excel, 2003

<sup>14</sup> ANOVA

<sup>15</sup> MSTAT



همچنین نتایج نشان داد که با افزایش دمای خشک کردن، زمان خشک کردن در ضخامت ثابت کاهش می یابد (شکل ۲). به عنوان مثال زمان خشک کردن برش های موز با ضخامت ۳ میلی متر در دمای ۸۰ °C نسبت به دمای ۷۰ °C تقریباً ۱۰٪ و نسبت به دمای ۶۰ °C تقریباً ۱۹٪ کاهش داشته است. تقریباً می توان گفت که به ازای افزایش هر یک درجه سانتیگراد در دمای خشک کردن ۱٪ زمان خشک کردن کاهش می یابد. چون با افزایش دما سرعت انتقال رطوبت افزایش می یابد.

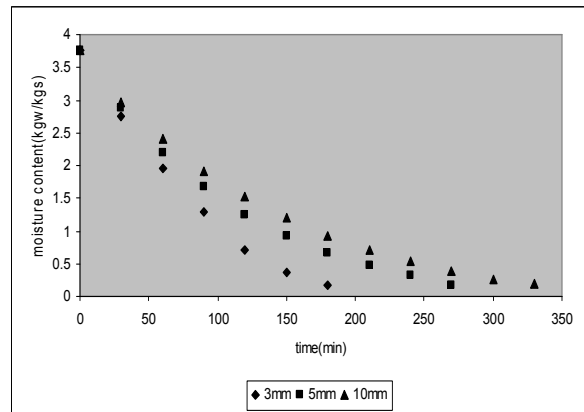
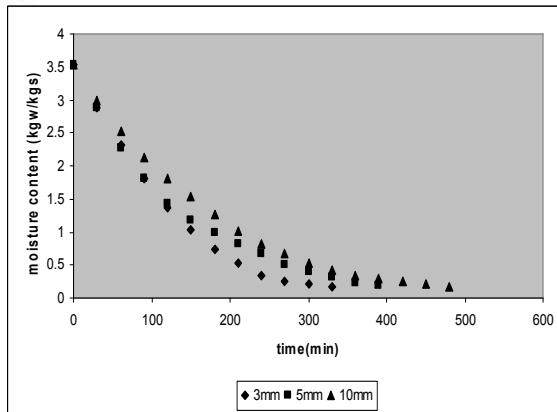
همچنین مشخص شد که در نمونه های تیمار شده نسبت به نمونه های تیمار نشده، زمان خشک کردن کاهش یافته است. به عنوان مثال، زمان خشک کردن در برش های با ضخامت ۳ میلی متر در پیش فرآیند (T1) تقریباً ۱۰٪ و در پیش فرآیند (T2) تقریباً ۴۰٪ نسبت به نمونه های تیمار نشده کاهش داشته است.

در تیمارهایی که آنزیم بری با آب جوش صورت گرفته است در مقایسه با تیمارهای دیگر زمان خشک کردن کوتاه تر شده است. به نظر می رسد دلیل آن این است که طی عمل آنزیم بری رطوبت آزاد اولیه افزایش می یابد و همچنین دیواره ی سلول ها دچار آسیب می شود که باعث خروج بیش تر آب از بافت می شود و متابی سولفیت سدیم نیز بر روی بافت برش موز تأثیر می گذارد و این موضوع به وضوح در طول آزمایش ها مشاهده می شد که وقتی برش های موز بیش از ۲ دقیقه در محلول متابی سولفیت سدیم می ماند بافت آن شروع به متلاشی شدن می کند (شکل ۳). به عنوان مثال، زمان خشک کردن برش های موز با ضخامت ۳ میلی متر در پیش فرآیند (T2) که آنزیم بری با آب جوش و تیمار شیمیایی با متابی سولفیت سدیم تماماً انجام شده نسبت به پیش فرآیند (T1) که در آن فقط تیمار شیمیایی با متابی سولفیت سدیم انجام شده تقریباً ۳۳٪ افزایش داشته است اما زمان خشک کردن در پیش فرآیندهای (T2) و (T3) که در هر دو آنزیم بری با آب جوش و تیمارهای شیمیایی انجام شده تفاوت چندانی ندارد اگر چه تیمارهای شیمیایی با هم متفاوت بودند.

نتایج آنالیز واریانس نیز نشان داد که اثر درجه حرارت هوای خشک کن و پیش فرآیندها بر روی زمان خشک کردن تفاوت معنی داری داشته است (شکل های ۵ و ۴).

جدول ۱: زمان خشک کردن برش های موز در روش خشک کردن با هوای داغ بر حسب دقیقه

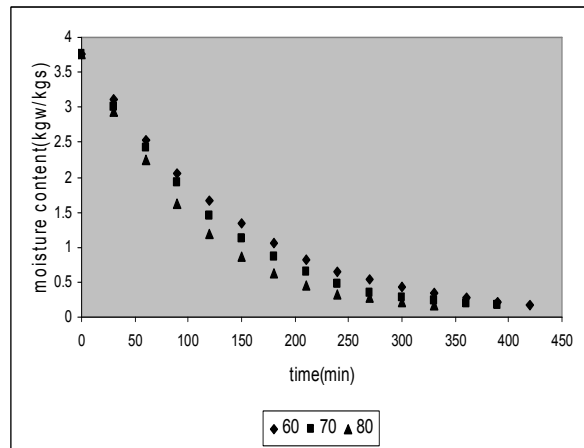
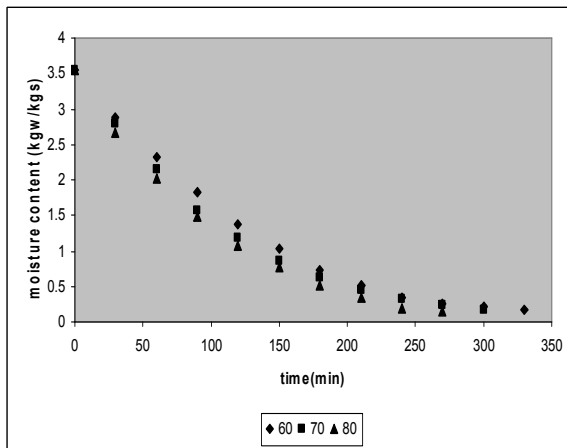
T3			T2			T1			روش های پیش فرآیند
۸۰ °C	۷۰ °C	۶۰ °C	۸۰ °C	۷۰ °C	۶۰ °C	۸۰ °C	۷۰ °C	۶۰ °C	درجه حرارت خشک کن
۱۸۰	۲۴۰	۲۷۰	۱۸۰	۲۴۰	۳۰۰	۲۷۰	۳۰۰	۳۳۰	برش های با ضخامت ۳ mm
۲۴۰	۳۰۰	۳۳۰	۲۷۰	۳۰۰	۳۳۰	۳۰۰	۳۶۰	۳۹۰	برش های با ضخامت ۵ mm
۳۳۰	۳۶۰	۴۲۰	۳۳۰	۳۶۰	۳۹۰	۳۶۰	۴۵۰	۴۸۰	برش های با ضخامت ۱۰ mm



A

B

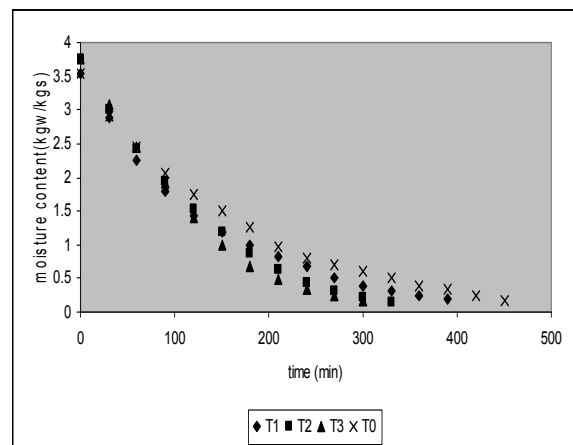
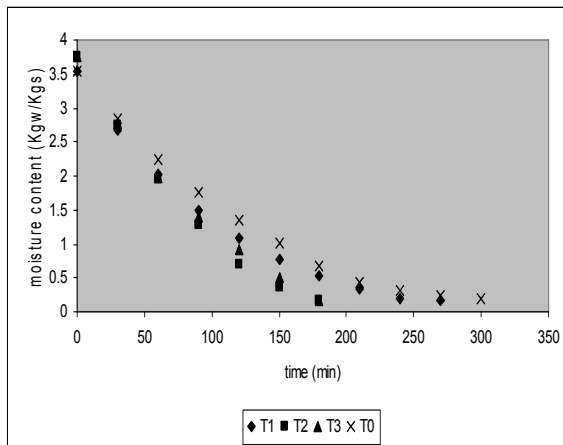
شکل ۱: A: منحنی زمان خشک کردن برش های موز در ضخامت ۳، ۵ و ۱۰ میلی متر، پیش فرایند (T1) توسط هوای داغ °C ۶۰ و B: منحنی زمان خشک کردن برش های موز در ضخامت ۳، ۵ و ۱۰ میلی متر، پیش فرایند (T2) توسط هوای داغ °C ۸۰



A

B

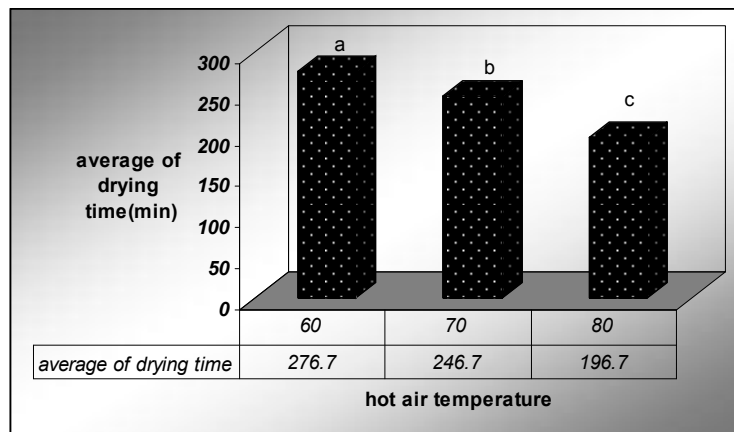
شکل ۲: A: منحنی زمان خشک کردن برش های موز با ضخامت ۳ میلی متر با پیش فرایند (T1) در هوای داغ °C ۶۰، ۷۰ و ۸۰ و B: منحنی زمان خشک کردن برش های موز با ضخامت ۱۰ میلی متر با پیش فرایند (T3) در هوای داغ °C ۶۰، ۷۰ و ۸۰



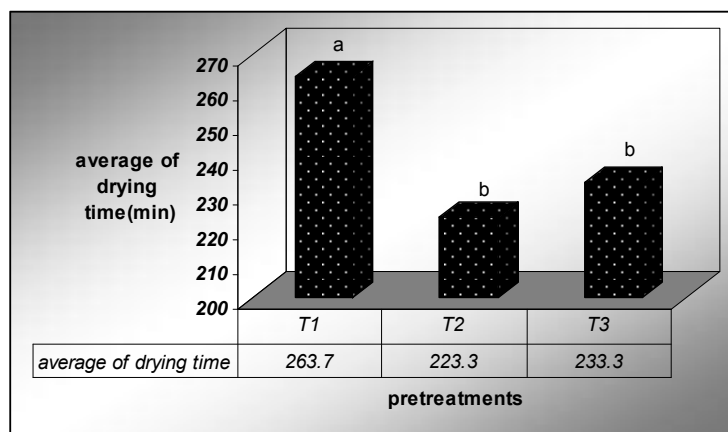
A

B

شکل ۳: A: منحنی زمان خشک کردن برش های موز با ضخامت ۳ میلی متر با پیش فرایندهای (T1)، (T2) و (T3) و (T0) در هوای داغ °C ۸۰ و B: منحنی زمان خشک کردن برش های موز با ضخامت ۵ میلی متر با پیش فرایندهای (T1)، (T2) و (T3) و (T0) در هوای داغ °C ۶۰



شکل ۴: اثر درجه حرارت خشک کردن بر زمان خشک کردن



شکل ۵: اثر پیش فرآیندها بر زمان خشک کردن

### ۳-۲- آهنگ خشک شدن

آهنگ خشک شدن نیز با استفاده از داده های حاصل از آزمایش ها در زمان های مختلف محاسبه و بر حسب مقدار رطوبت در مبنای خشک رسم گردید که مشاهده شد با افزایش ضخامت ، آهنگ خشک کردن کاهش می یابد که به دلیل افزایش مقاومت حرارتی در برش موز و کند شدن انتقال حرارت در درون برش است (شکل ۶). به عنوان مثال ، آهنگ خشک کردن در دمای  $60^{\circ}\text{C}$  و پیش فرآیند (T1) در برش های موز با ضخامت های ۳ ، ۵ و ۱۰ میلی متر به ترتیب ۰/۶ ، ۰/۴۸ و ۰/۴۲ ((Kgw/Kgs)/h) است. نتایج نشان داد که با افزایش دما، آهنگ خشک کردن افزایش یافته که دلیل آن افزایش آهنگ انتقال گرما و تبخیر بیش تر رطوبت در نمونه است (شکل ۷). به عنوان مثال ، آهنگ خشک کردن برش های موز با ضخامت ۳ میلی متر و پیش فرآیند (T1) در درجه حرارت های ۶۰ ، ۷۰ و ۸۰ درجه سانتیگراد به ترتیب ۰/۶ ، ۰/۶۶ و ۰/۷۲ ((Kgw/Kgs)/h) است . همچنین مشاهده شد که آهنگ خشک کردن در نمونه های تیمار شده نسبت به نمونه های تیمار نشده بیش تر است . به عنوان مثال ، آهنگ خشک کردن برش های موز با ضخامت ۳ میلی متر در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد و پیش فرآیندهای (T0) ، (T1) ، (T2) و (T3) به ترتیب ۰/۶ ، ۰/۶۶ ، ۰/۸۴ و ۰/۸۴ ((Kgw/Kgs)/h) است که نشان می دهد آهنگ خشک کردن در پیش فرآیند (T1) ۱۰٪ و در





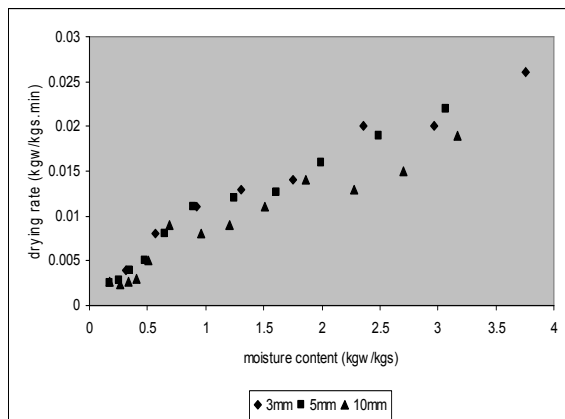
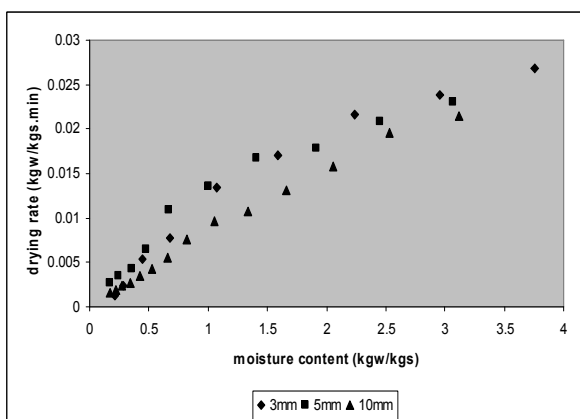
پیش فرایندهای (T2) و (T3) از نمونه شاهد بیش تر است و آهنگ خشک کردن در پیش فرایندهای (T2) و (T3) که در آن ها آنزیم بری و تیمار شیمیایی تماماً صورت گرفته نسبت به پیش فرایند (T1) که فقط تیمار شیمیایی صورت گرفته ۲۱٪ بیش تر است (شکل ۸).

در خشک کردن نمونه های موز با هوای داغ با دمای  $60^{\circ}\text{C}$ ،  $70^{\circ}\text{C}$  و  $80^{\circ}\text{C}$  مرحله ی آهنگ ثابت خشک کردن مشاهده نگردید و خشک کردن به طور کامل در مرحله ی آهنگ نزولی رخ داد. یعنی آهنگ خشک کردن به تدریج کاهش می یابد که علت آن احتمالاً چروکیدگی بافت موز و بروز پدیده سخت شدن سطحی ۱۶ است. به این صورت که طی فرایند خشک کردن موز با انتقال رطوبت از مرکز برش موز به سمت لایه های سطحی ترکیبات موز به ویژه قند و نشاسته نیز همراه با مولکول های آب از لایه های داخلی به سوی پوسته مهاجرت می کنند که باعث کاهش آهنگ انتقال رطوبت در مراحل انتهایی فرایند خشک کردن می شود.

نتایج آنالیز واریانس نیز نشان داد که اثر درجه حرارت خشک کن و پیش فرایندها بر آهنگ خشک کردن معنی دار بوده است (شکل ۹ و ۱۰).

جدول ۲: آهنگ خشک کردن برش های موز در روش خشک کردن با هوای داغ بر حسب (Kgw/Kgs)/h

T3			T2			T1			روش های پیش فرآیند
$80^{\circ}\text{C}$	$70^{\circ}\text{C}$	$60^{\circ}\text{C}$	$80^{\circ}\text{C}$	$70^{\circ}\text{C}$	$60^{\circ}\text{C}$	$80^{\circ}\text{C}$	$70^{\circ}\text{C}$	$60^{\circ}\text{C}$	درجه حرارت خشک کن
۱/۱۴	۰/۸۴	۰/۷۸	۱/۱۴	۰/۸۴	۰/۶۶	۰/۷۲	۰/۶۶	۰/۶	برش های با ضخامت ۳ mm
۰/۸۴	۰/۶	۰/۶۶	۰/۷۸	۰/۶۶	۰/۶	۰/۶۶	۰/۵۴	۰/۴۸	برش های با ضخامت ۵ mm
۰/۶	۰/۵۴	۰/۴۸	۰/۶	۰/۵۴	۰/۴۸	۰/۵۴	۰/۴۸	۰/۴۲	برش های با ضخامت ۱۰ mm

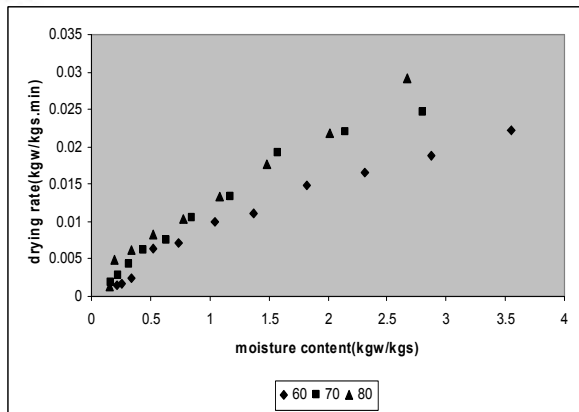


A

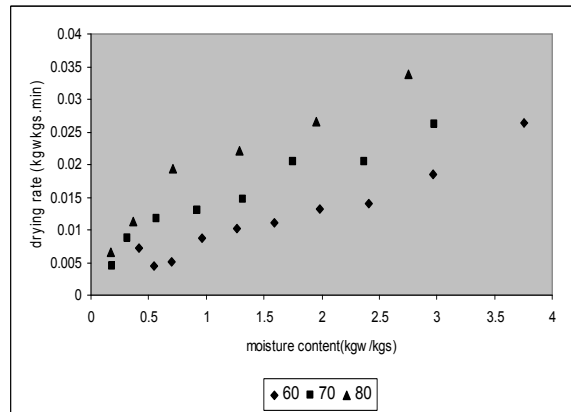
B

شکل ۶: A: منحنی آهنگ خشک کردن برش های موز در ضخامت ۳، ۵ و ۱۰ میلی متر، پیش فرایند (T3) توسط هوای داغ  $60^{\circ}\text{C}$  و

B: منحنی آهنگ خشک کردن برش های موز در ضخامت ۳، ۵ و ۱۰ میلی متر، پیش فرایند (T2) توسط هوای داغ  $70^{\circ}\text{C}$

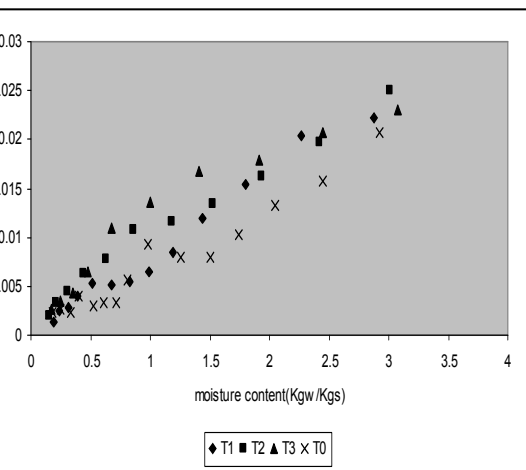
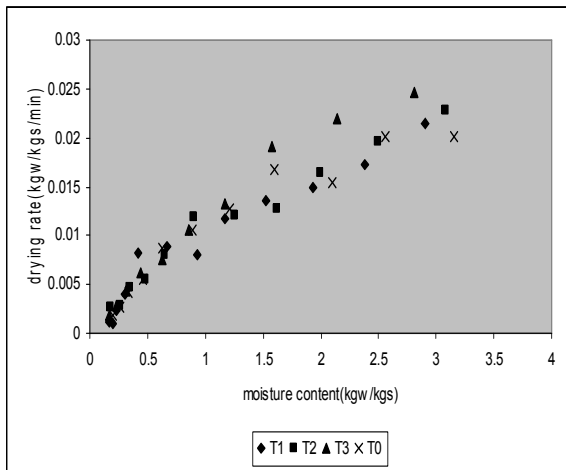


A



B

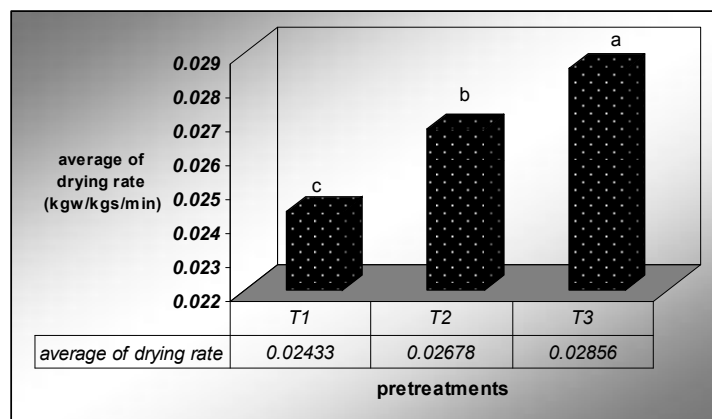
شکل ۷: A: منحنی آهنگ خشک کردن برش های موز با ضخامت ۳ میلی متر با پیش فرایند (T1) در هوای داغ با دماهای °C ۶۰، ۷۰ و ۸۰ و B: منحنی آهنگ خشک کردن برش های موز با ضخامت ۳ میلی متر با پیش فرایند (T2) در هوای داغ با دماهای °C ۶۰، ۷۰ و ۸۰.



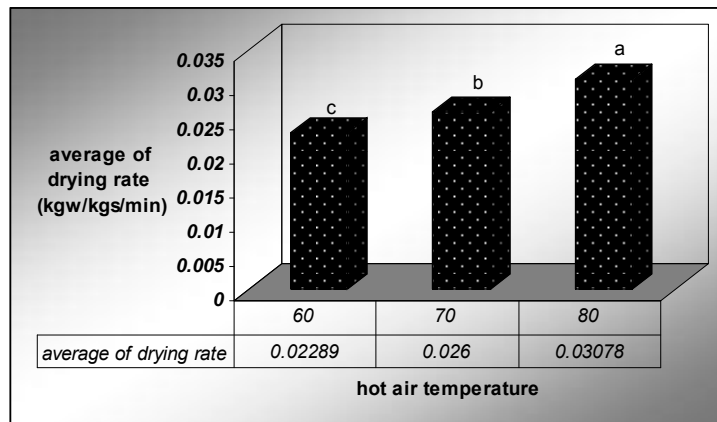
A

B

شکل ۸: A: منحنی آهنگ خشک کردن برش های موز با ضخامت ۵ میلی متر با پیش فرایند های (T1)، (T2) و (T3) و (T0) در هوای داغ °C ۷۰ و B: منحنی آهنگ خشک کردن برش های موز با ضخامت ۳ میلی متر با پیش فرایند های (T1)، (T2) و (T3) و (T0) در هوای داغ °C ۶۰.



شکل ۹: اثر پیش فرایندها بر آهنگ خشک کردن



شکل ۱۰: اثر درجه حرارت خشک کن بر آهنگ خشک کردن

### ۳-۳-۳- تاثیر شرایط خشک کردن بر روی پارامترهای کیفی موز

#### ۳-۳-۳-۱- رنگ

مشاهدات عینی موز های خشک شده نشان می دهد که پیش فرایند و درجه حرارت بر روی رنگ نمونه ها نسبت به نمونه ی شاهد اثر داشته اند . رنگ برش های موز به طور طبیعی سفید مایل به زرد است که با شروع عمل خشک کردن به تدریج رنگ زرد مایل به قهوه ای نمایان می شود . تغییر رنگ با افزایش درجه حرارت افزایش می یابد و علت آن نیز تشدید واکنش های قهوه ای شدن با افزایش درجه حرارت است . تحت شرایط مشابه برش های تیمار شده نسبت به برش های تیمار نشده تغییر رنگ کم تری را تجربه می کنند . چون پیش فرآیندها در واقع فرآیندهای آنزیم بری هستند و طی این فرآیندها آنزیم هایی که در طی عمل خشک کردن باعث تغییر رنگ محصول شده ، غیر فعال می گردند . (شکل های ۱۱ و ۱۲)

#### ۳-۳-۳-۲- قند (میزان ساکارز)

نتایج آزمایش های خشک کردن ، نشان دادند که درجه حرارت و پیش فرایندها بر روی میزان قند موز خشک شده تأثیر دارند . میزان قند موز تازه در حدود  $2/26 \text{ mg}/100$  اندازه گیری شد . شکل ۱۳ نشان می دهد که با افزایش درجه حرارت هوای خشک کن ، میزان قند کاهش می یابد که علت آن افزایش واکنش های قهوه ای شدن در دماهای بالاتر و در نتیجه تجزیه ی بیش تر قندها است . در بین سه روش پیش فرایند ، پیش فرایندهایی که شامل آنزیم بری با آب جوش هستند به دلیل انحلال قند در آب مقدار قند را بیش تر کاهش می دهند (شکل ۱۴).

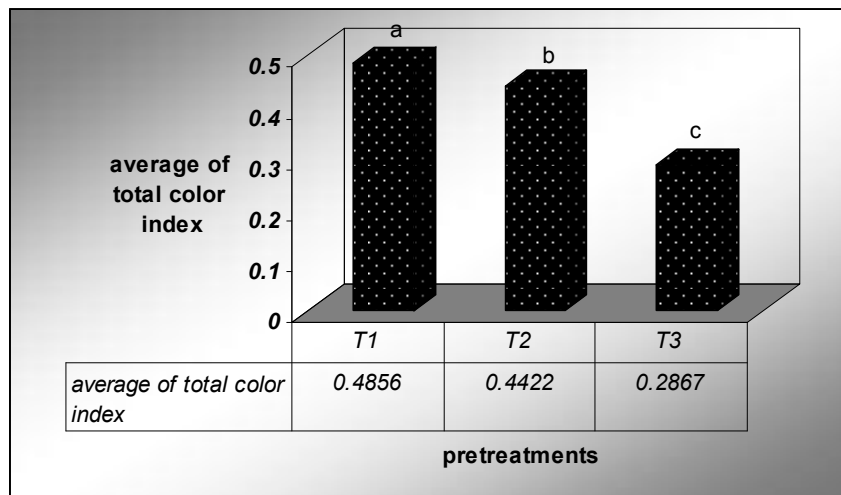
#### ۳-۳-۳-۳- ویتامین ث

نتایج آزمایش ها نشان داد که پیش فرآیندها و درجه حرارت خشک کن بر روی میزان ویتامین ث در موز خشک شده، تأثیر داشته اند . در این مطالعه مقدار ویتامین ث موز تازه  $6/26 \text{ mg}/100$  به دست آمد. شکل ۱۵ نشان می دهد که استفاده از دمای بالاتر نسبت به دمای پایین تر موجب تخریب ویتامین ث کم تری شده است که دلیل آن می تواند وجود زمان خشک کردن بیش تر در دمای پایین تر در مقایسه با زمان خشک کردن کوتاه تر در دمای بالاتر باشد و در

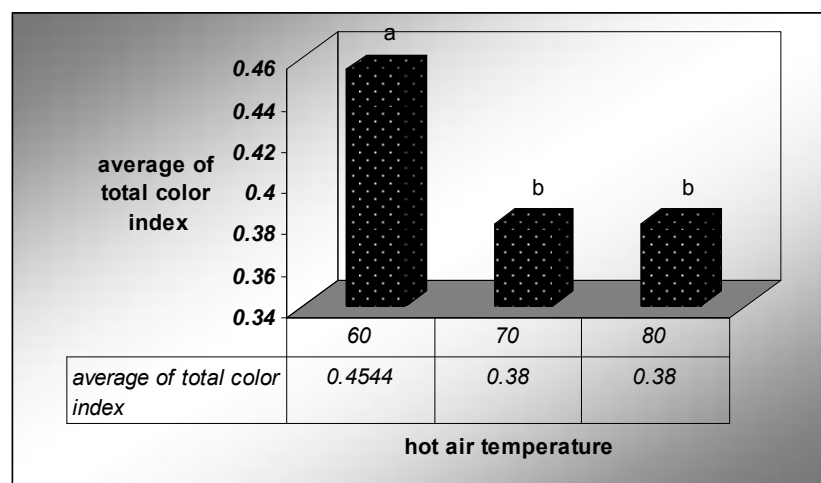
نتیجه تخریب ویتامین ث که نسبت به گرما حساس است کم تر می شود . در میان سه روش پیش فرایند ، همان طور که انتظار می رود پیش فرایند (T3) چون تیمار شیمیایی با ویتامین ث ( اسید آسکوربیک ) انجام شده بیش ترین مقدار ویتامین ث مشاهده می شود و در پیش فرایند (T2) که عمل آنزیم بری با آب جوش انجام شده نسبت به (T1) به دلیل انحلال ویتامین ث در آب میزان اتلاف ویتامین ث بیش تر بوده است (شکل ۱۶) .

۳-۳-۴- جذب مجدد آب

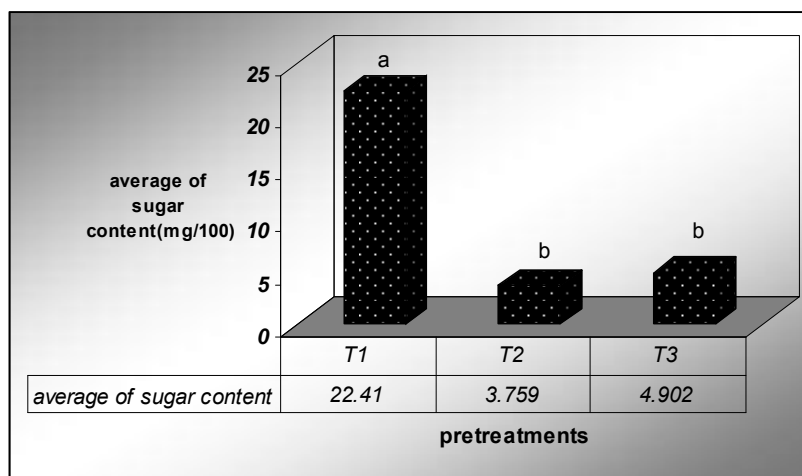
نتایج آزمایش ها نشان داد که پیش فرایندها و درجه حرارت خشک کن بر روی میزان جذب مجدد آب موز خشک شده تأثیر دارد . بهترین جذب مجدد آب در دمای  $60^{\circ}\text{C}$  به دست آمد و در میان پیش فرایندها، پیش فرایند (T1) بهترین جذب مجدد آب را داشت و هیچ یک از نمونه ها رطوبت اولیه ی خود را به دست نیاوردند(شکل های ۱۷ و ۱۸) .



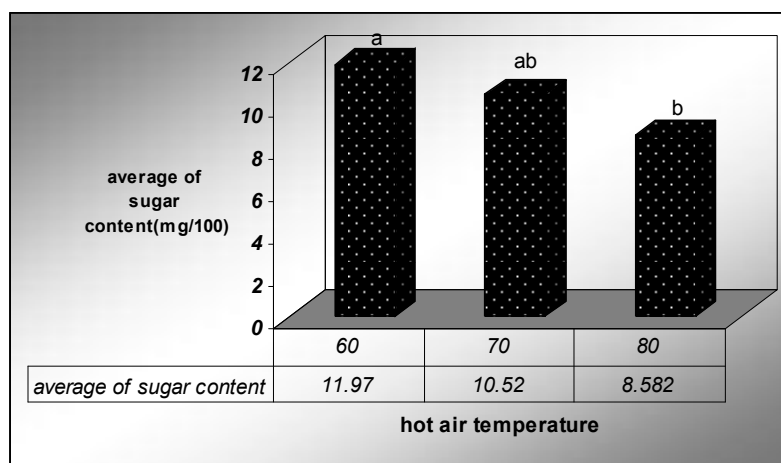
شکل ۱۱: اثر پیش فرایند ها بر رنگ



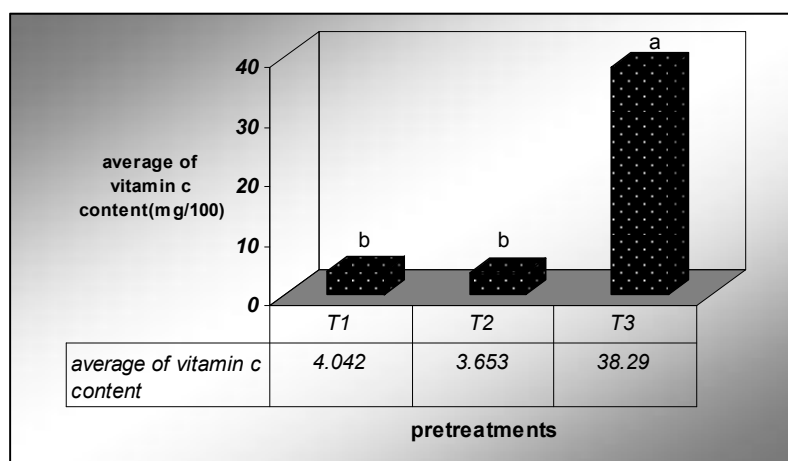
شکل ۱۲: اثر درجه حرارت خشک کن بر رنگ



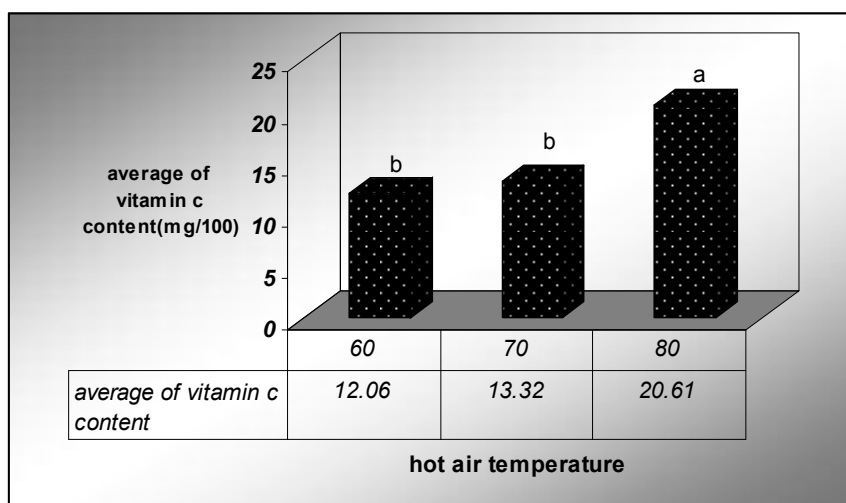
شکل ۱۳: اثر پیش فرایندها بر میزان قند (میزان ساکارز)



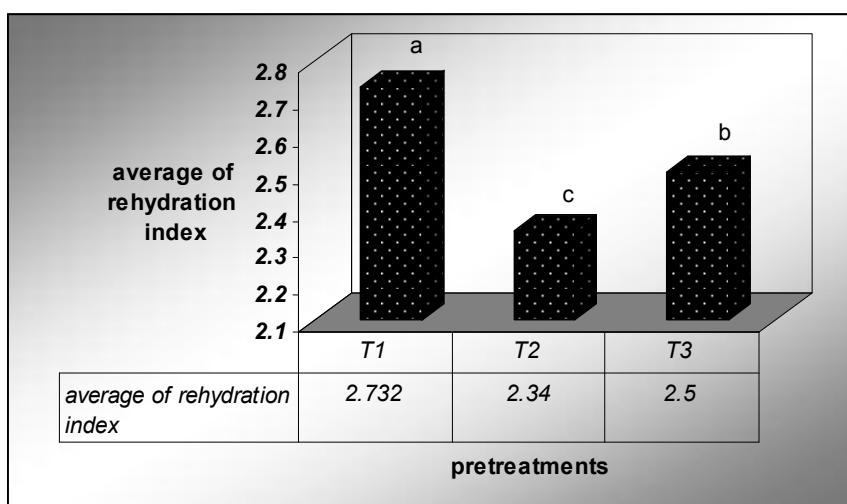
شکل ۱۴: اثر درجه حرارت خشک کن بر میزان قند (میزان ساکارز)



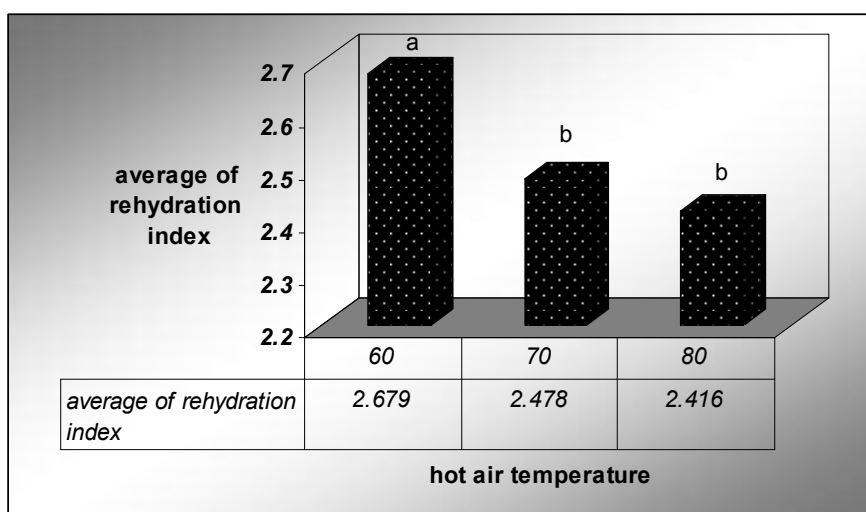
شکل ۱۵: اثر پیش فرایندها بر میزان ویتامین ث



شکل ۱۶: اثر درجه حرارت بر میزان ویتامین ث



شکل ۱۷: اثر پیش فرایند ها بر جذب مجدد آب



شکل ۱۸: اثر درجه حرارت خشک کن بر جذب مجدد آب



## سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار انجام شده است. لذا از کارکنان و استادان محترم دانشگاه به خصوص آقایان مهندس احمد پدram نیا و مهندس سیدحسین استیری تشکر و قدردانی می شود.

## منابع

۱- پروانه، و. ۱۳۷۷. کنترل کیفی و آزمایشگاهی شیمیایی مواد غذایی، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران  
توکلی پور، ح. ۱۳۸۰، ۱۳۸۶. خشک کردن مواد غذایی، اصول و روش ها، انتشارات آبیژ، تهران  
زیرجانی، ل و توکلی پور، ح و پدram نیا، ا. ۱۳۸۷. بهینه سازی فرآیند خشک کردن موز با هوای داغ و مایکروویو. مجله علمی پژوهشی علوم غذایی و تغذیه، شماره ۱ سال ششم  
میرزمانی، س. ۱۳۸۳. فرآیند خشک کردن سیب توسط هوای داغ و بررسی برخی از پارامترهای فیزیکوشیمیایی موثر در آن، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد سبزوار

- Arthey, D. R. and Ashurts, P.H. 2007. Fruit Processing (Nutrition Productions and Quality Management). Second Edition. United Kingdom.
- Azharnual Karim, Md. and Hawlader, M. N. A. 2005. Drying characteristics of banana: theoretical modelling and experimental validation. Food Engineering (70)35-45.
- Azharnual Karim, Md. and Hawlader, M. N. A. 2005. Mathematical modeling and experimental investigation of tropical fruits drying. Heat and Mass Transfer.
- Boudhrioua, N., Michon, C., Carelier, G., Borazzi, C. 2002. Influence of ripeness and temperature on changes in banana texture during drying. Food Engineering(55)115-127.
- Chua, K.J., Mujumdar, A.S., Hawlader, M.N., Chou, S.K. and HO, J.C. 2002. Batch drying of banana pieces-effect stepwise change in drying air temperature on drying Kinetics and product colour. Food Research International (34)721-731.
- Dandamrongrak, R. Young, G. and mason, R. 2002. Evaluation of various pre-treatments for the dehydration of banana and selection of suitable drying models. Food Engineering (55)139-146.
- Demiral, D. and Turhan, M. 2003. Air-drying behavior of Dwarf Cavendish and Gros Michel banana slices. Food Engineering (59)1-11.
- Fabiano, A.N., Rodrigues, F., Odiseia, C.P. and Gaspareto, L. 2005. Optimization of Osmotic dehydration of banana followed by air-drying. Food Engineering. (24)75-83.
- Garcia, R., Leal, f. and Rolz, C. 1998. Drying of bananas using microwave and air ovens. Food Science and Technology, (23)73-80.
- Hernandez, M., Labo, G. and Gonzales, M. 2005. Determination of vitamin c in tropical fruits: A comparative evaluation of methods. Food Chemistry.
- Imtiaz, H., Iqbal, M. and Shakir, S. 2004. Effect of sucrose and glucose mixture on the quality characteristics of osmotically dehydrated banana slices, Pakistan. Nutrition 3(5):282-284.



- Lee, K.T. and Farid, M. 2006. The mathematical modeling of the rehydration characteristics of fruits . Food Engineering(72)16-23
- Maskan, M. 2000. Microwave/air and microwave finish drying of banana. Food Engineering(44)71-78.
- Salunche, D.K. and Kadam, S.S. 2004 . Hand Book of Fruit Science and Technology (Production ,Composition ,Storage and Processing), Marcel Deccer, INC. New York. Bassel.
- Sankat, C. K. and Castaigne, F. 2004. Foaming and drying behaviour of ripe bananas . Lebensm-Wiss. U. Technol. , (37) 517-525.
- Sankat, C. K. Castaigne, F. and Maharaj . R. 1996 . The drying behavior of fresh and osmotically dehydrated banana slices. Food Science and Technology (31)123-135.
- Talla, A. Puiggali, R. Jamaa, W. and Jannot, Y. 2004. Shrinkage and density evolution during drying of tropical fruits : Application to banana . Food Engineering , (64)103-709.