اثر پیش تیمار روغن اتیل اولئات و پودر کربنات پتاسیم و آب گرم بر سنتیکهای خشک شدن زرشک (٦٠٠)

ح. چاجی[1] ، ح. قاسم زاده[2] ، ا. رنجبر[3]

چکیده

زرشک از گیاهان استراتژیک استان خراسان جنوبی است که در حیات اقتصادی مردم این منطقه نقش بسزایی دارد. سالانه بالغ بر ۱۰۰۰۰ تن زرشک خشک در ایران تولید می شود که ۹۷٪ آن به خراسان جنوبی اختصاص دارد. در حال حاضر زرشک به شیوه های کاملاً سنتی و بدون پیش تیمار خشک می گردد که مهم ترین عیب آن افزایش هزینه و کندی فرایند که افزایش ریسک صدمه محصول در اثر باران های پاییزه و آلودگی به انواع کپک، مخمر و اتلاف حدود ۳۰ تا ٪ ۳۵ محصول سالیانه را در پی دارد. یکی از راه های کاهش ضایعات این محصول با ارزش استفاده از پیش تیمار مناسب به منظور کاهش زمان خشک شدن می باشد. استفاده از بعضی پیش تیمارها، از طریق تاثیر بر ساختمان محصولات و افزایش آهنگ تبخیر آب باعث کاهش زمان خشک شدن در آنها می شود. بیشترین تجربیات در زمینه کاربرد محلول کربنات پتاسیم و روغن اتیل اولئات (تیزاب) در مورد خشک کردن انگور است. از آنجا که زرشک نیز از نظر فرایند خشک شدن تا حدودی شبیه به انگور است لذا در این تحقیق تاثیر غوطه وری در محلول کربنات پتاسیم و روغن اتیل اولئات، آب داغ (۹۰°c) و آب گرم (۵۰ °c) بر فرایند خشک شدن زرشک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد استفاده از آب داغ باعث صدمه جدی به بافت محصول شده لذا از ادامه بررسی ها حذف شد. نمونه های پیش تیمار شده با تیزاب (محلول روغن اتیل اولئات و کربنات پتاسیم)، آب ۵۰ درجه و بدون تیمار بترتیب طی زمانهای ۲۱، ۴۱ و ۳۹ ساعت به محتوای رطوبت تعادلی رسیده اند. لذا مشاهده می شود که زمان خشک شدن نمونه های شاهد و آب ۵۰ درجه تقریبا به هم نزدیک اند در حالی که زمان خشک شدن نمونه تیزابی در حدود نصف زمان دو نمونه دیگر است که این کاهش زمان، ناشی از اثرات پیش تیمار روی حبه ها (ایجاد ترک و حذف لایه واکسی سطح نمونه ها) می باشد. هیچ کدام از نمونه ها مرحله خشک شدن با آهنگ ثابت را نشان نداده اند و تمام فرایند خشک شدن برای هر سه نمونه در مرحله نزولی رخ داده است. این نشان میدهد که انتشار، مهمترین مکانیزم فیزیکی است که حرکت رطوبت در داخل نمونه ها را مدیریت می کند.

کلیدواژه: پیش تیمار، زرشک، خشک شدن

۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، پست الکترونیک: hchaji@yahoo.com
۲- استادیار گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی دانشگاه تبریز
۳- استادیار گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی دانشگاه تبریز

۳- مقدمه

زرشک از گیاهان استراتژیک استان خراسان جنوبی است که در حیات اقتصادی مردم این منطقه نقش بسزایی دارد. سالانه بالغ بر ۱۰۰۰۰ تن زرشک خشک در ایران تولید می شود که ۹۷٪ آن به خراسان جنوبی اختصاص دارد. در حال حاضر زرشک به شیوه های کاملا سنتی و بدون پیش تیمار خشک می گردد که مهمترین عیب آن کندی فرایند که افزایش ریسک صدمه محصول در اثر بارانهای پاییزه و آلودگی به انواع کپک، مخمر و اتلاف حدود ۳۰ تا ٪ ۳۵ محصول بطور سالیانه را در پی دارد.

یکی از راه های کاهش ضایعات این محصول با ارزش استفاده از پیش تیمار مناسب بمنظور کاهش زمان خشک شدن می باشد. در فرایند خشک کردن مهمترین اهداف، کاهش زمان خشک شدن و دست یابی به محصول با کیفیت بالا از نظر طعم، مزه و رنگ و همچنین افزایش عمر قفسه ای محصول می باشد. استفاده از بعضی محلول های شیمیایی به عنوان پیش تیمار، باعث کاهش زمان خشک شدن از طریق تاثیر بر ساختمان محصولات و افزایش آهنگ تبخیر آب در آنها می شود. بیشترین تجربیات در زمینه کاربرد محلولهای شیمیایی در مورد خشک کردن انگور موجود است(۲). بر اساس گزارش ارگانس و همکاران (۷) مدت زمان لازم برای خشک کردن انگور بیدانه فرو برده شده در محلول کربنات پتاسیم و روغن اتیل اولعات در سرعتهای m/s ۰/۳ و ۲ m/s بترتیب ۳۱ و ۱۷ ساعت و برای نمونه های تیمار نشده در همان شرایط، زمان خشک شدن بترتیب ۷۰ و ۴۲ ساعت بود. وازگوئر و همکاران(۱۴) محلول کربنات پتاسیم و روغن اولئات و همچنین محلول هیدروکسید سدیم در آب را استفاده کردند و گزارش کردند که هر دوی این پیش تیمار، ذرات چسبیده را حذف کرده، لایه مومی را برداشته و بنا براین مقاومت به انتشار آب در پوست انگور را کاهش می دهند. بهتر است ابتدا انگورها بمدت ۱۰ ثانیه در آب قرار گیرند تا آلودگی های آنها شسته شده و محلول پیش تیمار دیرتر کثیف شود(۱۴). بر اساس گزارش ریوا و پری(۱۰) کربنات پتاسیم بخصوص وقتی که همراه با روغن اولعات باشد با حذف لایه مومی و ایجاد شکافهای ریز، زمان خشک شدن را کاهش می دهد و از قهوه ای شدن و دیگر واکنشهای تجزیه کننده که کیفیت را تحت تاثیر قرار می دهند نیز می کاهد. آنها از محلول ۳٪ اتیل اولعات و ٪ ۲/۵ کربنات پتاسیم بـ ای ۳ دقیقه در آب ۴۰ استفاده کردند و پس از خشک شدن نیز کشمشها را بمدت ۱۰ دقیقه در آب ۴۰ غوطه ور کردند تا طعم تند ناشی از روغن اولعات آنها از بین برود و در نهایت محصول را دوباره خشک کردند(۱۴). برای اجتناب از قهوه ای شدن نیاز است میوه ها قبل از خشک شدن با دود دی اکسید گوگرد تیمار شوند(۱۱).

هدف از خشک کردن یک ماده غذایی خارج کردن آب از آن و در نتیجه جلوگیری از فساد میکروبی و فساد شیمیایی و افزایش عمر قفسه ای آن است. طی فرایند خشک کردن می بایست حفظ بافت، رنگ و طعم و ارزش غذایی محصول را نیز مد نظر داشت. لذا در حین فرایند باید کنترلهای دقیقی به منظور جلوگیری از ضایعات حرارتی اعمال گردد.

نموداری که از رسم آهنگ خشک شدن (N) در مقابل درصد رطوبت بر پایه وزن خشک (X) بدست می آید منحنی آهنگ خشک شدن نامیده می شود(۳) مقدار N از رابطه زیر بدست می آید:

$$N = \frac{-Ms}{A}\frac{dx}{dt} \qquad [1]$$

N= آهنگ تبخیر آب ($kg/m^2.h^1$)

A= سطح تبخیر که ممکن است در بعضی موارد از سطح انتقال حرارت متفاوت باشد (m^2).

M_s= جرم ماده ی خشک است که سطحی معادل A دارد (kg).

اگر مقدار A معلوم نباشد، آهنگ تبخیر بصورت کیلو گرم آب تبخیر شده بر ساعت بیان می شود (۴). منحنی آهنگ خشک شدن برای هر ماده در یک سری شرایط از طریق آزمایش بدست می آید و اغلب برای شرایط دیگر تصحیح می شود (۸). این منحنی اطلاعات کاملی را در مورد تعادلهای انرپی و جرم که در مدل سازی، شبیه سازی و طراحی یک خشک کن مورد استفاده قرار می گیرند را ارایه می دهد (۱۳). منحنی آهنگ خشک شدن معمولا دارای دو مرحله مجزا است. در مرحله اول که در آن آهنگ خشک شدن ثابت است، سطح ماده بوسیله مایع کاملا مرطوب است و خشک شدن در سطح ان صورت می گیرد. در این مرحله آهنگ خشک شدن کلا توسط عوامل بیرونی کنترل می شود. در حالت انتقال حرارت بطریق جابجایی این عوامل شامل سرعت، دما و مقدار رطوبت گاز خشک کننده می باشد. بنابر این اگر این شرایط ثابت باشند آهنگ خشک شدن نیز ثابت است. مرحله بعدی،

مرحله آهنگ خشک شدن است. در این مرحله سطح مواد کاملا مرطوب نیست و در حالیکه آهنگ انتقال مایع به سطح کاهش می یابد، از شدت تاثیر عوامل خارجی نیز به تدریج کاسته می شود. در مراحل پایانی آهنگ خشک شدن صرفا به خواص ماده مربوط می شود (۱).

منحنی خشک شدن مواد متخلخل: در جامدات متخلخل رطوبت بیشتر بوسیله کاپیلاریته جریان می یابد. منحنی خشک شدن این مواد معمولا بصورت شکل ۱ است در ابتدای امر چون خلل و فرج پر از آب است اهنگ تبخیر ثابت می ماند (پاره خطAB). در نقطه بحرانی اول، یعنی B که نقطه شروع یک محدوده از مراحل بعدی است رطوبت شروع به عقب نشینی به درون جامد می کند. در این محدوده کسری از سطح که خشک است افزایش می ابد (پاره خط BC). آهنگ تبخیر در این محدوده نیز به همان عوامل مربوط به مرحله اول بستگی دارد. در این محدوده آب در حفره ها به صورت فاز پیوسته و هوا بصورت فاز متفرق است. این محدوده معمولا خطی است. وقتی که هوا بصورت فاز پیوسته درآید و آب متفرق شود و آب باقیمانده به سوراخهای منفرد واگذار شود، شدت خشک شدن بطور ناگهانی سقوط می کند (نقطه C). این نقطه را نقطه بحرانی دوم می گویند. منحنی آهنگ خشک شدن بعد از این نقطه طبق مدل انتشار و معمولا مقعر می باشد(۸).

منحنی خشک شدن مواد غیر متخلخل: در جامدات غیر متخلخل رطوبت از طریق انتشار در سراسر جامد حرکت میکند و خشک شدن مواد غیر متخلخل را خشک شدن بوسیله انتشار گویند، اگر چه عملا مکانیزم بطور قابل ملاحظه ای پیچیده تر از انتشار ساده است. انتشار از مشخصات جامدات دیر خشک شونده است که اهنگ کلی خشک شدن را در آنها کنترل می کند. در این حالت سرعت هوا روی خشک شدن یا اثر ندارد یا اثر کمی دارد. از انجایی که انتشار با افزایش دما افزایش می یابد، آهنگ خشک شدن نیز با افزایش دمای جامد زیاد می شود (شکل ۲)(۸).

محاسبه زمان خشک شدن: در طراحی خشک کنها، کمیت مهم، زمان لازم برای خشک شدن ماده، تحت شرایط موجود خشک کن است، چون این کمیت اندازه دستگاه لازم را برای ظرفیت معین مشخص می سازد(۸). اگر منحنی تغییرات N بصورت تابعی از X رسم شود، زمان لازم برای کاهش مقدار رطوبت از X1 به X2 از رابطه زیر بدست می آید(۷).

$$t_f = -\int_{x_1}^{x_2} \frac{M_s}{A}\frac{dx}{N} \qquad [2]$$

یک راه حل عملی برای بدست آوردن زمان خشک شدن، رسم نمودار $\frac{1}{N}$ در مقابل X در یک کاغذ شطرنجی و بدست آوردن سطح زیر منحنی است (۳). برای راحتی، این کار را با نرم افزارهای کامپیوتری هم می توان انجام داد.

چین و چروک و سخت شدن پوسته: اگر رطوبت محصور از یک جامد کلوئیدی غیر متخلخل جدا شود، آن ماده چین و چروک می شود چرا که لایه بیرونی، رطوبت خود را زود تر از لایه درونی از دست می دهد و غلظت رطوبت در این لایه ها کمتر از لایه های درونی است. حال آنکه داخل جسم تغییر نمی کند و حجم ان ثابت است. با کاهش آهنگ خشک شدن، چروکیدگی، ایجاد شکاف، ترک خوردن و سخت شدن پوسته کم می شود. در این موقع آهنگ خشک شدن نیز با کنترل رطوبت هوای خشک کننده راحت تر کنترل می شود(۸). تغییرات فیزیکی مثل کریستاله شدن در حین فرایند خشک شدن روی مکانیزم های انتقال جرم و نرخ های انتقال گرما در ماده بطور غیر قابل پیش بینی اثر می گذارد(۴).

٤- مواد و روشها

در آبانماه که زرشک کاملا رسیده بود برای انجام آزمایش مقداری زرشک با دقت با استفاده از دست به صورت خوله از درخت چیده شد تا حبه های زرشک صدمه نبینند. زرشک استفاده شده برای این آزمایش از نوع زرشک بیدانه که در استان خراسان جنوبی کاشته می شود بود.

اندازه گیری درصد رطوبت زرشک تازه: برای تعیین درصد رطوبت زرشک تازه، یک نمونه ۱۰ گرمی در یک آون ۷۷° به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفت(۸) و وزن نهایی نمونه ۲/۶۳ گرم شد. سپس از روابط زیر برای محاسبه درصد رطوبت بر پایه وزن تر (X_{wb}) و خشک (X_{db}) استفاده شد:

$$X_{wb} = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \cdot 100 \qquad [3] \qquad X_{db} = \frac{M_1 - M_2}{M_2} \cdot 100 \qquad [4]$$

اندازه گیری سطح جانبی حبه زرشک: سطح جانبی حبه زرشک (A) برای محاسبه آهنگ تبخیر (N) لازم است. شکل حبه زرشک تازه را می توان بیضی گون فرض کرد. برای اندازه گیری سطح جانبی حبه از رابطه زیر استفاده می شود.

$$A = 3.14a.b \qquad [5]$$

A : سطح جانبی حبه زرشک (mm)

a: قطر بزرگ حبه زرشک (mm) b: قطر کوچک حبه زرشک(mm)

برای بدست آوردن a و b ابعاد ۱۱ حبه زرشک با استفاده از کولیس اندازه گیری شد و از آنها میانگین گیری شد و برای محاسبه A در فرمول بالا قرار گرفت.

پیش تیمارها: چهار پیش تیمار مختلف که احساس می شد، ممکن است روی زمان خشک شدن و کیفیت محصول نهایی تاثیر داشته باشد بکار گرفته شد که بشرح زیر است:

الف- تیمار با آب ۹۰: در این حالت حبه های زرشک به محض فرو رفتن در آب صدمه شدید دید، لذا این روش تیمار کردن در مراحل بعدی استفاده نشد.

ب- تیمار با محلول کربنات پتاسیم و روغن اولعات (تیزاب) در آب ۲۰: در این روش بترتیب ۲٪ و ۳٪ وزنی از پودر کربنات پتاسیم و روغن اولعات در یک لیتر آب استفاده شد. نمونه زرشک به مدت ۱ دقیقه در محلول فرو برد شد. سپس از محلول خارج شده و در هوای آزاد قرار داده شد، تا رطوبت سطحی خود را از دست بدهد.

ج- تیمار با آب ۵۰: در این حالت نمونه آماده شده در آب ۵۰ فرو برده شد و به مدت ا دقیقه نگه داشته شد. سپس نمونه در هوای آزاد قرار گرفت تا رطوبت سطحی خود را از دست بدهد.

د- نمونه بدون تیمار (شاهد): بر روی این نمونه هیچ گونه فرایندی قبل از خشک کردن انجام نشد.

رسم منحنی های خشک شدن: برای رسم منحنی های خشک شدن از سه نمونه بدون تیمار، تیمار شده با آب ۵۰ درجه و نمونه تیمار شده با تیزاب استفاده شد. نمونه ها بطور همزمان در فور با دمای ۶۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند و در فواصل زمانی معین بیرون آورده شده و با یک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شده و بلافاصله دوباره درون آن گذاشته می شدند.

برای محاسبه آهنگ تبخیر در هر فاصله زمانی از رابطه [1] استفاده شد، لذا باید ابتدا پارامترهای لازم برای تشکیل رابطه محاسبه می شدند که در زیر روش محاسبه ان آورده می شود: برای یک نمونه ۳۰ گرمی سطح A به شرح زیر محاسبه می شود: چون وزن متوسط هر حبه ۰/۲۳ گرم و سطح جانبی آن با استفاده از فرمول mm2 ۲۰۵/۳ است، پس سطح جانبی یک نمونه ۳۰ گرمی عبارت است از:

$$A = \frac{30}{0.23} \cdot 205.3 = 0.0267783 \quad \mathbf{M^2}$$

Ms، وزن ماده خشک موجود در نمونه ۳۰ گرمی برابر است با:

$$M_s = 30 \cdot 0.26 = 7.8 \quad \mathbf{gr}$$

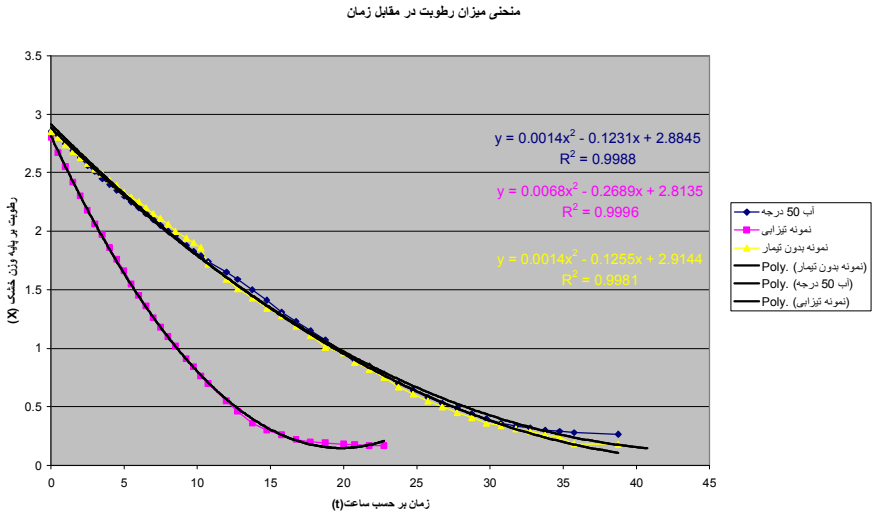
dx اختلاف درصد رطوبت بر پایه وزن خشک در دو زمان اندازه گیری متوالی (dt) است

مقدار A و Ms هم برای تمام طول مدت آزمایش همان مقدار محاسبه شده بالا است.

۵- نتایج و بحث

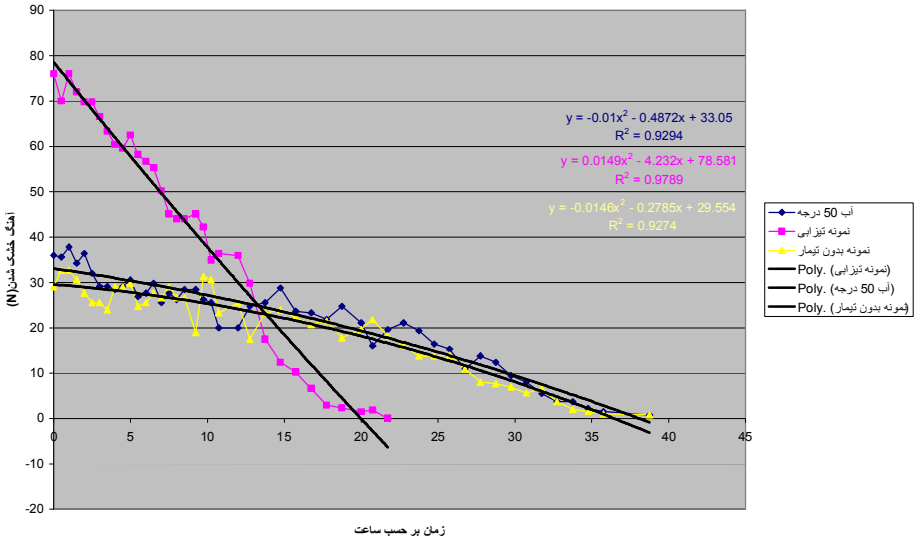
اعداد حاصل از آزمایشات به صورت جدولهایی شامل ستونهای: زمان توزین، وزن نمونه، میزان کاهش وزن در فاصله دو توزین متوالی، درصد رطوبت بر پایه وزن ماده خشک و نهایتا آهنگ تبخیر (N) مرتب شد و با استفاده از نرم افزار Excel، این

اطلاعات بصورت نمودارهای زیر ارایه گردید. همچنین با این نرم افزار معادلات مختلف بر داده ها برازش گردید که در نهایت آن مدلی که بیشترین ضریب همبستگی (R^2) را با داده های آزمایش داشت به عنوان بهترین معادله انتخاب گردید.



شکل۵-۱- رابطه رطوبت نمونه ها و زمان خشک شدن

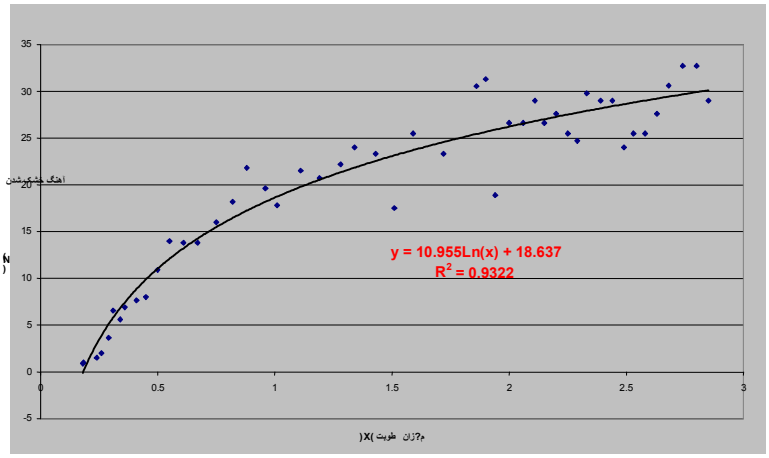
شکل۵- ۱ نشان میدهد که برای هر سه نمونه بهترین مدلی که می توان رابطه بین محتوای رطوبتی نمونه و زمان فرایند را با آن پیش بینی کرد منحنی درجه دو است که در آن R^2 بترتیب برای سه نمونه تیزابی، شاهد و پیش تیمار با آب ۵۰ درجه برابر ۹۹/۹۶٪، ۹۹/۸۱٪ و ۹۹/۸۸٪ بدست آمده است. همچنین نتایج نشان می دهد که مطابق شکل ۱ نمونه های پیش تیمار شده با تیزاب (محلول روغن اتیل اولئات و کربنات پتاسیم)، آب ۵۰ درجه و بدون تیمار بترتیب طی زمانهای ۲۱، ۴۱ و ۳۹ ساعت به محتوای رطوبت تعادلی رسیده اند. این نتیجه در خصوص اثر پیش تیمار نمونه ها با تیزاب بر خشک شدن زرشک با نتایج بدست آمده توسط محققان دیگر در خصوص خشک کردن انگور مطابقت دارد بطوری که بر اساس گزارش ارگانس و همکاران (۷) مدت زمان لازم برای خشک کردن انگور بیدانه فرو برده شده در محلول کربنات پتاسیم و روغن اتیل اولعات در سرعتهای۰/۳ m/s و ۲ m/s بترتیب ۳۱ و ۱۷ ساعت و برای نمونه های تیمار نشده در همان شرایط، زمان خشک شدن بترتیب ۷۰ و ۴۲ ساعت بود. وازگوئز و همکاران(۱۴) محلول کربنات پتاسیم و روغن اولئات و همچنین محلول هیدروکسید سدیم در آب را استفاده کردند و گزارش کردند که هر دوی این پیش تیمار، ذرات چسبیده را حذف کرده، لایه مومی را برداشته و بنا براین مقاومت به انتشار آب در پوست انگور را کاهش می دهند(۱۴). بر اساس گزارش ریوا و پری(۱۰) کربنات پتاسیم بخصوص وقتی که همراه با روغن اولعات باشد با حذف لایه مومی و ایجاد شکافهای ریز، زمان خشک شدن را کاهش می دهد و از قهوه ای شدن و دیگر واکنشهای تجزیه کننده که کیفیت را تحت تاثیر قرار می دهند نیز می کاهد. استفاده از پیش تیمار آب ۵۰ درجه نه تنها باعث سرعت بخشیدن به فرایند خشک شدن زرشک نگردیده بلکه آن را کند تر نیز کرده است. همان طور که ذکر شد پیش تیمار نمونه ها از طریق ایجاد ترک های ریز در پوسته خارجی و شستشوی لایه مومی روی سطح حبه ها باعث تسریع خشک شدن می گردد که احتمالا پیش تیمار غوطه وری در آب ۵۰ درجه ساتیگراد نتوانسته است این دو اثر را بر نمونه ها بگذارد در عوض با افزوده شدن مقداری رطوبت به نمونه ها (در حین غوطه وری) باعث طولانی شدن زمان خشک شدن نسبت به نمونه شاهد گردیده است (۴۱ ساعت در مقابل ۳۹ ساعت).



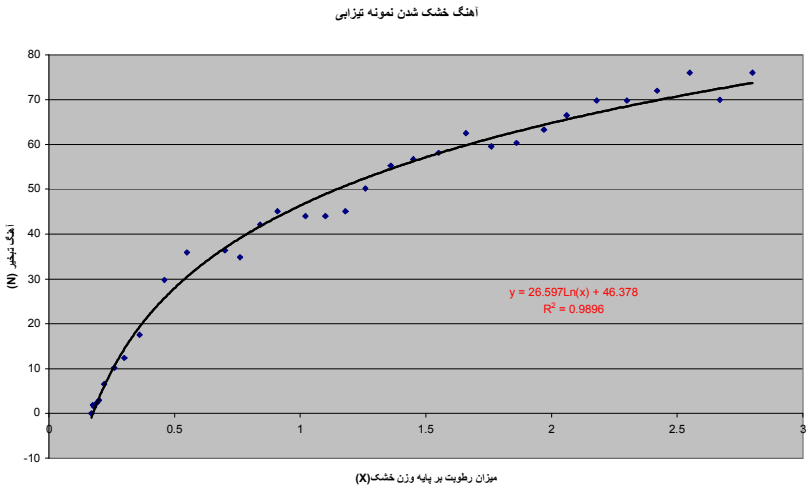
شکل۵-۲- منحنی آهنگ خشک شدن در مقابل زمان

برای پیش بینی رابطه بین آهنگ خشک شدن و زمان فرایند نیز بهترین مدلها از نوع معادله درجه ۲ بودند (شکل۵-۲). در ابتدای فرایند آهنگ خشک شدن نمونه تیزابی، نمونه بدون تیمار و نمونه تیمار شده با آب ۵۰ درجه بترتیب: ۷۶، ۳۰ و ۳۶ (gr.m-2.hr-1) بود (شکلهای۵- ۵، ۴،۳ ،۲). لذا مشاهده می شود که آهنگ خشک شدن نمونه های شاهد و آب ۵۰ درجه تقریبا به هم نزدیک اند (۳۰ و ۳۶) در حالی که نمونه تیزابی دارای آهنگ خشک شدن بیش از دو برابر دو نمونه دیگر است که نـ ـی از اثرات پیش تیمار روی حبه ها (ایجاد ترک و حذف لایه واکسی) می باشد. آهنگ خشک شدن نمونه آب ۵۰ درجه نیـز در ابتـدا بیشتر از نمونه شاهد است و این بدلیل رطوبت سطحی ناشی از شستشوی محصول است. در ۱۲ ساعت اولیه فرایند، نمونه تیزابی با آهنگ بیشتری به خشک شدن ادامه می دهد ولی پس از این ساعت، دو نمونه دیگر که از آهنگ کمتری برخوردار بودند تا انتهای فرایند با آهنگ سریعتری خشک می شوند (شکل۵-۲). شیب تند منحنی آهنگ خشک شدن نمونه تیزابی ناشـی از عقـب نـشینی منطقه تبخیر آب از پوسته به قسمت میانی حبه ها است.

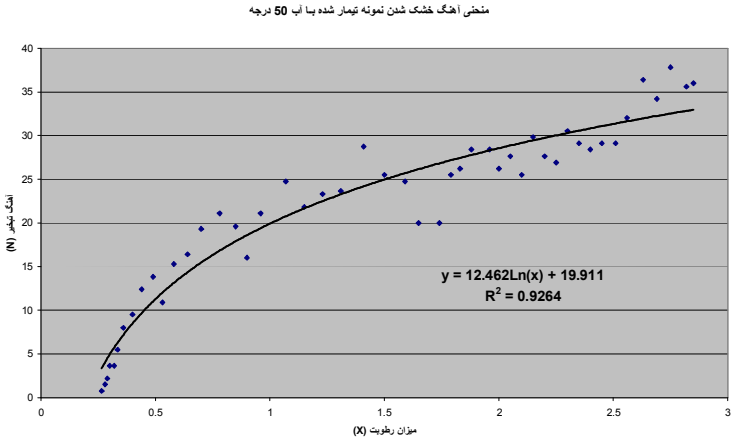
هیچ کدام از نمونه ها مرحله خشک شدن با آهنگ ثابت را نشان نداده اند و تمام فرایند خشک شدن برای هر سه نمونه در مرحله نزولی رخ داده است (شکلهای ۵-۳، ۴ و ۵). این نشان میدهد که انتشار مهمترین مکـانیزم فیزیکـی اسـت کـه حرکـت رطوبت در داخل نمونه ها را مدیریت می کند (۵). یک چنین نتایجی توسط محققان دیگر در خـشک شـدن میـوه هـایی از قبیـل زردآلـو، انگـور و مـالبریز نیـز بدسـت آمـده اسـت (Raouzeos & Saravacos, 1986; Vagenas & Marinos Kouris, 1991: Doymaz & Pala, 2003). در جامدات غیر متخلخل رطوبت از طریق انتشار در سراسر جامـد حرکـت می کند و خشک شدن مواد غیر متخلخل را خشک شدن بوسیله انتشار گویند. انتشار از مشخصات مواد دیر خشک شونده است که اهنگ کلی خشک شدن را در آنها کنترل می کند. در این حالت سرعت هوا روی خشک شدن یا اثری نـدارد یـا اثـر کمـی دارد. از آنجا که انتشار با افزایش دما افزایش می یابد، آهنگ خشک شدن نیز با افزایش دمای جامد زیاد می شود.



شکل۵-۳- منحنی آهنگ خشک شدن نمونه بدون تیمار در مقابل میزان رطوبت



شکل۵-٤- منحنی آهنگ خشک شدن نمونه تیز بی در مقابل میزان رطوبت



شکل۵-۵- منحنی آهنگ خشک شدن نمونه تیمار شده با آب ۵۰ درجه در مقابل میزان رطوبت

برای پیش بینی رابطه آهنگ تبخیر و میزان رطوبت، بر داده های حاصل از آزمایش انواع منحنی برازش شد کـه بـرای هر سه نمونه مدل لگاریتمی از بیشترین R2 برخوردار بود. دویماز (Doymaz, 2004) نیز برای بررسی تاثیر پـیش تیمـار بـر روی خشک شدن زردالو مدلهای مختلفی شامل هندرسون و پابیس (Henderson and Popis)، لویس (Lewis) پیج (Page) و لگاریتمی را استفاده کرد و در نهایت مدل لگاریتمی از همه مناسب تر بود.

٦- نتیجه گیری

– استفاده از محلول روغن اتیل اولئات و کربنات پتاسیم که در سطح وسیعی برای پیش تیمار انگور برای کـاهش زمـان خشک شدن استفاده می گردد در کاهش زمان خشک شدن زرشک نیز بسیار موثر است بطوری که زمان خشک شدن را به کمتـر از نصف کاهش می دهد. در حالی که تیمار با آب $50^{\circ}C$ تاثیر چندانی بر زمان خشک شدن نداشت.

– هیچ کدام از نمونه ها از خود مرحله خشک شدن با نرخ ثابت را نشان ندادند و تمـام مـدت فراینـد در مرحلـه آهنـگ خشک شدن نزولی صورت پذیرفت. در این حالت سرعت هوا روی خشک شدن یا اثری ندارد یا اثر کمـی دارد ولـی در عـوض بـا افزایش، آهنگ خشک شدن نیز زیاد می شود که این مطلب طراحان و کاربران خشک کن برای این محصول را مـی توانـد یـاری کند.

٧- منابع

١. بی نام. ١٣۶۴. خشک کنها در صنایع شیمیایی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی شریف.

٢. بی نام . ١٣٧٢. خشک کردن محصولات کشاورزی. واحد تحقیقات و طراحی مهندسی شرکت تولیدی و صنعتی کارینو، انتشارات عطایی.

٣. سیف کردی، علی اکبر. ١٣٧٧. اصول مهندسی صنایع غذایی (جزوه درسی کارشناسی ارشد). دانشکده مهندسی شیمی. دانشگاه صنعتی شریف

4. -Backer, C. G. J. 1997. Industrial drying of foods. Pablished by Blackie Academic and Professional.
5. Doymaz, I. 2004. Effecf of Pre- treatments using potassium Metabisulphide and Alkaline Ethyl Oleate on the Drying Kinetics of Apricots.
6. Doymaz, I; Pala M. 2003. Effect of ethyl oleate on drying characteristics of mulberry. Nahrung/ Food, 47, 304- 308.
7. Katahira, M and E. Bekki. 1998. Heated air drying of garlic bulb in Air- Bag type dryer (part 2) - Improvement in energy use by partial recirculation of exhaust air- Journal of the JSAM. Vol. 60.No. 1: 99-106.
8. Mc Cab, W.L.1985. Unit operation of chemical engineering. Mc Graw Hill Company. Pp.960.
9. Raouzeus G S; Saravacos G D. 1986. Solar drying of raisins. Drying Technology, 4, 633-649.
10. Riva, M. and Peri, C. 1986. Kinetics of sun and air drying of different varieties of seedless grapes. Journal of Food Technology. Vol. 21:199-208.
11. Tulasides, T.N., Raghavan, G. S. V. and Norris, E. R. 1993. Microwave and Convective drying of grapes. Transaction of the ASAE. Vol. 36(6): 1861-1865.

12. Vagenas G K; Marinos- Kouris D. 1991. Drying kinetics of apricots. Drying Technology, 9, 735-752.
13. Vanlentus, K. J., E. Rotstein and R. P. Singh. 1997. Handbook of Food Engineering practice. CRC press Inc., New York.
14. Vazquze, G., F. Chenlo., R. Moreira and E. Cruz. 1997. Grape drying in a pilot plant with a pump. Drying Technology. Vol. 15(3): 899 – 920.

Effect of Pre- treatments using ethyl oleate, hot & warm water on drying characteristics of barberry

Chaji, H. Ghasem zadeh, H. Ranjbar, I

Abstract

Barberry is an important product of south Khorasan. Annually more than 10000 tons barberries produced in iran. Now it dried in traditional methods, so the process is very long and 30 -35% of total product is wasted. One solution for reduction of process duration is using of pre-treatment. Ethyl oleate and potassium carbonate (Tizab) is a will known pretreatment for grapes. So in this study we investigated effect of Ethyl oleate and potassium carbonate (Tizab), warm and hot water on drying kinetics of barberries.

The results shown, the hot water caused serious damage. The control and pre-treatment samples with warm water are the same but ethyl oleate and potassium carbonate (Tizab) reduced the duration of process to half approximately. The process durations for Tizab, warm water & control samples were 21, 41 & 39 hours respectively. Any samples didn't have constant period of drying rate and all of them were in falling part of curve. So diffusion is the most physical phenomena for mass transfer in all of samples.

Key words: pre-treatment, drying, barberries