خشک کن خورشیدی همرفت طبیعی برای خشک کردن سبزیجات در استان خوزستان

جعفر حبیبی اصل، لیلا بهبهان، آذرخش عزیزی
اعضای هیئت علمی بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
jhabibi139@yahoo.com

چکیده

به منظور بهره گیری از منابع انرژی پاک، کاهش ضایعات سبزیجات و ا فزایش سطح درآمد سبزی کاران، پژوهش حاضر در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان (بخش تحقیقات فنی و مهندسی) در سال 1389 اجرا گردید. در این تحقیق از خشک‌کن خورشیدی کابینتی با کلکتور شیاری به ابعاد 1×2 متر برای جمع‌آوری انرژی خورشیدی و تبدیل آن به گرما استفاده شد. . اتاق خشک‌کنی از محفظه‌ای عایق دار به ابعاد 80×80×100 سانتی‌متر و دارای سه طبقه تشکیل شده بود. لایه‌های سبزی جهت خشک شدن روی سینی‌های مشبک در سه طبقه پهن می‌شوند. برای جریان بهتر هوا در خشک کن، یک هواکش در بالای اتاق خشک‌کنی نصب گردید. عملکرد این خشک‌کن، با خشک کردن سبزی نعناع تحت سه تراکم 2، 3 و 4 کیلوگرم بر متر مربع ارزیابی و با روش مرسوم (خشک کردن در سایه و هوای آزاد) مقایسه گردید. پارامترهای مورد اندازه گیری و ارزیابی شامل زما ن مورد نیاز خشک کردن محصول، روند تغییر رطوبت محصول در طی زمان خشک شدن، اندازه‌گیری روغنهای اساسی و تعیین معادله رگرسیون روند خشک شدن سبزی نعناع بود. نتایج آزمایش نشان داد که زمان مورد نیاز برای خشک شدن سبزی نعناع در خشک‌کن خورشیدی بسته به تراکم محصول در سی نی ها، 6/5 تا 13/5 ساعت بود. درحالی که در روش مرسوم این زمان حدود 5 روز به طول کشید. در نتیجه‌ی افزایش تراکم سبزی نعناع در طبقه‌های خشک‌کن از 2 به 3 و همچنین از 3 به 4 کیلوگرم بر متر مربع، زمان خشک شدن به ترتیب 49 و 43 درصد افزایش یافت. در رابطه با تاثیر قرارگیری سبزی نعناع در طبقه‌های مختلف خشک‌کن، نتایج نشان داد که در طبقات بالاتر زمان مورد نیاز برای رسیدن به رطوبت نهایی افزایش می یابد. آنالیز رگرسیونی داده ها ی مربوط به زمان خشک شدن نعناع نیز نشان داد که بهترین توصیف ریاضی رابطه بین رطوبت درونی سبزی نعناع و زمان خشک شدن معادله نمایی می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه بین میانگین های مقدار روغن‌های اساسی اندازه‌گیری شده نشان د اد که تاثیر روش خشک شدن، تراکم محصول در سینی های خشک‌کن و همچنین مدت زمان انبارداری روی میزان روغنهای اساسی در سطح 1٪ معنی‌دار بو د. کمترین میزان روغنهای اساسی به مقدار 0/16 میلی‌لیتر بر 100گرم ماده خشک در کمترین تراکم (2 kg/m^2) و بیشترین آن به مقدار 0/67 میلی‌لیتر بر 100 گرم ماده خشک در تراکم (3 kg/m^2) و پس از گذشت 6 ماه از زمان انبارداری به دست آمد . نهایتاً بر اساس نتایج به دست آمد ه، استفاده از انرژی خورشیدی برای خشک کردن سبزیجات برگی به جای روش مرسوم خشک کردن در سایه توصیه گردید . همچنین برای خشک کردن سبزی نعناع در خشک کن خورشیدی با همرفت طبیعی، بهترین تراکم 3 kg/m^2 پیشنهاد گردید.

کلمات کلیدی: خشک کن خورشیدی، زمان خشک شدن، معادله رگرسیون ، نعناع، همرفت طبیعی

مقدمه

خشک کردن یک روش مرسوم برای نگهداری مواد غذایی و بسیاری از فرآورده هایی نظیر سبزیجات می باشد . مهمترین مزیت خشک کردن مواد غذایی، کاهش رطوبت درونی آنها تا رسیدن به سطح اطمینان به منظور افزایش عمر انباری[1] آنها می‌باشد. حذف رطوبت اضافی در مواد غذایی علاوه بر جلوگیری کردن از ضایعات شیمیایی در آن، باعث کاهش هزینه نگهداری و حمل و نقل آن می‌شود [Ekechukwa and Norton, 1998].

بسیاری از سبزیجات به طور طبیعی فصلی بوده و ممکن است در یک دوره زمانی خاص در یک منطقه ویژه به وفور تولید گشته و عرضه آنها به بازار افزایش یابد. لذا به دلیل فساد پذیر بودن آنها، مقادیر زیادی از سبزیجات در یک دوره زمانی کوتاه از بین می روند. ضایعات پس از برداشت سبزیجات در اثر کمبود حمل و نقل، نبود زیرساخت های مناسب فرآوری و نگهداری و همچنین مشکلات بازاریابی حدود 30 تا 40 درصد تخمین زده شده‌اند. فرآوری سبزیجات می تواند یک نقش حیاتی را در کاهش ضایعات و بالا بردن ارزش آنها داشته باشد که در نتیجه آن، سطح درآمد تولید کنندگان نیز بهبود خواهد یافت [Ekechukwa and Norton, 1997].

توجیه استفاده از خشک کن‌های خورشیدی آن است که آنها محصولات را سریعتر، به طور یکنواخت و بهداشتی خشک می کنند که مزیت مهمی در صنعت خشک کنی به حساب می‌آید. همچنین محصولات، در زمان خشک شدن، کاملا از باران، گرد و خاک، حشرات و جانوران محافظت می‌شوند. این خشک‌کن‌ها سریعتر از خشک کنی در معرض مستقیم خورشید عمل می کنند و از طرفی قیمت بسیار کمتری نسبت به سیستم های خشک کنی مکانیزه دارند [باقری و همکاران، 1388 و Sebaii *et al.*, 2002].

انواع مختلف خشک کن های خورشیدی بوسیله محققین مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته اند . نتایج نشان داده‌اند که اگرچه برای محصولات کشاورزی تجاری، خشک‌کن‌های خورشیدی با همرفت اجباری کنترل بهتری از هوای خشک کننده تامین می کنند، ولی نیاز به انرژی بیشتری برای عملیات خشک کنی دارند. از این رو خشک کن های خورشیدی با همرفت طبیعی برای خشک کردن مواد غذایی به ویژه وقتی که در لایه نازکی قرار گیرند، توصیه شده‌اند [Esper and Muhlbauer, 1998].

کنترل مراحل خشک کنی در خشک کن‌های با همرفت طبیعی مشکل می باشد، زیرا برای کاهش هزینه ساخت آنها، مکانیزم‌های کنترل ویژه بکار گرفته نمی‌شود. بهترین راه حل استفاده از هواکش[2] می‌باشد. هواکش زمان بقای هوای گرم در محفظه خشک کن را تنظیم می‌کند. نتایج تحقیقات مخلف در این زمینه نشان داده است که اگر هواکش خورشیدی خوب طراحی شود، می‌تواند علاوه بر افزایش ماندگاری هوای گرم در محفظه خشک‌کن، جریان هوای مورد نیاز و آهنگ خشک‌کنی را افزایش دهد [Basunai and Abe, 2001].

پنگاوان و همکاران [2002] یک خشک کن خورشیدی با همرفت طبیعی را مورد ارزیابی قرار دادند . در این تحقیق، آنالیز کیفی روی انگور خشک شده نشان داد که خشک کردن سنتی در سایه و در معرض خورشید به ترتیب 15 و 7 روز نیاز داشت، در صورتی که استفاده از خشک کن خورشیدی در همان شر ایط تنها 4 روز به طول انجامید و کیفیت محصول نیز بهتر بود [Pangavhane, *et al.*, 2002]. همچنین سباعی و همکاران [2002] پس از خشک کردن آزمایشی محصولات مختلف نظیر گوجه فرنگی، انگور، انجیر، نخود سبز و پیاز با خشک کن خورشیدی همرفت طبیعی، گزارش دادند که کیفیت محصولات خشک شده در مقایسه با خشک کردن در معرض خورشید بسیار بهتر بود [Sebaii *et al.*, 2002].

1- Shelf life
1- Chimney

به طور مشابه قبا و همکاران [2006] نیز یک خشک کن خورشیدی با همرفت طبیعی ارزان قیمت را طراحی کرده و ساختند. آنها با خشک کردن قطعات سیب زمینی، موز و انبه آزمایش های متعددی روی این خشک کن انجام دادند. نتایج نشان داد که کارآیی حرارتی خشک کن جدید بر اساس انتقال گرما و جرم تحت تاثیر تابش خورشید در مقایسه با خشک کردن در معرض تابش مستقیم خورشید بسیار بالاتر بود [Ghaba *et al.*, 2006].
در استان خوزستان نیز با توجه به بالا بودن ر وزهای آفتابی در سال و پایین بودن ارتفاع بسیاری از نقاط به نظر می‌رسد که انرژی خورشیدی جایگزین مناسبی برای سوخت های فسیلی بوده و لازم است در زمینه راه های استفاده از آن تحقیق و مطالعه بیشتری صورت گیرد . در استان خوزستان سالانه هزاران تن انواع سبزیجات تولید می گردد که اغلب به صورت تازه و با قیمت پایین به بازار عرضه شده و به دلیل عمر انباری کم، ضایعات بالایی دارند. از طرفی تحقیقات مختلف نشان داده اند که خشک کردن با خشک کن‌های خورشیدی نه تنها کم هزینه و به صرفه می‌باشد، بلکه محصولات خشک شده با این روش دارای کیف یت بالاتر و بهداشتی تر است. بهره‌وری بالاتر از انرژی خورشیدی در خشک کردن یک محصول خاص، مستلزم استفاده از روش و سیستم های مناسب برای شرایط اقلیمی در هر منطقه می باشد. لذا به منظور استفاده بهینه با بهره وری بالاتر از مزایای انرژی خورشیدی در خشک کردن سبزیجات زمستانه در استان خوزستان، اجرای پژوهش حاضر با هدف بهره گیری از منابع انرژی پاک، کاهش ضایعات سبزیجات و افزایش سطح درآمد سبزی‌کاران منطقه توصیه گردید.

مواد و روشها

در تحقیق حاضر از خشک‌کن خورشیدی کابینتی با کلکتور شیاری به ابعاد 1×2 متر برای جمع آوری انرژی خورشیدی و تبدیل آن به گرما استفاده شد . اتاق خشک کنی از محفظه ای عایق دار به ابعاد 100×80×80 سانتی‌متر و دارای سه طبقه تشکیل شده بود. لایه‌های سبزی جهت خشک شدن روی سینی‌های مشبک در سه طبقه پهن می‌شوند. برای جریان بهتر هوا در خشک‌کن، یک هواکش در بالای اتاق خشک‌کنی نصب گردید . این هواکش با جریان هوای محیط گردش کرده و عبور هوای گرم از میان محصول خشک شونده را تقویت می نماید . پس از تکمیل مراحل ساخت، کلیه قسمتهای خشک‌کن روی قاب اصلی نصب گردیدند (شکل1).
به منظور اندازه‌گیری و ثبت دما و رطوبت هوا برای هر مدت زمانی دلخواه در قسمت های مختلف خشک کن، دستگاه داده‌بردار دیجیتال ساخته و روی خشک‌کن خورشیدی نصب گردید . این دستگاه از دو قسمت دستگاه کنترل مرکزی و اندازه‌گیرها تشکیل شده است. وظیفه دستگاه کنترل مرکزی، راه اندازی و کنترل اندازه گیرها و ثبت اطلاعات اندازه گیری شده توسط اندازه گیر ها می‌باشد . اندازه گیرها شامل حسگرهای دیجیتالی دقیقی هستند که با دقت بالایی دما و رطوبت محیط را اندازه گیری می کنند. تعداد اندازه‌گیرها محدودیتی نداشته و به تعداد مورد نیاز می توان به دستگاه کنترل مرکزی متصل نمود. در تحقیق حاضر تعداد 6 عدد اندازه گیر در نقاط مختلف خشک‌کن از جمله ورودی و خروجی کلکتور، اتاق خشک‌کنی و خروجی خشک‌کن نصب گردید.
عملکرد این خشک‌کن، با خشک کردن سبزی نعناع ارزیابی شد. پارامترهای مورد اندازه گیری و ارزیابی شامل زمان مورد نیاز خشک کردن محصول، روند تغییر رطو بت محصول در طی زمان خشک شدن، اندازه‌گیری روغنهای اساسی و تعیین معادله رگرسیون روند خشک شدن سبزی نعناع بود. در کلیه تیمارها، محصول خشک شونده تا

زمانی که رطوبت درونی آن به رطوبت به نقطه تعادل آبی 3 در شرایط دمایی و رطوبتی خشک کن برسد، خشک گردید. نمونه برداری‌ها برای اندازه‌گیری رطوبت هر 30 دقیقه از زمان شروع آزمایش انجام گرفت . میزان رطوبت نمونه‌های نعناع توسط دستگاه آون در دمای 70-65 درجه سانتیگراد به مدت 24 ساعت بدست آورده شد.

شکل 1- نمای روبرو از خشک‌کن خورشیدی مورد آزمایش

نتایج و بحث

سبزی نعناع تحت سه تراکم 2، 3 و 4 کیلوگرم بر متر مربع در سه تکرار در قالب بلوک های کاملا تصادفی انجام شده و با روش خشک شدن مرسوم مقایسه گردید. رطوبت اولیه محصول 82 درصد (بر پایه مرطوب) بوده و محصول تا رطوبت نهایی میانگین 13/3 درصد خشک شد.

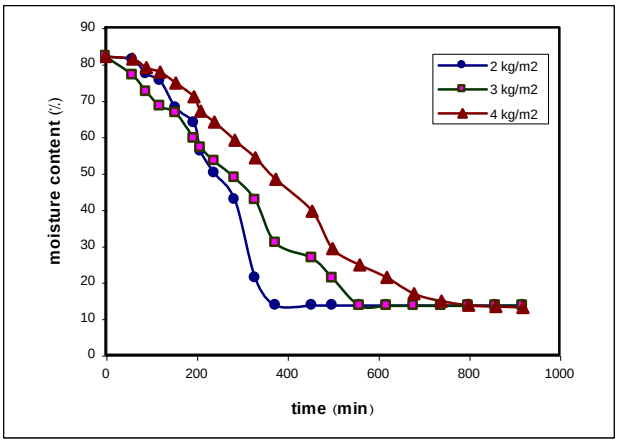
زمان خشک شدن و روند تغییر رطوبت محصول: مقایسه تیمارهای مختلف نشان داد که استفاده از خشک کن خورشیدی در مقایسه با روش مرسوم (خشک کردن در سایه)، زمان خشک شدن محصول تا رطوبت نهایی را به طور قابل توجهی کاهش داد. زمان مورد نیاز برای خشک شدن سبزی نعناع در خشک کن خورشیدی بسته به تراکم محصول در سینی‌ها، 6/5 تا 13/5 ساعت بود. درحالی که در روش مرسوم این زمان حدود 5 روز به طول کشید.

در خشک کن خورشیدی با توجه به اینکه رطوبت نهایی کلیه تیمارها برابر در نظر گرفته شد، بنابراین زمان خشک شدن بستگی به تراکم محصول در سینی های خشک‌کن داشت. شکل 2 روند تغییر رطوبت نعناع در طول زمان خشک شدن در تراکم های مختلف را نشان می دهد. همانطوری مشاهده می شود، در این نمودار رطوبت محصول با نرخ نزولی نسبت به زمان خشک شدن تغییر می کند. این نتیجه کاملا با کارهای انجام گرفته توسط محققین دیگر بر روی محصولات مشابه مطابقت دارد [مرادی و زمردیان، 1387 و Ethman *et al.*, 2009].

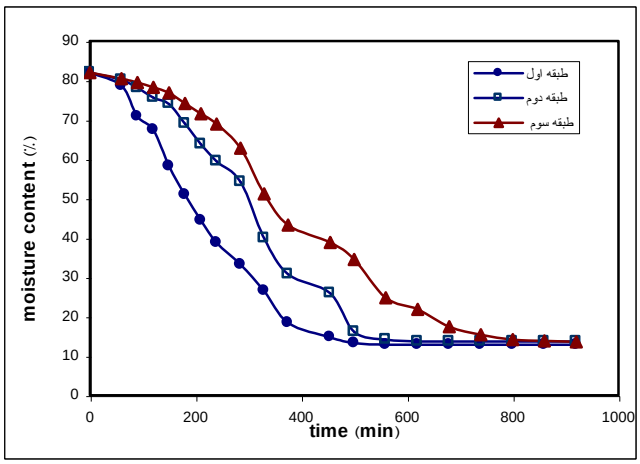
1- نقطه تعادل آبی نقطه‌ای است که رطوبت موجود در یک ماده غذایی با مقدار رطوبت هوای اطراف خود در حال تعادل باشد در چنین شرایطی هیچگونه تبادل آبی بین ماده غذایی و محیط اطراف آن رخ نخواهد داد [حاج سقطی، 1380].

شیب منحنی تراکم کمتر ($2\ kg/m^2$) بیشتر از دو تراکم دیگر می باشد. این می‌تواند به دلیل جریان سریعتر هوا از میان توده کم تراکم نعناع باشد. همچنین مقایسه نمودارها نشان می دهد که هرچه تراکم محصول بیشتر شود، به دلیل کندتر شدن جریان هوا در خشک کردن به روش همرفت طبیعی، رسیدن محصول به رطوبت نهایی دیرتر صورت می‌پذیرد. کندتر شدن جریان هوا نیز باعث افزایش میزان رطوبت در محفظه خشک‌کنی شده و روند از دست دادن رطوبت محصول را کاهش می دهد [الماسی و همکاران، 1382]. همچنین مقایسه میانگین زمانهای خشک شدن نشان داد که افزایش تراکم سبزی نعناع در خشک کن از 2 به 4 و همچنین از 4 به 6 کیلوگرم بر متر مربع، زمان خشک شدن به ترتیب 49 و 43 درصد افزایش یافت.

در رابطه با تاثیر قرارگیری سبزی نعناع در طبقه های مختلف خشک کن، نتایج نشان داد که در طبقات بالاتر زمان مورد نیاز برای رسیدن به رطوبت نهایی افزایش می یابد (شکل 3). این به دلیل کندتر شدن جریان هوا در اثر عبور از طبقات متوالی محصول می‌باشد.



شکل 2- روند تغییر رطوبت تراکم‌های مختلف نعناع در مقابل زمان



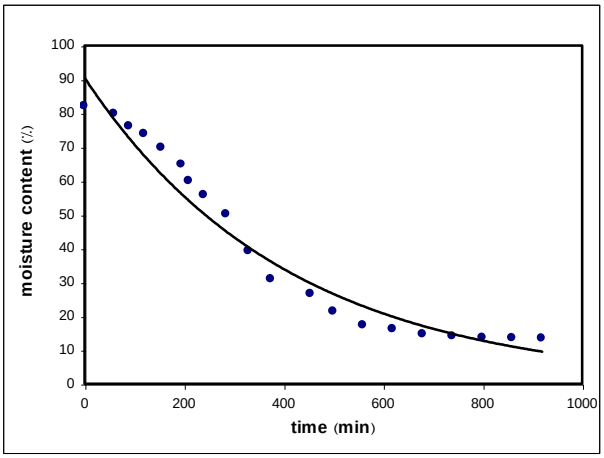
شکل3- روند تغییر رطوبت نعناع در طبقه‌های مختلف خشک‌کن مقابل زمان

تعیین معادله رگرسیون روند خشک شدن سبزی نعناع: شکل 4 نقاط میانگین رطوبت نعناع در طول زمان خشک شدن و منحنی رگرسیون متناسب با این نقاط را نشان می‌دهد، به‌طوری‌که پس از رسیدن محصول به رطوبت تعادلی، میزان رطوبت آن نسبت به زمان ثابت باقی می ماند. آنالیز رگرسیونی داده ها نیز نشان داد که معادله نمایی زیر بهترین توصیف ریاضی

رابطه بین رطوبت درونی سیزی نعناع و زمان خشک شدن می باشد. در تحقیقی توسط عثمان و همکاران (2009) نیز نتیجه مشابهی به دست آمد [Ethman *et al.*, 2009]

$$M = 90.47\exp(-0.0025T) \qquad R^2 = 0.95$$

در جاییکه M رطوبت درونی محصول بر حسب درصد، T زمان خشک شدن محصول بر حسب دقیقه و R^2 مربع ضریب همبستگی می باشند. مقدار t محاسبه شده برای ضرایب رگرسیونی رابطه فوق نیز موید نقش مهم و معنی دار (در سطح 1٪) زمان خشک شدن در این رگرسیون بود.



شکل 4- منحنی رگرسیون نقاط میانگین رطوبت نعناع در طول زمان خشک شدن

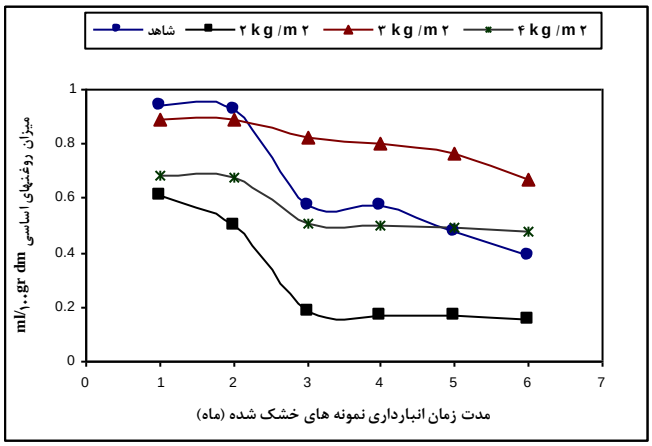
<u>میزان روغنهای اساسی</u> : روغن‌های اساسی و منتول که اسانس نعناع را تشکیل می دهند، کاربردهای وسیعی در صنایع غذایی، دارویی و بهداشتی دارند . به طوری که عمده مصرف سبزی نعناء به لحاظ داشتن اسانس ویژه خود می باشد. روش خشک کردن می‌تواند روی میزان روغن‌های اساسی و منتول نعناع به دلیل فرار بودن آنها تاثیر زیادی می‌گذارد[Ethman *et al.*, 2009]. به این لحاظ در این تحقیق ارزیابی این فاکتور مهم در مورد محصول نعناء مدنظر قرار گرفت.

پس از خشک شدن سبزی نعناع، نمونه های مربوط به هر تیمار در کیسه های سلوفانی و جعبه های مقوایی بسته بندی و به مدت 6 ماه در انبار با شرایط معمول منطقه نگهداری شده و هر ماه میز ان روغن‌های اساسی نمونه‌ها با دستگاه اسانس گیر اندازه‌گیری گردید. انتخاب مدت زمان 6 ماه برای این آزمایش به این دلیل می باشد که محصولات کشاورزی پس از فرآوری به ویژه خشک شدن، با گذشت زمان برخی ویژگی های کیفی آنها تغییر کرده و یا از دست داده می شود. تحقیقات زیادی نیز این موضوع را تایید کرده‌اند [Negi and Roy, 2001 and 2002 و Sebaii *et al.*, 2002]. روغن‌های اساسی به دلیل فرار بودن نیز ممکن از این واقعیت مستثنی نباشند و باید مورد ارزیابی قرار گیرند.

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه بین میانگین های مقدار روغن‌های اساسی اندازه‌گیری شده نشان داد که تاثیر روش خشک شدن، تراکم محصول در سینی های خشک کن و همچنین مدت زمان انبارداری روی میزان روغنهای اساسی در سطح 1٪ معنی‌دار بود. کمترین میزان روغنهای اساسی به مقدار 0/16 میلی‌لیتر بر 100گرم ماده خشک در کمترین تراکم ($2\ kg/m^2$) و بیشترین آن به مقدار 0/67 میلی‌لیتر بر 100 گرم ماده خشک در تراکم ($3\ kg/m^2$) و پس از گذشت 6 ماه از زمان انبارداری به دست آمد.

شکل 5 نیز نمودار تغییر روغنهای اساسی تیمارهای این آزمایش در طی مدت زمان انبارداری مختلف را نشان می دهد . همانطوری که مشاهده می‌شود با گذشت زمان، میزان روغنهای اساسی نیز به دلیل تبخیر کاهش یافته است . کم‌شیب‌ترین

نمودار متعلق به تیمار با تراکم $3\ kg/m^2$ است که می‌تواند به دلیل ایجاد شرایط بهینه دمایی و رطوبتی در جریان هوای خشک‌کننده باشد.



شکل5- روند تغییر میزان روغنهای اساسی نعناع خشک شده در طی زمان انبارداری

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

- زمان مورد نیاز برای خشک شدن سبزی نعناع در خشک کن خورشیدی بسته به تراکم محصول در سینی‌ها، 6/5 تا 13/5 ساعت بود. درحالی که در روش مرسوم این زمان حدود 5 روز به طول کشید.
- در نتیجه‌ی افزایش تراکم سبزی نعناع در طبقه های خشک‌کن از 2 به 3 و همچنین از 3 به 4 کیلوگرم بر متر مربع، زمان خشک شدن به ترتیب 49 و 43 درصد افزایش یافت.
- آنالیز رگرسیونی داده های مربوط به زمان خشک شدن نعناع نشان داد که بهترین توصیف ریاضی رابطه بین رطوبت درونی سبزی نعناع و زمان خشک شدن معادله نمایی می‌باشد.
- کمترین میزان روغنهای اساسی به مقدار 0/16 میلی‌لیتر بر 100گرم ماده خشک در کمترین تراکم ($2\ kg/m^2$) و بیشترین آن به مقدار 0/67 میلی‌لیتر بر 100 گرم ماده خشک در تراکم ($3\ kg/m^2$) و پس از گذشت 6 ماه از زمان انبارداری به دست آمد.
- بر اساس نتایج به دست آمده، استفاده از انرژی خورشیدی برای خشک کردن سبزیجات برگی به جای روش مرسوم خشک کردن در سایه توصیه گردید. همچنین برای خشک کردن سبزی نعناع در خشک کن خورشیدی با همرفت طبیعی، بهترین تراکم $3\ kg/m^2$ پیشنهاد گردید.

منابع

- الماسی، م.، ع.ا. زمردیان و ی. صاحبی. 1382. استفاده از انرژی خورشید در خشک کردن سبزی شوید (شبت). اولین کنفرانس دانشجویی مهندسی ماشینهای کشاورزی ایران . دانشگاه ارومیه، گروه ماشینهای کشاورزی . شهریور 1382.
- باقری، ن .، ع . کیهانی، س .س. محتسبی و ر . علیمردانی. 1388. پایش پارامترهای موثر بر خشک شدن سبزی‌های برگی در یک خشک کن خورشیدی همرفت اجباری. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. شماره 4. جلد 10. ص 88- 73.

- حاج سقطی، 1. 1380. اصول و کاربرد انرژی خورشیدی. چاپ اول. مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران. تهران.
- مرادی، م. و زمردیان، ع. 1387. انتخاب مناسب ترین مدل ریاضی خشک کردن زیره سبز در ح الت تابش غیر مستقیم در خشک کن خورشیدی فعال . پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون . دانشگاه فردوسی مشهد. شهریور 1387.

-Basunai, M.A. and Abe, T. (2001). Thin layer solar drying characteristics of rough rice under natural convection. Journal of Food Engineering, 47(4): 295-301.

-Ekechukwa, O.V and Norton, B. (1997). Design and measured performance of a solar chimney for natural-circulation solar-energy dryers. Renewable energy; 10 (1): 81-90.

-Ekechukwa, O.V and Norton, B. (1998). Review of solar energy drying systems II: an over view of solar drying technology, Energy Conservation and Management. 40: 615 -655.

-El-Sebaii, A. A., Aboul-Enein, S., Ramadan, M. R. I. and El-Gohary, H. G. (2002). Empirical correlations for drying kinetics of some fruits and vegetables. Energy.27(9): 845-859.

-Esper, A. and Muhlbauer, W. (1998). Solar drying-an effective means of food preservation.Renewable Energy.15(1-4): 95-100.

-Ethmane, C.S., Kane1, M.A.O. Sid'Ahmed and M. Kouhila. 2009. Evaluation of drying parameters and sorption isotherms of mint leaves (M. pulegium). Renewable energy.12 (3): 449 – 470

-Ghaba, P., Yobouet Andoh, H., Kouassi Saraka, J., Kamenan Koua, B. and Toure, S.(2006). Experimental investigation of a solar dryer with natural convective heat flow.Renewable Energy. 32(11): 1817-1829.

-Negi, P.S. and S.K. Roy. 2001. Effect of drying conditions on quality of green leaves during long term storage. Food Research International. 34(4): 283-287.

-Negi, P.S. and S.K. Roy. 2001. Retention of quality characteristics of dehydrated green leaves during storage. Journal of Plant Foods for Human Nutrition. 56(3): 285-295.

-Pangavhane, D. R., Sawhney, R.L. and Sarsavadia, P.N. (2002). Design, development and performance testing of a new natural convection solar dryer. Energy, 27: 579-590.