بررسی شرایط بهینه خشک کردن اسلایس لیمو

مریم شاه امیریان[1]، ندا مفتون آزاد[1]، امید رضا روستاپور[1]،لادن جوکار[2]، اکبر جوکار [1]

1 - عضو هیات علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی-مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

2- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

shahamirian2008@gmail.com

چکیده

خشک کردن توسط هوای گرم یکی از مهمترین فرایند نگهداری میوه جات و سبزیجات می باشد و تاثیر زیادی بر کیفیت محصول نهایی دارد. این روش با حذف آب درون محصولات کشاورزی و مواد غذایی سبب جلوگیری از تخریب و فساد مواد غذایی و در نهایت سبب افزایش ماندگاری و کاهش ضایعات محصول می گردد . پروسه خشک کردن همچنین سبب تغییراتی درخصوصیات کیفی و ظاهری محصول نهایی می شود . هدف این مقاله بررسی شرایط بهینه خشک کردن اسلایس لیمو می باشد. در این مطالعه رهونه های لیمو ترش رقم Mexican lime از منطقه قیر و کارزین در استان فارس تهیه گردید . نمونه های اسلایس لیمو به ضخامت 4 میلی متر در دماهای 50، 60و70 ° C و سرعت هوای2 m/s در یک خشک کن کابینتی آزمایشگاهی خشک شدند.در طول مدت آزمایش منحنی خشک شدن ،تغییرات رنگ ، اسیدیته و ویتامین C تیمارها بررسی گردید. نتایج نشان داد که زمان خشک کردن در هر سه تیمار تفاوت معنی داری در سطح 1٪ داشتند . کمترین و بیشترین زمان خشک کردن به ترتیب دمای 70 ° C و 50 بود. همچنین میزان اسیدیته اسلایس لیمو خشک نسبت به نمونه تازه افزایش نشان داد اما بین خود تیمارهای دمایی 70و 60 ، 50 ° C تفاوت معنی داری از نظر اسیدیته مشاهده نشد. مقدار ویتامین C در طی فرایند خشک کردن کاهش یافت .نتایج آنالیز رنگ نیز نشان داد که فاکتور های رنگ(L, a, b) در بین تیمار های دمایی مختلف تفاوت معنی داری در سطح 1٪ داشتند.

کلمات کلیدی: اسیدیته ،خشک کردن ،رنگ ، لیمو، ویتامین C

مقدمه

خشک کردن یکی از قدیمی ترین روش ها برای نگهداری انواع میوه جات می باشد .[Ramos *etal.*, 2004] این روش با حذف آب درون محصولات کشاورزی و مواد غذایی انجام می پذیرد که این کاهش آب خود س بب جلوگیری از تخریب و فساد مواد غذایی و در نهایت سبب کاهش ضایعات محصول می گردد. هنگامی که محصولات کشاورزی خشک می شوند میزان ضایعات از زمان برداشت تا مصرف کاهش می یابد. روشهای زیادی برای نگهداری محصولات کشاورزی وجود دارد که از طرفی صرفه اقتصادی دارد و از طر ف دیگر سبب افزایش ارزش تغذیه ای محصولات کشاورزی می گردد . در میان این روشها، خشک کردن بیشتر از سایر روشها استفاده می شود . این روش یکی از ارزانترین روشها می باشد و به طور موفقیت آمیزی در خشک کردن انگور به کار می رود .Doymaz [2006]خشک کردن مواد غذایی با کلهش فعالیت آبی (aw) سبب کاهش فعالیت میکروارگانیسم ها و کاهش تغییرات فیزیکی و شیمیایی در طول مدت نگهداری محصول می گردد [Yadollahinia., & Jahangiri, 2009, Doymaz. 2006]روی خشک کردن اسلایس انبه بدون انجام پیش فرایند سولفیتی [Pott

[*etal.*,2005] مطالعاتی انجام دادند و نتایج نشان داد که دمای خشک کردن مهمترین فاکتور های موثر بر رنگ و فعالیت آبی محصول نهایی می باشد.. [Vega-Galvez *et al.*, 2009] در مورد تاثیر دماهای خشک کردن (50-90°C) بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی فلفل قرمز مطالعاتی انجام دادند و برخی نتایج نشان داد که فاکتورهای رنگ (L, a, b) تحت تاثیر فرایند خشک کردن قرار گرفت و این فرایند سبب کاهش رنگ قرمز در محصول نهایی گردید .همچنین در خشک کردن با دمای 90 ° C حدود 98/2٪ از ویتامین C محصول کاهش یافت.[Doymaz. 2006] سینتیک خشک کردن انگور سیاه غوطه ور شده در محلولهای مختلف را در دمای 60 °C و سرعت 1/1 m/s بررسی کرد.. نتایج نشان داد که کمترین زمان خشک کردن و بالاترین سرعت خشک کردن مربوط به غوطه ور کردن انگور در محلول اتیل الئات به همراه پتاسیم کربنات بود. [Cernîs_ev, 2010] تاثیر دماهای مختلف خشک کردن(50-90 °C) را بر پیشرفت واکنشهای قهوه ای شدن غیر آنزیمی در گوجه فرنگی بررسی کردند .نتایج نشان داد که قهوه ای شدن گوجه فرنگی در حین خشک کردن به رطوبت محصول و همچنین دمای مورد استفاده جهت خشک کردن بستگی دارد .گوجه فرنگی هایی که در دمای 50 °C و 60 °C خشک شده بودند رنگ قرمز بسیار خوبی داشتند و هیچ علائمی از قهوه ای شدن در آن مشاهده نشده است . [Sacilik.,& Elicin, 2006] بر روی خشک کردن اسلایس سیب ارگانیک باضخامت 9 mm و5 در دمای 40-60 °C در یک خشک کن با هوای داغ تحقیقاتی انجام دادن. نتایج نشان داد که افزایش دمای خ شک کردن و کاهش ضخامت اسلایس سیب، سبب کاهش زمان خشک کردن سیب گردید . [Therdthai., & Zhou, 2009] در مورد خشک کردن برگ گیاه نعنا با روش میکروویو تحت خلائ و هوای گرم پژوهشی انجام دادند . نتایج نشان داد که روش خشک کردن با مایکروویو تحت خلائ نسبت به روش خشک کرد ن با هوای داغ زمان خشک کردن را تا 85-90 ٪ کاهش می دهد. همچنین نتایج بررسی تغییرات رنگ نشان داد که خشک کردن نعنا با استفاده از مایکروویو تحت خلائ به مدت 15 دقیقه سبب افزایش معنی داری در مقادیر شفافیت (L) و زردی(b) نمونه های خشک گردید و رنگ نهایی محصول سبز کمرنگ بود. با توجه به اینکه تولید مرکبات و به خصوص لیمو ترش در استان فارس بالا می باشد بنابراین توجه به صنایع تبدیلی این گروه از محصولات باغی امری ضروری و مهم می باشد و چنانچه بتوان فراوری های مختلف روی این محصول انجام داد و محصولات متنوعی از آنها به دست آورد درصد ضایعات محصول کاهش یافته و سبب افزایش سهم صادرات این محصول می گردد.

مواد و روشها

-**اماده سازی نمو نه ها :** در این مطالعه نمونه های لیمو ترش رقم Mexican lime (نام علمی Citrus aurantifolia) از منطقه قیر و کارزین در استان فارس در زمان مناسب برداشت گردید . نمونه های لیمو به صورت اسلایس به ضخامت 4 میلی متر آماده گردید و به خشک کن کابینتی آزمایشگاهی منتقل گردید.

-**دستگاه خشک کن تونلی :** در این مطالعه از یک خشک کن تونلی با بستر ثابت و غیر پیوسته (batch) استفاده گردیدابعاد این خشک کن 70*70*70 سانتی م تر مربع و طول آن 200 سانتی متر بو .هوای مورد استفاده با 4 المنت 1 کیلو وات و 2 المنت 2 کیلو وات گرم شده و در جهت موازی بر روی نمونه های اسلایس لیمو دمیده می شد. سرعت هوای خروجی از دستگاه با دستگاه هات وایر تعیین گردید.

روش انجام آزمایش: نمونه های اسلایس لیمو با ضخامت 4 میلی متر و رطوبت اولیه حدو 86٪ (بر پایه مرطوب) در سینی های دستگاه قرار داده شدند و در سه دمای 50، 60و70 ° C و سرعت هوای 2 m/s تا رطوبت 12٪(بر پایه مرطوب) خشک گردیدند.وزن نمونه ها قبل از خشک کردن و در حین خشک کردن توسط ترازوی

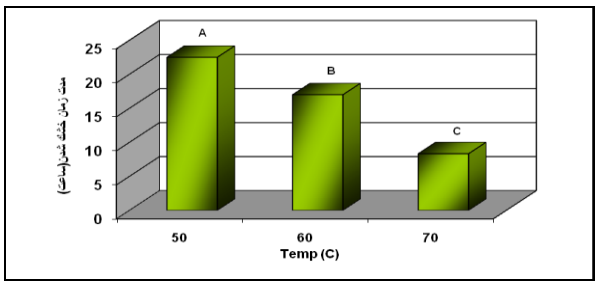
دیجیتال در فواصل زمانی مشخص اندازه گیری گردید. رطوبت اولیه نمونه های تازه و خشک شده اسلایس لیمو با استفاده از آون اندازه گیری گردید. اندازه گیری اسیدیته نمونه بر حسب اسید سیتریک و بااستفاده از تیتراسیون با سود به دست آمد.ویتامین C در نمونه های تازه و خشک با استفاده از روش تیتراسیون با محلول رنگی 2و4دی کلرو فنل ایندو فنل)انجام پذیرفت[AOAC,1990] . تغییرات رنگ (تغییرات رنگ b* , a*, L* که به ترتیب شاخص ها ی درخشندگی ، سبزی – قرمزی ، زردی – آبی می باشد با استفاده از روش عکس برداری و آنالیز در نرم افزار فتوشاپ انجام پذیرفت [Yam, Papadaki. 2004] .

-آنالیز آماری: طرح آماری مورد استفاده یک طرح کاملا تصادفی بوده و نتایج با استفاده از نرم افزار SPSS آنالیز گردید و آزمون مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

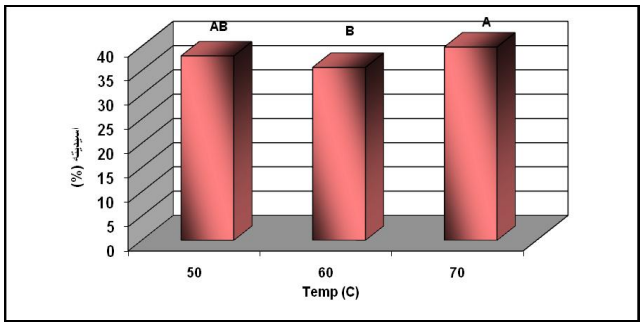
-زمان خشک کردن:

جداول تجزیه واریانس نشان میدهد درجه حرارت در سطح 1٪ تاثیر معنی داری بر زمان خشک شدن نمونه ها دارد و بیشترین زمان خشک شدن مربوط به دمای 50 و کمترین زمان خشک شدن مربوط به دمای 70 می باشد.در دماهای بالاتر سرعت خروج آب و وبه عبارتی سرعت تبخیر و انتقال رطوبت از نمونه ها بیشتر می گردد در نتیجه زمان خشک شدن کاهش می یابد که نتایج فوق با نتایج (Lopez et al., 2010و Abasi et al., 2009 Sacilik et al., 2006و pott et al (2005) مطابقت دارد.(شکل1)



شکل1- تاثیر دما بر زمان خشک شدن نمونه های اسلایس لیمو

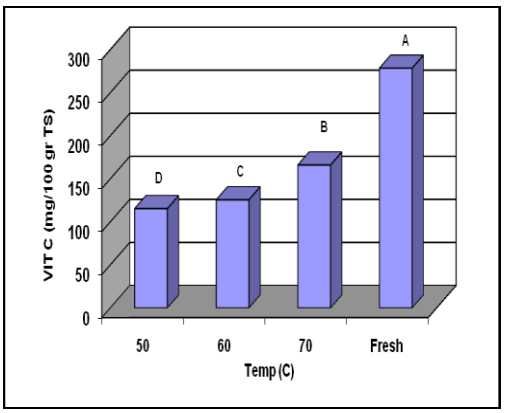
-اسیدیته: نتایج اسیدیته نشان داد که اسیدیته نمونه های خشک نسبت به نمونه های تازه افزایش داشته است .اما جدول آنالیز واریانس اسیدیته نمونه های اسلایس لیمو نشان می دهد که از نظر میزان اسیدیته بین تیمار های دمایی مختلف تفاوت معنی داری در سطح 1٪ وجود ندارد(شکل 2) .نتایج فوق با نتایج (جوکار و همکاران 1390) مطابقت دارد



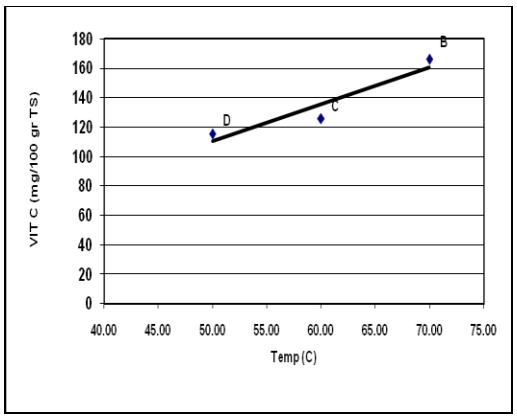
شکل 2- تاثیر دمای خشک کردن بر میزان اسیدیته نمونه های اسلایس لیمو

آنها اعلام داشتند که اسیدیته دانه های انار خشک شده در دمای 55 ° C و 70 تفاوت معنی داری با یگدیگر نداشتند.

- **ویتامین C**: نتایج انالیز تجزیه واریانس نشان داد که مقدار ویتامین c در سطوح مختلف دمای خشک کر دن و لیموی تازه تفاوت معنی داری در سطح 1٪ دارد و بیشترین میزان ویتامین C در نمونه تازه و کمترین آن در دمای 50 بود. همچنین بین سه تیمار دمایی (70 ° C و60، 50) نیز از لحاظ میزان ویتامین C تفاوت معنی داری در سطح 1٪ مشاهده گردید (شکل 3) به گونه ای که در دمای 70 بیشترین و در دمای 50 کمترین مقدار ویتامین c را شاهد بودیم که علت این امر حساس بودن ویتامین c به حرارت می باشد که در اثر حرارت ویتامین c از بین می رود و از آنجا که در دمای خشک کردن 50 نمونه ها به مدت طولانی تری در خشک کن می مانند بنابراین از بین رفتن مواد مغذی از جمله ویتامین c نیز بیشتر می باشد.که نتایج فوق با نتایج Fang.S et al., (2009) مطابقت دارد آنها نشان دادند که در طی خشک کردن عناب حفظ ویتامین c در دماهای بالا بیشتر از دماهای پایین تر می باشد(شکل 3و4)

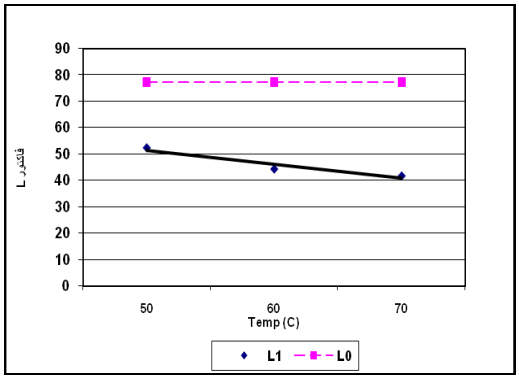


شکل3- تاثیر دمای خشک کردن بر میزان ویتامین ث نمونه های اسلایس لیمو(تازه و

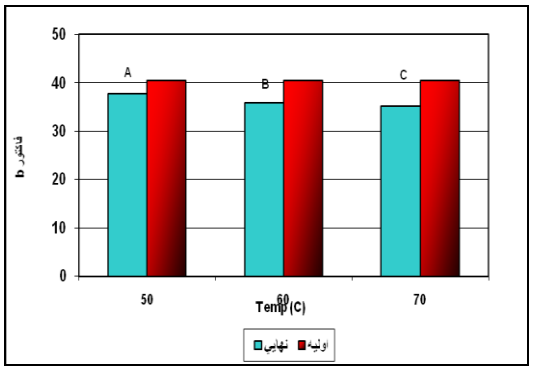


شکل4- روند تغییرات ویتامین ث نسبت به دمای خشک کردن در نمونه های اسلایس

-**رنگ:** رنگ یکی از فاکتور های کیفی می باشد که هم بر کیفیت نهایی محصول تاثیر گذار است و هم بر پذیرش محصول توسط مصرف کننده بسیار تاثیر گذار و مهم می باشد.نتایج رنگ به صورت فاکتور های L,a,b گزارش گردید که فاکتور L نشان دهنده شفافیت ، فاکتور a نشان دهنده قرمزی-سبزی نمونه ها و فاکتور b نیز نشان دهنده زردی-آبی نمونه ها می باشد .نتایج نشان داد که بین تیمار های دمایی C ° 70 و60، 50 از نظر فاکتور های رنگ L,a,b تفاوت معنی داری در سطح 1٪ مشاهده گردید. فاکتور L در نمو نه های خشک شده اسلایس لیمو نسبت به نمونه تازه کاهش داشت و با افزایش دما از 50 به 70 مقدار فاکتور L که نشان دهنده روشنایی نمونه ها می باشد کاهش می یابد و بیشترین مقدار L مربوط به تیمار دمایی 50 و کمترین آن مربوط به دمای 70 بود(52.3 و41.72) (شکل 5). فاکتور a نیز نسبت به نمونه شاهد افزایش نشان داد از نظر میزان b نیز بین نمونه شاهد و و نمو نه های خشک شده کاهش معنی داری وجود داشت بالاترین میزان b در دمای 50 و کمترین آن در دمای 70 بود (شکل6) به طور کلی دمای پایین برای حفظ روشنایی نمونه ها (فاکتور L) مناسب تر می باشد و دماهای بالا سبب اتواکسیداسیون سریع ویتامین ث و سایر رنگدانه از جمله رنگ دانه های فنلی می گردد و در نتیجه رنگ محصول تیره تر خواهد شد نتایج فوق با نتایج فوق با نتایج و [Therdthai *et al.*,2009] در مورد نعنا و [Vega-Galvez et al *et al.*, 2009] در مورد فلفل قرمز و نتایج [Ramesh *et al.*, 2001] در مورد پاپریکا و [Fang *et al* 2009] در مورد عناب نیز این مسئله را تایید می کند.



شکل5- روند تغییرات فاکتور L در دماهای مختلف خشک کردن



شکل6- تاثیر دمای خشک کردن بر فاکتورb نمونه های اسلایس لیمو ی خشک نسبت به نمونه های شاهد

نتیجه گیری نهایی

نتایج به دست آمده در این تحقیق نشان داد که دماهای خشک کردن روی فاکتور های کیفی اسلایس لیمو خشک تاثیر دارد.همانطور که مشاهده شد به جز اسیدیته که در دماهای مختلف خشک کردن تفاوت مع نی داری با یکدیگر نداشتند اما در مورد سایر پارامتر ها مانند ویتامین ث و فاکتور های رنگ L , a, b تفاوت معنی دار بود.و به نظر می رسد که دماهای بالاتر دمای مناسبی برای خشک کردن اسلایس لیمو ترش باشد که هم از نظر زمان خشک شدن و هم از نظر حفظ مواد مغذی مانند ویتامین ث بهتر از سایر دماها می باشد .

منابع

جوکار،اکبر.(1389). بررسی خشک کردن دانه انار با خشک کن خورشیدی و خشک کن آفتابی (انارداته) استان فارس.مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، بخش فنی و مهندسی کشاورزی .978-13-0000-86048-2-049-220000

AOAC, (1990). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. 15th ed.

Abasi1, S., Mousavi1, S. . Mohebi2 ,M., and Kiani1. S.(2009) Effect of Time and Temperature on Moisture Content, Shrinkage, and Rehydration of Dried Onion , Iranian Journal of Chemical Engineering. 6(3) ,57-70

Cernîs_ev,S. (2010). Effects of conventional and multistage drying processing on non-enzymatic browning in tomato. Journal of Food Engineering, 96 , 114–118.

Doymaz,I.(2006). Drying kinetics of black grapes treated with different solutions. Journal of Food Engineering ,76 , 212–217.

Fang,S., Wang,M.,Hu,Xiaosong.,&Datta,A.K. (2009). Hot-air drying of whole fruit Chinese jujube (Zizyphus jujuba Miller): physicochemical properties of dried products. International Journal of Food Science & Technology , 44,(7), 1415–1421.

López,J., Uribe,E ., Vega-Gálvez,A ., Miranda,M ., Vergara,J ., Gonzalez,E., & Di Scala,K.(2010).Effect of Air Temperature on Drying Kinetics,Vitamin C,Antioxidant Activity,Total Phenolic Content,Non-enzymatic Browning and Firmness of Blueberries Variety O´Neil . Food Bioprocess Technol. 3:772–777

Pott, I., Neidhart, S., Hlbauer, W.M., & Carle, R. (2005). Quality improvement of nonsulphited mango slices by drying at high temperatures. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, (6): 412 – 419.

Ramesh, M.N., Wolf, W., Tevini, D., & Jung, G. (2001). Influence of processing parameters on drying of spice paprika. *Journal of food engineering*, (49): 63-72.

Ramos,I.N., Silva,C.L.M., Sereno, A.M., & Aguilera, J.M. (2004). Quantification of microstructural changes during first stage air drying of grape tissue. Journal of Food Engineering, 62 , 159–164.

Sacilik,K.,& Elicin,A.K. (2006). The thin layer drying characteristics of organic apple slices. Journal of Food Engineering, 73 , 281–289.

Therdthai, N., & Zhou, W. (2009). Characterization of microwave vacuum drying and hot air drying of mint leaves (*Mentha cordifolia Opiz ex Fresen*). Journal of Food Engineering, 91, 482–489.

Vega-Galvez, A., Scala, K.D., Rodrguez, K., Lemus-Mondaca, R., Miranda, M., López, J., &Perez-Won, M. (2009). Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper(*Capsicum annuum, L. var. Hungarian*). Food Chemistry, 117 , 647–653.

Yadollahinia, A., & Jahangiri, M.(2009). Shrinkage of potato slice during drying. Journal of Food Engineering, 94 , 52–58.

Yam, k. L.,&. Papadaki, S. E .(2004). A simple digital image method for measuring and analyzing color of food surface. J. Food Engineering, 16: 137-142