

ساخت و ارزیابی سامانه شیره گیری از خرما در مقیاس کوچک

زهرا پوررضایی نسب^{۱*}، کاظم جعفری نعیمی^۲، محسن شمسی^۳ و ابوالفضل گلشن تفتی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شهید باهنر کرمان

zpoorrezaei@yahoo.com

۲- استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۳- دانشیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۴- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان

چکیده

خرما یکی از محصولات مهم کشاورزی در دنیا و بخصوص ایران است و در حال حاضر سهم آن در تولید کشاورزی ایران حدود ۱۰۸۸۰۴۰ تن می باشد. ضایعات خرما به علت عدم توجه به فرآورده های جانبی و نحوه سنتی فرآوری آن در کشور ما بالاست بنابراین انجام پژوهش در زمینه تهیه و کاربرد این فرآورده ها (شیره و قند مایع) ضروری می باشد. در راستای انجام تحقیق دستگاهی استوانه ای شکل بر پایه سه عامل تاثیرگذار دما، فشار و مدت زمان کارکرد جهت استخراج شیره خرما طراحی و ساخته شد. سپس آزمایشاتی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی انجام شد. عامل ها شامل فاکتور دما در سه سطح (۵۰، ۶۰، ۷۰ درجه سانتی گراد)، فشار در سه سطح (وزنه ۱۰، ۲۰ و ۳۰ کیلوگرم جهت تأمین فشار) و مدت زمان کارکرد دستگاه در سه زمان (۳، ۴، ۵ ساعت) با پنج تکرار بر روی میزان شیره تولیدی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان دادند اثر سه فاکتور دما، وزنه و مدت زمان کارکرد بر روی میزان شیره خروجی تفاوت معنی دار وجود دارد. به طوری که با افزایش هر سه فاکتور میزان شیره خروجی نیز افزایش یافت. بیشترین میزان شیره تولیدی از کاربرد دمای ۷۰ درجه سانتیگراد، وزنه ۳۰ کیلوگرم با کارکرد ۵ ساعت دستگاه به دست آمد. نتایج آزمایشات نشان دادند، راندمان تولیدی شیره خرما به وسیله دستگاه حدود ۲۳ درصد بر پایه وزن خرمای استفاده شده می باشد که این میزان شیره خرمای تولیدی ۳/۸ برابر نسبت به روش سنتی افزایش یافته است، در حالی که از هیچ گونه مواد افزودنی استفاده نگردیده است.

کلمات کلیدی: ارزیابی، دما، زمان، ساخت، شیره خرما

مقدمه

خرما با نام Phoenix dactyliferal از خانواده Palmacea می باشد؛ و تا کنون بیش از ۳۰۰۰ نوع خرما در جهان شناخته شده است. در ایران گونه‌های متعددی از خرما وجود دارد که برای مصارف مختلفی استفاده می شود. از جمله گونه‌های



معروف خرماى ایرانى مى توان به هليله، مضافتى، شكرى چرپان، بارشاهى، مهترى، سلانى، شهمران، كلوته و... اشاره كرد كه در ميان شايد نام "مضافتى" براى ما از همه آشناتر باشد (گلشن تفتى و ابادپور، ۱۳۸۳). از هزاران سال پيش، خرما به عنوان يك ماده غذايى اصلى مورد استفاده واقع شده و تقريبا تمام مردم جهان اين ماده غذايى را به عنوان يك منبع پر انرژى مى شناسند. در سالهاى اخير به دليل افزايش سطح آگاهى عمومى و توجه بيشتر به تغذيه، مردم تمايل بيشترى به مصرف موادغذايى سالم و طبيعى با محتواى كمتر شكر پيدا نموده اند و خرما به دليل وجود مقدار بالاي قند و صرفه اقتصادى، جايزگزين مناسبى براى شكر به حساب مى آيد چرا كه نزديك به سه چهارم از ماده خشك خرما را قند تشكيل مى دهد. اين محصول حاوى آهن، پتاسيم، كلسيم، مس، منيزيم و گوگرد نيز مى باشد (پژمان، ۱۳۸۰).

كشت خرما در ايران از سابقه طولانى بر خوردار است و طبق آمار سازمان خوار و بار كشاورزى (FAO)^۱، ايران از نظر ميزان توليد خرما رتبه سوم جهان را دارا بوده و خرما يكي از محصولات مهم و پرسود كشور به شمار مى رود. براساس بررسى هاى به عمل آمده از منابع مختلف و تكميل پرسشنامه، همچنين مصاحبه با كارشناسان و نخلكاران نمونه در مناطق خرماخيز استان كرمان تعداد ۵۰ رقم خرما در اين استان شناسايى شده است (هاشم پور ۱۳۷۸). براساس آمارنامه سال ۸۹ وزارت جهادكشاورزى سطح زير كشت خرما در استان كرمان ۳۲۹۰۶ هكتار و ميزان توليد ۱۶۰۷۸۷ تن گزارش شده است. با توجه به وضعيت خاك هاى ايران به خصوص در نواحى جنوبى كشور و در نظر گرفتن قابليت رشد و مقاومت خرما در برابر كم آبي، شورى، سرما، گرما و همچنين امكان كشت مركبات و سبزی و ساير محصولات كشاورزى در نخلستان ها مى توان گفت كه زراعت خرما آينده درخشانى در كشور ما خواهد داشت و چنانچه فعاليت هاى در زمينه آموزش صاحبان باغات خرما و ارائه روش هاى بهتر توليد، بسته بندى، صنايع تبديلى و بازار يابى اين محصول هم چنان ادامه يابد، ايران خواهد توانست در رأس كشورهاي توليد كننده و صادر كننده خرما در جهان قرار گيرد (احمدى و همكاران، ۱۳۹۰).

امروزه سعى بر آن است از ضايعات خرما كه شامل هسته و خرماهاى درجه نوع دوم و سوم است، استفاده بهينه نموده و آن ها را به خوراك دام، سرکه، شيره خرما، مربا، الكل، پودر هسته خرما، خمير و شكلات خرما تبديل نمايند (هاشم پور ۱۳۷۸). با توجه به منحصر به فرد بودن اين فرآورده در دنيا، به منظور پي بردن به جايبگاه اصلى و واقعى اين محصول و به كاربردن آن در صنعت، تحقيق و بررسى علمى و كاربرى آن توصيه مى شود. در پژوهشى، عسل خرما در كيك لايه اى جايزگزين شده است و اثر اين جايزگزينى روى خواص حسى (رنگ، بافت، احساس دهانى، شيرينى، مرطوبيت بافت) و خواص رئولوژيكي (سفتى و نرمى بافت) و ماندگارى مطالعه شده است (احمدى و همكاران، ۱۳۹۰).

^۱ Food And Agriculture Organization



در تحقیقی به منظور تهیه شیره جهت استخراج قند از خرما کیباب و پیارم از دمای ۶۰ درجه سانتی گراد توسط حمام آب گرم به مدت ۲ ساعت استفاده گردید. طبق نتایج این محققان میزان استخراج قند با درجه حرارت افزایش می یابد. نتایج مشابهی نیز توسط مولا و همکاران (۱۳۷۲) گزارش شده است. تحقیقاتی در زمینه فرآیند استخراج عصاره خرما واریته کلوته انجام شد و تاثیر متغیرهای مستقل بر راندمان استخراج شیره از خرما واریته کلوته به صورت شکل های سه بعدی رویه پاسخ بررسی گردید. نتایج نشان داد که افزایش دما، زمان و نسبت اختلاط و همچنین کاهش PH موجب افزایش راندمان استخراج عصاره می شود. شرایط عملیاتی بهینه که برای فرآیند استخراج به دست آمد شامل دمای ۷۹ °C ، pH=۴ ، زمان ۴/۵ ساعت و نسبت اختلاط ۱:۴ بود که در این شرایط بهینه راندمان برابر ۶۳/۷ درصد به دست آمد (جاهد و همکاران ، ۱۳۹۰).

تحقیقات مشابهی نیز ، مبنی بر بررسی راندمان استخراج شیره خرما از سه واریته شامل Deglet Nour, Allig و Kentichi تحت شرایط مختلف استخراج انجام شده است (Abis et al., 2011).

بررسی منابع نشان می دهد که در برخی موارد، راندمان استخراج شیره به روش کلاسیک پایین بوده و به همین دلیل از آنزیم های پکتیناز و سلولاز جهت افزایش راندمان استفاده شده است. از طرفی دیگر، برخی محققان نشان دادند که تغییر در نوع واریته خرما منجر به تغییرات شدید در ترکیبات شیمیایی خرما شده و در نتیجه راندمان استخراج شیره متفاوت خواهد بود. آن ها با بررسی ۳۴ واریته خرما در مرحله تمر نشان دادند که حتی واریته های یکسان که در شرایط آب و هوایی و اقلیمی متفاوتی رشد کرده اند، ترکیبات شیمیایی متفاوتی دارند (احمدنیا و سحری، ۱۳۸۷).

استخراج شیره خرما و تغلیظ آن همراه با حذف رنگ، عطر و طعم نامناسب با روش های فیزیکی و شیمیایی جهت تبدیل مایع غلیظ شده که شباهت زیادی به عسل دارد، یکی از روش های جدید در صنایع تبدیلی جهت تبدیل خرماهای ضایعاتی به فرآورده های با ارزش افزوده بالاتر به منظور تامین نیازهای داخلی و نیز صادرات بخشی از این فرآورده ها در راه تحصیل ارز و همچنین در راستای کاهش واردات فرآورده های مشابه می باشد (حداد خداپرست و همکاران، ۱۳۸۹).

در روند استخراج، مهمترین فاکتور نسبت اختلاط آب و خرما است. یکی دیگر از پارامترهای مؤثر دما و کنترل آن در حین عمل است، زیرا حرارت بالا باعث کاراملیزاسیون قند نمونه شده که علاوه بر کاهش درصدی از قند باعث تولید رنگ اضافی در شیره خرما می شود که در مرحله رنگبری مشکلاتی را بوجود می آورد. از پارامترهای مؤثر دیگر می توان به واریته خرما، نحوه اختلاط، زمان اختلاط، pH، در صورت استفاده، نوع و نسبت آنزیم های پکتولیتیک و سلولیتیک اشاره نمود (جاهد و همکاران، ۱۳۹۰).



شیره خرما احتمالاً عمومی ترین فرآورده مشتق شده از خرما می باشد، که از سه روش مختلف تولید می شود: ۱- به صورت یک محصول جانبی تصادفی در زمان نگهداری کیسه های مرطوب (خصوصاً در منطقه خلیج فارس)، ۲- در سطح خانه ها و روستاها به وسیله استخراج و جوشاندن عصاره و ۳- در مقیاس نیمه صنعتی و کاملاً صنعتی (دیسی، ۱۳۷۹).

اولین روش سابقه آن به قرن هفدهم بر می گردد (Dowson, 1956). در این روش خرماهای مرطوب کیسه گرفته شده و روی هم توده می شوند، بعد از یک دوره چند ماهه مقداری شیره به عنوان محصول جانبی فرعی در اثر نیروی وزنشان تراوش می شود. تولید در این روش بیش از ۶٪ وزن خرما نمی باشد، کیفیت شیره به خودی خود کاملاً خوب است، زیرا این شیره مستقیم و طبیعی است، اما آلودگی آن به مواد خارجی به دلیل این که محصول به روش های ابتدایی جمع آوری می شود بسیار بالاست (دیسی، ۱۳۷۹).

در وضعیت کنونی به علت ضایعات بالای خرما در ایران و فقدان صنایع تبدیلی کافی، همه ساله مقادیر قابل توجهی از این محصول ارزشمند قابل استفاده نبوده و نابود می شود که با راه اندازی صنایع تبدیلی و تولید محصولات جانبی از آن مانند پالپ، پودر، شربت، شیره و قند مایع امکان کاهش ضایعات خرما فراهم و مبالغ هنگفتی ارز به ذخایر کشور اضافه خواهد شد. لذا انجام پژوهش هایی که بتواند در این راه گام های عملی و موثری را بردارد ضروری به نظر می رسد (واحد، ۱۳۹۰). در این پژوهش با تکیه بر اصول فرآوری مناسب و با رعایت تمام شرایط می توان یک فرآورده کاملاً مرغوب و سالم را با کمترین هزینه و بالاترین کیفیت بر اساس روش های ارزان سنتی و شیوه های بازاریابند و استاندارد به بازار داخلی و جهانی عرضه نمود.

مواد و روش ها

شیره خرما شیره ای است که از قسمت گوشتی خرما تهیه می شود و مصرف خوراکی دارد. این عمل اکثراً در مناطق خرما خیز جنوب کشور، به صورت سنتی انجام می گیرد. بدین ترتیب که خرما را در مخازن مخصوص ریخته و در اثر فشار توده خرما، شیره از انتهای مخزن خارج می شود.

در این پژوهش بعد از تعیین فاکتورهای موثر بر میزان شیره دهی خرما درجه ۲، دستگاهی متناسب با الگوی بهترین روش شیره گیری سنتی طراحی و ساخته شد (شکل ۱). اجزای این دستگاه عبارتند از: سیلندر، پیستون، منبع تامین نیرو، مخزن نگهداری خرما و شیره، صافی یا فیلتر عبور شیره خرما، منبع تامین گرما (المنت)، ترموکوپل جهت اندازه گیری و کنترل دما، شاسی دستگاه که اجزای ذکر شده بر روی آن نصب می شوند.



شکل ۱- شمای دستگاه ساخته شده



برای به دست آوردن بهترین شرایط شیردهی خرما، آزمایشات به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه فاکتور فشار در سه سطح (وزنه ۱۰، ۲۰ و ۳۰ کیلوگرم)، درجه حرارت در سه سطح (۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سانتی گراد) و مدت زمان شیردهی در سه سطح (۳، ۴ و ۵ ساعت) انجام گردید. همچنین خرما در سه سطح ۲ تهیه و در سردخانه در دمای بالای صفر درجه نگهداری شد. به منظور استخراج شیر بیشتر از خرما، ابتدا مقدار مورد نظر خرما را از سردخانه بیرون آورده و سپس در دمای محیط قرار داده شد تا به دمای آزمایشگاه برسد. طرح مورد استفاده در این پژوهش، آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار بوده و آنالیز آماری آن بوسیله نرم افزار SAS و MSTAT-C صورت گرفت و نمودارها در نرم افزار Excel2007 ترسیم گردید. ابتدا مقایسه میانگین در سطح ۵ درصد انجام شد و سپس با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن گروه بندی و مقایسه نتایج صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

با استفاده از دستگاه ساخته شده شیر طبیعی خرما، به صورت بهداشتی و بدون هیچ گونه ماده افزودنی، در شرایط مختلف آزمایش در آزمایشگاه بخش مهندسی ماشینهای کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان به دست آمد. نتایج آزمایشات نشان دادند، راندمان تولید شیر خرما به وسیله دستگاه، حدود ۲۳ درصد بر پایه وزن خرما استفاده شده است که افزایش ۳/۸ برابری نسبت به روش سنتی دارد. نتایج تجزیه واریانس اثر فاکتورهای مختلف بر میزان شیردهی خرما در جدول ۱ آمده است.



جدول ۱- تجزیه واریانس میزان شیردهی خرما

F	Mss	ss	df	منابع تغییرات
۲۰۱/۸۲۶۳	۸۲۸۹/۸۲۷	۱۶۵۷۹/۶۵۴*	۲	دما (A)
۱۲۰۵/۰۷۳۴	۴۹۴۹۷/۲۳۵	۴۶/۹۸۹۴۴*	۲	وزنه (B)
۲۰/۱۹۴۶	۸۲۹/۴۷۵	۳۳۱۷/۹۰۱*	۴	(AB)
۴۹۰/۰۷۱۵	۲۰۱۲۹/۲۳۵	۴۶۹/۴۰۲۵۸*	۲	زمان (C)
۲/۷۳۵۶	۱۱۲/۳۶۴	۴۵۷/۴۴۹*	۴	(AC)
۱۲/۵۹۲۳	۵۱۷/۲۱۶	۲۰۶۸/۸۶۴*	۴	(BC)
۱/۳۸۲۰	۵۶/۷۰۰۲	۰۹۹/۴۵۴*	۸	(ABC)
	۴۱/۰۷۴	۲۲۱۸	۵۴	خطا
		۱۶۴۳۴۰/۹۱۴	۸۰	خطای کل
		۵/۸۹٪		%CV

*معنی دار در سطح ۵٪، ns معنی دار نیست

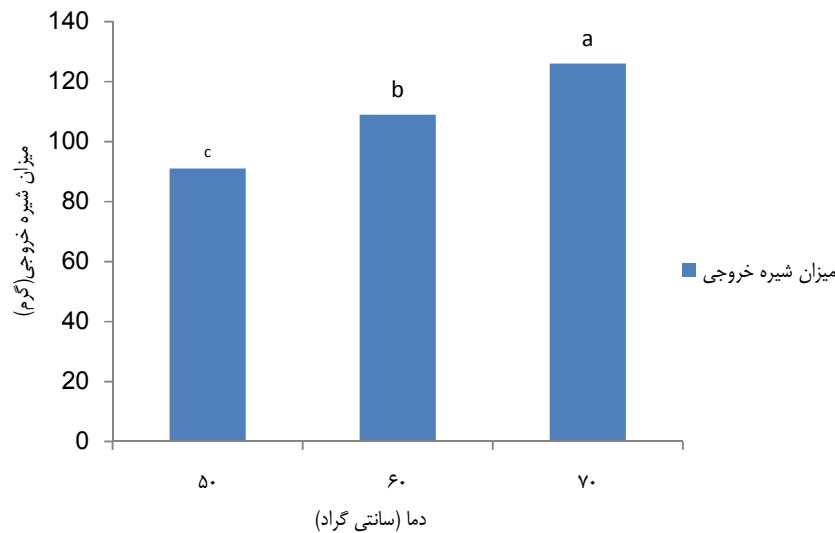
نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر هر سه فاکتور دما، فشار و مدت زمان اعمال بر روی میزان شیردهی تفاوت معنی دار وجود دارد. به طوری که با افزایش هر سه فاکتور میزان شیردهی نیز افزایش یافت. همچنین اثرات متقابل دوگانه دما در فشار و دما در زمان و زمان در فشار و همچنین اثر سه گانه پارامترها نیز در میزان شیردهی در سطح ۵ درصد معنی دار است. بیشترین میزان شیردهی از کاربرد دمای ۷۰ درجه سانتیگراد با وزنه ۳۰ کیلوگرم و کارکرد ۵ ساعت دستگاه به دست آمد. با توجه به این که با ادامه برخی آزمایشات بعد از مدت زمان ۵ ساعت مشاهده گردید که میزان شیردهی به مقدار خیلی کم در حدود ۸ گرم در هر ساعت بود و همچنین چون در نظر است از تفاله آن جهت مصارف خوراکی از جمله تهیه کلمپه استفاده گردد بهتر است مقدار شیردهی در تفاله باقی بماند بنابراین زمان بیش از ۵ ساعت مقرون به صرفه نخواهد بود.

اثر دما بر میزان شیردهی خرما رقم مضافتی

یکی از پارامترهای موثر بر میزان شیردهی دما و کنترل آن در حین عمل است. بر طبق نتایج بدست آمده اثر درجه حرارت بر میزان شیردهی استحصال شده در بین سه دمای مورد بررسی نسبت به یکدیگر در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار وجود داشت. مقایسه میانگین داده ها نشان داد که بیشترین مقدار شیردهی خرما مربوط به دمای ۷۰ درجه سانتیگراد با میانگین ۱۲۶ گرم و کمترین مقدار آن مربوط به دمای ۵۰ درجه سانتیگراد با میانگین ۹۱ گرم می باشد (شکل ۲). نتایج آزمایشات در سطح دمای ۴۰ درجه نشان داد، میزان شیردهی به نصف تقلیل می یابد در نتیجه تولید در دمای زیر ۵۰ درجه سانتیگراد دارای صرفه اقتصادی نمی باشد. دمای بالای ۷۰ درجه نیز مجاز نمی باشد زیرا حرارت بالا موجب تجزیه فروکتوز، پایین آمدن راندمان عمل، تشکیل ترکیبات نامطلوب و تولید رنگ اضافی در شیردهی خرما می شود.



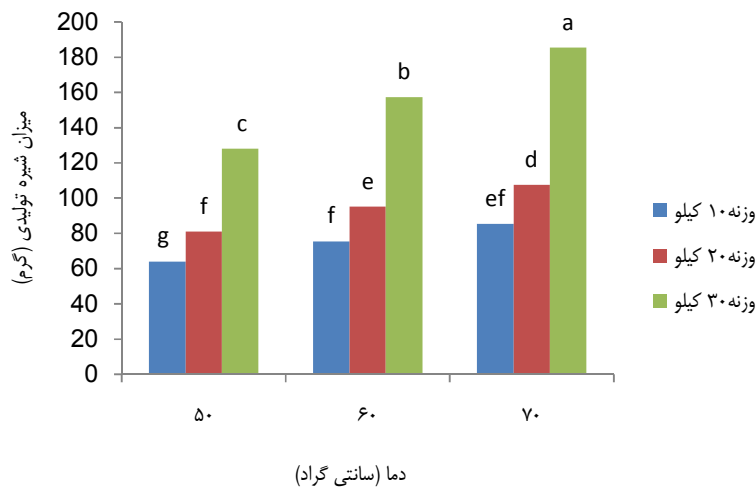
شکل ۲- اثر میانگین های دما بر میزان شیر خرمای تولیدی



اثر متقابل تیمار دما و فشار بر میزان شیر خرمای رقم مضافتی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر متقابل دما و فشار بر میزان شیر خرمای در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار گردید (جدول شماره ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل دما و فشار بر میزان شیر بدست آمده از خرما بیانگر این می باشد که دمای ۷۰ درجه سانتی گراد با وزنه ۳۰ کیلوگرم با میانگین ۱۸۵ گرم باعث بیشترین میزان شیر خرمای و دمای ۵۰ درجه سانتیگراد با وزنه ۱۰ کیلوگرم با میانگین ۶۴ گرم دارای کمترین میزان شیر تولیدی می باشد (شکل ۳). همچنین در وزنه های ۲۰ کیلوگرم تفاوت معنی دار در دماهای مختلف وجود ندارد بنابراین چنانچه استحصال شیر در دمای پایین انجام شود نیاز به وزنه های زیاد نمی باشد.

شکل ۳- اثر متقابل دما و فشار بر میزان شیر خرمای



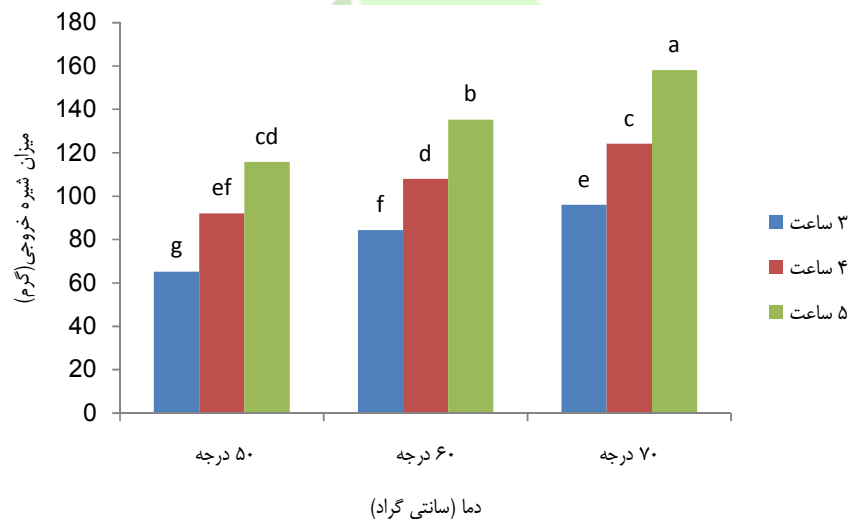


میانگین های دارای حروف مشترک با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نمی باشد.

اثر متقابل تیمار دما و زمان بر میزان شیر خرمای مضافتی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر متقابل دما و زمان بر میزان شیر خرمای در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار گردید (جدول شماره ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل دما و زمان بر میزان شیر بدست آمده از خرمای نشان داد که دمای ۷۰ درجه سانتی گراد با زمان ۵ ساعت با میانگین ۱۵۸ گرم باعث بیشترین میزان شیر خرمای و دمای ۵۰ درجه سانتیگراد با زمان ۳ ساعت با میانگین ۶۵ گرم دارای کمترین میزان شیر تولیدی می باشد (شکل ۴).

شکل ۴- اثر متقابل تیمار دما و زمان بر میزان شیر خرمای



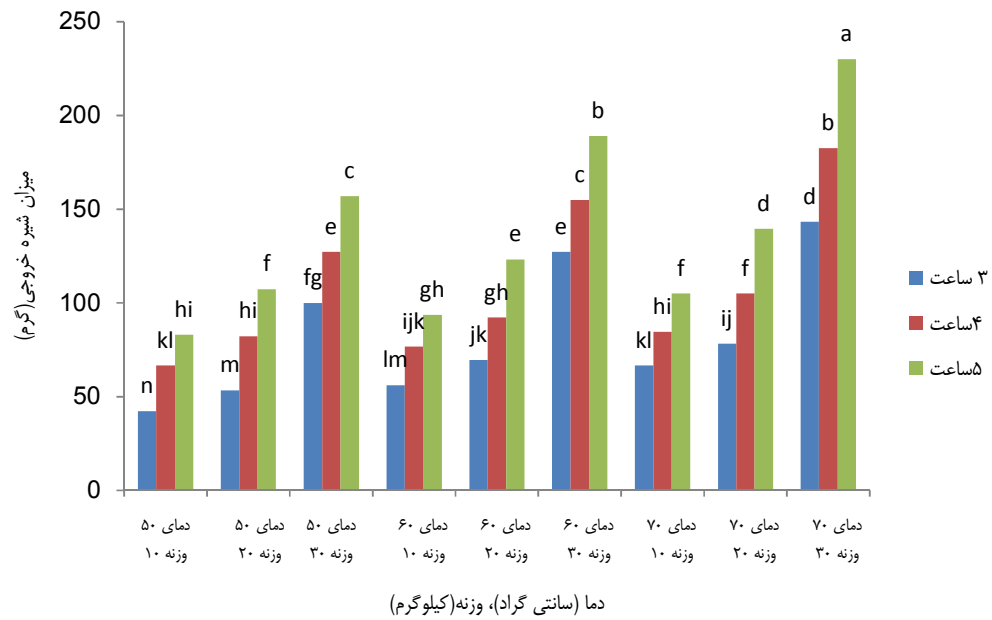
میانگین های دارای حروف مشترک با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نمی باشد.

اثر متقابل دما ، فشار و زمان بر میزان شیر خرمای مضافتی

یافته های این پژوهش نشان داد که اثر متقابل دما ، فشار و زمان در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی داری بر میزان شیر خرمای تولیدی دارد (جدول ۱). مقایسه میانگین داده ها نشان داد که کمترین میزان شیر تولیدی با میانگین ۴۲ گرم مربوط به دمای ۵۰ درجه سانتی گراد، وزنه ۱۰ کیلوگرم و مدت زمان ۳ ساعت می باشد و بیشترین مقدار شیر استحصال شده با میانگین ۲۳۰ گرم مربوط به دمای ۷۰ درجه سانتی گراد ، وزنه ۳۰ کیلوگرم در مدت زمان ۵ ساعت بدست آمد (شکل ۵). در دماهای پایین تر نیز زمان و فشار تأثیر معنی داری بر روی میزان شیر تولیدی خرمای ندارد. ولی در صورت افزایش دما تا حد مجاز (۷۰ درجه) تأثیر فاکتورهای دیگر معنی دار می باشد.



شکل ۵- اثر متقابل دما، فشار و زمان بر میزان شیر خرمای



میانگین‌های دارای حروف مشترک با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد.





نتیجه گیری

خرما یکی از مهمترین محصولات کشاورزی در خاورمیانه از جمله ایران است که از نظر ارزش غذایی با تولید ۳۰۰۰ کالری به ازای هر کیلوگرم آن و نیز مقادیر مناسبی از ویتامین ها و املاح مختلف، محصول ارزشمندی است. با توجه به این که خرماي مضافی رقم رایج و غالب استان کرمان بوده و بیشترین سطح زیر کشت (۲۹۱۶۲/۶ هکتار)، بالاترین میزان تولید (۱۵۱۵۶۲ تن) و عملکرد (۶۲۴۳/۹ کیلوگرم در هکتار) را بین ارقام در سطح استان دارا می باشد (آمارنامه سال ۱۳۸۸-۱۳۸۹) و تا کنون نیز تحقیقی در مورد بررسی راندمان استخراج شیره، ترکیبات شیمیایی و تاثیر فاکتورهای مؤثر بر راندمان آن صورت نگرفته است؛ تحقیق حاضر به این رقم خرما اختصاص یافته و اثر فاکتورهای مختلف، بر راندمان استخراج شیره مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده از پژوهش و طراحی سامانه فوق نشان داد که عوامل سه گانه دما، فشار و مدت زمان کارکرد بر روی میزان شیره تولیدی خرما تاثیر مستقیم دارد؛ به طوری که با افزایش دما، افزایش سایر فاکتورها تأثیر معنی داری بر تولید شیره خرما دارد. ولی در دماهای پایین تر افزایش عامل ها تأثیر معنی داری در میزان شیره دهی خرما ندارند. بیشترین میزان شیره تولیدی از کاربرد دمای ۷۰ درجه سانتی گراد، وزنه ۳۰ کیلوگرم با کارکرد ۵ ساعت دستگاه به دست آمد. نتایج مشابهی نیز توسط جاهد و همکاران (۱۳۹۰) و جلالی و همکاران (۱۹۹۱) گزارش شده است. راندمان تولیدی شیره خرما به وسیله دستگاه حدود ۲۳ درصد بر پایه وزن خرماي استفاده شده می باشد که ۳/۸ برابر نسبت به روش سنتی افزایش تولید داشته است. در روش صنعتی حداکثر راندمان ۶۲/۵ درصد (جلالی و همکاران، ۱۳۹۰) و ۶۳/۷ درصد (جاهد و همکاران ۱۳۹۰) و ۶۸-۶۳ درصد (ایبیز و همکاران ۲۰۱۱) گزارش شده است. راندمان تولید دستگاه ساخته شده کمتر از روش صنعتی بود. ولی در روش صنعتی تفاله بدست آمده به مصرف دام می رسد در حالی که باقیمانده خرما در روش پژوهش می تواند در مصارف خوراکی استفاده شود و از هیچ گونه مواد افزودنی استفاده نشده است.

منابع:

- احمدنیا، ا.، سحری، م.، ۱۳۸۷. استفاده از پودر خرما در فرمولاسیون تافی شکلاتی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، (۳):۵-۸
- احمدی گاولیقی، ح.، عزیزی، م.ح.، جهانیان، ل.، و امیر کاوئی، ش.، ۱۳۹۰. بررسی اثر جایگزینی قند مایع خرما با قند اینورت در کیک لایه ای. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، (۱):۶۴-۷۵.
- پژمان، ح.، ۱۳۸۰، راهنمای خرما (کاشت، داشت برداشت)، ۲۸۶ص.
- جاهد، ع.، حداد خداپرست، م.ح.، جلالی، م.، ۱۳۹۰، بهینه یابی فرآیند استخراج عصاره خرما (واريته كلوته) با استفاده از متدولوژی سطح پاسخ، همایش ملی صنایع غذایی، ۱۰ ص.
- جلالی، م.، عطای صالحی، ا. حداد خداپرست، م.ح. ۱۳۹۱، بررسی عوامل مؤثر بر فرآیند استخراج شیره از خرماي واریته كلوته و بهینه یابی آن با استفاده از متدولوژی سطح پاسخ، نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۰ ص.



- حداد خداپرست، م.ح.، حبیبی نجفی، م.ب.، مرتضوی، ع.، ۱۳۸۹. پروژۀ توتک (تولید عصاره عسل خرما)، معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد.
- دیسی، م.ع.، مترجم، ۱۳۷۹، فرآورده های نخل خرما، نشر آموزش کشاورزی، ۳۱۶ ص.
- گلشن تفتی، ا.، اباذریپور، م.، ۱۳۸۳، بررسی زمان مناسب برداشت ارقام خرما، گزیده طرحهای تحقیقاتی خاتمه یافته بخش تحقیقات فنی ومهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، ۱۴۱ ص.
- واحد، ش.، ایزدی، ژ.، ایزدی، م.، ۱۳۹۰، فرآیند تولید قند خرما و مقایسه خصوصیات آن با شکر سفید. همایش ملی صنایع غذایی، ۶ ص.
- هاشم پور، م. ۱۳۷۸. گنجینه خرما، جلد اول (کلیات)، چاپ اول. نشر آموزش کشاورزی. ۶۶۸ ص.
- Abis, F., Bouaziz, M.A., Blecker, C., Masmoudi, M., & Attia, H., 2011. Date syrup: Effect of hydrolytic enzymes (pectinase/cellulase) on physicochemical characteristics, sensory and functional properties. LWT - Food Science and Technology, 44: 1827-1834.
- Dowson, V.H.W. (1956) An account of the Date Palm by Francesco Redi, A.D. 1666. Tropical Agriculture. The journal of the Imperial College of Tropical Agriculture, Vol. 33, 3.



Construction and evaluation of palm sap system for small-scale

Zahra Poorrezaei Nasab^{1*}, Kazem Jafari Naeimi², Mohsen Shamsi³ and Abolfazl Golshan Tafti⁴

1 - MSc Student, Department of Biosystems Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman,
zpoorrezaei@yahoo.com

2 - Assistant Professor, Shahid Bahonar University of Kerman

3 - Associate Professor, Department of Biosystems Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman.

4 - Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center of Kerman.

Abstract

Dates are one of the main agricultural products in the world and especially in Iran and are now part of the agricultural production of about 1088040 tons. Dates wastes are high in our country due to lack of care to side-products and the traditional way of processing. Therefore it is essential to research more about preparation and application of these products (syrup, liquid sugar).

In this research a cylindrical device was developed for extraction of dates syrup based on three effective factors of temperature, pressure and time. The experiments were carried out in a factorial manner based on randomized complete design. Operating factors including temperature at three levels (50 , 60 , 70 ° C) , pressure at three levels (weights of 10 , 20 and 30 kg were used for creating the pressure) and duration of operation at three times (3 , 4 , 5 h) with five repetitions of experiments were studied based on the amount of extracted syrup. The results showed there is a significant difference in the effect of three factors: temperature, pressure and time spent working on the output syrup. That by increasing all of the factors the output syrup was also increased. The maximum amount of output syrup was obtained by applying temperature of 70 ° C, 30 kg weights for pressure and 5 hours of device working. The test results showed that efficiency of the dates syrup produced by our device was about 23 percent based on the weights of dates use . The amount of dates syrup was increased about 3.8 times comparing to the traditional methods while using no additional materials.

Keywords: Evaluation, temperature, time, construction, date syrup