بررسی میزان مصرف انرژی برخی ترمینال های فراوری پسته در استان کرمان (مطالعه موردی، شهرستان رفسنجان)

ابوالفضل زارع نظری بیاض[1*]، محمد حسین رئوفت[2]، فرزاد آزاد شهرکی[3]، مریم زرندی[4]

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد کشاورزی، گروه مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اقلید
۲- استادیار بخش مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اقلید. Zare3384@yahoo.com
۳- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان
۴- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد کشاورزی، گروه مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

چکیده:

ترمینال های فراوری پسته با بکارگیری ماشین‌های مختلف فراوری، سهم مهمی در مصرف انرژی در تولید محصول مطلوب دارند که با بررسی دقیق مصرف انرژی، می توان مدیریت صحیح مصرف انرژی را بکار برد. در مقاله حاضر به بررسی مصرف انرژی سه ترمینال رایج فراوری پسته در شهرستان رفسنجان پرداخته شده است. نتایج نشان داد، در همه ترمینال های فراوری پر مصرف‌ترین نهاده، سوخت بود که بیش از ۸۰ درصد از کل مصرف انرژی را به خود اختصاص داد و انرژی الکتریسیته و نیروی کارگری در مرتبه دوم و سوم قرا گرفتند. مقادیر متوسط مصرف انرژی سوخت، الکتریسیته و نیروی انسانی به ترتیب در ترمینال ها برابر با ۸۷/۷۰، ۱۰/۹۸ و ۱/۳۲ درصد اندازه‌گیری گردید. از لحاظ آماری در سطح اطمینان ۵ درصد در میزان مصرف کل انرژی و نیز میزان مصرف انرژی هر یک از نهاده ها در ترمینال‌های فراوری پسته تفاوتی وجود نداشت.

کلمات کلیدی: انرژی مصرفی، پسته، فراوری

مقدمه:

پسته گیاهی است که از دیرباز در نقاط مختلف ایران مورد کشت و پرورش قرار گرفته است. به دلیل شرایط مناسب اقلیمی، پسته ایران دارای مرغوبیت بالایی بوده و از نظر کیفیت نیز در بین رقبای خود کم نظیر می‌باشد. شهرستان رفسنجان در استان کرمان بیشترین میزان تولید پسته در ایران را به خود اختصاص داده است.

امروزه عاقلانه است که بگوییم عرضه انرژی برای هر جامعه ای یک نیاز قطعی است. تجزیه و تحلیل و تاثیر قابلیت دسترسی انرژی و هزینه آن در توسعه کلیه جوامع در گذشته نشان می دهد که تاثیرات آن قابل توجه و گوناگون بوده است.

کیفیت زندگی مردم، رفاه مادی، سلامتی و بهداشت، اشتغال و درآمد به میزان قابل توجه بستگی به وسعت قابل دسترسی به انرژی و پایین بودن هزینه آن دارد. کاملاً واضح است که استفاده بی رویه از انرژی نمی تواند تا بینهایت ادامه پیدا کند. حتی

استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر نیز مشکلات خاص محیطی خود را دارد. امروزه هیچ درک واقع بینانه ای از شرایط و اوضاع وجود ندارد که مطلوبیت مدیریت دقیق مصارف انرژی انسان ها را برطرف سازد (بی نام، ۱۳۷۷).

مصرف انرژی در نهادهای مختلف تولید محصولات کشاورزی شامل نهاده هایی است که در عملیات مختلف تولید به کار گرفته می شوند. جمع کل نهاده های انرژی در هر نظام تولید در کشاورزی در واحد از طریق جمع سهم انرژی هر نهاده مصرف شده بر واحد سطح انجام می گیرد (اسدی، طباباطبایی، ۱۳۹۰).

شاکر اردکانی (۱۳۸۶) در بررسی مراحل فراوری پسته مزایای حوض تر را جداسازی پسته های آلوده، مصرف پایین برق و همچنین ارزان تر بودن حوض تر نسبت به حوض خشک برشمرد اما معایب حوض تر مصرف زیاد آب دانست و نیز با توجه به نفوذ قطرات آب در مرحله شستشو به حد فاصل مغز و پوست سخت در فاز نم گیری انرژی حرارتی زیادی برای جداسازی این بخش از رطوبت صرف می شود.

کدر و همکاران(۱۹۸۰) با ارزیابی یک نوع خشک کن پسته در کالیفرنیا نتیجه گرفتند که استفاده از دمای بالای ۷۱ درجه سانتی گراد می تواند ۴۰ تا ۵۰ درصد انرژی مصرفی را کاهش دهد.

پایانه های فراوری پسته با بکارگیری ماشین‌های مختلف فراوری، سهم مهمی در مصرف انرژی برای تولید محصول مطلوب داشته و مصرف انرژی برق، مصرف سوخت‌های فسیلی اعم از گاز و گازوئیل و همچنین مصرف آب و نیروی انسانی از جمله مصارف مختلف انرژی مصرفی در این حیطه هستند. درصورت بررسی و اندازه‌گیری دقیق انرژی مصرفی پایانه‌های فراوری پسته و همچنین ظرفیت موثر این پایانه‌ها می‌توان به بهترین نحو مدیریت مصرف انرژی را انجام داد.

در استان کرمان با وجود فراوانی ترمینال‌های فراوری پسته اما تاکنون تحقیقاتی در اندازه گیری میزان مصرف انرژی در مراحل مختلف فراوری و دستگاه ها انجام نشده است که در مقاله حاضر به این مهم پرداخته شده است.

مواد و روش ها:

جهت محاسبه انرژی مصرفی ترمینال های فراوری پسته تر، سه ترمینال مورد بررسی قرار گرفت که به ترتیب با حروف A، B و C نشان داده شده اند. ترمینال‌های مورد بررسی از نوع نیمه مکانیزه بودند یعنی در عملیات خشک کردن ابتدا رطوبت پسته ها به ۱۹–۱۷ درصد در دستگاه نم گیر رسیده و سپس با پهن نمودن پسته‌ها بر روی میدان های سیمانی تا رسیدن رطوبت نهایی به ۵٪ کاهش می یافت. کلیه دستگاه‌هایی که در ترمینال‌های مورد نظر احتیاج به تنظیم داشتند طبق توصیه سازنده مورد تنظیم قرار گرفتند. قبل از شروع فراوری وزن محصول توسط باسکول‌های دیجیتال موجود در منطقه توزین گردید. در تعیین مصرف انرژی در خط فراوری پسته، مراحل فراوری که در آن ها تغذیه ورودی در سه ترمینال تقریبا یکسان بود، برای بررسی انتخاب گردیدند.

انرژی الکتریسیته

در این مرحله میزان انرژی الکتریسیته مصرفی در کل خط فراوری ترمینال ها تعیین گردید. مصرف انرژی الکتریسته مربوط به موتورهای الکتریکی تسمه نقاله ها، هلیس ها، بالابرها و غیره بود. برای محاسبه میزان برق مصرفی کل برای هر یک از پایانه ها از قرائت کنتورهای برق سه فاز استفاده شد. قبل و بعد از اتمام عملیات فراوری اعداد مربوطه یادداشت شدند و مقدار برق مصرفی تعیین گردید. با توجه به مقدار برق مصرفی برای فرآوری محصول ($\frac{kW\text{hr}}{ton}$) و استفاده از جدول معادل های انرژی (جدول۱)، مقدار مصرف انرژی الکتریسیته به ازاء یک کیلوگرم پسته بر حسب مگاژول برتن در ترمینال ها با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید.

$$E_e = Q_e \times E_i \qquad (۱)$$

در رابطه ۱، E_e مقدار انرژی الکتریسیته مصرفی برتن ($\frac{\text{MJ}}{\text{ton}}$)، Q_e مقدار الکتریسیته مصرف شده ($\frac{kW\text{hr}}{ton}$) و E_i انرژی موجود در هر کیلووات ساعت الکتریسیته ($\frac{\text{MJ}}{\text{kWhr}}$) می باشد.

جدول۱. برخی از معادل های انرژی نهاده ها در بخش کشاورزی

نوع نهاده	واحد	معادل انرژی (واحد/مگاژول)	منبع
الکتریسیته	کیلووات ساعت	۱۱/۹۳	سینگ(۲۰۰۲)
گاز طبیعی	مترمکعب	۴۹/۵	کیتانی (۱۹۹۹)
گازوییل	لیتر	۵۶/۳	تیلور و همکاران(۱۹۹۳)
کارگر	ساعت	۱/۹۶	سینگ (۲۰۰۲)

انرژی سوخت

در ترمینال های پسته نم‌گیرها با سوختن گاز یا گازوئیل حرارت مورد نیاز برای خشک کردن محصول را تامین می کنند. در بعضی از ترمینال ها گاز شهری مورد استفاده قرار گرفته بود که اعداد مربوط به مصرف گاز در قبل و بعد از عملیات فراوری از طریق قرائت کنتورهای گاز موجود انجام شد. در ترمینال هایی که از گازوییل استفاده شده بود کاهش گازوییل در مخزن مدرج شده به عنوان سوخت مصرفی در نظر گرفته شد. برای محاسبه انرژی معادل سوخت در خشک کن‌ها از حاصل ضرب میزان مصرف سوخت (گاز، گازوئیل) در محتوای انرژی استفاده شد که در رابطه ۲ نشان داده شده است.

$$E_f = Q_f \times E_i \qquad (۲)$$

در رابطه ۲، E_f مقدار انرژی سوخت مصرفی برتن $(\frac{MJ}{ton})$، Q_f مقدار سوخت مصرف شده برتن $(\frac{L}{ton}$ یا $\frac{m3}{ton})$ و E_i انرژی موجود در هر لیتر یا متر مکعب سوخت $(\frac{MJ}{L}$ یا $\frac{MJ}{m3})$ می باشد.

انرژی نیروی انسانی

انرژی نیروی انسانی مربوط به کارگرانی است که در قسمت های مختلف در خط فرآوری پسته مشغول به فعالیت می‌باشند. تعداد کارگران مشغول به کار در واحد فراوری از طریق مشاهده مشخص شد و مدت زمان کارکرد آنها جهت محاسبه انرژی کارگری مورد نیاز در هر ترمینال درنظر گرفته شد. برای محاسبه انرژی نیروی انسانی، هم ارز انرژی نیروی انسانی را در تعداد نفرات و ساعات کاری آن ها ضرب نموده و انرژی مصرفی برحسب مگاژول بر کیلوگرم حساب می‌شود.

$$E_l = W_l \times E_i \qquad (۳)$$

در رابطه ۳، E_l مقدار انرژی کارگری مصرفی بر تن $(\frac{MJ}{ton})$، W_l ساعات کار کارگر بر تن $(\frac{hr}{ton})$ و E_i انرژی موجود به ازای هر ساعت کار کارگر $(\frac{MJ}{hr})$ می باشد.

پس از محاسبه میزان انرژی مصرفی در هر یک از سه نهاده فوق در بخش کشاورزی، انرژی کل مصرفی بر وزن محصول فراوری شده تعیین گردید مقدار انرژی مصرفی در واحد کیلوگرم برای هر یک از ترمینال های فراوری با استفاده از رابطه ۴ محاسبه گردید:

$$\left(\frac{MJ}{ton}\right) \text{انرژی مصرفی} = \frac{\text{انرژی کارگری} + \text{انرژی سوخت} + \text{انرژی الکتریسیته}}{\text{وزن محصول}} \qquad (۴)$$

پس از تعیین انرژی ترمینال‌های مورد بررسی و با استفاده نرم افزار spss ۱۶ انرژی مصرفی ترمینال‌ها در سطح معنی دار ۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و در صورت معنی دار شدن، میانگین داده‌ها از طریق آزمون دانکن مقایسه شدند.

مقایسه مصرف انرژی ترمینال های فراوری

برای محاسبه انرژی نهاده‌های مصرف انرژی در ترمینال های فراوری پسته و رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید. بعد از تعیین مصرف انرژی نهاده ها در سه ترمینال فراوری پسته، نهاده ها مقایسه گردیدند. به منظور مقایسه مصرف انرژی سه ترمینال، از آزمون تجزیه واریانس یکطرفه در سطح احتمال ۵ درصد و نرم افزار Spss استفاده گردید. برای مقایسه میانگین ها، از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، استفاده گردید.

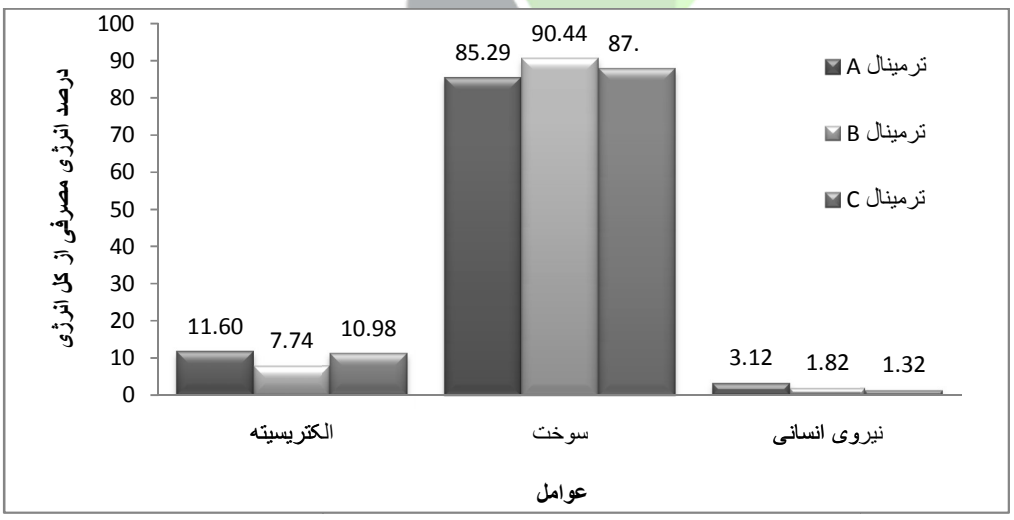
نتایج و بحث

در این مقاله به بررسی میزان مصرف انرژی در سه ترمینال فرآوری پسته پرداخته شد. نهاده های مصرف انرژی سوخت، الکتریسیته و نیروی کارگری بودند. نتایج حاصل در جدول۲ آمده است.

جدول ۲. مقدار انرژی مصرفی نهاده های مختلف به ازاء هر تن پسته در ترمینال های فراوری

ترمینال	نهاده	واحد	مقدار مصرف نهاده(واحد)	انرژی ($\frac{MJ}{ton}$)
A	الکتریسیته	kWh	۱۱	۱۳۱/۲۳
	سوخت گاز	m^2	۱۹/۵	۹۶۵/۲۵
	نیروی انسانی	hr	۱۸	۳۵/۲۸
B	الکتریسیته	kWh	۱۰/۵	۱۲۵/۲۶
	سوخت گازوئیل	L	۲۶	۱۴۶۳/۸۰
	نیروی انسانی	hr	۱۵	۲۹/۴۰
C	الکتریسیته	kWh	۱۳	۱۵۵/۰۹
	سوخت گازوئیل	L	۲۲	۱۲۳۸/۶۰
	نیروی انسانی	hr	۹/۵۲	۱۸/۶۵

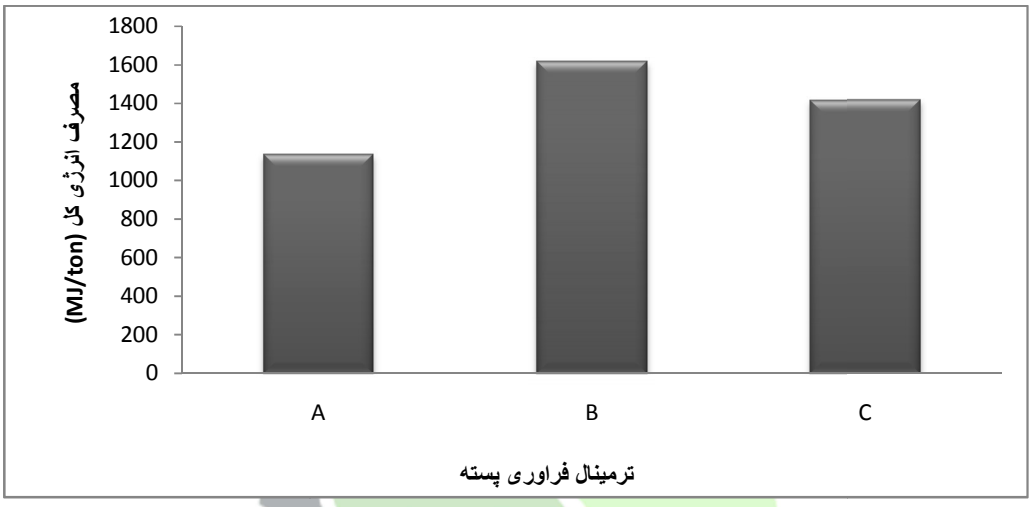
همانطور که در جدول ۲ و شکل ۱ نشان داده شده است بیشترین میزان مصرف انرژی مربوط به سوخت‌های فسیلی گاز و گازوئیل که از منابع انرژی تجدید ناپذیر به شمار می آید، می‌باشد. مصرف بالای انرژی سوخت مربوط به دستگاه های نم‌گیر پسته می‌باشد. مصرف میزان سوخت گاز طبیعی در ترمینال A نسبت به گازوئیل در دو ترمینال B و C کمتر بود.



شکل ۱. درصد انرژی نهاده های مختلف در فرآوری پسته تر

مقایسه مصرف انرژی ترمینال های فراوری

میزان کل مصرف انرژی در ترمینال‌های فراوری A و B و C در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج آزمون واریانس یک طرفه در سطح معنی دار ۵ درصد تفاوت معنی داری را در میزان مصرف انرژی ترمینال‌های مختلف نشان نمی دهد.



شکل۲. درصد کل انرژی ترمینال های فرآوری پسته تر

به منظور مقایسه مصرف انرژی نهاده ها در ترمینال های فرآوری از آنالیز واریانس یکطرفه استفاده گردید.نتایج آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه مصرف انرژی در سه ترمینال فرآوری در سطح احتمال ۵ درصد در ادامه آمده است. نتایج آزمون وجود تفاوت معنی دار را در سطح احتمال ۵ درصد در میزان مصرف انرژی نهاده ها در ترمینال ها نشان نمی دهد. بنابراین مصرف انرژی در سه نهاده مورد بررسی (الکتریسیته، سوخت، نیروی انسانی) در سه ترمینال فراوری A و B و C دارای تفاوت معنی داری نمی باشند.

جدول ۳. نتایج آزمون تجزیه واریانس یکطرفه مصرف انرژی کل در ترمینال های فرآوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	SS	MS	F	P
مصرف کل انرژی	۲	۳۵۸۱۱۴/۳۰	۱۷۹۰۵۷/۱۵	۱/۴۰	۰/۳۱۷
خطا	۶	۷۶۷۳۷۶/۸۵	۱۲۷۸۹۶/۱۴		
کل	۸	۱۱۲۵۴۹۱/۱۵			

به منظور بررسی میزان مصرف انرژی نهاده ها در ترمینال ای مختلف نیز از آزمون تجزیه واریانس یکطرفه در سطح معنی دار ۵ درصد، استفاده گردید. نتایج حاصل در جداول ۴، ۵ و ۶ آمده است. نتایج آنالیز نشان داد میزان مصرف انرژی سوخت، الکتریسیته و نیروی انسانی از نظر آماری تفاوتی ندارند.

جدول ۴. نتایج آزمون تجزیه واریانس یکطرفه مصرف انرژی الکتریسیته در ترمینال های فرآوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	SS	MS	F	P
مصرف انرژی الکتریسیته	۲	۱۴۹۴/۴۱	۷۴۷/۲۱	۰/۳۴۱	۰/۷۲۴
خطا	۶	۱۳۱۶۵/۰۵	۲۱۹۴/۱۸		
کل	۸	۱۴۶۵۹/۴۶			

جدول ۵. نتایج آزمون تجزیه واریانس یکطرفه مصرف انرژی سوخت در ترمینال های فرآوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	SS	MS	F	P
مصرف انرژی سوخت	۲	۳۷۳۹۸۷/۳۷	۱۸۶۹۹۳/۶۸	۲/۰۰	۰/۲۱۶
خطا	۶	۵۶۰۲۹۹/۸۳	۹۳۳۸۳/۳۰		
کل	۸	۹۳۴۲۸۷/۱۹			

جدول ۶. نتایج آزمون تجزیه واریانس یکطرفه مصرف انرژی نیروی انسانی در ترمینال های فرآوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	SS	MS	F	P
مصرف انرژی نیروی انسانی	۲	۴۱۹/۴۳	۲۰۹/۷۱	۲/۰۰	۰/۲۱۶
خطا	۶	۶۲۹/۲۲	۱۰۴/۸۷		
کل	۸	۱۰۴۸/۶۵			

منابع

۱. بی نام، ۱۳۷۷، سازمان بهره وری انرژی ایران (سابا)، ناشر وزارت نیرو– معاونت امور انرژی.

۲. شاکر اردکانی، ا. ۱۳۸۶. برداشت، فرآوری، انبارداری و بسته بندی پسته. انتشارات سازمان ترویج، آموزش و تحقیقات، موسسه تحقیقات پسته کشور. ص ۱۵۰.

۳. شاکر اردکانی، ا. ۱۳۸۵. سیستم تجزیه و تحلیل خطر و کنترل نقاط بحرانی در واحدهای فرآوری پسته. نشریه پسته کشور. شماره ۴۶.

4. Asakereh, A., M. J. Shiekhdavoodi and A. Akram. 2010. Investigation of energy consumption in agriculture sector of Iran and Social Cost. Journal of applied science engineering and technology. 2(5): 401-406.
5. Koocheki, A. 2011.Pulses production systems in term of energy use efficiency and economical analysis in Iran. International Journal of energy economics and policy 4: 95-100.

6. Midilli, A. 2001. Determination of pistachio drying behavior and conditions in a solar dry system. International Journal of energy research. 25: 715-725.
7. Gholami, A., S. Sharifi. 2009. Calculation of energy requirement and energy efficiency for production of major agriculture crops. ARPN Journal of agricultural and biological science. Vol, 4.NO. 2.
8. Polat, R., A. Erol and B. Acer. 2007. Some working parameter and energy use in a pistachio nut processing plant: A case study. Journal of Applied Sciences 7: 151-154.
9. Taheri Gravand. A., A. Asakereh and K. Haghani. 2010. Energy elevation and economic analysis of canola production in Iran a case study: Mazandaran province. International journal of environment, sciences. Vol 1. NO 2.

Evaluation of energy consumption in Kerman pistachio processing terminals (case study, Rafsanjan)

Abolfazl zare nazari bayaz[1*], mohamad hosein raofat[2], farzad azad shahraki[3], maryam zarandi[4]

1- Mechanical engineering graduate of agricultural machineries Azad University of Oghlid
Zare3384@yahoo.com
2- Assistant Professor, Department of agricultural machineries, Azad University of Oghlid
3-Faculty member of agriculture and natural resource center Kerman
4- Mechanical engineering graduate of agricultural machineries Shahid Bahonar University, Kerman

Abstract:

Terminal pistachios processed using different machines that have an important contribution to energy consumption, with careful consideration of energy consumption, energy management can be applied. This paper examines the energy consumption in three terminals of pistachios in Rafsanjan city. Results showed that over 80% of the fuel energy into electric energy and labor and electricity were in the second and third. The average energy consumption of fuel, electricity and labor, equal to the terminals was measured 87.70, 10.98 and 1.32 percent, respectively. There was no difference at a confidence level of 5% on total energy consumption and energy consumption in each of the input terminals pistachios.

Keywords: Energy consumption, pistachios, processed