بررسی تاثیر عوامل مختلف زراعی و ساختاری بر میزان کارایی انرژی برای کشت سیب زمینی در غرب اصفهان (۳۲۷)

محمد قهدریجانی[۱] ، علیرضا کیهانی[۲] ، سید احمد طباطبائی فر[۳] ، محمود امید[۴]

چکیده

منطقه غرب اصفهان (فریدن و فریدون شهر) از جمله مهم ترین مناطق تولید کننده سیب زمینی در کشور محسوب می شوند. در این پژوهش علاوه بر تعیین میزان مصرف انرژی برای کشت سیب زمینی به بررسی اثر عوامل مختلف زراعی همچون نظام زراعی و اندازه زمین های زراعی و همچنین عوامل ساختاری از جمله مالکیت زمین و مالکیت ماشین بر میزان کارایی انرژی پرداخته شده است. بدین منظور بین سیب زمینی کاران منطقه تعدادی پرسش نامه توزیع گردید. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که بیشترین سهم مصرف انرژی در محصول سیب زمینی مربوط به انرژی شیمیایی با متوسط ۵۱ درصد (ک د و به ویژه ازت) بوده و کمترین میزان سهم مصرف انرژی مربوط به انرژی بیولوژیک با متوسط ۲ درصد (کارگر) بوده است. همچنین مشخص شد که اثر سطوح مختلف کشت (اندازه زمین) برای محصول سیب زمینی بر میزان کارایی (نسبت) انرژی در سطح یک درصد معنی دار می باشد به نحوی که با افزایش سطوح زیر کشت برای سیب زمینی از زیر یک هکتار به بالای ۵ هکتار میانگین کارایی (نسبت) انرژی از ۱/۳ تا ۲/۰۸ افزایش یافت. با توجه به نتایج به دست آمده مشخص گردید که اثر نظام های مختلف زراعی بر میزان نسبت انرژی در سطح یک درصد معنی دار می باشد. همچنین مالکیت تراکتور و نوع تراکتور بر میزان انرژی سوخت مصرفی در هکتار دارای اثر معنی داری در سطح یک درصد بود. ترغیب و تشویق کشاورزان منطقه و ایجاد زمینه های لازم برای تشکیل تعاونی ها جهت استفاده از ماشین ها و ادوات از طریق سازمان جهاد کشاورزی استان و همچنین جایگزینی تراکتورهای فرسوده با سن بیشتر از ۲۵ سال می تواند در افزایش کارایی و بهره وری انرژی موثر واقع گردد.

کلیدواژه: نسبت انرژی، سیب زمینی، مالکیت زمین، مالکیت ماشین، نظام زراعی

۱- دانشجوی دکتری مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه آزاد علوم و تحقیقات تهران، پست الکترونیک: Ghahderijani2005@yahoo.com
۲- دانشیار گروه مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه تهران
۳- استاد گروه مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه تهران
۴- دانشیار گروه مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه تهران

مقدمه

کشاورزی یک فرآیند تبدیل انرژی است. در این فرآیند انرژی نوری خورشید، فرآورده‌های سوخت‌های فسیلی و الکتریسیته، به غذا و الیاف موردنیاز انسان تبدیل می‌گردد. تأمین غذا و نیازهای جمعیت روزافزون جامعه بشری نیاز به سرمایه‌گذاری بیشتری در زمینه انرژی به عنوان یک نهاده داشته است به نحوی که طی قرن‌ها، نیروی حیوانات به خدمت گرفته شده و کمی بعد بشر با کنترل کردن نیروی آب و باد، آنها را جایگزین نیروی حیوانات کرد. با این تغییرات ضمن آزاد شدن وقت و انرژی بیشتری از انسان، نیروی بیشتر و ارزانتری نسبت به گذشته در اختیار او قرار گرفت. (۲). پژوهش‌ها نشان داده است که با رشد مکانیزاسیون و اس فاده از مواد شیمیایی در کشاورزی، کارایی(نسبت) انرژی به تدریج کاهش می یابد (۷). در گذر زمان نیز کارایی انرژی مصرفی در سیستم‌های کشاورزی کاهش یافته و کشاورزی اولیه ضمن داشتن پایداری بیشتر نسبت به کشاورزی فشرده و مدرن امروزی، کارایی به مراتب بهتری داشته است (۱۶). این در حالی است که با توجه به افزایش روزافزون جمعیت، محدودیت در منابع آب و خاک، مکانیزاسیون به معنای خاص و عام آن و با هدف افزایش تولید در واحد سطح یک ضرورت به شمار می‌رود و ما برای انجام کارهای کشاورزی و مکانیزه کردن آنها مقادیر زیادی انرژی مصرف می‌کنیم و هزینه‌های قابل توجهی را برای تأمین قدرت موردنیاز در مکانیزاسیون می‌پردازیم. با این نگرش تجزیه و تحلیل بنیادی در مورد انرژی و منابع آن لازم به نظر می‌رسد. تجزیه و تحلیل انرژی مصرفی، انرژی تولیدی و تأثیر نهاده‌ها و شرایط مختلف بر روابط موجود طی فرآیند تولید برای کلیه محصولات کشاورزی امکان‌پذیر می‌باشد. برای هر سیستم کشاورزی نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی متناسب با کارایی سیستم می اشد. لزوماً سیستمی که کارایی انرژی بالاتری دارد، عملکرد بیشتری ندارد. بلکه موضوع سود و سرمایه است که ممکن است یک نرخ سود پایین برای یک سرمایه‌گذاری بزرگ، مقدار منفعت بیشتری از یک نرخ سود بالا و سرمایه‌گذاری اندک داشته باشد (۷). سینگ و همکاران (۲۰۰۴)در تحقیقی نشان دادند که استفاده از ارقام پرمحصول، سیستم‌های کشت فشرده، افزایش مصرف کودها و سموم شیمیایی و سطح بالای مکانیزاسیون کشاورزی، افزایش مصرف انرژی در کشاورزی مدرن را سبب شده است(۱۸). ازکان و همکاران (۲۰۰۴) نیز اعلام کردند که میزان انرژی ورودی در کشت ۳۶ محصول عمده ترکیه، به‌ازای هر هکتار از ۱۷/۴ به ۴۷/۴ گیگاژول در هکتار افزایش یافته است. در حالی که میزان خروجی انرژی طی همین مدت با رشدی کمتر، از ۳۸/۸ به ۵۵/۸ گیگاژول در هکتار رسیده است. بدین ترتیب طی ۲۵ سال کارایی انرژی در ترکیه از ۲/۲۳ به ۱/۱۸ کاهش یافته است (۱۵). اوهلین (۱۹۹۸) نیز وضعیت روند کاهش بهره‌وری انرژی در کشاورزی سوئد را نگران کننده توصیف می‌کند. البته در تمامی زیربخش‌های کشاورزی، میزان بهره‌وری انرژی خورشیدی افزایش یافته است که به افزایش عملکرد مربوط می‌شود. از بین منابع انرژی حمایتی، کودهای شیمیایی در راستای افزایش بهره‌وری انرژی خورشیدی بزرگترین نقش را ایفا کرده‌اند (۱۹)، کوچکی و حسینی (۲۰۰۴)، کارایی انرژی را برای تولید چند محصول کشاورزی در استان خراسان برآورد ک دند. برمبنای محاسبات ایشان،کارایی انرژی تولید سیب‌زمینی در مشهد و نیشابور، به ترتیب ۰/۷۵ و ۰/۷ بوده است (۲). صفا و طباطبایی فر(۲۰۰۲) انرژی لازم برای تولید گندم آبی و دیم را در منطقه ساوه به ترتیب ۱۰/۵ و ۱۰/۶ مگاژول بر کیلوگرم برآورد کردند که بیشترین منبع مصرفی انرژی سوخت تشخیص داده شد که برای اراضی آبی ۶۷٪ و برای اراضی دیم ۵۲٪ محاسبه شد (۱۷).

در تحقیق حاضر چندین روش مختلف متداول تولید سیب‌زمینی در غرب اصفهان (فریدن و فریدون‌شهر) مورد بررسی قرار گرفته است که نهایتاً هدف از تحقیق بررسی و تحلیل مسائل زیر می باشد:

۱- تعیین میزان سهم هر یک از نهاده‌های مصرفی از نظر مصرف انرژی در تولید محصول سیب‌زمینی.
۲- بررسی تاثیر عواملی مانند: سطوح مختلف کشت(اندازه زمین)، مالکیت زمین و نوع نظام زراعی در کارایی انرژی و همچنین اثر مالکیت و نوع تراکتور در میزان مصرف انرژی سوخت در تولید سیب‌زمینی

مواد و روش ها

تحقیق حاضر از لحاظ هدف کاربردی است، چون نتایج آن برای برنامه‌ریزان، دست‌اندرکاران سیاست‌های توسعه کشاورزی کشور قابل استفاده می‌باشد. متغیرهای تحقیق شامل متغیرهای مستقل و وابسته است. متغیر وابسته این تحقیق عبارت است از کارایی(نسبت) انرژی. (نسبت انرژی خروجی یا ستانده به انرژی ورودی یا نهاده). برای دستیابی به اطلاعات مورد نیاز پرسش‌نامه‌های مقدماتی طراحی شد که برای پیش آزمون اولیه در مصاحبه با تعدادی کشاورزان در ۲ منطقه مورد ارزیابی قرار گرفت.

متغیرهای مستقل تحقیق عبارت اند از: سطوح مختلف زیر کشت (مساحت)، مالکیت زمین، مالکیت تراکتور و ادوات، نظام های مختلف زراعی. با توجه به آمار موجود در سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان و جهاد کشاورزی شهرستان های فریدن و فریدون شهر و همچنین تکمیل پرسش نامه ابتدایی در نهایت برای محصول سیب زمینی سه سطح در نظر گرفته شد. سطوح مختلف کشت برای سیب زمینی عبارت اند از: ۱- زیر یک هکتار ۲- یک تا پنج هکتار ۳- بالای پنج هکتار(جدول ۱).

مالکیت زمین به دو سطح ۱- شخصی ۲- اجاره ای تقسیم بندی گردید.در مورد مالکیت اشین و ادوات، سطوح به سه قسمت ۱- شخصی ۲- شراکتی (تعاونی) ۳- خدمات خصوصی تقسیم بندی شد.

کشاورزان منطقه عمدتا علاوه بر کار کشاورزی به فعالیت هایی از قبیل دامپروری و باغبانی اشتغال دارند. نظام زراعی در منطقه به چهار گروه ۱- زراعت ۲- زراعت و دامپروری ۳- زراعت و باغبانی ۴- زراعت، دامپروری و باغبانی تقسیم شد.

جامعه آماری این تحقیق شامل سیب‌زمینی‌کاران شهرستان‌های فریدن و فریدون‌شهر می‌باشند. تعداد سیب‌کاران شهرستان فریدون‌شهر بالغ بر ۱۴۳۰ نفر هستند و همچنین تعداد سیب‌زمینی کاران شهرستان فریدن ۱۷۵۰ نفر بودند(بی نام ۲۰۰۶). در این مطالعه از روش نمونه‌گیری *تصادفی ساده دو مرحله ای* استفاده شده است. نمونه گیری تصادفی در واقع آسان ترین روش نمونه گیری است و نتایج آن با رعایت اصول نمونه گیری قابل اعتماد و قابل تعمیم به کل جامعه است.دلیل دیگر جهت انتخاب این روش نمونه گیری هماهنگی و تطابق آن با روش اتخاذ شده توسط مرکز آمار ایران و سازمان مدیریت و برنامه ریزی در آمارگیری کشور است. در این روش نمونه گیری، احتمال انتخاب در هر مرحله برای کلیه واحدهای جامعه یکسان است(۴). بر این اساس در مرحله اول از بین ۵ دهستان فریدون شهر و ۹ دهستان فریدن مجموعا ۶ دهستان به صورت تصادفی انتخاب گردید. در مرحله بعدی روستاهای موجود در هر دهستان فهرست گردید که شامل ۹۶ روستا ود. سپس از این تعداد روستا، ۲۵ روستا به طور تصادفی انتخاب گردید و فهرست کشاورزان آن تهیه شد. سپس با استفاده از نمونه گیری تصادفی و با انتساب متناسب پرسش نامه ها بین آن ها توزیع گردید.

برای پیدا کردن حجم نمونه از فرمول کوکران استفاده شده است. کوکران برای محاسبه تعداد نمونه لازم در روش نمونه گیری تصادفی فرمول زیر را ارائه کرده است(۴).

$$n = \frac{Nt^2S^2}{Nd^2 + t^2S^2}$$

که در آن N، اندازه جامعه آماری یا تعداد زارعین(سیب کار)، t ضریب اطمینان قابل قبول که با فرض نرمال بودن توزیع صفت مورد نظر از جدول t استیودنت به دست می آید. S^2 برآورد واریانس صفت مورد مطالعه در جامعه که در این جا واریانس کارایی انرژی در مناطق مورد مطالعه است، d دقت احتمالی مطلوب (نصف فاصله اطمینان) و n حجم نمونه است. بدین ترتیب حجم نمونه از طریق فرمول کوکران به دست آمد که ۳۱۱ نفر برای سیب‌زمینی‌کاران تخمین زده شد.جهت افزایش دقت محاسبات این رقم به ۳۲۰ نفر افزایش یافت. سپس این تعداد متناسب با جمعیت سیب زمینی کاران دو شهرستان توزیع گردید (جدول ۱).

جدول ۱ تعداد پرسش نامه های توزیع شده بین کشاورزان منطقه در سطوح مختلف

سطوح زیر کشت	فریدن	فریدون شهر	جمع
زیر ۱ هکتار	۶۰	۵۰	۱۱۰
بین ۱ تا ۵ هکتار	۷۰	۴۰	۱۱۰
بیش از ۵ هکتار	۷۰	۳۰	۱۰۰
جمع	۲۰۰	۱۲۰	۳۲۰

ذکر این نکته لازم است که علاوه بر پرسش نامه جهت تکمیل اطلاعات از روش های مصاحبه و تحقیق میدانی نیز استفاده شده است. جهت محاسبه مصرف سوخت در هکتار به این صورت عمل شد که قبل از شروع عملیات (شخم، دیسک یا ..) باک تراکتور پر و سرریز می‌شد و پس از انجام عملیات در یک هکتار، با استفاده از ظروف مدرج اقدام به سرریز کردن باک کرده و میزان سوخت مصرفی اندازه گیری می شد. برای محاسبه مقدار انرژی مصرفی در انجام عملیات مختلف یا محتوای انرژی موجود در نهاده‌ها، از هم‌ارزها (جدول۲) و فرمول‌های استخراج شده از منابع مختلف استفاده شده است.

جدول ۲ هم ارزهای انرژی برای نهاده های مورد استفاده در تولید سیب زمینی

نهاده ها	معادل انرژی (مگاژول بر واحد)	منابع
کودهای شیمیایی (kg)		(۱۰) (۱۱) (۱۳)
ازت	**۷۸/۱**	
فسفر	**۱۷/٤**	
پتاسیم	**۱۳/۷**	
سوخت (L)		(۱۱)
گازوئل	**٤۷/۸**	
بنزین	**٤٦/۳**	
بذر (kg)	**۹۳**	(۱۱)
سم (L)		(۱۱) (۱۴)
علف کش ها	**۸۵**	
قارچ کش ها	**۱۱۵**	
حشره کش ها	**۲۹۵**	
ماشین و ادوات (h)	**۱۳۸**	(۱۱)
کارگر(h)	**۰/۲۷ – ۱/۹٦**	(۱۱) (۱۲) (۱۰) (۱۳)

علاوه بر استفاده از هم ارزهای انرژی ارائه شده در جدول ۲، برای محاسبه میزان انرژی مصرفی برای آبیاری از رابطه ذیل استفاده شد(۸):

$$DE = \frac{\gamma g H Q}{\varepsilon_p \varepsilon_q}$$

DE: انرژی مستقیم (ژول بر هکتار)

γ: چگالی آب ($1000\ kg/m^3$)

g: شتاب گرانش (m/s^2)

Q: میزان کل آب مورد نیاز جهت محصول در یک فصل زراعی(m^3/ha)

H: هد دینامیکی چاه

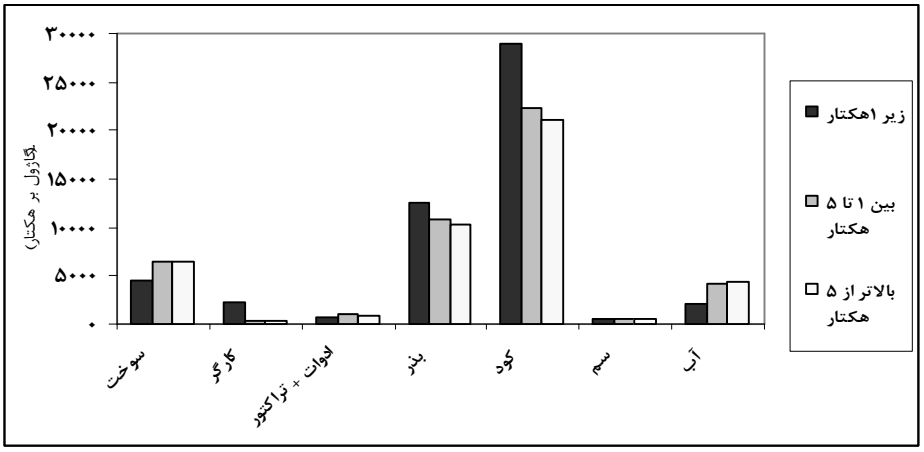
ε_p: بازدهی پمپ (تابع ارتفاع عمودی بالابر، سرعت و جریان آب) معمولا برابر ۰/۷-۰/۹

ε_q: بازدهی کل تبدیل انرژی و توان(برای پمپ های برقی معمولا رابر ۰/۱۸-۰/۲ در نظر گرفته می ود.

بعد از انجام مصاحبه با کشاورزان و تکمیل پرسش نامه ها، داده‌های خام استخراج شده از پرسش نامه به تفکیک کاربر و جهت تعیین اثر پارامترهای مورد نظر در این تحقیق که عبارت بودند از: اندازه زمین، مالکیت زمین، مالکیت تراکتور و ادوات و نوع نظام زراعی بر نسبت انرژی از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی استفاده گردید به طوری که پارامتر اندازه زمین ثابت در نظر گرفته شد و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن انجام رفت. در این راستا از نرم‌افزار SPSS 13 استفاده گردید و نمودارها به وسیله نرم افزار Excel ترسیم گردید.

نتایج و بحث

تحقیقات در مورد تعیین میزان مصرف انرژی برای سیب زمینی نشان داد که مصرف کود با متوسط ۵۱ درصد از کل مصرف انرژی بیشترین میزان سهم انرژی را به خود اختصاص داده است(شکل ۱). همچنین با افزایش سطح زیر کشت مشاهده می شود که کود مصرفی کاهش یافته است. در این بین کودهای ازته نقش اصلی را در ازدیاد مصرف انرژی داشتند.



شکل ۱ سهم هر یک از نهاده های مختلف در میزان مصرف انرژی در سطوح مختلف برای سیب زمینی

در منطقه مورد مطالعه معمولا از کود پتاسه برای سیب زمینی بسیار کم استفاده می شود. چنان که عنوان شد سهم کود های شیمیایی وحیوانی در فریدن و فریدون شهر بیش از نیمی از انرژی ورودی می باشد(۲۵/۶ گیگاژول در هک ار). این نسبت برای کشت سیب زمینی در استان خراسان ۲۷ درصد گزارش شده است (۲). به نظر می رسد که علت اختلاف نتیجه حاصل از تحقیق حاضر با مقدار گزارش شده در کشت سیب زمینی در استان خراسان به علت عدم تحقیقات لازم در زمینه مصرف انرژی در این منطقه و احتمالا آگاهی ناکافی کشاورزان می باشد. متأسفانه در برخی از مزارع سیب‌زمینی فریدن و فریدون شهر اصفهان، بیش از ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و فسفات آمونیومی مصرف می شود. در صورتی که میزان مناسب کود برای ازت برای کشت سیب زمینی در منطقه حداکثر ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار است(۶) نیاز سیب‌زمینی به فسفر در مقایسه با ازت و پتاسیم بسیار کمتر است. این نتایج مطابق با گزارش معمارزاده می‌باشد (۵). میزان انرژی بذر با متوسط ۲۴ درصد بعد از کود بیشترین سهم انرژی مصرفی را به خود اختصاص داده است. چنان که از روی شکل ۱ نیز کاملا مشخص است بذر کاشته شده در مزرعه با افزایش سطح زیر کشت، کاهش یافته است. در سطوح زیر یک هکتار (به خصوص در فریدون شهر) بذر به صورت دستی کشت می شود. بعد از بذر بیشترین مصرف انرژی با متوسط ۱۲ درصد از کل مصرف انرژی مربوط به سوخت بوده است (شکل۱). چنان که از روی شکل ۱ نیز مشخص است مصرف سوخت در سطوح زیر یک هکتار، کمترین مقدار را در بین دیگر سطوح دارد. علت این امر ناشی از به کارگیری نیروی کارگری به جای ماشین در اغلب عملیات ها (بجز عملیات خاک ورزی) می باشد. کلیه عملیات های کاشت، داشت و برداشت با دست انجام می گیرد. انرژی آب بعد از انرژی سوخت با متوسط ۸ درصد از کل مصرف انرژی بیشترین سهم مصرف انرژی را در کشت سیب زمینی در منطقه به خود اختصاص داده است. در این خصوص ، در سطوح زیر یک هکتار به علت استفاده از آب جوی ها (کانال ها) و چشمه به جز نیروی کارگری، انرژی خاصی برای آبرسانی لازم نیست.متوسط دفعات انجام آ اری در منطقه ۸ تا ۱۰ بار می باشد. در بین انرژی کارگری که با متوسط ۲ درصد از کل مصرف انرژی در ردیف بعدی قرار دارد تنها سطوح زیر یک هکتار با ۲/۲ گیگاژول در هکتار انرژی چشمگیری را به خود اختصاص می دهد.این نتیجه دو برابر مقدار گزارش شده برای کشت گندم برای منطقه فریدن می باشد(۳).که علت اختلاف دو مقدار مذکور را می توان در تفاوت تعداد نیروی انسانی مورد نیاز برای عملیات برداشت و پس از برداشت محصولات مورد بحث جستجو کرد.بر اساس یافته های حاصل از تحقیق حاضر، ۳۸ درصد نیروی انسانی مورد نیاز برای جمع آ ری و برداشت محصول را زنان تشکیل می دهند. سهم انرژی مصرفی جهت استهلاک ادوات و تراکتور ۲ درصد از کل انرژی مصرفی را شامل می شود.همچنین مشخص شد که انرژی سم کمترین میزان انرژی مصرفی را در بین دیگر نهاده ها به خود اختصاص داده است.

در این تحقیق میزان کارایی(نسبت) مصرف انرژی در تولید سیب زمینی به دست آ مده و اثر عوامل مختلفی همچون اندازه زمین، مالکیت زمین ، مالکیت ادوات و ماشین ها و نوع نظام زراعی بر میزان کارایی (نسبت) انرژی مورد بررسی قرار گرفت.

الف)اثر مساحت زمین و نظام زراعی بر کارایی(نسبت) انرژی برای محصول سیب زمینی

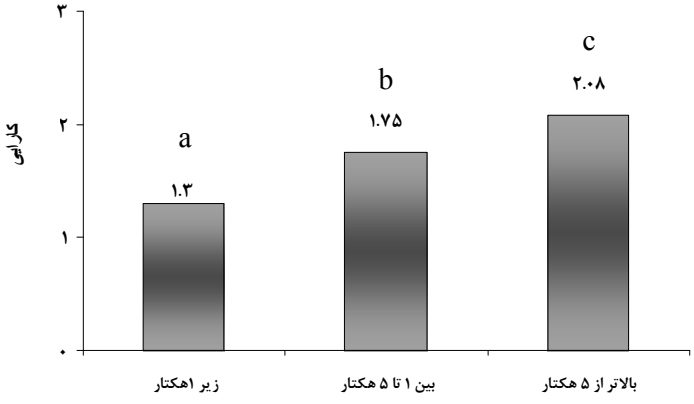
نسبت انرژی محاسبه شده در سطوح مختلف کشت سیب زمینی در شکل ۲ نشان داده شده است. چنان که مشخص است با افزایش سطح زیر کشت، نسبت انرژی نیز افزایش یافته است. چنان که از جدول تجزیه واریانس ۳ مشخص است سطح زیر کشت در سطح یک درصد اثر معنی داری بر نسبت انرژی داشته است.

جدول ۳ تجزیه واریانس کارایی انرژی در سه سطح مساحت و چهار سطح نظام زراعی برای محصول سیب زمینی

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
اندازه زمین	۲	۱/۳٤	۰/٦۷۳	۲۷/۱٤**
نظام زراعی	۳	۰/۳۳۹	۰/۱۱۳	٤/٥٥**
اندازه زمین* نظام زراعی	٥	۰/۱۸۸	۰/۰۳۸	۱/٥۱ ns
تکرار	۱۰۹	۲/٤۷	۰/۰۲۳	۰/۹۱٦
خطا	۲۰۰	٤/۹٦	۰/۰۲٥	
مجموع کل	۳۲۰	۹۷۰/۹۰		

ns:غیر معنی دار *: در سطح ٥ درصد معنی دار **: در سطح یک درصد معنی دار

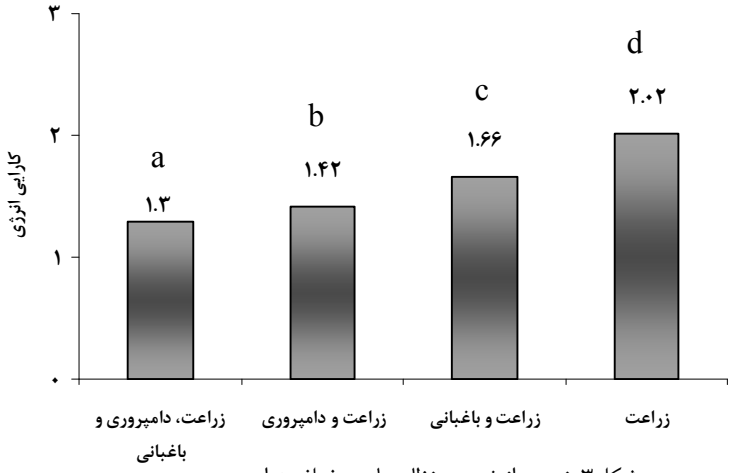
بر اساس مقایسه میانگین های ارائه شده در شکل۲ بیشترین میزان نسبت انرژی با متوسط ۲/۰۸ مربوط به سطوح بالای پنج هکتار و کمترین آن با متوسط ۱/۳ مربوط به سطوح زیر یک هکتار می باشد.علت آن این است که عمده عملیات کشاورزی در سطوح بالا به صورت مکانیزه انجام می گیرد، و جهت کاشت، اشت و برداشت از ماشین های مختلف استفاده می ردد و استفاده از نهاده ها با مدیریت بهتری انجام می گیرد.نتیجه اخیر با تحقیقات قهدریجانی(۲۰۰۷) یرای کشت گندم همخوانی دارد(۳). ارجمند و حسن زاده(۲۰۰۴) در ارزیابی کشت سیب‌زمینی در استان آذربایجان‌شرقی کارایی انرژی را ۳/۳ برآ رد کردند(۱). میزان انرژی ورودی برابر با ۶۵ گیگاژول در هکتار برآورد شد که بذر، ماشین ها و سوخت بیشترین سهم را در انرژی ورودی داشتند. میزان انرژی خروجی ۲۱۵ گیگاژول (معادل بیش از ۶۰ تن محصول) گزارش شده است. همچنین حاج سید در تحقیقی که در سال ۲۰۰۶ در مناطق فیروزکوه، اردبیل، همدان و خراسان انجام داد نسبت انرژی را برای محصول سیب زمینی ۰/۹۸ براورد کرد (در این تحقیق میزان انرژی ورودی ۱۸۷۴۷۱۸۳/۲ کیلو کالری و انرژی خروجی ۱۸۵۱۰۷۸۹ کیلو کالری براورد شد (۹).



شکل ۲ نسبت انرژی در سطوح مختلف زیر کشت

چنان که از جدول ۳ مشخص است غیر از سطوح مختلف که مورد بررسی قرار گرفت، نوع نظام زراعی در سطح یک درصد اثر معنی داری بر کارایی انرژی دارد.با توجه به شکل ۳ مشاهده می شود که کمترین میزان نسبت انرژی مربوط به کشاورزانی است که علاوه بر کار زراعت به دامپروری و باغبانی نیز مشغولند. یکی از دلایلی که این نوع نظام زراعی (زراعت، دامپروری و باغبانی) را از کارایی پایینی برخوردار کرده است این است که عمده این کشاورزان از قطعات کوچک و خرده بهره می برند به گونه ای که مجموعه کشاورزی، دامپروری و باغ خود را در یک منطقه نزدیک به هم گرد آورده اند و در پاره ای ارد یکی را بر دیگری ترجیح می دهند (در پاره ای ارد کشاورزان، کود مورد نیاز درختان باغ را در پاره ای موارد صرف زراعت می کردند و یا در پاره ای از مواقع نوبت آبیاری زراعت ود را در باغبانی مصرف می کردند). نظام زراعی که تنها به کار کشاورزی مشغول بوده اند با متوسط

کارایی ۲/۰۲در یک گروه جدا طبقه بندی شده است (شکل۳). اثر متقابل سطوح مختلف و نظام زراعی تاثیر معنی داری بر کارایی انرژی نداشته است.



شکل۳. نسبت انرژی در نظام های مختلف زراعی

ب)اثر مساحت زمین و مالکیت زمین بر کارایی(نسبت) انرژی برای محصول سیب زمینی

در منطقه مورد مطالعه کشاورزان معمولا زمین را جهت کشت گندم، کلزا یا یونجه اجاره می کنند زیرا قیمت این سه محصول معمولا هر ساله از سوی وزارت جهاد کشاورزی به صورت تضمینی اعلام می شود و کشاورزان با آسودگی خاطر بیشتری به کشت محصول می پردازند. این در حالی است که ۸۰ درصد سیب زمینی منطقه در سال ۲۰۰۴ پس از شیرین شدن در انبارها به یک باره آتش زده شد. بنابراین کشت سیب زمینی در منطقه (به خصوص در چند سال اخیر) با ریسک فراوان روبرو شده است. از این رو کشاورزان تمایل کمتری به اجاره زمین و کشت سیب زمینی دارند. در بین کشاورزان سیب کار منطقه در سال زراعی ۸۵ تنها ۴ درصد از کشاورزان اقدام به اجاره زمین جهت کشت سیب زمینی کرده بودند.

جدول ٤. تجزیه واریانس کارایی انرژی درسه سطح مساحت و دو سطح مالکیت زمین برایمحصول سیب زمینی

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
اندازه زمین	۲	٤/١٤	۲/۰۷	۷۲/٤۷**
مالکیت زمین	۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۱۷۲ ns
اندازه زمین* مالکیت زمین	۲	۰/۱۱۸	۰/۰۵۹	۲/۰٦ ns
تکرار	۱۰۹	۲/۹۵	۰/۰۲۷	۰/۹۸٤
خطا	۲۰۵	۵/۸٦۱	۰/۰۲۹	
مجموع کل	۳۲۰	۹۷۰/۹۰		

ns:غیر معنی دار *: در سطح ۵ درصد معنی دار **: در سطح یک درصد معنی دار

همانطور که در جدول۴ نشان داده شده است، اثر کارایی انرژی با مالکیت زمین در هیچ سطحی معنی دار نشده است. علت این امر، تعداد بسیار کم کشاورزانی است که زمین را اجاره کرده ند. این تعداد محدود نیز در سطوح مختلف زمین اقدام به کشت کرده اند.

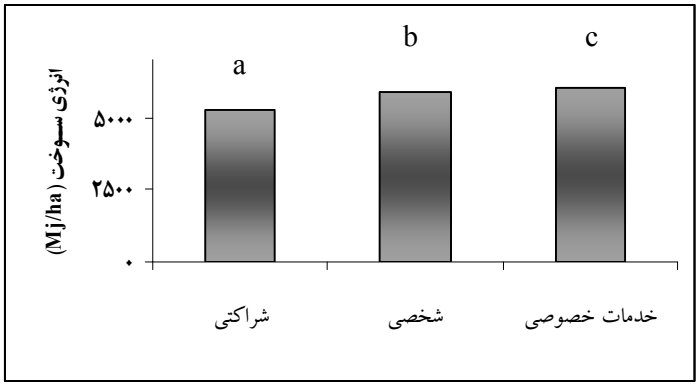
ج) بررسی اثر مالکیت تراکتور و نوع تراکتور در انرژی سوخت برای کشت سیب زمینی (میزان سوخت مصرف شده در هکتار)

جهت کشت سیب زمینی از عملیات خاک ورزی تا پس از اشت(حمل و نقل) انرژی سوخت مصرف می شود. همانطور که در جدول۵ نشان داده شده است، اثر انرژی سوخت با مالکیت تراکتور و نوع تراکتور در سطح یک درصد معنی دار شده است. اثر متقابل مالکیت و نوع تراکتور تاثیر معنی داری در انرژی سوخت نداشت.

جدول ۵. تجزیه واریانس انرژی سوخت (MJ/ha) در سه سطح مالکیت ت کتور و پنج سطح مدل تراکتور

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
مالکیت ت ور	۲	۱۸۰٦۰۸۲۵/۱۷۲	۹۰۳۰٤۱۲/۵۵	۷/٤٦**
نوع تراکتور	٤	۳۱۸۸۳۹۳۵/۱۹	۷۹۷۰۹۸۳/۷۹	٦/۵٦**
نوع ت اکتور* مالکیت تراکتور	۸	.۱٦۷۳٦۷۹۲/۰۲	۲۰۹۲۰۹۹	۱/۷۲ ns
تکرار	۱۰۹	۳٦۹۰۳۰۱۹/۷۲	۳۳۸۵۵۹/۸۱	۰/۲۷۸
خطا	۱۹٦	۲۳۸۱۰۰٦۹٤/٤۲	۱۲۱٤۷۹۹۷۹/٤٦	
مجموع کل	۳۲۰	۱۱۱۰۹۸۵۰۰۰۹/۰٤		

غیر معنی دار *: در سطح ۵ درصد معنی ار **: در سطح یک درصد معنی دار ns:



شکل۴. میزان انرژی سوخت مصرفی برای مالکیت های متفاوت تراکتور

از طرفی با مراجعه به شکل ۴ مشاهده می شود که مالکیت شراکتی در کشت سیب زمینی با متوسط ۵۲۸۲/۷۷۵ مگاژول در هکتار در وضعیت بهتری از دو مالکیت دیگر

یعنی شخصی با متوسط ۵۸۵۱/۱۵ و مالکیت خصوصی با متوسط ۵۹۹۲/ ۵۲۲ مگاژول در هکتار از نظر مصرف سوخت قرار دارد.(این مالکان که تقریبا ۱۷ درصد از کشاورزان سیب زمینی کار را شامل می شوند مشکلاتی را که برای گندم کاران در چند سال اخیر به وجود آمده ندارند(بحث پراکندگی کار به دلیل کشت مکمل کلزا) . بعد از مالکان شراکتی، مالکان شخصی و خدمات خصوصی در یک گروه (وضعیت) قرار گرفته اند و تفاوت معنی دار بین آن ها دیده نشده است. اثر تراکتورهای مختلف در میزان انرژی سوخت نیز در جدول مقایسه میانگین ۶ مشاهده می ود.. به نحوی که مشخص است مصرف سوخت تراکتورهای MF285 و MF399 و JD2040 کمتر از دیگر تراکتورها می باشد. همچنین بیشترین میزان مصرف انرژی مربوط به تراکتور U650 و JD3140 می باشد.

جدول٦ . مقایسه میانگین انرژی سوخت (MJ/ha) در پنج سطح نوع تراکتور با استفاده از آزمون دانکن(٥٪)

نوع تراکتور	فراوانی	زیر مجموعه		
		a	b	c
مسی فرگوسن ۳۹۹	۱۰	۵۳۲۲/۷۸۲		
مسی فرگ سن ۲۸۵	۱٦۷	۵۳۷۱/۹٤۹		
جاندیر ۲۰٤۰	۱۵	۵۷۵۷/٤۵۱	۵۷۵۷/٤۵۱	
یونیورسال (رومانی) ٦۵۰	۱۱۳		٦۳٦۲/۱۱۷	٦۳٦۲/۱۱۷
جاندیر ۳۱٤۰	۱۵			٦٤۹۰/۳۸

نتیجه گیری و پیشنهاد ها:

۱- بررسی نتایج به دست آمده حاکی از آن است که بیشترین سهم مصرف انرژی در محصول سیب زمینی مربوط به انرژی شیمیایی با متوسط۵۱ درصد(کود و به ویژه ازت) بوده است و کمترین میزان سهم مصرف انرژی مربوط به انرژی بیولوژیک با متوسط ۲ درصد (کارگر) بوده است.

۲- اثر سطوح مختلف کشت برای محصول سیب زمینی بر میزان کارایی(نسبت) انرژی در سطح یک درصد معنی دار گردید به نحوی که با افزایش سطوح زیر کشت برای سیب زمینی از زیر یک هکتار به بالای ۵ هکتار میانگین کارایی انرژی نیز افزایش یافت.

۳- اثر نوع نظام زراعی بر میزان نسبت انرژی در سطح یک درصد معنی دار گردید. درحالی که مالکیت زمین فاقد اثر معنی دار بر میزان نسبت انرژی داشته است

۴- .اثر عوامل مالکیت تراکتور و نوع تراکتور بر میزان مصرف انرژی سوخت در سطح یک درصد معنی دار گردید.

جهت بهبود شاخص های انرژی در کشت سیب زمینی ، پیشنهادهای ذیل ارائه می گردد:

۱- با توجه به این که حداکثر میزان کارایی انرژی برای هر دو محصول، در اراضی با مساحت بالا (۵ هکتار) به دست آمد، بنابراین توصیه می گردد، با توجه به خرد بودن و پراکنده بودن اراضی در منطقه مورد تحقیق، کشاورزان این منطقه با تشکیل شرکت های تعاونی، حتی المقدور اقدام به یکپارچه سازی اراضی زراعی خود کنند.

۲- برای کاهش مصرف سوخت در عملیات های مختلف به ویژه خاک ورزی ،روش های زیر می تواند مفید واقع شود: انجام به موقع عملیات زراعی، انجام سرویس های روزانه و تعمیرات به موقع، مدیریت صحیح و جلوگیری از رفت و آمدهای غیرضروری، انتخاب تراکتور و ادوات مناسب و ....

۳- فراهم نمودن تسهیلات و امکانات لازم جهت جایگزین کردن تراکتورهای قدیمی و فرسوده، تمین و توسعه مکانیزاسیون در رابطه با ماشین های کاشت، اشت و برداشت .

منابع و مراجع:

۱- ارجمند، ا. و ع. حسن زاده قورت تپه، ۱۳۸۳، ارزیابی بیلان انرژی زراعت سیب زمینی در استان آذربایجان شرقی ، هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، شهید چمران اهواز.

۲- کوچکی ، ع. ، م. حسینی و ح . خزایی. ۱۳۷۶، نظام های کشاورزی پایدار، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۳- قهدریجانی، محمد. ۱۳۸۶. تعیین میزان مصرف انرژی برای تولید گندم و سیب زمینی در سطوح مختلف کشت در غرب اصفهان، پاییان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.

۴- منصورفر، ک. ۱۳۷۶، روش های آماری، انتشارات دانشگاه تهران

۵- معمار زاده ، ع. ۱۳۷۳. گزارش نهائی طرح بررسی اثر کود ازته توام با تراکم بوته بر میزان عملکرد محصول سیب زمینی ،وزارت کشاورزی ، سازمان تحقیقات ، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی همدان.

۶- مقصودی، ح. ۱۳۸۴، بررسی وضعیت پایداری کشت سیب زمینی در شهرستان فریدون شهر پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

۷. Darlington , D., 1997. What is efficient agriculture? Available at URL: http:// www.veganorganic .net/agri.htm

۸. Ercolia, L., M. Mariottib, A. Masonib and E. Bonaria, 1999. Effect of irrigation and nitrogen fertilization on biomass yield and efficiency of energy use in crop production of Miscanthus. Field Crops Research , Vol 63. pp 68-81

۹. Haj Seyed Hadi M.R .2006. Energy Efficiency and Ecological Sustainability in Conventional and Integrated Potato Production . System.www.actapress. comPaperInfo. Aspx PaperID=23135

۱۰. Kennedy S. Energy use in American agriculture. Sustainable Energy Term Paper 2000. 5/1/2000.

۱۱. Kitani,O. CIGR, Handbook of agricultural engineering volume 5, Energy & Biomass Engineering.1998. ASAE publication

۱۲. Mandal KG, Saha KP, Ghosh PK, Hati KM, Bandyopadhyay KK. Bioenergy and economic analysis of soybeanbased crop production systems in central India. Biomass Bioenergy 2002;23(5):337–45.
39(4):289-295.

۱۳. Mrini M, Senhaji F. and Pimentel D. 2001. Energy analysis of sugar beet production under traditional and intensive farming systems and impacts on sustainable agriculture in Moroco. Journal of Sustainable Agriculture.; 20 (4): 5 – 28.

۱۴- Ozkan, B., H. Akcaoz and F. Karadcniz, 2003. Energy requiremcnt and economic analysis of citrus production in Turkey, Energy Conversion and Management. Vol44.46-56

۱۵. Ozkan B, Akcaoz H, Fert C. Energy input output analysis in Turkish agriculture. Renewable Energy .2004;29(1):39–51.

۱۶. Pimentel, D. Energy inputs in production agriculture.1999. In: R.C. Fluck (Ed), Energy in Farm Production, Elsevier, Amsterdam, pp. 13 – 29.
۱۷. Safa., M and Tabatabaeefar, A. 2002. Energy consumption in wheat production in irrigated and dry land farming . IN: Proc.Intl.Agric, Engg. Conf, Wuxi, China, Now, 28-30,2002.
۱۸. Singh, G., S. Singh and J. Singh, 2004. Optimization of energy inputs for wheat crop in Punjab. Energy Conversion and Management, Vol. 45.pp 453-465
۱۹. Uhlin H. Why energy productivity is increasing: an I–O analysis of Swedish agriculture. Agric Syst 1998;56(4):443–465.