برآورد میزان انرژی مکانیکی و کارگری برای تولید یونجه در استان آذربایجان‌شرقی

حسین محمدی مزرعه[1]، مسعود زابلستانی[2]*، ابوالفضل ناصری[3]

۱- *مربی پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،تبریز، ایران.*

۲- *استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران.*

۳- *دانشیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران.*

. نویسنده مسئول: zabolestani@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۲۵

چکیده

محمدی مزرعه، ح.، زابلستانی، م. و ناصری، ا. ۱۴۰۰. برآورد میزان انرژی مکانیکی و کارگری برای تولید یونجه در استان آذربایجان‌شرقی. مجله ترویجی علوفه و خوراک دام. ۲ (۲): ۶۷-۵۹.

این پژوهش به منظور برآورد میزان انرژی مورد نیاز برای تولید یونجه در استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. اطلاعات مورد نظر، از طریق بررسی میدانی، اندازه‌گیری در سطح مزرعه (در چهار شهرستان - هر کدام پنج مورد) و تکمیل پرسشنامه اطلاعات یونجه‌کاران (در هر شهرستان ۲۰ مورد) جمع‌آوری شد و مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. برای برآورد انرژی، از متوسط هفت سال طول عمر یونجه و چهار چین در سال، استفاده شد. نتایج نشان داد که میزان انرژی مکانیکی ناشی از انرژی سوخت فسیلی، حدود ۹۴۷۵ مگاژول در هکتار است. از این مقدار انرژی، ۷۶٪ معادل ۷۲۰۱ مگاژول، مربوط به برداشت، ۱۸٪ معادل ۱۷۰۵ مگاژول، مربوط به داشت و تنها ۶٪ معادل ۵۶۸ مگاژول، مربوط به خاک‌ورزی و کاشت بود. میزان انرژی کارگری نیز در هر هکتار معادل ۱۲۴ مگاژول در هکتار برآورد شد که در مقایسه با انرژی مکانیکی ناچیز بود. بیشترین میزان انرژی صرف شده در زراعت یونجه، مربوط به انرژی برداشت محصول بود که این افزایش نیز ناشی از تعداد دفعات برداشت است. مقدار انرژی مصرف شده در یک هکتار زراعت یونجه، معادل ۴۷ ساعت کار یک دستگاه تراکتور ۷۵ اسب بخار و یا ۶۰۸ ساعت کار کارگری، جدا از هزینه کارگری است. بنابراین استفاده از روش‌های مکانیزه برداشت موجب تسریع در زمان برداشت و صرفه‌جویی در هزینه‌ها می‌شود.

واژه‌های کلیدی: انرژی، یونجه، مکانیزاسیون

مقدمه

بخش کشاورزی به‌عنوان مهم‌ترین بخش تولیدکننده مواد غذایی کشور، نه تنها مصرف‌کننده انرژی است بلکه مهم‌ترین عرضه کننده انرژی نیز محسوب می‌شود. انرژی در کشاورزی برای تولید محصولات غذایی و فرآوری آنها به‌منظور ایجاد ارزش افزوده، مهم است. انرژی، مولفه‌ای اساسی در روند توسعه اقتصادی است و استفاده بهینه از آن، یکی از الزامات اصلی کشاورزی پایدار است. کمبود انرژی، مهم‌ترین مشکل کشورها در تولیدات کشاورزی است لذا با توجه به وابستگی بهره‌دهی و سودمندی کشاورزی به مصرف انرژی، مدیریت بهینه مصرف انرژی به منظور افزایش سود در محصولات کشاورزی، امری مهم و تاثیرگذار است.

یونجه که یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی در کشور است، گیاهی است چندساله یا دایمی با ریشه ای راست و مستقیم که به ریشه اولیه یونجه، معروف است. به‌موازات پیدایش ریشه اولیه، قسمت هیپوکوتیل در زیرسطح خاک قرار می‌گیرد و با طویل شدن زیرلپه، باعث جوانه زدن و خارج شدن از سطح خاک می‌شود. سطح زیر کشت یونجه در کشور ۶۲۲۹۵۲ هکتار با تولید ۶۱۸۶۳۰۶ تن است. استان آذربایجان‌شرقی از نظر سطح زیرکشت یونجه دیم با ۱۹۳۴۷ هکتار و تولید ۵۵۶۴۹ تن با عملکرد ۲۸۷۶ کیلوگرم در هکتار، رتبه اول کشوری را به خود اختصاص داده است (۱).

یونجه در مناطقی که دارای زمستان معتدل هستند، رشد خوبی دارد. با توجه به سازگاری یونجه با شرایط منطقه آذربایجان و فعالیت دامپروری اغلب کشاورزان، در این منطقه استقبال خوبی از کشت یونجه شده است. کشت یونجه، بیشتر در فاصله بین ردیف‌های کاشت درختان در باغات و مزارع بزرگ، انجام می‌شود. مکانیزاسیون زراعت یونجه در منطقه آذربایجان، به‌علت کوچک بودن مزارع، وضعیت مطلوبی ندارد. درجه مکانیزاسیون خاک ورزی و استفاده از دیسک، مطلوب است ولی در سایر عملیات زراعی مانند کاشت، داشت و برداشت، می‌بایست وضعیت فعلی بهبود یابد. در زراعت یونجه با توجه به تعدد برداشت در هر فصل زراعی، مکانیزه کردن برداشت یونجه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۶).

استفاده از موور برای چیدن و بیلر برای بسته‌بندی نسبت به سایر عملیات مکانیزه، انرژی‌بر است و مکانیزه کردن آن باعث بهبود وضعیت مصرف انرژی در زراعت یونجه می‌شود. در مزارع کوچک، بیشتر از نیروی کارگری برای برداشت یونجه استفاده می‌شود. چون توان نیروی کارگری نسبت به سایر منابع انرژی کمتر است لذا انرژی کارگری، سهم ناچیزی از مجموع انرژی مصرف‌شده برای تولید یونجه را به خود اختصاص داده است. هزینه استفاده از انرژی کارگری نسبت به سایر منابع انرژی بیشتر است؛ بنابراین با توجه به توضیحات ارایه‌شده، با توسعه استفاده از ماشین‌های مناسب برای مزارع کوچک، سهم انرژی کارگری در زراعت یونجه، کم و بهره‌وری انرژی در آن بهبود می‌یابد (۶).

بررسی نتایج تحقیقات نیز نشان می‌دهند که بیشترین هزینه‌ها مربوط به نیروی کارگری است. در تحقیق قادرپور و همکاران (۳)، کل انرژی مصرفی برای تولید یونجه برابر ۱۸۵۶۵۸ مگاژول در هکتار برآورد شد. انرژی الکتریسته با سهم ۷۵ درصدی از کل انرژی ورودی، پرمصرف‌ترین نهاده بود. کل هزینه‌های تولید ۵۰ میلیون ریال در هکتار محاسبه شد که بیشترین هزینه‌ها مربوط به نیروی کارگری و عملیات ماشینی به ترتیب با سهم ٪۶۶/۵ و ٪۹/۷ از کل هزینه تولید بود. نتایج مطالعه حسن‌زاده قورت تپه و همکاران (۱۰) نشان داد که بیشترین مصرف انرژی در تولید یونجه، مربوط به مراحل آبیاری و ماشین‌ها و کمترین میزان مصرف انرژی، مربوط به مرحله کاشت و کارگر بود. درتحقیق یوسفی و محمدی (۱۲) نیز میزان مصرف انرژی سوخت با ٪۴۳/۱، بیشترین مقدار نسبت به سایر انرژی‌ها گزارش شد. ایمان مهر و همکاران (۲) در تحقیقی در مورد بهره‌وری انرژی در تولید ذرت علوفه‌ای، نتیجه گرفتند که بیشترین مقدار انرژی برای کودهای شیمیایی و ماشین‌های کشاورزی و کمترین آنها، به سموم و نیروی انسانی مصرف می‌شود؛ بر این اساس؛ با توجه به اهمیت موضوع، در این تحقیق به برآورد میزان انرژی مکانیکی و کارگری برای تولید یونجه در استان آذربایجان‌شرقی، پرداخته می‌شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش، به منظور برآورد میزان انرژی مورد نیاز برای تولید یونجه در استان آذربایجان‌شرقی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ انجام گرفت. اطلاعات مورد نظر از طریق بررسی میدانی، اندازه‌گیری در سطح مزرعه (در چهار شهرستان – در هر کدام پنج مورد) و تکمیل پرسشنامه اطلاعات یونجه‌کاران (در هر شهرستان ۲۰ مورد) جمع‌آوری شد، سپس اطلاعات جمع‌آوری شده، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

انرژی سوخت: انرژی سوخت مصرفی تراکتور، از حاصلضرب «مقدار سوخت مصرفی» در « ارزش انرژی یک واحد سوخت» به دست آمد. انرژی واحد سوخت، به صورت مگاژول در هکتار، واحد سوخت مصرفی لیتر در هکتار و انرژی سوخت، مگاژول در هکتار برآورد شد.

انرژی کارگر: انرژی کارگر از حاصلضرب «ارزش انرژی کار کارگر در زمان موثر کار» و «تعداد کارگر» به دست آمد. ارزش کار کارگر در یک ساعت برابر ۲/۳ مگاژول یا ٦۳۸ وات (۷) و در منابع دیگر ٤٥٦ کیلوکالری در ساعت (٥٤۰ وات) بیان شده است (٤). توان ماهیچه‌ای کارگر مرد بالغ برابر با ۱٥۰ وات و با فرض هشت ساعت کار در روز برابر با ٤/۳۲ مگا ژول در روز و توان کارگر زن یا مردان جوان ۷٥ وات و با فرض هشت ساعت کار در روز، معادل ۲/۱٦ مگاژول در هکتار و متوسط توان کارگری ۱۰۰ وات در نظر گرفته می‌شود (٥).

برای بیان انرژی کارگری، واحدهای ساده نفر-ساعت برتن یا نفر-ساعت بر هکتار، یا نفر-روز بر هکتار، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تحقیق نیز میزان نیروی کارگر مورد نیاز برای انجام هر یک از مراحل که به‌صورت دستی انجام می‌شود، با واحد نفر-ساعت بر هکتار بیان شد. در جدول (۱) ارزش واحد نیروی انسانی یا کارگری و سوخت ارایه شده است که در برآورد و تحلیل و تبدیل هریک از انرژی‌های به مگاژول در هکتار مورد استفاده قرار می‌گیرد.

برای اندازه گیری میزان مصرف سوخت از روش باک پُر استفاده شد؛ یعنی در ابتدای آزمایش، مخزن سوخت تراکتور، پُر شده و در انتهای آن، سوخت مصرفی با محاسبه حجم خالی شده مخزن (پُر کردن مجدد مخزن)، محاسبه شد. اطلاعات به‌دست آمده از یادداشت‌برداری مزرعه‌ای و داده‌های پرسشنامه‌ها که عمدتاً شامل عملیات کارگری مانند آبیاری، وجین و تُنک و آنالیز بودند، تجزیه و تحلیل شد و میانگین و انحراف معیار آنها به‌دست آمد.

جدول ۱- میزان انرژی به ازای هر واحد نهاده مورد استفاده در زراعت

موضوع	واحد	مگاژول در واحد	منبع
نیروی کارگری	ساعت	۱/۹۷	(۱۱)
سوخت	لیتر	۴۶/۳	(۸)

نتایج و بحث

تعداد و میزان انرژی کارگری در یونجه

کارگر مورد نیاز در زراعت یونجه بیشتر، تابعی از درجه مکانیزاسیون زراعت یونجه در مناطق مختلف است و با افزایش درجه مکانیزاسیون، نیاز به تعداد کارگر به شدت کاهش می‌یابد. در مزارع کاملاً سنتی تعداد کارگر مورد نیاز در واحد سطح نسبت به مزارع مکانیزه افزایش چشمگیری داشت؛ به‌طوری‌که متوسط کارگر مورد استفاده در زراعت یونجه در غرب استان، برابر با ٦۱/٤۲ ساعت در هکتار با دامنه تغییرات ۸/٦٦ ساعت در هکتار بود. میزان حداکثر و حداقل کارگر موردنیاز برای زراعت یونجه در این منطقه برابر با ۷۰ و ٥۳ ساعت در هکتار و در جنوب استان، متوسط تعداد کارگر موردنیاز در واحد سطح برابر با ٥۲/۸ ساعت در هکتار با دامنه تغییرات ۱۰/٥٤ ساعت در هکتار و میزان حداکثر و حداقل کارگر موردنیاز در این منطقه به ترتیب برابر با: ٦۳ و ٤۲ ساعت در هکتار بود (جدول ۲).

در مرکز استان، متوسط کارگر موردنیاز برای زراعت یونجه برابر با ٦٤/۸٦ ساعت در هکتار با دامنه تغییرات ۱۳/۳٦ ساعت در هکتار بود. در این شرایط، میزان حداکثر و حداقل کارگر موردنیاز در این منطقه برای ۷۸ و ٥۲ ساعت در هکتار برای انجام فعالیت‌های کاشت و داشت و برداشت است. در شمال استان نیز متوسط کارگر موردنیاز برای زراعت یونجه برابر با ۷٥/٥۹ ساعت در هکتار با دامنه تغییرات ۱۰/٤٥ ساعت در هکتار بود که با این توصیف، میزان حداکثر و حداقل کارگر موردنیاز و عملیات زراعی یونجه به ترتیب برابر با ۸٦ و ٦٥ ساعت‌درهکتار محاسبه شد.

جدول ۲- کارگر مورد استفاده در زراعت یونجه در چهار منطقه استان آذربایجان‌شرقی (ساعت در هکتار)

	غرب	جنوب	مرکز	شمال	متوسط
متوسط کارگر	۶۱/۴۲	۵۲/۸	۶۴/۸۶	۷۵/۵۹	۶۳/۶۶
انحراف معیار	۱۳/۹۸	۰/۱۷	۲۱/۵۵	۱۶/۸۶	۱۷/۳۴
تعداد	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
دامنه تغییرات	۸/۶۶	۱۰/۵۴	۱۳/۶۳	۱۰/۴۵	۱۰/۷۵

میزان انرژی کارگری در زراعت یونجه

میزان انرژی کارگری برای انجام فعالیت‌های فیزیکی برای هر ساعت کاری یا همان نفرساعت برابر با ۱/۹۷ مگاژول در نظر گرفته شد.

در منابع مختلف، توان ۱۰۰ الی ٥٤٥ وات برای هر نفر نیروی کارگری در نظر گرفته شده است که بستگی به سن، جنسیت و نوع فعالیت بدنی آن‌ها دارد (۵). با فرض توان کارگری ٥٤٥ وات و میزان انرژی تولید و مصرف‌شده به ازای هر نفر ساعت برابر با ۱/۹۷ مگاژول، میزان انرژی کارگری در زراعت یونجه در چهار منطقه استان آذربایجان‌شرقی محاسبه شد (جدول ۳). در غرب استان، متوسط توان کارگری صرف شده برای انجام فعالیت‌های مختلف یونجه برابر با ۱۲۰/۳۹ مگاژول در هکتار با دامنه تغییرات ۱٦/۹۸ مگاژول در هکتار بود؛ بر این اساس، میزان حداکثر و حداقل انرژی کارگری مورد استفاده در عملیات زراعت یونجه، برابر با ۱۳۷ و ۱۰۳ مگاژول در هکتار به دست آمد. متوسط انرژی کارگری موردنیاز برای زراعت یونجه در جنوب استان، برابر با ۱۰۲/۷ مگاژول در هکتار با دامنه تغییرات ۲۰/٦٦ مگاژول در هکتار بود که با این شرایط میزان حداکثر و حداقل انرژی کارگری استفاده شده در زراعت یونجه برابر با ۱۲۳ و ۸۲ مگاژول در هکتار است.

در مرکز استان، متوسط توان کارگری موردنیاز برای زراعت یونجه برابر با ۱۲۷/۱۲ مگاژول در هکتار با دامنه تغییرات ۲٦/۱۸ مگاژول در هکتار در سطح احتمال ۹۵٪ و میزان حداکثر و حداقل توان کارگری استفاده شده در زراعت این محصول برابر با ۱۵۳ و ۱۰۱مگاژول در هکتار است. همچنین، در شمال استان، متوسط توان کارگری استفاده شده برای زراعت یونجه برابر با ۱٤۸/۱۵ مگاژول در هکتار با دامنه تغییرات ۲۰/٤۸ مگاژول در هکتار بود که میزان حداکثر و حداقل انرژی کارگری مورد نیاز برای زراعت یونجه در این شهرستان برابر با ۱٦۹ و ۱۲۸ مگاژول در هکتار است.

جدول ۳- میزان انرژی کارگری در زراعت یونجه در چهار منطقه استان آذربایجان‌شرقی (مگاژول/هکتار)

	غرب	جنوب	مرکز	شمال	متوسط
متوسط انرژی	۱۲۰/۳۹	۱۰۲/۷	۱۲۷/۱۲	۱۴۸/۱۵	۱۲۴/۵۹
انحراف معیار	۲۷/۳۹	۳۳/۳۳	۴۲/۲۵	۳۳/۴	۳۴/۱
تعداد	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
دامنه تغییرات	۱۶/۹۸	۲۰/۶۶	۲۶/۱۸	۲۰/۴۸	۲۱/۱

میزان مصرف و انرژی سوخت در یونجه

با توجه به اینکه یونجه در طول فصل زراعی، سه تا پنج بار در سطح استان چیده می‌شود، سه تا پنج برابر توان بیشتری لازم دارد. در مزارع سنتی، مرحله برداشت شامل: چیدن، ردیف کردن و بسته‌بندی توسط کارگر انجام می‌شود و در شرایط مکانیزه این عملیات توسط ماشین انجام می‌شود. میزان مصرف سوخت در عملیات چیدن با دستگاه موور به‌طور متوسط برابر با ۱۱/۲ لیتر در هکتار است. عملیات ردیف کردن و جابجا کردن که توسط ریک انجام می‌شود، از عملیات سبک زراعی است و میزان سوخت موردنیاز آن به‌طور متوسط برابر با ٦/٤ لیتر در هکتار می‌باشد.

میزان مصرف سوخت در زراعت یونجه در مراحل مختلف شامل: خاک‌ورزی (شخم، دیسک و لولر)، کاشت، داشت (سم‌پاشی و کودپاشی)، برداشت (موور، ریک و بیلر و حمل‌ونقل) و سایر عملیات طبقه‌بندی شده است. عملیات خاک‌ورزی در مرحله آماده‌سازی برای کاشت یونجه انجام می‌گیرد که شامل: شخم با گاوآهن برگردان‌دار، دیسک زدن با دیسک‌های افست سبک برای خُرد کردن کلوخ‌های حاصل از شخم با گاوآهن برگردان‌دار و لولر برای تسطیح زمین و آماده‌سازی برای کاشت زمین با بذرکار است.

متوسط میزان مصرف سوخت برای عملیات زراعی مختلف در جدول (٤) ارایه شده است. متوسط میزان سوخت موردنیاز در شخم با گاوآهن برگردان‌دار برابر با ۳٤/٥۱ لیتر در هکتار با دامنه تغییرات ۳/۱۷ لیتر در هکتار و میزان حداکثر و حداقل میزان مصرف سوخت در مرحله شخم با گاوآهن برگردان‌دار برابر با ۳۷/٦۸ و ۳۱/۳٤ لیتر در هکتار است. عملیات دیسک‌زنی که بعد از شخم با گاوآهن برگردان‌دار انجام می‌شود، به‌طور متوسط ۱٤/۲ لیتر در هکتار با دامنه تغییرات ۱/۲۸ لیتر در هکتار و میزان حداکثر و حداقل آن برابر با ۱٥/٤۸ و ۱۲/۹۲ لیتر در هکتار است. همچنین میزان مصرف سوخت برای تسطیح زمین با لولر برابر با ۱٥/۹ لیتر در هکتار می‌باشد. مجموع سوخت موردنیاز برای عملیات خاک‌ورزی شامل شخم، دیسک و لولر برابر با ٦٤/٦۱ لیتر در هکتار و میزان متوسط سوخت موردنیاز برای انجام عملیات کاشت با بذرکار ریزدانه کار برای کاشت یونجه، برابر با ۱۱/٤ لیتر در هکتار است.

سم‌پاشی و کودپاشی جزو عملیات داشت یونجه محسوب می‌شود که برای کودپاشی در روش‌های سنتی از نیروی کارگری و در کشت‌های مکانیزه، از کودپاش سانتریفیوژ استفاده می‌شود. میزان سوخت مصرفی برای این نوع کودپاش‌ها به‌طور متوسط برابر با ۱۰/۸ لیتر در هکتار است. برای سم‌پاشی که در حدود یک یا دو بار و بیشتر برای مبارزه با سرخرطومی یونجه انجام می‌شود، از سم‌پاش‌های نازل دار استفاده می‌شود. میزان مصرف سوخت در این روش نیز برابر با ۷/۹ لیتر در هکتار در هر بار سم‌پاشی است. در مجموع میزان سوخت موردنیاز برای عملیات داشت یونجه برابر با ۱۸/۷ لیتر در هکتار برآورد شد. عملیات برداشت از مهم‌ترین عملیات زراعی در زراعت یونجه به‌شمار می‌رود که از بیلرهای مکعبی در سطح استان استفاده می‌شود و به‌طور متوسط برای بسته‌بندی یونجه در سطح مزارع ۱۳/٥ لیتر بر هکتار سوخت موردنیاز است.

انرژی مورد نیاز برای خاک‌ورزی: یونجه، محصولی چندساله با متوسط عمر هفت سال است. با درنظر گرفتن عمر متوسط این محصول در استان در مراحل خاک‌ورزی و کاشت، متوسط مصرف سالیانه سوخت در زراعت یونجه در این دو مرحله، معادل ۱۰/۸٥ لیتر بر هکتار در سال است.

انرژی مورد نیاز برای برداشت یونجه: با اینکه عملیات کاشت و خاک‌ورزی در طول عمر متوسط هفت ساله یونجه، تنها یکبار انجام می‌شود؛ اما عملیات برداشت این محصول در یکسال به‌طور متوسط چهار بار تکرار شده که این امر سبب اعمال ضریب چهار در فعالیت‌های برداشت محصول و حمل و نقل می شود. بر این اساس، میزان مصرف انرژی سالانه برداشت یونجه برابر ۱٥٦/٤ لیتر بر هکتار است.

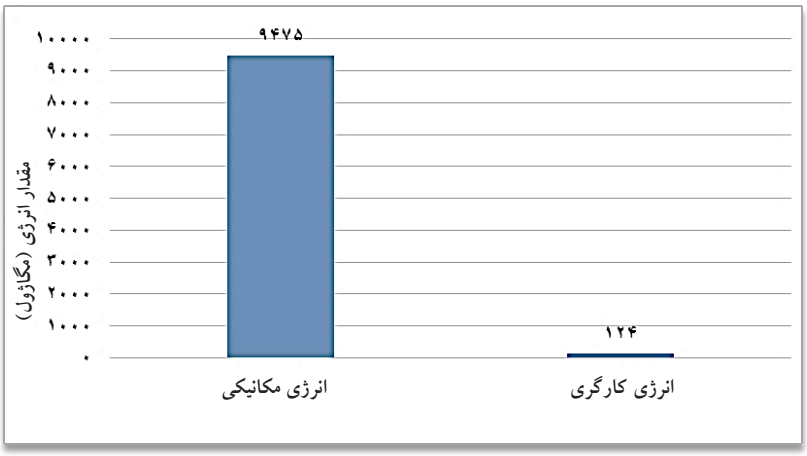
انرژی مورد نیاز برای سم پاشی و کودپاشی: سم پاشی و کودپاشی از جمله مواردی است که در یک سال به‌طور متوسط دو بار تکرار می‌شود. برای مبارزه با آفات مختلف یونجه از جمله آفت کرم خرطومی دو بار در سال سم پاشی انجام می‌شود. با این وصف، میزان مصرف سوخت برای انجام سم‌پاشی و کودپاشی در زراعت یونجه در یکسال برابر ۳۷/٤ لیتر در هکتار است.

با در نظر گرفتن موارد یاد شده و عمر متوسط هفت سال یونجه، چهار چین و متوسط دو بار سم پاشی در سال، میزان مصرف سوخت زراعت یونجه برابر ۲۰٤/٦٥ لیتر بر هکتار در سال است. با در نظر گرفتن میزان انرژی در واحد حجم سوخت برابر با ٤٦/۳ مگاژول در لیتر، میزان انرژی موردنیاز از نظر مصرف سوخت برابر ۹٤۷٥/۲۹ مگاژول بر هکتار در سال است. یوسفی و محمدی (۱۲) و قورت تپه و همکاران (۱۰) نیز میزان انرژی سوخت ماشین‌ها را در مقایسه با سایر انرژی‌ها، بیشترین مقدار گزارش نمودند. میزان انرژی کارگری از نظر عددی در مقایسه با انرژی صرف شده مکانیکی، کوچک و قابل اغماض است که با نتایج تحقیقات مبتکر و همکاران (۹) و قورت تپه و همکاران (۱۰)، که انرژی کارگری را در مقایسه با سایر انرژی‌ها، کمترین میزان گزارش نمودند، مطابقت دارد. در شکل‌های (۱) و (۲) میزان انرژی‌های مورد بررسی در زراعت یونجه نشان داده شده است.

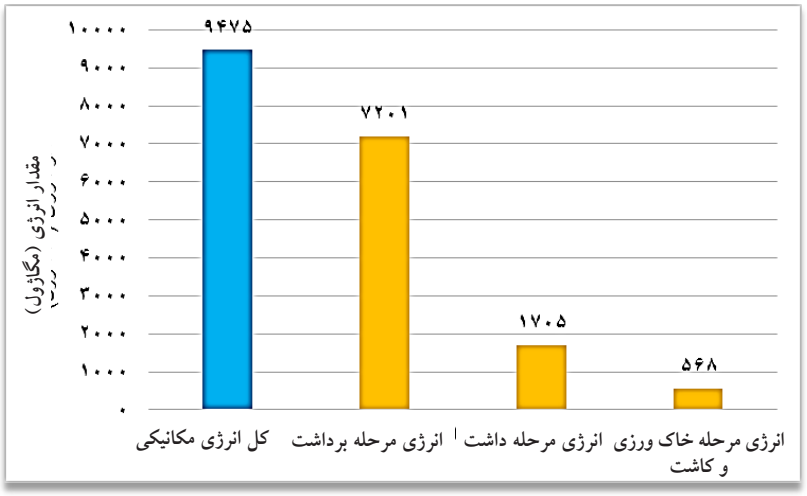
جدول ٤- میزان مصرف سوخت در عملیات زراعی مختلف در زراعت یونجه

عملیات		مقدار (لیتردرهکتار)	تعداد تکرار در سال
خاک‌ورزی	شخم	۳۴/۵۱	۱
	دیسک	۱۴/۲	۱
	لولر	۱۵/۹	۱
جمع عملیات خاک‌ورزی		۶۴/۶۱	۱
کاشت	کشت	۱۱/۴	۱
جمع عملیات کاشت		۱۱/۴	۱
داشت	سم‌پاشی	۷/۹	۲
	کودپاشی	۱۰/۸	۲
جمع عملیات داشت		۱۸/۷	۲
برداشت	موور	۱۱/۲	۴
	ریک	۶/۴	۴
	بیلر	۱۳/۵	۴
جمع عملیات برداشت		۳۱/۱	۴
جمع سایر عملیات		۸	۱
جمع کل عملیات		۱۳۴/۱	

*: تعداد تکرار با فرض عمر متوسط ۷ سال برای یونجه و تعداد متوسط ۴ چین در سال برآورد شده است



شکل ۱- انرژی‌های مورد استفاده در زراعت یونجه



شکل ۲- انرژی مکانیکی مورد استفاده و اجزای آن در زراعت یونجه

نتیجه‌گیری

زراعت یونجه، از نظر مصرف انرژی از جمله زراعت‌هایی است که انرژی مکانیکی زیادی لازم دارد و بیشترین میزان انرژی مکانیکی در این زراعت، صرف برداشت آن می‌شود که معادل ٪۷۶ کل انرژی صرف شده است. با افزایش تعداد چین در زراعت یونجه، میزان انرژی صرف شده در برداشت نیز، افزایش می‌یابد. بر خلاف سایر زراعت‌ها که خاک‌ورزی بیشترین سهم انرژی مکانیکی را دارد، در این زراعت، کمترین مقدار انرژی مکانیکی مربوط به خاک ورزی و کاشت است.

بر اساس محاسبات انجام شده و بر اساس قیمت هزینه‌ها در سال ۱۳۹۸، میانگین هزینه مکانیزه سالانه یک هکتار یونجه، بالغ بر ۱۱۵۰ هزار تومان می‌شود. محاسبه نیروی کارگری از طریق انرژی، نشان داد که ۹۴۷۵ مگاژول معادل ۴۷ ساعت کار یک دستگاه تراکتور ۷۵ اسب بخار و یا ۶۰۸ ساعت کار کارگری یا ۷۶ نفر روز است. با توجه به دستمزد روزانه کارگر که معادل ۱۲۰ هزار تومان است، این مبلغ ۹۱۲۰ هزار تومان می‌شود که حدود ۸ برابر بیشتر از هزینه مکانیزه است. مشاهده می‌شود که کارگر موردنیاز در زراعت یونجه بیشتر تابعی از درجه مکانیزاسیون زراعت یونجه در مناطق مختلف است و با افزایش درجه مکانیزاسیون، نیاز به تعداد کارگر به‌شدت کاهش می‌یابد. در مزارع کاملاً سنتی تعداد کارگر موردنیاز در واحد سطح نسبت به مزارع مکانیزه افزایش چشمگیری دارد.

توصیه ترویجی

اگرچه میزان انرژی کارگری نسبت به مجموع انرژی‌های مکانیکی ناچیز است، ولی بیشترین هزینه را در زراعت یونجه به خود اختصاص می‌دهد؛ بنابراین تغییر روش داشت و برداشت یونجه از سنتی به مکانیزه، ضمن تسریع در زمان برداشت می‌تواند تاثیر زیادی در کاهش هزینه کارگری و افزایش سود کشاورزان در زراعت این محصول داشته باشد.

منابع:

۱. آمارنامه کشاورزی، سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷، جلد اول، محصولات زراعی. ۱۳۹۹. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

۲. ایمان مهر، ع.، سلطانی کاظمی، م. و آبدانان مهدی‌زاده، س. ۱۳۹۵. ارزیابی کارآیی و بهره وری انرژی تولید ذرت علوفه‌ای در استان مرکزی، دومین همایش ملی مکانیزاسیون و فناوری‌های نوین در کشاورزی.

۳. قادرپور، ا.، رفیعی، ش. و شریفی، م. ۱۳۹۶. تجزیه و تحلیل و مدل‌سازی انرژی و هزینه تولید یونجه با بهره‌گیری از سامانه استنتاج فازی- عصبی تطبیقی در شهرستان بوکان، مهندسی بیوسیستم ایران، ۴۸ (۱): ۱۹۰-۱۷۹.

٤. قاسمی مبتکر، ح.، اکرم، ا. و کیهانی، ع. ۱۳۸۹. مقایسه میزان مصرف انرژی در اندازه‌های مختلف مزارع برای تولید یونجه در استان همدان، ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، تهران.

۵. کیهانی، ع. ۱۳۸۵. مدیریت مصرف انرژی در کشاورزی. نشریه گروه ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تهران.

٦. محمدی مزرعه، ح. ۱۳۹۷. برآورد میزان انرژی مورد نیاز برای تولید یونجه در استان آذربایجان شرقی. گزارش نهایی، بخش مکانیک ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، شماره فروست ۵۵۱۹۵، مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۱۵، ۵۵ صفحه.

7. Bridges, T. C., & Smith, E. M. (1979). A method for determining the total energy input for agricultural practices. *Transactions of the ASAE,* 22(4), 781-0784.

8. Erdal, G., Esengün, K., Erdal, H., & Gündüz, O. (2007). Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. *Energy,* 32(1), 35-41.

9. Mobtaker, H. G., Akram, A., & Keyhani, A. (2010). Investigation of energy consumption of perennial Alfalfa production-Case study: Hamedan province. *J. Food Agric. Environ. Finland*, 8, 379-381.

10. Ghorttapeh, A. H., Taherifard, E., & Gerami, F. (2012). Energy Efficiency in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Production System in North. *Annals of Biological Research,* 3(5), 2469-2473.

11. Yilmaz, I., Akcaoz, H., & Ozkan, B. (2005). An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. *Renewable Energy,* 30(2), 145-155.

12. Yousefi, M., & Mohammadi, A. (2011). Economical analysis and energy use efficiency in alfalfa production systems in Iran. *Scientific Research and Essays,* 6(11), 2332-2336.