روشهای برداشت چغندر قند و میزان انرژی مورد نیاز (۲۲۷)

حسین محمدی مزرعه[۱] ، نظر زاده اوغاز

چکیده

چغندرقند از محصولات زراعی مهم کشور بوده و سطح زیرکشت آن حدود ۱۷۸ هزار هکتار برآورد شده است. استان‌های خراسان و آذربایجان‌غربی به ترتیب با ۳۶/۲۸ و ۱۶/۶۲ درصد سطح زیرکشت چغندرقند کشور رتبه های اول و دوم کشور را دارند و از تولید چغندرقند کل کشور به میزان ۵/۹۳ میلیون تن برآورد شده است، این دو استان به ترتیب با ۳۶/۵۴ و ۲۱/۵۲درصد کل تولید چغندرقند به ترتیب در رتبه های اول و دوم کشوری قرار دارند. انرژی مورد نیاز برای برداشت چغندر قند از منابع مختلف تأمین می شود. موتور و کارگر از منابع عمده تأمین کننده انرژی مورد نیاز برای برداشت چغندرقند در ایران محسوب می شوند. سهم توان موتوری در تأمین انرژی مورد نیاز برداشت چغندرقند همواره افزایش و در مقابل سهم کارگر کاهش داشته است. این تحقیق به منظور شناخت دقیق روشهای مختلف برداشت چغندر قند و تعیین میزان و منابع انرژی مورد نیاز در برداشت چغندر قند و تعیین سهم هر یک از منابع تأمین کننده انرژی مورد نیاز در برداشت چغندر قند به اجرا در آمد. این مطالعه در سطح مزارع چغندرقند استان‌های خراسان رضوی، آذربایجان‌غربی و قزوین در سال زراعی ۸۶- ۱۳۸۵ انجام گرفت. نتایج حاکی است که روشهای عمده برداشت چغندرقند در سه استان مورد مطالعه عبارت از روش‌های سنتی، مکانیزه و برداشت با کمباین هستند. روش سنتی شامل سه مرحله، شل کردن خاک با تراکتور، درآوردن، سرزنی، دپو، و بارگیری چغندرقند توسط کارگر بوده و متوسط انرژی مورد نیاز در این روش ۵۶۵ مگاژول در هکتار (به ترتیب در هر مرحله ۳۴۱، ۲۰۵ و ۱۹ مگاژول در هکتار) می‌باشد. روش برداشت مکانیزه چغندرقند شامل سه مرحله سرزنی توسط تاپر، درآوردن و ردیف کردن توسط ریک چغندرقند و بارگیری توسط بارکن پشت تراکتوری بود. در این روش تمام مراحل توسط تراکتور انجام و متوسط انرژی مورد نیاز ۱۲۶۸ مگاژول در هکتار (به ترتیب در هر مرحله ۳۸۶، ۵۴۱ و ۳۴۱ مگاژول در هکتار) می‌باشد. برداشت توسط کمباین شامل یک مرحله بوده و در این روش چغندر قند برداشت شده، در مخزن کمباین جمع می گردد. میزان انرژی مورد نیاز این روش ۱۵۷۷ مگاژول در هکتار است. همچنین نتایج نشان داد که در بین میزان انرژی مورد نیاز برای، عملکرد محصول، نوع خاک و تناسب ماشین و زمین همبستگی وجود ارد.

کلیدواژه: مکانیزاسیون، برداشت چغندرقند، انرژی

۱- عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی،
پست الکترونیک: mazraeh47@yahoo.com

مقدمه

میزان نهاده و ستانده انرژی به روشهای مختلف در عملیات زراعی، شرایط و روش تولید، نوع محصول و درجه مکانیزاسیون موسسه مقادیر متفاوتی را نشان می‌دهد. در منابع علمی روشهای مختلفی برای محاسبات انرژی مصرفی به چشم می‌خورد. آولانی و چنسلر [۵] و سروینکا [۶] در کالیفرنیا با روش آمارگیری از مصرف منابع انرژی نظیر مشتقات نفت، ذغال سنگ، گاز طبیعی و برق، میزان مصرف انرژی در موسسات کشاورزی را برآورد ن ودند. محققینی نظیر آلن [۳]، داودینگ و فرگوسن [۷] با اندازه‌گیری نیروی کششی در مالبند تراکتور، انرژی مصرفی در فعالیتهای کشاورزی را محاسبه نمودند. پروانکن و همکاران برای بدست آوردن مصارف انرژی سیستمهای زراعی، شاخصی را ارایه نمودند که بر اساس چهار نوع انرژی غیر مستقیم (کودها و سموم شیمیایی) و مستقیم (ماشین آلات و سیستمهای آبیاری) بدست آمده بود[۱۰].

انرژی انسانی که برای کارهای کشاورزی بکار می‌رود در حدود ۱/۹۶ مگاژول در ساعت (۰/۵۴ کیلو وات) در نظر گرفته می‌شود. انرژی ماهیچه‌ای که یک انسان می‌تواند تولید کند برابر با ۰/۱–۰/۲ اسب بخار یا ۷۵–۱۵۰ وات می‌باشد. همچنین از نظر مقدار انرژی تولیدی مرد ۱/۹۶، زن ۰/۸ تا ۱/۹۶ و بچه ۰/۵ تا ۱/۹۶ مگاژول بر ساعت می باشد[۱].

در کشورهای در حال توسعه میزان انرژی مصرف شده در مزرعه توسط یک نفر در روز برابر با ۹۳/۲ مگاژول و در کشورهای توسعه یافته ۱۴۵۰–۵۱۰ مگاژول در روز می‌باشد (هر روز معادل ۸ ساعت کار). در بعضی از منابع مقدار انرژی وارد شده به مزرعه توسط یک نفر در یک روز بطور میانگین ۶۴۰ مگاژول در روز بیان شده است اما مقدار انرژی وارد شده به مزرعه توسط یک نفر در یک ساعت را به ۲۴ تقسیم می شود (علی رغم اعلام یک روز مع دل ۸ ساعت کار)[۱].

انرژی ورودی و خروجی بخش کشاورزی در کشور ترکیه در بین سالهای ۱۹۹۵–۲۰۰۰ مورد بررسی قرار گرفته است و میزان انرژی خروجی برای تولید ۱۰۴ نوع محصول کشاورزی سالیانه ترکیه (بغیر از تولیدات دامی) برآورد گردید. برای میزان خروجی محصولات تابعی از انرژی فیزیکی، انرژی کود و انرژی دانه تعریف گردید. نتایج نشان داد که مجموع انرژی ورودی از ۱۹/۶ گیگاژول در هکتار در سال ۱۹۷۵ به ۴۵/۷ گیگاژول در هکتار در ال ۲۰۰۰ افزایش و میزان انرژی خروجی از ۲۷/۱ گیگا ژول در سال ۱۹۷۵ به ۳۴/۱ گیگاژول در هکتار افزایش یافته و شاخص‌های انرژی از جمله نسبت انرژی ورودی به خروجی، بهره‌وری انرژی، و خالص انرژی تولیدی در طول آزمایش کاهش یافت. انرژی کارگری، حیوانی، ماشینهای کشاورزی و تراکتور، انرژی برق، و انرژی دیزلی جمعاً انرژی فیزیکی را تشکیل می‌دهد. در طول آزمایش، کل انرژی فیزیکی از ۸/۸ به ۱۲/۸ گیگاژول در هکتار افزایش یافت (۱۲ درصد کل انرژی را تشکیل می دهد). میزان انرژی دیزلی در طول آزمایش از ۲/۵ به ۵/۸ گیگاژول در هکتار افزایش (۱۷/۶٪ کل انرژی)، انرژی انسانی از ۴/۱ به ۳/۸ گیگاژول در هکتار کاهش (۱۱/۶٪ کل انرژی)، انرژی حیوانی از ۱/۸ به ۱/۴ کاهش (۴/۳٪ کل انرژی)، انرژی الکتریسته از ۰/۳ به ۱/۷ گیگاژول در هکتار افزایش (۵٪ کل انرژی) یافت [۸].

در خصوص اندازه زمین و تأثیر آن بر هزینه‌ها و عملکرد اقتصادی نظریه‌های متفاوتی ابراز شده است. عده‌ای بر این عقیده‌اند که هر چه اندازه مزرعه کوچک‌تر باشد اداره آن اقتصادی‌تر شده، هزینه‌های آن کاهش یافته و در نهایت سود حاصل از آن افزایش می‌یابد. تعدادی از محققان بر خلاف این نظریه، معتقدند که به‌کارگیری مزارع کوچک‌تر اقتصادی نبوده و در مزارع بزرگ‌تر استفاده از ماشین‌های بزرگ‌تر با هزینه کم‌تر مقرون به صرفه‌تر بوده و با تقسیم هزینه‌های ثابت بر واحد سطح، بهای تمام شده محصول تولیدی کاهش یافته و عملکرد اقتصادی مزرعه افزایش می‌یابد. گروه سوم هر دو نظریه بالا را مردود دانسته و براین عقیده‌اند که اندازه های کوچک و بزرگ مزرعه، هر دو به دلایل ذکر شده در بالا سبب کاهش عملکرد اقتصادی شده و بالاترین بهره‌وری در اندازه خاصی از مزرعه محقق شده و با تغییر اندازه مزرعه در هر دو جهت، عملکرد اقتصادی کاهش پیدا می‌کند [۴، ۹، ۱۱ و ۱۲].

جریان کیفی انرژی در بخش کشاورزی بنگلادش نیز در طول سالهای ۱۹۸۱–۲۰۰۱ مورد ارزیابی قرار گرفت. در طول آزمایش توان ماهیچه‌ای انسان و دام و انرژی ماشین برای عملیات زراعی، انرژی دیزل و برق برای آبیاری، انرژی کود و سم برای رشد و حفاظت محصول مورد بررسی قرار گرفت. شاخص های انرژی از جمله انرژی وارده در هکتار، انرژی بدست آمده در هکتار، نسبت انرژی خروجی به ورودی، درجه مکانیزاسیون مورد ارزیابی قرار گرفتند. میزان انرژی ورودی و خروجی در طول آزمایش در بنگلادش به ترتیب از ۶/۴ به ۱۷/۳۲ گیگاژول در هکتار و ۷۲/۲۲ به ۱۳۰/۰۵ گیگاژول در هکتار افزایش یافت. این امر نشان می

دهد که بازده انرژی (نسبت انرژی خروجی به ورودی) از ۱۱/۲۸٪ به ۸/۱٪ در طول آزمایش کاهش یافته است[۲]. نیروی کار فعال در بخش کشاورزی بالای ۱۵ سال در نظر گرفته شده و روزهای کاری در طول سال ۲۰۷ روز و هر روز کاری ۸ ساعت در نظر گرفته شده است. نیروی دامی تنها گاومیش در نظر گرفته شده و در طول سال ۳۶۰ ساعت کار برای هر راس گاو میش منظور گردیده است. برای توان۱۰ اسب بخار مصرف ۱/۷۵ لیتر سوخت در ساعت با ۸۰٪ توان بار و متوسط ۷۲۰ ساعت کار در مزرعه منظور گردیده است. ظریب انرژی ماهیچه‌ای انسان ۰/۱ اسب بخار به نفر، توان دام (گاو میش) ۰/۲۵ اسب بخار به راس، انرژی دیزل ۵۶/۴ مگاژول به لیتر، انرژی الکتریسته ۱۱/۹۳ مگاژول به کیلووات ساعت، متوسط انرژی خورشید ۶۵/۱۳ تراژول در هکتار تعیین شده است. نتایج نشان می‌دهد که میزان انرژی انسانی در دو دهه اخیر تغییر نکرده است. انرژی فیزیکی در طول آزمایش افزایش معنی داری داشته است. سهم انرژی ماشین از کل انرژی فیزیکی در طول آزمایش از ۱۱/۲٪ به ۵۱/۸٪ افزایش یافته است. در طول آزمایش درجه مکانیزاسیون از ۷۰/۱۸٪ به ۸۶/۱٪ افزایش یافته است[۲].

مواد و روشها

برای یادداشت‌برداری فرمی مطابق شکل(۱) تهیه دید. این فرم شامل مشخصات عمومی محل نمونه‌برداری، روشهای برداشت چغندرقند، شرح موارد متفرقه، توان موتوری و توان کارگری می‌باشد. در قسمت مشخصات عمومی، مشخصات مالک، سطح زیرکشت، بافت خاک، محصول قبلی و موقعیت جغرافیایی منطقه یادداشت می‌گردد. همچنین فاصله ردیفهای کاشت، رقم، فاصله بوته‌ها از یکدیگر، وزن متوسط غدده ها جزء موارد یادداشت برداری شده می‌باشد. برای اندازه‌گیری فاصله بوته‌ها و متوسط وزن هر غده، بوته موجود در فاصله یک متری در ده تکرار مشخص و سپس شمارش و وزن شده و در فرم درج می‌گردد. از اطلاعات بدست آمده توان عملکرد، تعداد متوسط غدده چغندرقند در هکتار، وزن متوسط هر غدده بدست می‌آمد.

روشهای برداشت چغندرقند: در فرم، روش مورد استفاده برای برداشت چغندرقند در مزرعه مورد مطالعه، روشها و منابع انرژی مورد استفاده یادداشت و میزان انرژی مورد نیاز برای هر روش در انتهای فرم برآورد می‌گردد (قسمت شرح موارد متفرقه برای بیان موارد پیش بینی نشده در فرم تعبیه گردیده است).

توان موتوری: یکی از موارد عمده تأمین انرژی مورد نیاز برای انجام کارهای مورد نیاز در بخش کشاورزی موتور می‌باشد. برای ارزیابی و محاسبه میزان انرژی موتوری تولید شده و مصرف شده جهت انجام کار، پارامترهای موثر مشخص شده و در فرم ارایه می‌گردد. در این قسمت نام عملیات، نام کار انجام یافته از قبیل سرزنی، درآوردن، ردیف کردن، بارکردن، و سایر، همچنین نام وسیله پشت بند مورد نیاز برای انجام کار در دریف نوع دنباله بند ذکر می‌شود.

در قسمت نوع منبع انرژی، نام تجاری تراکتور یا هر وسیله دیگر مولد انرژی مانند تراکتور MF285 ذکر می ردد. توان اسمی منبع که از کاتالوگهای معتبر کارخانه تولید کننده آن استخراج شده، در قسمت توان اسمی به کیلووات بیان می‌شود. از موارد مهم دیگر که در برآورد میزان انرژی تولیدی استفاده می شود دور موتور در حال انجام عملیات مربوطه می‌باشد که در قسمت مورد نظر درج می‌گردد.

برای تخمین تئوریک سرعت کار، دنده گیربکس مورد استفاده برای کار یادداشت می‌شود. برای اندازه گیری دقیق‌تر سرعت انجام کار، زمان لازم برای طی مسافت ۲۰ متر به ثانیه ادداشت و در محل مربوطه درج می ردد. از آنجاییکه واحد سرعت در اکثر محاسبات کیلومتر در ساعت می باشد، لذا با تقسیم ۷۲ به زمان بدست آمده براساس ثانیه، سرعت به کیلومتر در ساعت به دست می‌آید.

ظرفیت مزرعه نیز از پارامترهای مورد نیاز برای بر آورد انرژی مورد نیاز برای انجام کار در واحد سطح می‌باشد. از ضرب توان در عامل زمان میزان انرژی بدست می‌آید. برای بدست آوردن ظرفیت مزرعه‌ای عرض کار ادوات به متر ثبت می‌گردد. از حاصلضرب سرعت در عرض کار و تقسیم بر ۱۰ ظرفیت مزرعه‌ای بدست می آید.

برای مقایسه بهتر انرژی مورد استفاده برای برداشت چغندر قند در روشهای مختلف، در تبدیل واحد نفر—روز در هکتار به واحد مگاژول در هکتار، میزان توان ماهیچه‌ای کارگری بین ۷۵ تا ۱۵۰ وات در نظر گرفته می‌شود. بر این اساس میزان انرژی ماهیچه-

ای تولیدی توسط یک کارگر در روز معادل (۸ ساعت)۲/۱۶ الی ۴/۳۲ مگاژول می‌باشد. برای تبدیل انرژی کارگری از نفر- روز به

طرح تحقیقاتی مکانیزاسیون برداشت چغندرقند

مشخصات عمومی

نام مالک	شماره تماس	سطح زیر کشت (ha)	بافت خاک	کشت قبلی	موقعیت جغرافیایی (شهرستان-بخش-دهستان)

فاصله ردیف های کاشت (m)

رقم										
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	متوسط (A1W)

* تعداد غده جلد رفته در طول یک متر از یک ردیف شمارش و وزن آلی(بعد از سرزنی) در محل خود درج گردد.

عنوان	فرمول	مقدار
تعداد متوسط غده جلد رفته در هکتار	(تعداد ردیفهای)*(متوسط تعداد غده) (۱۰۰۰۰)	
(Y) عملکرد مزرعه (ton/ha)	(فاصله ردیفها)/(متوسط وزن غده)*(۱۰)	
وزن متوسط هر غده	(متوسط تعداد غده‌ها)*(متوسط وزن غده‌ها)	

روشهای برداشت چغندر قند

نام عملیات	شرح عملیات	متوع توان (موتوری -کارگری)	میزان انرژی (Mj/ha)

شرح موارد متفرقه قابل توجه

نوان موتوری

نام عملیات				
نوع منبع انرژی				
(P) توان اسمی (کیلووات)				
دور موتور(rpm)				
خلده				
نوع دنباله بند				
(W) عرض کار (متر)				
(D) عمق کار (متر)				
(S) زمان طی ۲۰ متر (ثانیه)				
S)مساحت در روز (هکتار در روز)				
ساعت کار در روز				
(E) میزان انرژی (Mj/ha)				
(V=۰/۲۷۲۷S) سرعت (Km/h)				
(St) تقریبت شوریکت (۰/۱*W*V)				
راندمان				

نوان کارگری

نام عملیات	واحد	رگورد ۱	رگورد ۲	رگورد ۳	رگورد ۴	رگورد ۵	رگورد ۶	رگورد ۷	رگورد ۸	رگورد ۹	رگورد ۱۰	متوسط
تعدد کارگر	ساعت شروع بکار		ساعت خاتمه کار		ساعت کار در یک روز							
(ریال در روز)												

شرح عملیات انجام شده توسط کارگر	رگورد انجام کار با ذکر واحد

شکل ۱: فرم جمع آوری اطلاعات در زمینه برداشت چغندرقند.

مگاژول از مقدار ۴/۳۲ مگاژول به ازای هر نفر- روز استفاده گردیده است.

نتایج و بحث

برداشت چغندر قند به روش سنتی

برداشت چغندرقند به روش سنتی از روشهای متعارف مناطق مورد مطالعه می‌باشد. در این روش ترکیبی از نیروی تراکتور و کارگر استفاده شده و اکثر کارها توسط کارگر انجام می‌گیرد. روش برداشت سنتی چغندر قند شامل سه مرحله، شل کردن زمین برای درآوردن غده‌ها که توسط چغندرکن پشت تراکتور انجام می گیرد، درآوردن، سرزنی و دپو کردن و در نهایت بارگیری چغندرقند که توسط کارگر صورت می‌گیرد. در ذیل توضیحات بیشتر ارایه شده است.

سست کردن زمین برای در آوردن چغندرقند

اولین مرحله‌ای که برای برداشت دستی چغندرقند در مناطق مختلف رواج دارد عبارتست از شل کردن زمین با تراکتور و ادوات مخصوص به شکل تیغه کج که در طرفین ردیفهای چغندرقند قرار می‌گیرد. با حرکت تراکتور تیغه‌ها به زیر زمین نفوذ کرده و چغندر قند را از زیر به بالا هدایت می‌کند. این کار باعث شل شدن زمین و غده های چغندرقند در زمین شده و بعد از آن توسط کارگر از زمین در آورده، سرزنی و کپه شده و برای بارگیری آماده می‌شود. غالباً عرض کار این ادوات دو ردیفه بوده ولی گاهی به علت سفتی خاک و یا کوچک بودن تراکتور نوع یک ردیفه آن نیز مشاهده می‌شود. بکارگیری این روش به صورت گسترده در مناطق مختلف آذربایجان غربی، خراسان و قزوین رایج می‌باشد.

میزان کل انرژی مورد نیاز برای شل کردن زمین در برداشت دستی چغندرقند ۳۶۱ مگاژول در هکتار با ضریب تغییرات (cv) ۳۵ درصد می‌باشد. فاصله خطوط اطمینان بالا و پائین متوسط مشاهدات رابر ۳۵±۳۶۱ در سطح احتمال ۹۵ می باشد.

سرزنی و دپو چغندر قند با استفاده از کارگر

درآوردن، سرزنی و دپو غده‌ها توسط کارگر دومین مرحله برداشت چغندرقند به روش سنتی می‌باشد که در اکثر مناطق مورد مطالعه استانهای آذربایجان غربی، خراسان و قزوین رایج است. در این روش بعد از اینکه خاک اطراف چغندرقند توسط تراکتور نرم گردید، توسط کارگر از زمین بیرون آورده و پس از سرزنی، دپو می‌شود. در این روش، اکثریت کارگران را زنان و بچه‌ها تشکیل می‌دهند. نبود کارگر به اندازه کافی و زمان بر بودن برداشت با این روش، از معایب عمده آن می باشد.

در جدول(۱) نتایج تجزیه داده های بدست آمده ارایه شده است . متوسط کارگر مورد نیاز برای درآوردن، سرزنی و دپو چغندرقند ۴۷/۵ نفر–روز در هکتار می باشد. دامنه تغییرات در سطح احتمال ۹۵ درصد ۵/۸۹ و حداکثر و حداقل کارگر مورد نیاز برای درآوردن، سرزنی و دپو چغندرقند ۵۳/۳۹ و ۴۱/۶۱ نفر–روز در هکتاردر سطح احتمال ۹۵ درصد می باشد.

جدول۱: آنالیز داده های برداشت چغندرقند به روش سنتی (توسط کارگر).

	شل کردن خاک (مگاژول در هکتار)	سرزنی و دپو (کرگر–روز در هکتار)	بارگیری (کارگر–ساعت در تن)
متوسط انرژی کارگری مورد نیاز	۳۶۱	۴۷/۵۰	۱/۰۰
Sd	۱۲۳	۹/۵۰	۰/۳۵
دامنه تغییرات (±)	۳۴/۸۶	۵/۸۹	۰/۱۴
حداکثر انرژی مورد نیاز	۳۹۵/۸۶	۵۳/۳۹	۱/۱۳
حداقل انرژی مورد نیاز	۳۲۶/۱۴	۴۱/۶۱	۰/۸۶
ضریب تغییرات (cv%)	۳۵	۲۰/۰	۳۴/۸۳

بار گیری چغندر قند توسط کارگر

بارگیری چغندرقند توسط کارگر سومین مرحله برداشت دستی یا سنتی چغندرقند می‌باشد. در این مرحل بعد از دپو غده‌های چغندرقند، کارگران آنها را بارگیری می‌کنند. در جدول(۱) میزان انرژی مورد نیاز برای بارگیری چغندر قند ارایه شده است. متوسط انرژی کارگری مورد نیاز برای بارگیری ۱ نفر–ساعت در تن می باشد. دامنه تغییرات در سطح احتمال ۹۵ درصد ۰/۱۴ و میزان ظریب تغییرات آن، cv، ۳۴/۸۳ درصد می‌باشد. حداکثر و حداقل انرژی مورد نیاز برای بارگیری چغندرقند در سطح احتمال ۹۵ درصد ۱/۱۳ و ۰/۸۶ نفر–ساعت در هکتار است.

کل انرژی مورد نیاز در روش سنتی برداشت چغندرقند

در جدول(۲) متوسط عملکرد چغندر قند در سه استان آذربایجان غربی، خراسان و قزوین ارایه شده است. متوسط عملکرد چغندر قند در سه استان ۳۵ تن در هکتار می‌باشد.

جدول ۲: متوسط عملکرد چغندر قند در سه استان آذربایجان غربی، خراسان، قزوین.

عنوان	عملکرد (تن در هکتار)
متوسط عملکرد چغندر قند آذربایجان غربی	۴۳
متوسط عملکرد چغندر قند خراسان	۳۳/۵
متوسط عملکرد چغندر قند قزوین	۲۸/۴
متوسط سه استان	۳۵

در جدول(۳) انرژی مورد نیاز برای برداشت چغندر قند به روش سنتی به تفکیک مراحل برداشت اریه گردیده ست. با توجه به اینکه متوسط ساعت کار در کشور ایران ۸ ساعت در روز گزارش شده است لذا برای مقایسه بهتر انرژی مورد استفاده برای برداشت چغندر قند در روشهای مختلف، با در نظر گرفتن جمیع جهات واحد بارگیری چغندر قند از نفر–ساعت در تن به نفر– روز در هکتار به شرح زیر تبدیل می‌شود. برای تبدیل واحد نفر – روز در هکتار به واحد مگاژول در هکتار میزان توان ماهیچه‌ای کارگری بین ۷۵ تا ۱۵۰ وات در نظر گرفته می‌شود. بر این اساس میزان انرژی ماهیچه‌ای تولیدی توسط یک کارگر در روز معادل (۸ ساعت)۲/۱۶ تا ۴/۳۲ مگاژول می باشد. برای تبدیل انرژی کارگری از نفر– روز به مگاژول از مقدار ۴/۳۲ مگاژول به ازای هر نفر– روز استفاده گردیده است.

جدول ۳: انرژی مورد نیاز برای برداشت چغندر قند به روش سنتی

عنوان	حداکثر	حداقل	متوسط
شل کردن زمین	۳۷۶	۳۰۴	۳۴۱
در آوردن ، سرزنی و کپه کردن (نفر–روز در هکتار)	۵۳/۶۹	۴۱/۶۱	۴۷/۵
بارگیری (نفر – ساع ر تن)	۱/۱۳	۰/۸۶	۱
بارگیری (نفر – روز در هکتار)	۵	۳/۸۷	۴/۵
در آوردن ، سرزنی و کپه کردن (مگاژول در هکتار)	۲۳۱	۱۷۹/۷	۲۰۵/۲
بارگیری (مگاژول در هکتار)	۲۱/۶	۱۶/۷	۱۹/۴۴
جمع (مگاژول در هکتار)	۶۲۸/۶	۵۰۰/۴	۵۶۵/۶۴

برداشت مکانیزه چغندر قند

برداشت مکانیزه چغندر قند بعد از روش سنتی دومین روش مورد استفاده توسط چغندرکاران می‌باشد. در این روش تمام عملیات توسط ادوات پشت تراکتور انجام می‌گیرد. این روش شامل سه مرحله سرزنی چغندرقند توسط تاپر پشت تراکتور، ریک زنی شامل درآوردن و ردیف کردن چغندرقند و بارگیری می‌باشد. در ادامه توضیحات بیشتر به همراه میزان انرژی مورد استفاده ارایه شده است.

سرزنی چغندرقند با استفاده از تاپر

در این مرحله با استفاده از دستگاه سرزن پشت تراکتور، در اولین قدم، برگ چغندرقند حذف می‌شود. انواع مختلف دستگاهها سرزن وجود دارد که بیشترین کاربرد آن در منطقه نقده استان آذربایجان غربی و از نوع شلاقی گزارش شده است. بعد از سرزنی، برگهای چغندرقند به مدت ۱ تا ۲ روز در سطح مزرعه پخش شده تا خشک شده و مانع کارکرد دستگاه ریگ نشود. بعد از سرزنی چغندرقند از دستگاه ریگ برای در آوردن و ردیف کردن چغندر قند استفاده می‌شود. در بعضی شرایط بعد از سرزنی با تاپر پشت تراکتور زمین نرم گردیده و غده های سرزنی شده توسط کارگر دپو و بارگیری می‌شود. در این روش متوسط کارگر مورد نیاز ۳۰ درصد روش بدون سرزنی می باشد. در جدول(۴) میزان انرژی موتوری مورد نیاز برای سرزنی چغندرقند با استفاده از تاپر ارایه شده است که

متوسط انرژی مورد نیاز برای سرزنی چغندر قند ۳۸۶/۳۰ مگاژول در هکتار می‌باشد. انحراف معیار داده‌های مربوط ۲۰/۵۶ و فاصله خطوط اطمینان بالا و پائین متوسط مشاهدات برابر ۱۲/۷۴±۳۸۶/۳۰ در سطح احتمال ۹۵ و cv داده ۵/۳۲ درصد می باشد.

در آوردن چغندرقند با استفاده از ریک چغندرقند

از روشهای متعارف منطقه نقده در استان آذربایجان‌غربی بعد از سرزنی؛ استفاده از چغندرقند کن و ردیف کن با نام ریک می‌باشد. این دستگاه با عرض کارهای مختلف وجود دارد. ریک، غده‌ها را از زمین در آوده و بعد از جدا کردن خاک، آنها را بر روی یک ردیف قرار می‌دهد. برداشت با ریک چنان تنظیم شده که غده‌های برداشت شده در سه بار تردد ریک بر روی یک ردیف جمع گردیده تا در موقع بارگیری توسط بارکن از دفعات تردد کاسته شود.

در جدول(۴) نتایج تجزیه داده‌های مربوط به انرژی مورد نیاز برای ریک زنی چغندر قند ارایه شده است. متوسط انرژی مورد نیاز برای برداشت چغندر قند توسط ریک ۵۴۱ مگاژول در هکتار می‌باشد. دامنه اطمینان در سطح احتمال ۹۵ درصد ۴۷/۸۶ و حداکثر و حداقل انرژی صرف شده برای برداشت چغندر قند با ریک در سطح احتمال ۹۵ درصد بین ۵۸۸/۸۶ و ۴۹۳/۱۴ مگاژول در هکتار می باشد.

بارگیری چغندر قند توسط بارکن

سومین مرحله برداشت چغندرقند به روش مکانیزه بعد از تاپر و ریک، بارگیری می‌باشد. در این مرحل غده‌های ردیف شده توسط ریک به کمک بارکن پشت تراکتوری از زمین برداشت و در داخل خودرو دیزلی قرار می‌گیرد. با توجه به اینکه یک ردیف چغندر قند آماده برای بارگیری نتیجه برداشت ۶ ردیف چغندرقند می‌باشد، لذا میزان عرض کار بارکن پشت تراکتور، برابر تعداد ردیف ضربدر فاصله ردیف کاشت چغندرقند می‌باشد. در این تحقیق میزان انرژی مورد نیاز برای حمل چغندر قند منظور نشده است. از ین روش در استان آذربایجان‌غربی و خراسان بصورت محدود استفاده می‌گردد ولی روند استقبال زارعین از آن به شدت رو به تزاید است.

در جدول(۴) نتایج تجزیه داده‌های مربوط به انرژی مورد نیاز برای بارگیری چغندرقند توسط بارکن پشت تراکتوری ارایه شده ست. متوسط انرژی مورد نیاز برای بارگیری توسط بارکن پشت تراکتوری ۳۱۴/۳۳ مگاژول در هکتار با دامنه تغییرات ۳۹/۷۹ در سطح احتمال ۹۵ درصد بوده و حداکثر و حداقل آن در سطح احتمال ۹۵ درصد ۳۵۴/۱۲ و ۲۷۴/۵۴ مگاژول در هکتر می‌باشد.

جدول ۴: آنالیز داده های برداشت مکانیزه چغندرقند با تراکتور.

	سرزنی (مگاژول در هکتار)	ریک زنی (مگاژول در هکتار)	بارگیری (مگاژول در هکتار)
متوسط انرژی مورد نیاز برای سرزنی چغندرقند با تراکتور	۳۸۶/۳۰	۵۴۱	۳۱۴/۳۳
Sd	۲۰/۵۶	۷۷/۲۲	۶۴/۲۰
دامنه تغییرات (±)	۱۲/۷۴	۴۷/۸۶	۳۹/۷۹
حداکثر انرژی مورد نیاز	۳۹۹/۰۴	۵۸۸/۸۶	۳۵۴/۱۲
حداقل انرژی مورد نیاز	۳۷۳/۵۶	۴۹۳/۱۴	۲۷۴/۵۴
ضریب تغییرات (cv%)	۵/۳۲	۱۴/۲۷	۲۳/۴۰

برداشت چغندرقند توسط کمباین

تنها مورد برداشت چغندر قند توسط کمباین در بین استانهای آذربایجان غربی، خراسان و قزوین تنها در استان خراسان مشاهده گردید. در این روش مرحله سرزنی، درآوردن و بارگیری توسط کمباین چغندرقند انجام می‌گیرد. این روش ساده و از نظر بهروری زمانی بهترین وضعیت را دارد.

در جدول(۵) عرض کار، توان اسمی کمباین، سرعت کار ظرفیت مزرعه‌ای و انرژی مورد نیاز برای برداشت توسط کمباین ارایه شده‌است. میزان انرژی مورد نیاز برای برداشت چغندرقند با کمباین ۱۵۷۷/۳ مگاژول در هکتار بوده که این مقدار انرژی شامل میزان انرژی برای حمل چغندر قند در داخل مزرعه نیز می باشد.

جدول۵: مشخصات کمباین برداشت چغندرقند و میزان انرژی صرف شده برای برداشت غده‌ها

عرض کار کمباین (متر)	۱/۵
سرعت کار (کیلومتر در ساعت)	۵/۱
توان اسمی (کیلووات)	۳۸۸
ظرفیت مزرعه ای (هکتار در ساعت)	۰/۸
میزان انرژی صرف شده (مگاژول در هکتار)	۱۵۷۷/۳

مقایسه کل انرژی صرف شده برای برداشت چغندرقند در روشهای مختلف برداشت

در جدول(۶) مجموع انرژی صرف شده برای برداشت چغندر قند در روشهای مختلف ارایه شده ست. در این جدول مشاهده می‌شود که میزان انرژی برداشت چغندرقند در روش برداشت با کمباین نسبت به برداشت مکانیزه و سنتی بیشتر می باشد. در روش برداشت توسط کمباین، بعلت حمل چغندرقند توسط کمباین میزان انرژی مصرفی بیشتر از روش مکانیزه می‌باشد چرا که در روش برداشت مکانیزه انرژی مورد نیاز برای حمل چغندرقند منظور نگردیده‌است. چغندر قند بعد از بارگیری داخل خودرو سنگین یا تریلر پشت تراکتور، به بیرون از مزرعه حمل می‌گردد که در محاسبات، انرژی مورد نیاز برای جابجایی داخل مزرعه‌ای چغندرقند منظور نگردیده‌است.

جدول ٦: مقایسه کل انرژی صرف شده برای برداشت چغندرقنددر روشهای مختلف برداشت

	حداکثر	حداقل	متوسط
روش برداشت با کمباین	۱۵۷۷	۱۵۷۷	۱۵۷۷
برداشت مکانیزه	۱۳۴۲	۱۱۴۱/۲۴	۱۲۶۸/۶۰
برداشت سنتی	۶۴۸/۶	۵۲۰/۴	۵۸۵/۶۴

همان‌طوریکه مشاهده می‌شود میزان انرژی مورد نیاز در روش سنتی از روش برداشت مکانیزه بیشتر می‌باشد. متوسط انرژی مورد نیاز برای برداشت مکانیزه ۱۲۶۸ و برداشت سنتی (توسط کارگر) ۵۸۵ مگاژول در هکتار می‌باشد. انسان از نظر راندمان انرژی نسبت به ماشین دارای راندمان بهتری می‌باشد چرا که انجام کار توسط ماشین نیازمند نیروی مولد (موتور) و انجام دهنده کار

(ماشین) بوده و با توجه به اینکه موتور و ماشین دارای وزن زیادی هستند، مقدار زیادی از انرژی صرف شده برای انجام کار، توسط جابجایی موتور و ماشین مصرف می‌گردد، بنابراین میزان راندمان انرژی در انسان نسبت به ماشین بشتر می‌گردد.

برداشت سنتی (توسط کارگر) با در نظر گرفتن مزایا و معایب استفاه از کارگر، پیشنهاد نمی‌گردد. معمولاً نیروی کارگری زود خسته شده و برای انجام کار نیاز به زمان بیشتر داشته و مشکلاتی نظیر بیمه، هزینه زیاد، کمبود کارگر در مواقع پیک کاری و از دست رفتن زمان در نتیجه استفاده از کارگر برای کشت های بعدی دارد.

منابـــع :

۱۶. *کیهانی*، علیرضا. ۱۳۸۵. مدیریت مصرف انرژی در کشاورزی. دانشگاه تهران جزوه درسی.

17. Alam, M.R., and K.K. Islam. 2005. Energy flow in agriculture: Bangladesh. American Journal Sciences 1(3)213-220.
18. Allen, R. R., J. T. Musick, D. A. Dusek. 1980. Limited tillge and energy use with forrow – irrigated grain sorghum. Transaction of the ASAE, 346- 350.
19. Assuncao, J. J. and M. Ghatak. 2003. Can unobserved heterogeneity in farmer ability explain the inverse relationship between farm size and productivity? Economic Letters Vol.80 pp.189-194.
20. Avlani, P. K., and W. J. Chanceller. 1977. Energy requirements for wheat production and use in California. Transaction of the ASAE, 20(3): 429- 436.
21. Briddges, T. C., and E. M. Smith. 1979. A method for determining the total energy input for agricultural practices. Transaction of the ASAE. 781- 784.
22. Dowding, E., J. A. Ferguson and C. F. Becker. 1967. Comparison of four summer-follow tillage methods based on seasonal tillage-energy requirement, moisture conservation and crop yields. Transaction of the ASAE, 10(1): 1-3.
23. Hatirli S.A., B. Ozkan. and C. Fert. 2004. An econometric analysis of energy input - output in Turkish agriculture. Renewable and Sustainable Energy Reviews 9(2005) 608-623.
24. Koester, U. 2003. A REVIVAL OF LARGE FARMS IN EASTERN EUROPE? HOW IMPORTANT ARE INSTITUTIONS? International Conference of Agricultural Economists (IAAE). 16-22 August 2003, Durban, South Africa.
25. Pervanchon, F., C. Bockstaller, P. Girardin. 2002. Assessment of energy use in arable farming systems by means of an agro- ecological indicator. The energy indicator, agricultural system, 72, 149- 172.
26. Pender, J., E. Nkonya., P. Jagger. and D. Sserunkuuma. 2002. Strategies to Increase Agricultural Productivity and Reduce Land Degradation: Evidence from Uganda. International Conference of Agricultural Economists (IAAE). 16-22 August 2003, Durban, South Africa.
27. Temel, T. and P. J. Alberson. 2000. New Facts for an Old Debate: Farm Size, Productivity, and Geography. Working Paper, SOW-VU Staff WP-00-02, 2000.