بررسی انرژی انسانی در کشاورزی ایران و ارائه راهکارهای اندازه گیری و کاربرد آن

ندا رحیمی[۱]، روزبه عباس زاده[۲] و اسدا... اکرم[۳]

۱- دانشجوی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲- استادیار پژوهشکده کشاورزی سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران

۳- دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

چکیده

انرژی نیروی انسانی بخشی از انرژی به کار رفته در تولید محصولات کشاورزی است. تعیین این شاخص مهم می تواند در محاسبه انرژی مصرفی برای محصولات کشاورزی، تعیین الویت های مکانیزاسیون کشاورزی برای بهینه سازی مصرف آن، مدیریت منابع انسانی، ارائه برنامه غذایی مناسب به کشاورزان و ... مورد استفاده قرار گیرد. در این پژوهش ابتدا مروری بر نحوه محاسبه انرژی انسانی در کشاورزی ایران و مقادیر بدست آمده در تولید محصولات مختلف دامی، باغی و زراعی انجام می شود. سپس تکنیک های اندازه گیری انرژی مصرفی انسان مورد بررسی قرار می گیرد و روش های مناسبتر انتخاب می شود. همچنین به عنوان یک مطالعه موردی برنامه های غذایی مطلوب بر مبنای کالری مصرفی محاسبه شده برای یک کارگر بخش کشاورزی ارائه می شود. در نهایت راهکارهای مناسب برای تعیین و استفاده از میزان انرژی انسانی درکشاورزی آورده خواهد شد.

واژه های کلیدی: انرژی، برنامه غذایی، مکانیزاسیون کشاورزی، نیروی انسانی.

مقدمه

اگرچه انرژی مورد استفاده در بخش کشاورزی در مقایسه با صنعت سهم کمتری را به خود اختصاص داده اما همین مقدار هم به خودی خود قابل توجه و چشمگیر است و می توان با استفاده از راه های بهینه سازی و مدیریت انرژی و صرفه جویی در بخش های کوچک آن، انرژی قابل توجهی را ذخیره کرد. همچنین استفاده بهینه و موثر از انرژی میتواند ما را در رسیدن به کشاورزی پایدار یاری کند.

اهم انرژی مورد استفاده در کشاورزی شامل انرژی شیمیایی و فسیلی و انرژی نیروی کار انسانی و حیوانی است. اگرچه ممکن است انرژی انسانی بخش کوچکی از انرژی کشاورزی را شامل شود اما بررسی همین مقدار و صرفه جویی در آن و استفاده کمتر و مفید از آن از جهات مختلف مورد اهمیت است: تقریبا تمامی فعالیت های انسان در راستای بهتر و راحت تر کردن زندگی او است پس باید از انرژی انسان در کارهای دشوار کمترین استفاده با بیشترین بازده صورت پذیرد و همچنین پس از ارزیابی های لازم شرایط کاری و فناوری های مرتبط را طوری فراهم کنیم که با کاهش انرژی انسانی مورد نیاز هزینه تامین کالری موردنیاز کمتر شود. ضمنا دانستن انرژی مورد نیاز برای فعالیت های مختلف کشاورزی می تواند دست اندرکاران این بخش را در اتخاذ تصمیمات

صحیح همچون مدیریت منابع انسانی یا ارائه برنامه غذایی مناسب یاری دهد. اولین گام در این راستا تعیین انرژی مصرفی نیروی انسانی در فعالیت های کشاورزی است. در این پژوهش مروری بر موضوع انرژی نیروی انسانی در کشاورزی ایران انجام می شود و پس از بررسی راهکارهای تعیین آن، نمونه ای از کاربرد دانش مذکور در راستای تأمین انرژی مورد نیاز و در نتیجه بهبود شرایط تولید ارائه خواهد شد.

بررسی نمونه هایی از نحوه محاسبه انرژی انسانی و مقادیر بدست آمده در تولید محصولات مختلف دامی، باغی و زراعی

محصولات دامی:

به منظور طراحی سیستم بازیافت انرژی در مجتمع صنعتی تولید تخم مرغ, انرژی کارگری مصرفی در بخش های مختلف مرغداری اندازه گیری شد با این پیش فرض که هر کارگر برابر ۱.۹۶ مگاژول انرژی در ساعت مصرف می کند و با ضرب تعداد ساعت کارگران در این عدد این مقدار در فصل های تابستان و زمستان به ترتیب ۹۴.۵۸ و ۹۴.۸۵ مگا ژول می باشد.(صداقت حسینی و همکاران۱۳۸۷)

بررسی های انجام شده در مرغداری های منطقه شمال خوزستان نشان دهنده این است که انرژی انسانی نهاده در پرورش مرغ گوشتی برابر است با ۴۴۵۴ مگاژول است که این مقدار از راه اندازه گیری تعداد ساعات کارکرد کارگر که ۲۰۰۰ ساعت گزارش شده و در نظر گرفتن ۲.۲۲۷ مگاژول انرژی برای هر نفر ساعت کارگر بدست آمد.(نقیب زاده و همکاران,۱۳۸۹)

انرژی انسانی مورد استفاده در بخش مدیریت مواد زائد دامی در پرورش گاو در دو سیستم جایگاه آزاد (Free stal) و بهاربند (Open shade) در گاوداری کشت و صنعت خرمدره به ترتیب برابر با ۳۸ و ۳۰ گیگاژول برآورد شد. (مهدی جعفری و همکاران, ۱۳۹۱)

محصولات باغی و صیفی :

در تحقیقی که در رابطه با مقایسه مصرف انرژی در اندازه های مختلف زمین برای تولید سیب در منطقه دماوند انجام شده با احتساب مقدار ۱.۹۶ مگاژول برای هر نفر ساعت و اندازه گیری مقدار ۱۴۸۷.۵۴ ساعت کار کارگری انرژی کل کارگری برابر شد با ۲۹۱۶ مگاژول (موسوی اول و همکاران ,۱۳۸۹)

در رابطه با باغات سیب تحقیقات زیادی علاوه بر تحقیق بالا انجام گرفته است که به عنوان مثال:

در یکی از این تحقیقات که در رابطه با بررسی و تعیین میزان مصرف انرژی در باغات سیب شهرستان مهاباد صورت گرفته است با درنظر گرفتن اینکه مجموع وزن کارگرانی که در هر هکتار فعالیت می کنند معادل ۱۰۲۴ کیلوگرم می باشد و به ازای هر کیلوگرم از وزن هر نفر مقدار ۴۶۵ کیلو کالری انرژی مصرف می شود نتیجه گرفته شد که به ازای هر هکتار ۴۷۶۱۶۰ کیلو کالری انرژی مصرف می شود.(احسانی و شهربانو نژاد ,۱۳۹۱)

در تحقیق دیگری که به بررسی و تعیین شاخص های انرژی برای تولید سیب درختی در استان آذربایجان غربی پرداخته شده است مقدار کل انرژی نهاده انسانی برابر با ۹۸۵.۸۲ مگاژول است که از طریق اختصاص مقدار ۰.۲۷ مگاژول بر ساعت برای هر نفر کارگر به دست آمده است.(فدوی و همکاران , ۱۳۸۹)

در تحلیل و مقایسه الگوی نهاده و ستانده انرژی در تولید دو رقم آلو در باغات شهرستان شهریار مقدار کل انرژی نهاده کارگری برای آلوی قطره طلا برابر با ۴۸۶۷.۶۱ و برای آلوی شابلون برابر ۳۲۷۴.۶۱ در واحد مگاژول برای هر هکتار باغ به دست آمد که این مقدار برای باغها با مساحت های مختلف قابل استفاده و استناد می باشد.(سید محمدحسین طباطبایی و همکاران , ۱۳۹۱)

در ارزیابی انرژی و اقتصادی برای تولید انگور برای باغهای مکانیزه و سنتی در شهرستان ارومیه با احتساب ۱.۹۶ مگاژول برای هر نفر ساعت و به ازای ۱۰۷۳.۵۲ ساعت کاری, مقدار کل انرژی انسانی برابر ۲۳۲۶.۳۳ مگاژول تخمین زده شد. (غفاری قره باغ و همکاران , ۱۳۹۱)

در تحقیقی که برای بررسی و تعیین میزان مصرف انرژی برای تولید گوجه فرنگی گلخانه ای در گلخانه های استان کرمانشاه انجام گرفت سهم انرژی انسانی مورد استفاده برای باغی که نیازمند کار انسانی به اندازه ۴۵۸۴ ساعت در هر هکتار است و با احتساب مقدار ۲.۳ مگاژول برای هر نفر ساعت مقدار کل انرژی برابر با ۱۰۵۴۳.۲ مگاژول بر هکتار برآورد شد.(پاشایی و همکاران۱۳۸۷)

بررسی رابطه بین عملکرد محصول و انرژی های ورودی در تولید سیب زمینی در همدان نشان دهنده این است که انرژی کل کارگری در تولید سیب زمینی با احتساب مقدار ۱.۹۶ مگاژول برای هر نفر ساعت کار کارگری ۵۵۳۷.۷۷ مگاژول در واحد هکتار بدست آمد.(رجبی همدانی و همکاران, ۱۳۸۹)

بررسی رابطه بین انرژی ورودی و خروجی محصول سیب زمینی در شهرستان دماوند استان تهران ثابت کرد که ۱۰۱۷.۶۷ کیلوژول در هر هکتار مقدار انرژی کارگری در تولید سیب زمینی است در حالتی که هر انسان در هر ساعت ۱.۹۶ مگاژول انرژی صرف کند.(پهلوان و رفیعی, ۱۳۸۹)

برای بررسی میزان کارایی و بهره وری انرژی در تولید گوجه فرنگی نیز نیاز به اندازه گیری جز به جز انرژی های مصرفی می باشد که میانگین انرژی کل انسانی محاسبه شده برابر است با ۲۱۴۲.۶ مگاژول در واحد هکتار که این انرژی معادل ۱۰۹۳.۲ ساعت کار در مزرعه می باشد.(راعی جدیدی و همکاران, ۱۳۸۹)

آنالیز نهاده –ستاده در سیر مصرف انرژی بخش کشاورزی ایران عنوان تحقیقی است که در آن معادل انرژی انسانی در واحد ساعت را برابر ۲.۳ مگاژول محاسبه کرده و با توجه به این رابطه مقدار کل انرژی نهاده انسانی برابر ۳۵۰۰۸۵۵ مگاژول و میانگین سالانه ی کار انسان برابر ۱۳.۵۳×۱۰^{۱۵} است. (ناصری نواب کاظمی و دشتی آقجه, ۱۳۸۹)

تحقیقات دیگری که در رابطه با محصول سیر انجام گرفته حاکی از این است که اگر مقدار هر نفر ساعت کار کارگری برابر ۱.۹۶ مگاژول باشد مقدار کل این انرژی برابر است با ۲۷۳۸/۵۲ مگاژول در واحد هکتار.(سماواتیان و همکاران, ۱۳۸۹)

ارزیابی مصرف بهینه انرژی در تولید محصول خیار در گلخانه های تهران با استفاده از تحلیل پوششی داده ها نشانگر این است که

برای تولید این محصول انرژی انسانی ۸۱۳۵.۳۶ مگاژول بر هکتار می باشد این نتیجه در صورتی بدست می آیدکه انرژی کارگری را برابر ۱.۹۶ مگاژول برای هر نفر ساعت در نظر بگیریم.(غجه بیگ و همکاران, ۱۳۸۹)

محصولات زراعی:

در بررسی شاخص های انرژی در زراعت سویا در منطقه دشت مغان انرژی انسانی برای عملیات مختلف به صورت جداگانه اندازه گیری شده است و انرژی مصرفی کل انسانی برابر ۱۰۸.۱۴ مگاژول به ازای ۵۵.۱۵ ساعت کار از قبیل رانندگی,آبیاری ,کودپاشی و ... بیان شده است.که این مقدار با تخصیص ۱.۹۶ مگاژول انرژی به هر نفر ساعت به دست آمده است.(بامداد زیوه و همکاران,۱۳۹۱)

با ارزیابی انرژیتیک تولید محصول گندم دیم و برآورد شاخص های انرژی در بخش سرفیروزآباد شهرستان کرمانشاه مقدار انرژی انسانی به ازای هر نفرساعت مقدار ۱.۹۶ مگاژول و ساعات کاری انسانی برابر ۹۷.۵ ساعت و بنابراین مقدار کل انرژی مصرفی انسانی برابر ۱۹۱.۱ مگاژول به دست آمده است.(همتیان و همکاران , ۱۳۸۹)

درتحقیقی برای تعیین شاخص های انرژی درتولید محصولات زراعی شهرستان بردسیر بااستفاده ازرابطه :

انرژی کارگری مصرف شده در هریک از مراحل تولید= حاصلضرب تعداد ساعات کارگر مورد نیاز در یک هکتارو انرژی کارگری در یک ساعت(مگاژول) و جایگذاری مقدار ۱.۹۶ مگاژول برای نفر ساعت و ۵۰ ساعت کار برای گندم انرژی کل برابر ۹۸ مگاژول و ۹۷.۱۴ ساعت کار برای سیب زمینی انرژی کل برای این محصول برابر شد با ۱۹۰.۳۹ مگاژول.(آزادشهرکی و همکاران, ۱۳۸۹)

در بررسی انرژی مصرفی در تولید ذرت سیلویی که در استان زنجان انجام شد نتایج به دست آمده نشان داد که اگر هر انسان در هر ساعت کار مقدار ۱.۹۶ مگاژول انرژی صرف کند کل انرژی نهاده انسانی برابر می شود با ۵۴۴.۲۹ مگاژول بر هکتار این در حالی است که در هر هکتار نیاز به ۲۷۷.۷۱ ساعت کار کارگری داریم.(امانلو و همکاران, ۱۳۸۹)

در تحقیق برای تعیین انرژی مصرفی در دو روش سنتی و نیمه مکانیزه برای تولید برنج مجموع انرژی نهاده انسانی برای تولید برنج به روش سنتی برابر است با ۵۲۱۰۰۰ کیلو کالری و در تولید نیمه مکانیزه برنج مقدار ۳۸۰۵۰۰ کیلوکالری انرژی انسانی استفاده می شود که این مقادیر برابر است با مقدار انرژی صرف شده در بخش های مختلف کشت که انرژی مصرفی تفکیکی این بخش ها به ترتیب برای روش سنتی و نیمه مکانیزه برابر است با:آماده سازی زمین (شخم, مرز بندی و ماله کشی): ۷۷۰۰۰ و ۷۷۰۰۰ , کاشت (تهیه خزانه ,بذرپاشی و نشاکاری):۱۵۹۵۰۰ و ۸۵۵۰۰ , داشت(وجین,کودپاشی و سم پاشی): ۱۰۴۵۰۰ و ۱۰۴۵۰۰ , برداشت(درو ,دسته بندی و جمع آوری):۹۳۵۰۰ و ۳۷۰۰۰ , خرمنکوبی و کیسه گیری: ۵۵۰۰۰ و ۵۵۰۰۰ و بخش تبدیل ۳۱۵۰۰ و ۳۱۵۰۰ که تمامی واحدها کیلوکالری بر هکتار می باشد.این به این معنا است که تقریبا ۱۰٪ از انرژی کل مصرفی برای تولید برنج را انرژی کارگری تشکیل می دهد.(پیمان و همکاران ، ۱۳۸۲)

در ارزیابی دو سیستم تولیدی برنج با استفاده از تحلیل های انرژی در شرق استان خوزستان شهرستان رامهرمز با احتساب مقدار

۱.۹۶ مگاژول برای هر نفر ساعت کارگر مرد و ۱.۵۷ مگاژول برای نفرساعت کارگران زن مقدار انرژی مصرفی کارگری برای حالت نشاکاری برابر با ۲۶۱۴ مگاژول بر هکتار و برای خشکه کاری برابر ۱۵۴۹ مگاژول بر هکتار می باشد.(عطار و همکاران, ۱۳۸۹)

در بررسی روش های برداشت چغندر قند و میزان انرژی مورد نیاز آنها و میزان انرژی مصرفی برای برداشت چغندر قند به روش سنتی برای شل کردن خاک ۳۴۱ مگاژول در هکتار و برای درآوردن ,سرزنی و کپه کردن ۲۰۵.۲ مگاژول در هکتار و برای بارگیری ۱۹.۴۴ مگاژول در هکتار می باشد و مجموع این مقادیر برابر ۵۶۵.۶۴ مگاژول در هر هکتار است.(محمدی مزرعه و زاده اوغاز, ۱۳۸۹)

با بررسی روند موجود مصرف انرژی در تولید ذرت دانه ای در شمال خوزستان نتایج زیر بدست آمده است:

هر نفر ساعت انرژی برابر است با ۱.۹۶ مگاژول و کل انرژی انسانی برابر است با ۲۱۴.۹۶ مگاژول بر هکتار(زارچی یزدی و همکاران, ۱۳۸۹)

مقایسه میزان انرژی مصرفی و تحلیل اقتصادی در تولید شلتوک برنج در بندر انزلی مقدار انرژی انسانی مورد استفاده را برای هر دو رقم بومی و پر محصول برابر ۱۴۴.۵ مگاژول در واحد هکتار مشخص کرده است با احتساب ۱.۹۶ مگاژول برای هر نفر ساعت کار انسانی که این مقدار برابر است با مجموع مقادیر فعالیت هایی که برای کشت برنج انجام می شود که بیشترین مقدار متعلق به بذر پاشی و سم پاشی است که مقدار هر دو برابر ۲۳.۵۲ مگاژول بر هکتار و کمترین مقدار متعلق به ماله کشی است با ۴.۳۱۲ مگاژول بر هکتار.(بلوکی و همکاران, ۱۳۸۹)

برای بررسی روند مصرفی انرژی در مزارع دیم گندم استان بوشهر و تاثیر آن بر محیط زیست میزان انرژی نهاده انسانی برابر ۴۶۵ کیلوکالری در واحد ساعت برای هر هکتار گرفته شده است و بنابراین کل انرژی نهاده انسانی برابر ۲۳۲۵۰ کیلوکالری در واحد هکتار محاسبه شد.(دوانی و حسن زاده, ۱۳۸۹)

تحلیل بهر ه وری انرژی و اقتصادی نیشکر در استان خوزستان و ارائه راهکار مناسب برای بهبود آن حکایت می کند که با احتساب مقدار ۱.۹۶ مگاژول برای هر نفرساعت می توان مقدار کل انرژی انسانی را برای مزرعه برابر با ۸۸۷۱۷۴۴ محاسبه کرد که با تقسیم این عدد بر مساحت مزرعه انرژی انسانی ۵۸۶.۴۲ مگاژول بر هکتار به دست می آید.(زراعی شهامت و همکاران, ۱۳۸۹)

همان طور که بررسی شد اعداد ارائه شده برای انرژی انسانی مورد استفاده در تولید فراورده های کشاورزی مقادیر قابل ملاحظه ای هستند به ویژه برای محصولات باغی و دامی. این موضوع ضرورت توجه بیشتر به مکانیزه کردن مراحل تولید این محصولات را بیش از پیش آشکار می سازد. همچنین به نظر می رسد روش رایج در مکانیزاسیون برای محاسبه انرژی مصرفی انسان استفاده از ضرایبی همچون مقدار ۱.۹۶ مگاژول برای هر نفرساعت است در حالی که روش های دقیق تری برای اندازه گیری انرژی مصرفی انسان وجود دارد که در ادامه به معرفی آنها پرداخته می شود.

روشهای اندازه گیری انرژی انسان :

تکنیک های متعددی وجود دارد که میتوان از آنها برای محاسبه مقدار دقیق انرژی مصرفی یک کارگر یا کشاورز در طول فعالیت روزانه اش استفاده کرد برخی از این روش ها عبارتند از:

۱. ساده ترین روش استفاده از دستگاه های کالری سنج های موجود در بازار می باشد که هر کدام با بررسی یکی از پارامترهای بدن. مانند ضربان قلب انسان یا تعداد تنفس و ... این مقدار را محاسبه می کنند.

شکل ۱- دو مدل کالری سنج موجود در بازار

۲. محاسبه با استفاده از رابطه بین اکسیژن مصرفی و کالری سوزانده شده: که این رابطه بیان می کند به ازای هر یک لیتر اکسیژن مصرفی در شرایط متعارف، انرژی معادل ۴/۸۲۵ کیلو کالری بر دقیقه صرف می شود.بنابراین در این روش برآورد می شود که فرد در دقیقه چه میزان اکسیژن مصرف می کند تا میزان انرژی آن فرد مشخص گردد. سپس ۳۳٪ آن را به عنوان ظرفیت کار فیزیکی فرد برای ۸ ساعت کار تعیین می شود.برای این کار می توان از دو روش استفاده کرد:

الف) اندازه گیری اکسیژن مصرفی در دقیقه: می توان یک کپسول اکسیژن پرتابل را که مجهز به مانومتر جهت تعیین دبی ورودی اکسیژن و تنظیم آن روی مقدار دلخواه می باشد با کشاورز همراه کرد و به اهداف این روش دست پیدا کرد.

ب) راه دوم :

۱- تنفس فرد در دستگاه اسپیرومتر وتعیین مقدار اکسیژن مصرفی (V) در مدت معین (M)

۲ -تعیین درجه حرارت و فشار محیط آزمایشگاه، قد ، وزن و سن فرد

۳- استفاده از فرمول زیر برای تبدیل شرایط آزمایشگاه به شرایط متعارفی و محاسبه V_0:

$$PV=P_0V_0(1+\alpha t) \qquad (۱)$$

P= فشار اکسیژن در آزمایشگاه P_0 = ۷۶۰ mmHg

V= حجم O_2 مصرفی شده α = ضریب ثابت گازها= $8.314472(15)\ J\cdot K^{-1}\cdot mol^{-1}$

V_0= حجم گاز در شرایط متعارفی t = دمای آزمایشگاه

۴- محاسبه حرارت تولیدی :

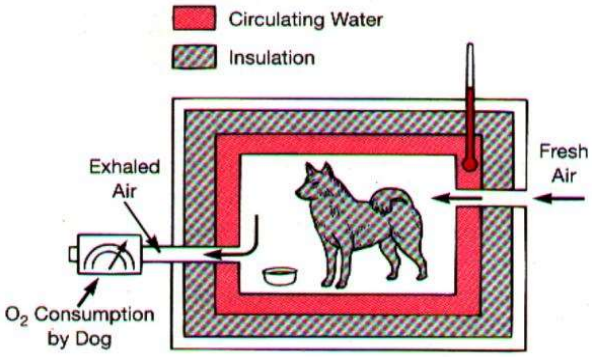
$$X = V_0 \times ۴/۸۲۵ \qquad (۲)$$

حرارت (Kcal)

۵- محاسبه انرژی در ساعت (Kcal/h) از حاصلضرب زیر:

$$E = V_0 \times \text{۴/۸۲۵} \times \text{۶۰/ M} \qquad (۳)$$

۳. کالری سنجی مستقیم: کالری سنجی مستقیم مقدار حرارت تولید شده توسط فردی را که در داخل یک محفظه قرار داده شده است، اندازه گیری می کند. این محفظه باید بزرگ باشد که اجازهٔ انجام فعالیت های متوسط را به فرد بدهد. به این محفظه ها کالری سنج های اتاق کامل اطلاق می شود. کالری سنجی مستقیم انرژی مصرفی را که به شکل حرارت است اندازه گیری می نماید، اما در مورد نوع سوخت اکسید شده ، اطلاعاتی فراهم نمی کند. در این روش شرایط بررسی، ماهیت محدود شده ای دارد. بنابر این، اندازه گیری کل انرژی مصرفی با استفاده از این روش نشان دهنده محیط عادی زندگی نمی باشد، زیرا فعالیت جسمی را در داخل این محفظه محدود است. همچنین این روش گران است و مهندسی پیچیده ای دارد و در سراسر دنیا امکانات مناسب آن به ندرت وجود دارد. طرز کاردراین روش باشکل زیرتوضیح داده شده است:



شکل ۲- شکل شماتیک کالری سنجی مستقیم

۴. آب نشاندار (DLW)» :

روش آب نشاندار برای اندازه گیری کل انرژی مصرفی، دانش مطالعه نیازها و تعادل انرژی در انسان را متحول ساخته است. اساس روش عبارت از این اصل است که تولید دی اکسید کربن می تواند از اختلاف در میزان دفع هیدروژن و اکسیژن بدن برآورد شود. بعد از تجویز مقداری آب نشاندار شده با اکسید دو تریم (H_2O)واکسیژن ۱۸ ($H_2{}^{18}O$)،دو تریم و اکسیژن ۱۸ به صورت آب ودی اکسیدکربن از بدن دفع می شوند. میزان دفع دو ایزوتوپ در طول ۱۴- ۱۰روز با نمونه برداری دوره ای از آب بدن از طریق ادرار، بزاق یا پلاسما اندازه گیری می شود. اختلاف بین دو میزان دفع نشان دهنده دی اکسید کربن تولید شده است. سپس با استفاده از روش کالری سنجی غیر مستقیم استاندارد، از دی اکسید کربن تولید شده برای محاسبه انرژی صرف شده استفاده می شود.

مزایا و معایب روش آب نشاندار:

روش آب نشاندار دارای مزایایی است که آن را برای اندازه گیری کل انرژی مصرفی در جمعیتهای مختلف مطلوب می سازد. اول

اینکه ، اندازه گیری انرژی مصرفی شامل کلیه اجزای انرژی کل مصرفی روزانه یعنی انرژی مصرفی در استراحت، اثر گرمازایی غذا و انرژی مصرفی در فعالیت جسمی می باشد. روش به سادگی قابل اجراست و فرد قادر به فعالیت های عادی زندگی در طول اندازه گیری است. بنابراین، نتایج نشان دهنده کل انرژی مصرفی روزانه عادی فرد است. همچنین با روش آب نشاندار می توان اعتبار برآوردهای ذهنی دریافت انرژی (یاد آمد یا یادداشت خوراک) و مصرف انرژی (لیست فعالیتهای بدنی) را سنجید. مهم تر اینکه صحت این روش بالاست .محدودیت های این روش عبارتند از بالا بودن هزینه ایزوتوپ های پایدار و مهارت لازم برای انجام طیف سنجی جرمی و گران و پیچیده بودن آنالیز غنی سازی ایزوتوپ.

با مقایسه روش های ذکر شده و با لحاظ نمودن امکانات موجود و دقت موردنیاز به نظر می رسد استفاده از کالری سنج و آب نشاندار تکنیک های مناسب تری برای تعیین انرژی مصرفی نیروی انسانی در بخش کشاورزی می باشد.

نمونه ای از کاربردهای انرژی انسانی در مدیریت کشاورزی

محاسبه و دانستن انرژی انسانی مصرفی از جهات مختلف حائز اهمیت است که یکی از این موارد برای اقتصادی تر کردن و کاهش هزینه های مزارع است بطوری که در هر وعده میزان کالری مصرفی کارگر تامین شود تا هم تولید اقتصادی شود و هم کارگر در رفاه باشد و کمبود انرژی نداشته باشد و با بازده بیشتری کار کند. برای این کار در این پژوهش با توجه به رژیم های غذایی مناسب و کاربردی، برنامه های غذایی مختلفی پیشنهاد شده است که می تواند به عنوان برنامه غذایی کارگران مزارع مختلف از آن بهره برد.

برای مثال در مزرعه ای که کشاورز ۸ ساعت کار میکند با در نظر گرفتن ۱.۹۶ مگاژول انرژی مصرفی برای هر ساعت کار یعنی کشاورز در کل ۱۵.۸۶ مگاژول انرژی صرف کرده با در نظر گرفتن این که هر کیلو کالری برابر است با ۴.۱۸۴ کیلوژول انرژی، کل انرژی مصرفی کارگربرابر است با ۱۵.۸۶ مگاژول یا ۳۷۹۰ کیلو کالری که باید از طریق غذا دوباره وارد بدن کارگر شود.رژیم غذایی ارائه شده در زیر برای جبران این مقدار است:

صبحانه شامل:

۱۰۰ گرم پنیر خامه ای (۳۸۰ کیلو کالری) یا ۱۰۰ گرم خامه سفت(۳۵۰ کیلو کالری) یا ۱۲۰ گرم عسل (۳۶۰ کیلو کالری) یا ۶ قاشق غذاخوری مربا(۳۶۰ کیلو کالری) به همراه یک قاشق غذا خوری کره (۱۰۰ کیلو کالری) و یا ۱۱۰ گرم حلوا ارده(۴۵۰ کیلو کالری) + ۱ لیوان شیر پر چرب(۱۵۰ کیلوکالری) + ۳ کف دست نان سنگک یا نان بربری یا نان جو (۲۵۰ کیلو کالری)

این صبحانه تقریبا ۸۵۰ کیلو کالری برای کارگر تامین می کند.

میان وعده می تواند شامل ۱۰۰ گرم سوهان یا گز یا بادام زمینی و یا ۱۲۰ گرم انجیر یا توت خشک یا کشمش و یا بیسکوییت یا کیک ساده و یا شکلاتی و یا ۲۰۰ گرم برگه (زردآلو یا هلو و ...) باشد که به همراه یک لیوان شربت میوه ای داده می شود این میان وعده حدود ۶۰۰ کیلو کالری ارزش غذایی دارد.

ناهار می تواند شامل موارد زیر باشد:

یک بشقاب برنج (۱۰۰گرم)+ یک کاسه متوسط خورشت فسنجان یا یک کاسه بزرگ(تقریبا دو برابر کاسه متوسط) خورش های بامیه ,قیمه, قورمه و یا کرفس +یک لیوان ماست خامه ای + یک کاسه متوسط سوپ جو یا سوپ خامه + یک لیوان نوشابه یا شربت میوه

۱۰ قاشق غذاخوری سالاد الویه +۱۰۰ گرم نان باگت و یک کاسه متوسط سوپ جو یا سوپ خامه + یک لیوان نوشابه یا شربت میوه

۴.۵ کفگیر عدس پلو + یک کاسه متوسط سوپ جو یا سوپ خامه + یک لیوان نوشابه یا شربت میوه

که هرکدام از موارد بالا تقریبا تامین کننده ی ۲۰۰۰ کیلو کالری می باشد

با یک میان وعده ی دیگر مشابه میان وعده ذکر شده در بالا کشاورز می تواند کل انرژی مصرف کرده را جایگزین کند و پر انرژی به کار خود ادامه دهد. به عنوان مثال در کشت و صنعت ها و شرکت های زراعی که تأمین غذا به شکل متمرکز انجام می شود می توان با محاسبه انرژی مورد نیاز کارگران ، برنامه غذایی مناسب را برای افزایش بهره وری به واحد مرتبط (مثلا آشپزخانه) ارائه داد. حتی در حالت عدم تأمین غذا به شکل متمرکز مانند مزارع و باغ های کوچک، ارائه این برنامه ها به کارگران موجب بهبود عملکرد آنها و افزایش سلامتی این نیروی مهم و اثرگذار در بخش کشاورزی می شود.

جمع بندی

نتایج این پژوهش در قالب پیشنهادهای ذیل خلاصه می شود:

۱. تعیین انرژی مورد نیاز نیروی انسانی برای تولید محصولات مختلف زراعی، باغی و دامی به تفکیک عملیات در مراکز پژوهشی و دانشگاهی انجام شود. می توان مدل هایی را ارائه داد که ورودی آنها عوامل دخیل و خروجی آن انرژی مصرفی کارگری باشد. افزایش دقت در برآورد این انرژی محاسبه انرژی کل موردنیاز

۲. با توجه به کاهش روزافزون نیروی انسانی در حوزه کشاورزی به علت مهاجرت روستاییان به شهرها، در جهت دهی راهبردها و سیاستهای مکانیزاسیون کشاورزی، بهبود فناوری در بخش هایی که انرژی انسانی بیشتری را می طلبد مدنظر قرار گیرد به عنوان نمونه برای مرحله داشت برخی محصولات زراعی مثل برنج یا مرحله برداشت میوه های درختی ساخت و توسعه ماشین آلات مورد نیاز لازم به نظر می رسد. این امر می تواند منجر به کاهش سختی و افزایش جذابیت شغل کشاورزی شود.

۳. برآورد انرژی موردنیاز نیروی کارگری به منظور ارائه تغذیه کافی و پشتیبانی مناسب نیروی انسانی به کار رود و با ارائه برنامه های غذایی بر مبنای کالری مصرفی و اصول علمی به کشاورز یا واحد تأمین غذا، مدیریت بهتری بر منابع ارزشمند انسانی صورت گیرد.

۴. از نتایج پژوهش های مذکور در استخدام کارگران مورد نیاز از لحاظ کمی و کیفی استفاده شود. ضمنا در نظام تعیین دستمزد نیز انرژی مورد نیاز برای هر فعالیت در نظر گرفته شود.

۵. پیشنهاد می شود استفاده از روش های کالری سنجی از طریق تعداد ضربان قلب و یا مصرف اکسیژن و همچنین آب نشاندار برای اندازه گیری دقیق تر انرژی انسانی در کشاورزی مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

۱- احسانی، ب. ، شهربانو نژاد، م.، ۱۳۹۱، بررسی و تعیین میزان مصرف انرژی در باغات سیب در شهرستان مهاباد ،هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون ،شیراز

۲- آزادشهرکی، ف. ، شرافتی، ک. ، قاسمی نژاد م. ،۱۳۸۹، تعیین شاخص های انرژی در تولید محصولات عمده زراعی شهرستان بردسیر ، ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون ،تهران

۳- بامداد زیوه، ا. ، برقعی، ع. ، الماسی، م. ، مصری، ت. ،۱۳۹۱، بررسی شاخص های انرژی در زراعت سویا در منطقه دشت مغان (شهرستان پارس آباد مغان) ، هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون ،شیراز

۴- بلوکی، م. ، کیهانی، ع. ، رفیعی، ش. ،۱۳۸۹ ،مقایسه میزان انرژی مصرفی و تحلیل اقتصادی درتولید شلتوک برنج مطالعه موردی شهرستان بندرانزلی ، ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون ،تهران

۵- پاشایی، ف. ، رحمتی، م. ، پاشایی، پ. ،۱۳۸۷، بررسی و تعیین میزان مصرف انرژی برای تولید گوجه فرنگی گلخانه ای در گلخانه های استان کرمانشاه، پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون ،مشهد

۶- پهلوان، ر. ،رفیعی، ش. ،۱۳۸۹ ، بررسی رابطه بین انرژی ورودی و خروجی محصول سیب زمینی در شهرستان دماوند استان تهران ،ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون ،تهران

۷- پیمان، م. ، روحی، غ. ، علیزاده، م. ،۱۳۸۲ ،تعیین انرژی مصرفی در دو روش سنتی و نیمه مکانیزه برای تولید برنج ، چهارمین همایش ملی انرژی،تهران

۸- جعفری، م. ، الماسی، م. ، برقعی، ع. ،۱۳۹۱ ،مقایسه میزان مصرف انرژی جهت مدیریت مواد زائد دامی در نوع سیستم نگهداری دام فری استال و open shade (مطالعه موردی کشت و صنعت خرم دره) ،هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون ،شیراز

۹- دوانی، د. ، حسن زاده، ع. ،۱۳۸۹ ،سیر انرژی در مزارع گندم دیم Tri t i cum aest ، استان

بوشهر و تاثیر آن بر محیط زیست ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون ،تهران

۱۰- راعی جدیدی، م. ،همایونی فر، م. ،صبوحی صابونی، م. ، خردمند، و. ,۱۳۸۷ , بررسی میزان کارایی و بهره وری انرژی در تولید گوجه فرنگی(مطالعه موردی: شهرستان مرند)، پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون,مشهد

۱۱- رجبی همدانی، س ، . شعبانی، ز ، . رفیعی، ش. ، ۱۳۸۹ ،رابطه بین عملکرد محصول و انرژی های ورودی در تولید سیب زمینی در همدان ،ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون ،تهران

۱۲- زارچی یزدی، م. ، شیخ داودی، م. ، خدارحم پور، ز. ،۱۳۸۹ ،بررسی روند موجود مصرف انرژی در تولید ذرت دان های در شمال خوزستان ، ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون ،تهران

۱۳- زارعی شهامت، ا. ، آسودار، م. ، مرزبان، ا. ، عبدشاهی، ع. ،۱۳۸۹ ،تحلیل بهر ه وری انرژی و اقتصادی نیشکر در استان خوزستان و ارائه راهکار مناسب برای بهبود آن ، ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون ،تهران

۱۴- سماواتیان، ن. ، رفیعی، ش. ، مبلی، ح. ، ۱۳۸۹ ، بررسی و تعیین هزینه های تولید، عملکرد اقتصادی و اثر کارایی انرژی بر عملکرد اقتصادی درتولید سیر: شهرستان های همدان و بهار ، ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون ،تهران

۱۵- صداقت حسینی، س. م. ،الماسی، م. ، مینایی، س. ، برقعی، ع.,۱۳۸۷ , طراحی سیستم بازیافت انرژی در مجتمع صنعتی تولید تخم مرغ , پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون ،مشهد

۱۶- طباطبایی، س. م. ، رفیعی، ش. ، کیهانی، ع. ، رجایی فر، م. ،۱۳۹۱ ، تحلیل و مقایسه الگوی نهاده ،ستانده انرژی در تولید دو رقم آلو در شهرستان شهریار هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون ،شیراز

۱۷- عطار، س. ، شیخ داودی، م. ، الماسی، م. ، ۱۳۸۹ ،ارزیابی دو سیستم تولیدی برنج با استفاده از تحلیلهای انرژی در شرق استان خوزستان (مطالعه موردی در شهرستان رامهرمز) ، ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون ،تهران

۱۸- غجه بیگ، ف. ، امید، م. ، احمدی، ح. ، دلشاد، م. ،۱۳۸۹ ، ارزیابی و بهبود مصرف بهینه منابع انرژی در تولید محصول خیار در گلخانههای تهران با استفاده از تحلیل پوششی دادهها ،ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون ،تهران

۱۹- غفاری قره باغ، ا. ، لواسانی، ث. ، آق خانی، م. ، عمادی، ب. ،۱۳۹۱ ، ارزیابی انرژی و اقتصادی تولید انگور در باغات مکانیزه و سنتی (مطالعه موردی: شهرستان ارومیه) ، هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین های

کشاورزی و مکانیزاسیون ،شیراز

۲۰- فدوی، ر. ، کیهانی، ع. ، محتسبی، س.س. ، ۱۳۸۹ ، بررسی و تعیین شاخص های انرژی برای تولید سیب درختی در استان آذربایجان غربی، مطالعه موردی: شهرستان ارومیه ، ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون ،تهران

۲۱- محمدی مزرعه، ح. ، زاده اوغاز، ن. ،۱۳۸۷ ،روشهای برداشت چغندر قند و میزان انرژی مورد نیاز ،پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون,مشهد

۲۲- موسوی اول، س.ه. ، رفیعی، ش. ، محمدی، ع. ، ۱۳۸۹ ، مقایسه الگوی مصرف انرژی در اندازه های مختلف زمین برای تولید سیب در منطقه دماوند ، ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون ،تهران

۲۳- ناصری نواب کاظمی، س. ، دشتی آقجه، ا. ،۱۳۸۹ ، آنالیز نهاده ، ستاده در سیر مصرف انرژی بخش کشاورزی ایران ،ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون ،تهران

۲۴- نقیب زاده، س.ش.، جوادی، ا. ، رحمتی، م. ، و مهران زاده، م. ، ۱۳۸۹، بررسی چگونگی سیر مصرف انرژی برای پرورش مرغ گوشتی در منطقه شمال خوزستان، ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون، تهران

۲۵- همتیان، ا. ،رنجبر، ا. ، بختیاری، ا. ، ۱۳۸۹ ، ارزیابی انرژیتیک تولید محصول گندم دیم و برآورد شاخصهای انرژی (مطالعه موردی: بخش سرفیروزآباد شهرستان کرمانشاه) ، ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون ،تهران

Study of Human Energy in Iranian Agriculture and Its Measurement and Application

Neda Rahimi[1], Rouzbeh Abbaszadeh[2], Asadollah Akram[3]

1- Agriculture and Natural Resources, Tehran University campus student
2- Assistant Agricultural Research Institute of Scientific and Industrial Research of Iran
3- Associate Professor, College of Agriculture and Natural Resources, Tehran University

Abstract

Human energy is part of the energy used in agricultural production. This important indicator can be used for the calculation of consumed energy for crops, determination agricultural mechanization priorities to optimize its consumption, human resource management, providing farmers with a good diet and ... . In this study, first an overview of how to calculate human energy in Iranian agriculture and its amounts for livestock, gardening and farming is done. The techniques o measurement of energy consumption are analyzed and appropriate method is selected. As a case study, the optimal nutritional program based on calorie intake is calculated to provide a farm worker. Finally suitable suggestions for determining and using human energy in agriculture are presented.

Key words: Energy, Nutritional program, Agricultural mechanization, Human.