ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران (کرج)
۲۴ و ۲۵ شهریور ۱۳۸۹

مقایسه الگوی مصرف انرژی در اندازه های مختلف زمین برای تولید سیب در منطقه دماوند

سید هاشم موسوی اول[۱]، شاهین رفیعی[۲]، علی محمدی[۳]

۱، ۲ و ۳ – به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و دانشجوی دکتری گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشکده مهندسی و فناوری دانشگاه تهران

ایمیل مکاتبه کننده: sh.mousavi@ut.ac.ir

چکیده

در این تحقیق تاثیر اندازه زمین بر میزان مصرف نهاده ها و انرژی برای تولید سیب در منطقه دماوند مورد بررسی قرار گرفته است. داده های مورد استفاده مربوط به ۵۶ باغ سیب در سه گروه باغات کوچک، متوسط و بزرگ می‌باشد. نتایج نشان داد، میزان مصرف نهاده های نیروی کارگری، ماشین و سوخت دیزل با افزایش اندازه باغات کاهش می یابد؛ همچنین میانگین کل انرژی مورد نیاز برابر (MJ/ha) ۴۲۸۱۹/۲۵ بوده که در باغات کوچک و متوسط تفاوت معنی‌داری نشان نداده ولی در باغات بزرگ با اندازه بیش از ٤ هکتار به طور معنی داری کاهش یافته و حدود ۱۶٪ نسبت به میانگین کمتر است. بعلاوه، بازده مصرف انرژی و بهره‌وری انرژی در باغات کوچک و بزرگ تفاوت معنی‌داری نداشته ولی در باغات متوسط به دلیل حداکثر بودن عملکرد، به طور معنی‌داری افزایش می یابد که بیانگر مدیریت بهتر مصرف نهاده‌ها و انرژی در باغات متوسط می باشد.

واژه‌های کلیدی: بازده مصرف انرژی، الکتریسیته، اندازه‌زمین، تولید سیب

مقدمه

امروزه به منظور افزایش تولیدات کشاورزی استفاده از اکثر نهاده‌های کشاورزی مانند سوخت دیزل، کودها و سموم شیمیایی، الکتریسیته، ماشین‌آلات و سایر نهاده‌ها در واحد سطح افزایش یافته و مصرف انرژی در تولیدات کشاورزی شدت یافته است. افزایش مصرف انرژی در بخش کشاورزی مشکلات زیست محیطی را بوجود آورده و سلامتی انسان را تهدید می کند بنابراین استفاده موثر از انرژی یکی از نیازهای اساسی برای دستیابی به تولیدات پایدار کشاورزی می باشد (ییلماز و همکاران، ۲۰۰۵). بازده مصرف انرژی در تولیدات کشاورزی وابستگی زیادی به تکنولوژی تولید، مقدار نهاده های استفاده شده، سطح عملکرد محصولات و همچنین عوامل محیطی مانند خاک و شرایط اقلیمی منطقه دارد؛ بنابراین میزان مصرف نهاده ها در تولیدات کشاورزی در مناطق مختلف و در بین مزارع مختلف بسیار متفاوت می باشد(ییلماز و همکاران، ۲۰۰۵).

تاکنون تحقیقات زیادی در زمینه مصرف انرژی در تولیدات کشاورزی صورت گرفته است که می توان به تحقیقات صورت گرفته برای انرژی مورد نیاز برای تولید محصولات باغی مختلف مانند کیوی (محمدی و همکاران، ۲۰۱۰)، گیلاس

(کیزیلاسلان، ۲۰۰۹)، مرکبات (ازکان و همکاران، ۲۰۰٤)، زردآلو (اسنگون و همکاران، ۲۰۰۷)، تولید سیب (استراپتسا و همکاران، ۲۰۰٦)، انار (اککاوز و همکاران[1]، ۲۰۰۹) و انگور(ازکان و همکاران، ۲۰۰۷) اشاره نمود. همچنین محققات زیادی الگوی مصرف انرژی در اندازه مختلف مزارع را مورد بررسی قرار داده اند: ایلماز و همکاران[2] (۲۰۰۵) انرژی مصرفی حاصل از نهاده های مختلف را در مزارع تولید پنبه با اندازه ای مختلف مورد بررسی قرار دادند؛ همچنین نصیری و سینگ[3] (۲۰۰۹) مصرف انرژی در مزارع با اندازه های مختلف برای تولید برنج در هند را مورد بررسی قرار دادند. اسنگون و همکاران[4] (۲۰۰۷) مصرف انرژی برای تولید زردآلو در ترکیه را مورد بررسی قرار دادند؛ در این تحقیق آن‌ها میزان هر یک از نهاده‌های مصرفی و انرژی معادل این نهاده‌ها را در باغات با اندازه‌های زیر ۳ هکتار و بالای ۳ هکتار مورد بررسی قرار دادند. آنها همچنین میزان هر یک از انواع انرژی مستقیم، غیر مستقیم، تجدید پذیر و تجدید ناپذیر را در باغات مختلف مقایسه کردند. در مطالعه دیگری سینگ و همکاران (۲۰۰۰) اعلام کردند که مزارع بزرگ انرژی را در بهترین راه ممکن برای رسیدن به بیشینه عملکرد مصرف می‌کنند و می‌توان با افزایش ۱ تا ۳ درصد در میزان انرژی ورودی، ٦ تا ۸ درصد محصول بیشتر برداشت کرد و میزان انرژی انسانی و دام در مزارع متوسط به ۰/۷٦ مزارع کوچک کاهش می‌یابد. البته این امر با ۳/۲ برابر شدن مصرف انرژی سوخت میسر می‌شود. میزان انرژی ورودی از ۸/۹ در مزارع بسیار کوچک به ۱۱/۳ گیگاژول در هکتار برای مزارع متوسط افزایش می‌یافت که با وجود عملکرد یکسان (میزان انرژی خروجی)، نسبت انرژی از ۱۲ به ۱۰/۲ کاهش می‌یافت.

با توجه به مطالعات صورت گرفته تاکنون هیچ تحقیقی در مورد مقایسه میزان مصرف انرژی در باغات سیب با اندازه های مختلف صورت نگرفته است بنابراین هدف از این تحقیق بررسی میزان مصرف نهاده های مختلف و انرژی در باغات با اندازه های مختلف به منظور تولید سیب در منطقه دماوند می باشد.

مواد و روش‌ها:

داده های مورد استفاده در این تحقیق از باغات سیب درختی در شهرستان دماوند جمع‌آوری گردیده است که شامل کلیه نهاده های مورد استفاده برای تولید سیب در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ بوده است. نحوه محاسبات مربوط به تعیین اندازه نمونه و همچنین محاسبه انرژی معادل نهاده‌های مورد استفاده و انرژی ستانده‌ها در مطالعه قبلی توسط رفیعی و همکاران (۲۰۱۰) ارائه شده است. یک بررسی اولیه نتایج گزارش شده در تحقیق قبلی نشان داد که میزان مصرف انرژی برای تولید سیب در بین باغات مختلف در محدوده ۲۰۷۰۱/۲۷ تا ۷۰۲۵۱/۰۸ (MJ/ha) با انحراف معیار ۱۲۱٤٥/۷۷ بوده و همچنین عملکرد سیب در باغات مختلف از ٥۰۳۳/۳۳ تا ٤٦۲٦٦/٦۷ (kg/ha) متغیر بود که دلالت بر پراکندگی زیاد انرژی ورودی و خروجی دارد. بنابراین به منظور بررسی عوامل ایجاد کننده این تغییرات وسیع، در این تحقیق به بررسی عامل اندازه زمین بر میزان انرژی نهاده و عملکرد و همچنین شاخص‌های انرژی پرداخته می شود.

به منظور بررسی اثر اندازه زمین بر پارامترهای میزان انرژی ورودی، میزان عملکرد و شاخص‌های انرژی، باغات با اندازه-های مختلف در ۳ گروه با اندازه های ۱/٥ - ۰ هکتار، ٤- ۱/٥ هکتار و بیشتر از ٤ هکتار دسته‌بندی شدند. در تقسیم بندی

[1] Akcaoz
2 Yilmaz et al.
3 Singh
4Esengun et al.

اندازه زمین سعی شد گروه‌بندی طوری انجام شود که فراوانی در گروه‌های مختلف تا حد امکان یکسان باشد. در نهایت بررسی تاثیر افزایش اندازه زمین بر فاکتورهای مورد نظر توسط نرم افزار SPSS 17 انجام شد.

نتایج و بحث

نهاده های مصرف شده برای تولید سیب به تفکیک عملیات مختلف و عملکرد سیب برای گروه‌های مختلف در جدول ۱ نشان داده شده اند. همانطور که مشاهده می شود به طور متوسط (h/ha) ۱٤۸۷/٥٤ نیروی کارگری استفاده شده است؛ استفاده زیاد از نیروی کارگری در باغات سیب به دلیل عدم وجود ماشین مناسب برای عملیات مختلف و مکانیزه نبودن عملیات می باشد. در بین عملیات مختلف، بیشترین میزان کارگر مربوط به عملیات برداشت سیب و بعد از آن عملیات هرس و وجین بیشترین بوده است. از طرف دیگر نتایج نشان می دهد که در باغات با مساحت های بیشتر تعداد کارگر مورد نیاز کمتر بوده است.

همچنین نتایج نشان می دهند که به طور میانگین در هر هکتار سیب ۵۷/۸۳ ساعت کار ماشینی مورد نیاز می باشد که در عملیات خاکورزی، سمپاشی و حمل و نقل مورد استفاده قرار گرفته و حدود ٤٦٪ آن برای سمپاشی مورد استفاده قرار می گیرد. اکثر سمپاش های رایج در منطقه از نوع لانس دار پشت تراکتوری بوده که به دلیل داشتن شیلنگ های طویل امکان استفاده از آنها در باغات کوچک و بزرگ وجود دارد بنابراین بیشتر عملیات سمپاشی توسط ماشین انجام می شود. بعلاوه، با افزایش مساحت باغات میزان استفاده از ماشین کاهش می یابد که به دلیل افزایش بازده مزرعه ای در باغات با مساحت بیشتر می باشد. از طرف دیگر میزان سوخت مصرفی در هکتار به طور متوسط برابر ۱۱٦/۳۹ لیتر بوده است که برای ماشین ها و موتورهای دیزلی مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین به طور متوسط (kg) ٦۳/۱۳ سموم شیمیایی و (kg) ۱۸۲/٦۸ انواع کودهای شیمیایی در هر هکتار از باغات سیب استفاده شده است. کودهای شیمیایی به میزان (kg) ٤۷/۲۹ نیتروژن، (kg) ۳۸/۹۷ فسفر، (kg) ٦۱/۵۸ پتاسیم، (kg) ۳۱/٤٦ سولفور و (kg) ۳/۳۹ روی در هکتار استفاده شده اند. و مصرف کودهای شیمیایی در باغات با اندازه ۱/۵– ۰ هکتار نسبت به سایرین بسیار بیشتر بوده است. در بین کودهای مورد استفاده کودهای پتاسه بیشترین مصرف را داشته اند. میزان استفاده از کودهای حیوانی در هکتار به طور متوسط برابر (kg) ۲۵۲۰۲ بوده است. از طرف دیگر مقدار آب آبیاری به طور متوسط برابر ٤۰۳۰ متر مکعب بوده است که عمدتا از چاه‌های عمیق تامین می شود. میزان عملکرد محصول سیب برابر (kg) ۲۰۷۷۳/۹۳ بوده است که در باغات با اندازه ٤–۱/۵ هکتار به طور معنی داری بیشتر بوده است.

نتایج محاسبات مربوط به میزان انرژی مصرفی توسط نهاده های مختلف با استفاده از ضرایب انرژی در مطالعات قبلی (رفیعی و همکاران، ۲۰۱۰) در جدول ۲ نشان داده شده است. همچنین دو ستون آخر جدول، میانگین وزنی انرژی هر یک از نهاده ها و درصد انرژی هر نهاده را نسبت به کل انرژی ورودی نشان می دهند. همانطور که مشاهده می شود کل انرژی مورد نیاز برای یک هکتار سیب در منطقه مورد نظر برابر (MJ) ٤۲۸۱۹/۲۵ بوده است. انرژی مصرفی در باغات کوچک و متوسط تفاوت معنی داری ندارد ولی در باغات بزرگ با اندازه بیش از ٤ هکتار به طور معنی داری کاهش یافته و حدود ۱٦٪ نسبت به میانگین کمتر است.

جدول ۱- مقادیر فیزیکی نهاده ها و ستانده ها در گروه‌های مختلف اندازه باغات تولید سیب

عنوان	اندازه مزرعه			میانگین وزنی
	۰ – ۱/۵	٤– ۱/۵	بیشتر از ٤	
نهاده ها				
نیروی کارگری	۱۷٤۵/۵۹	۱۵۳۰/٤۱	۱۱۵۱/۷٤	۱٤۸۷/۵٤
آماده سازی زمین	۱٦٦/۲۲	۱۲۸/۱٤	۱۱٦/۹۱	۱۳٦/٤۹
پخش کود حیوانی	٦۸/۰۸	۵۷/۸۵	۵۳/۲۳	۵۸/۷۲
پخش کود شیمیایی	۲٤/۵۸	۱۵/٤۱	۱۰/۵۱	۱٦/۷۹
آبیاری	۱۹٤/۰۸	۱٤٦/۳۸	۷٤/۱۱	۱٤۰/۲۱
هرس	۲۲۱/٤۸	۲۰۳/٤۵	۱٦۷/۵۷	۱۹۸/٦۷
سمپاشی	۹۵/۳۱	۱۰۵/۹۱	۷۱/۳۱	۹۲/۸۱
وجین	۲۹۱/٤۲	۱۷۵/۹۵	۱۱٤/۹۸	۱۹۳/۵۸
برداشت	٤۲٦/۲٤	٤٦۱/۰۵	۳۷۷/۵٤	٤۲٦/٦۲
درجه بندی	۹۱/٤۳	۸۹/۳۳	٦۰/٤٤	۸۱/۷۱
بارگیری	۵۰/۲٦	٤۷/٤۳	۳۲/٦٦	٤٤/۰۷
حمل و نقل	٦۹/۷۸	۵۵/۰۰	۳۹/٦٤	۵۵/۱۰
رانندگی	٤۹/۷۱	٤٤/۵۰	۳۲/۸۵	٤۲/۷۵
ماشین (h/ha)	٦٤/۲۱[a]	٦۲/۲٦[a]	٤٤/٦۹[b]	۵۷/۸۳
خاک‌ورزی	۱۷/۰٦	۱٦/۲٤	۱۳/۵۰	۱۵/۷۱
سمپاشی	۳۲/٦۵	۲۸/۲٦	۱۹/۳۵	۲۷/۰۵
حمل و نقل	۱٤/۵۰	۱۷/۷٦	۱۱/۸٤	۱۵/۰۸
سوخت (L/ha)	۱۹۳/۰٦[a]	۱۷۳/۹۰[a]	۱۲۷/۲۵[b]	۱٦٦/۳۹
سموم شیمیایی	٦۵/۵۸	٦۸/۲۳	۵۳/۱۸	٦۱/۱۳
علف‌کش	۰/۱۸	۰/۰۰	۰/۵۵	۰/۲۱
حشره کش	۳۱/٤۷	۲۸/٦۰	۲۲/۵۰	۲۷/۷۳
قارچ کش	٤/٦۱	٦/٤٤	۳/۹۹	۵/۱۸
روغن معدنی	۲۹/۳۳	۳۲/۲۰	۲٦/۱۵	۳۰/۰۱
کود شیمیایی	۲۲۷/۲۰	۱۵۳/٦٦	۱۷۷/۰۹	۱۸۲/٦۸
نیتروژن	۵۵/٤۳	٤۲/۵٦	٤۵/٤۳	٤۷/۲۹
فسفر (P_2O_5)	٦۷/٤۸	۲۳/۷٤	۳۰/۵٦	۳۸/۹۷
پتاسیم (K_2O)	٦۷/٤۹	۵٤/۹۲	٦٤/۸٦	٦۱/۵۸
سولفور	۳۳/٤۹	۲۸/۹٤	۳۲/۹٤	۳۱/٤٦
روی	۳/۳۰	۳/۵۱	۳/۳۰	۳/۳۹
کود حیوانی (kg/ha)	۲٦٤۷۰/۹٤	۲٦۱۱۰/٦۹	۲۲٤۵۷/۱٦	۲۵۲۰۱/۹۰
آب آبیاری (m^2/ha)	٤۱٤۲/۵۸	٤٤۰۱/۲۸	۳۳۷٦/٦۲	٤۰۲۹/۹۹
الکتریسیته	۱۲۲۹/۵۵	۱۹۲٤/٤۵	۱۳۷٤/۷۰	۱۵۵٦/٤۳
ستانده				
میوه سیب (kg/ha)	۱۹٤۸۰/۳۹[a]	۱٤۹٦٦/۳۹[b]	۱٦۱۲۱/٦۵[a]	۲۰۷۷۳/۹۳

یاداف و همکاران[5] (۱۹۹۱) نیز در کشت گندم کاهش مصرف انرژی همراه با افزایش سطح مزرعه را گزارش کرده‌اند. به طوری که با وجود نسبت مستقیم بین مساحت مزرعه و انرژی مکانیکی، مزارع بزرگتر از ٤ هکتار بعد از مزارع کوچکتر از

[5] Yadav et al.

یک هکتار، بالاترین کارایی انرژی را داشتند. ایلماز و همکاران[6] (۲۰۰۵) انرژی مصرفی حاصل از نهاده های مختلف را در مزارع تولید پنبه با اندازه ای مختلف مورد بررسی قرار دادند. آنها مشاهده کردند که همراه با افزایش یافتن سطح مزارع، میزان انرژی مصرفی کاهش می‌یابد و مزارع کوچکتر از ۵ هکتار، ۲۵ درصد انرژی بیشتری از مزارع بزرگتر از ۱۲/۱ هکتار مصرف می‌کنند. میزان نیروی انسانی صرف شده نیز در مزارع کوچکتر به دلیل انجام آبیاری بیشتر، از سایر مزارع بیشتر بود. از نیروی انسانی در انجام عملیات پخش کود، سم‌پاشی و برداشت محصول نیز استفاده می‌شد. همچنین بین وسعت مزارع و میزان سوخت مصرفی همبستگی منفی مشاهده شد. مزارع کوچکتر، سوخت، کودشیمیایی و ماشین‌های بیشتری را نسبت به سایر مزارع مصرف کرده‌اند. به نحوی که در مجموع میزان مصرف انرژی برای مزارع کوچک، متوسط و بزرگ این تحقیق به ترتیب ٤٧/٦ ، ٤٥/٥ و (GJ/ha) ٥٣/٧ بود که با وجود عملکرد یکسان، مزارع بزرگتر کارایی و بهره‌وری انرژی بهتری را نشان دادند(ییلماز و همکاران، ۲۰۰۵).

از کل انرژی مورد نیاز برای تولید سیب ٦/٨١٪ را انرژی نیروی کارگری تشکیل می دهد که با افزایش مساحت زمین این نسبت کاهش می یابد و در باغات با اندازه کوچک ۲۳٪ بیشتر از میانگین و در باغات با اندازه بزرگ ۱۷٪ کمتر از میانگین می باشد. همچنین انرژی نیروی کارگری مورد نیاز برای برداشت محصول حدود ۲٪ از کل انرژی مورد نیاز را تشکیل می دهد که در باغات متوسط بیشتر از میانگین و در باغات بزرگ کمتر از مقدار میانگین می باشد. از طرف دیگر انرژی نیروی کارگری مورد نیاز برای آبیاری ٠/٦٤٪ از کل انرژی را تشکیل می دهد که این نسبت با افزایش مساحت باغات کاهش می یابد و این به دلیل استفاده از سیستم های آبیاری تحت فشار در باغات با اندازه بزرگتر می باشد. انرژی حاصل از ماشین آلات ٨/٤٧٪ از کل انرژی را تشکیل داده و در باغات با اندازه کوچک و متوسط تفاوت تقریبا یکسان بوده ولی در باغات با اندازه بزرگ به طور قابل توجهی کاهش می یابد. به طور مشابه انرژی حاصل از سوخت دیزل نیز در باغات بزرگ به طور قابل توجهی کاهش می یابد.

محمدی و همکاران (۲۰۱۰) انرژی مورد نیاز برای تولید میوه کیوی در استان مازندران را مورد مطالعه قرار دادند. بر اساس گزارش آنها انرژی حاصل از نهاده های نیروی انسانی و ماشین به ترتیب ١٠/٣٧٪ و ٨/٦٥٪ از کل انرژی مورد نیاز را تشکیل می دادند. کیزیلاسلان[7] (۲۰۰۹) انرژی داده – ستانده در تولید گیلاس در ترکیه را بررسی کردند. در این تحقیق انرژی حاصل از نهاده های نیروی کارگری و ماشین به ترتیب حدود ۲٪ و ۵٪ از کل انرژی را تشکیل می دادند. همچنین بیشترین سهم نیروی کارگری به ترتیب برای عملیات برداشت و بسته بندی و عملیات هرس استفاده شده و از طرف دیگر عملیات حمل و نقل بیشترین سهم از انرژی ماشین را به خود اختصاص داده است.

انرژی سوخت مورد نیاز ٢١/٨٨٪ از کل انرژی را تشکیل می دهد که بیشترین میزان در بین کلیه نهاده های انرژی می باشد. مقایسه میزان انرژی سوخت دیزل در مساحت های مختلف زمین نشان می دهد که در باغات بزرگ مقدار مصرف سوخت نسبت به باغات متوسط و کوچک به طور معنی داری کاهش می یابد و این به دلیل استفاده کمتر از ماشین آلات در باغات بزرگ می باشد که قبلا به آن اشاره گردید.

[6] Yilmaz et al.
[7] Kizilaslan et al.

جدول ۲- مقادیر انرژی نهاده ها و ستانده ها در گروه‌های مختلف اندازه باغات برای تولید سیب (MJ/ha)

عنوان	اندازه زمین				درصد از کل
	۰ – ۱/۵	۱/۵ –٤	بیشتر از ٤	میانگین وزنی	
نهاده ها	**٤٥٧٢٣^{a}**	**٤٥٤٤٩^{a}**	**٣٥٩٥٢^{b}**	**٤٢٨٦٧**	
نیروی کارگری	٣٤٢١^{a}	٢٩٩٩^{ab}	٢٢٥٧^{b}	٢٩١٦	٦/٨١
آماده سازی	٣٢٦	٢٥١	٢٢٩	٢٦٨	٠/٦٢
پخش کود	١٢٨	١١٣	١٠٤	١١٥	٠/٢٧
پخش کود	٤٨	٣٠	٢١	٣٣	٠/٠٨
آبیاری	٣٨٠	٢٨٧	١٤٥	٢٧٥	٠/٦٤
هرس	٤٣٤	٣٩٩	٣٢٨	٣٨٩	٠/٩١
سمپاشی	١٨٧	٢٠٨	١٤٠	١٨٢	٠/٤٢
وجین	٥٧١	٣٤٥	٢٢٥	٣٧٩	٠/٨٩
برداشت	٨٣٥	٩٠٤	٧٤٠	٨٣٦	١/٩٥
درجه بندی	١٧٩	١٧٥	١١٨	١٦٠	٠/٣٧
بارگیری	٩٩	٩٣	٦٤	٨٦	٠/٢٠
حمل و نقل	١٣٧	١٠٨	٧٨	١٠٨	٠/٢٥
رانندگی	٩٧	٨٧	٦٤	٨٤	٠/٢٠
ماشین	٤٠٢٦^{a}	٣٩٠٤^{a}	٢٨٠٢^{b}	٣٦٢٦	٨/٤٧
خاک‌ورزی	١٠٧٠	١٠١٨	٨٤٦	٩٨٥	٢/٣٠
سمپاشی	٢٠٤٧	١٧٧٢	١٢١٣	١٦٩٦	٣/٩٦
حمل و نقل	٩٠٩	١١١٣	٧٤٣	٩٤٥	٢/٢١
سوخت	١٠٨٧١^{a}	٩٧٩٢^{a}	٧١٦٥^{b}	٩٣٦٩	٢١/٨٨
سموم شیمیایی	٥٤٨٩^{a}	٥٧١٩^{a}	٤٣٩٨^{a}	٥٢٧٢	١٢/٣١
علف‌کش	٤٢	٠/٠٠	١٣٠	٥٠	٠/١٢
حشره کش	٣١٨٥	٢٨٩٤	٢٢٧٧	٢٨٠٦	٦/٥٥
قارچ کش	٩٩٥	١٣٩١	٨٦٢	١١١٩	٢/٦١
روغن معدنی	١٢٦٧	١٤٣٤	١١٣٠	٩٦١٢	٣/٠٣
کود شیمیایی	٥٣٢٤^{a}	٣٧٨٤^{a}	٤١٧٣^{a}	٤٣٦٣	١٠/١٩
نیتروژن	٣٦٦٦	٢٨١٥	٣٠٠٥	٣١٢٨	٧/٣٠
فسفر (P_2O_5)	٨٤٠	٢٩٥	٣٨٠	٤٨٥	١/١٣
پتاسیم (K_2O)	٧٥٣	٦١٢	٧٢٣	٦٨٧	١/٦٠
سولفور	٣٨	٣٢	٣٧	٣٥	٠/٠٨
روی	٢٨	٢٩	٢٨	٢٨	٠/٠٧
کود حیوانی	٧٩٤١^{a}	٧٨٣٣^{a}	٦٧٦٤^{a}	٧٥٦١	١٧/٦٦
آب آبیاری	٤٢٢٥^{a}	٤٤٨٩^{a}	٣٤٤٤^{a}	٤١١١	٩/٩٠
الکتریسیته	٤٤٢٦^{a}	٦٩٢٨^{b}	٤٩٤٨^{ab}	٥٦٠٣	١٣/٠٩
ستانده					
میوه سیب	٤٦٧٥٣^{ab}	٥٩٩١٩^{b}	٣٨٦٩٢^{a}	٤٩٨٥٧/٤٣	١٠٠

مرینی و همکاران[8] اعلام کردند که مزارع نیشکر بزرگتر از ۵ هکتار در مراکش، ۳۶ درصد بیشتر (معادل ۳۵ گیگاژول در هکتار) انرژی مصرف کرده و کارایی انرژی کمتری دارند که بخش عمده آن مربوط به مصرف بیشتر الکتریسیته، سوخت و ماشین ها بوده است (مرینی و همکاران، ۲۰۰۱). کالیوروسیس و همکاران[9] (۲۰۰۲) سوخت و کود ازته را به ترتیب با ٤٢/٤

[8] Mrini et al.
[9] Kallivroussis et al.

و ۳۳/۹ درصد بزرگترین منابع انرژی ورودی در کشت آفتابگردان اعلام کردند که در آن سهم نیروی انسانی ۰/٤ درصد بود. علاوه بر این تحقیقات زیادی نشان داده اند که انرژی حاصل از سوخت دیزل بیشترین میزان را از کل انرژی ورودی داشته است(محمدی و امید، ۲۰۱۰ و ازکان و همکاران، ۲۰۰۷).

انرژی حاصل از سموم شیمیایی ۱۲/۳۱٪ از کل انرژی را تشکیل می دهد که بیشترین آن به دلیل استفاده از حشره کش می باشد. همچنین میزان انرژی حاصل از علف کش استفاده شده به طور متوسط برابر (MJ/ha) ٤۹/۹٤ بوده که در مزارع متوسط اصلا استفاده نشده و در مزارع بزرگ بیشترین مقدار استفاده شده است. از ظرف دیگر همانطور که قبلا اشاره شد انرژی حاصل از کارگر وجین در باغات با اندازه بزرگ کاهش یافته است که یکی از دلایل آن استفاده از علف کش به جای وجین دستی می باشد.

همچنین انرژی حاصل از الکتریسیته و آب آبیاری به ترتیب ۱۳/۰۹٪ و ۹/٦۰٪ از کل انرژی را تشکیل می دهد که میزان آنها در مزارع بزرگ نسبت به باغات با اندازه کوچک و متوسط کمتر است که از جمله دلایل آن می توان به استفاده از سیستم های آبیاری تحت فشار در باغات بزرگ اشاره نمود که در این صورت میزان آب کمتری استفاده شده و در نتیجه میزان الکتریسیته کمتری نیز مورد نیاز خواهد بود. از طرف دیگر انرژی حاصل از الکتریسیته با ۱۳/۰۹٪ بعد از سوخت دیزل بیشترین نسبت را به خود اختصاص داده است لذا استفاده از سیستم های آبیاری تحت فشار می تواند تاثیر قابل توجهی در کاهش انرژی مورد نیاز داشته باشد. همچنین نتایج نشان می دهد که انرژی ستانده به طور متوسط برابر (MJ/ha) ٤۹۸۵۷/٤۳ بوده که در باغات با اندازه متوسط نسبت به باغات کوچک و بزرگ به طور قابل توجهی بیشتر بوده است.

مقایسه بازده مصرف انرژی در باغات با اندازه های مختلف (جدول ۳) نشان می دهد که این شاخص در باغات متوسط به طور معنی داری نسبت به باغات کوچک و بزرگ بیشتر بوده و بیانگر این است که مصرف انرژی در باغات با اندازه های ٤- ۱/۵ هکتار بیشترین بازده را داشته و انرژی خالص نیز بیشترین مقدار را دارد ولی در اندازه های کمتر از ۱/۵ هکتار بازده کمتر از ۱ بوده و انرژی خالص منفی می باشد. بنابراین به منظور استفاده کارا از نهاده های انرژی، اندازه باغات در محدوده ٤ – ۱/۵ هکتار پیشنهاد می گردد. همچنین انرژی ویژه برای باغات با اندازه متوسط کمترین مقدار را داشته ولی در باغات کوچک بیشترین مقدار را دارد. از طرف دیگر بهره وری انرژی برای باغات با اندازه کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب برابر ۰/۳۹، ۰/۵۳ و ۰/٤۳ می باشد که نشان می دهد به ازائ مصرف هر یک مگاژول انرژی در باغات با اندازه های کوچک، متوسط و بزرگ مقدار تولید به ترتیب برابر ۰/۳۹، ۰/۵۳ و ۰/٤۳ خواهد بود که در مزارع متوسط بیشترین مقدار محصول بدست می آید.

جدول ۳ - شاخص های انرژی در گروه‌های مختلف اندازه باغات برای تولید سیب

عنوان	واحد	اندازه مزرعه			میانگین وزنی
		۰ – ۱/۵	٤– ۱/۵	بیشتر از ٤	
بازده مصرف انرژی	-	۰/۹۳^{a}	۱/۲۸^{b}	۱/۰۳^{ab}	۱/۱٦
انرژی خالص	MJ/ ha	۱۰۲۹/۳^{a}	۱٤٤۷۰/۲۲^{a}	۲۷۳۹/۰٦^{b}	۷۰۳۸/۱۸
انرژی ویژه	MJ/ kg	۳/۷۹^{a}	۲/۰۱^{b}	۲/۷۲^{ab}	۲/۰٦
بهره‌وری انرژی	Kg/ MJ	۰/۳۹^{a}	۰/۵۳^{b}	۰/٤۳^{ab}	۰/٤۹
انرژی مستقیم	MJ/ ha	۲۲۹٤٤/۱۸^{a}	۲٤۲۰۹/۰۹^{a}	۱۷۸۱۵/۸۰^{b}	۲۱۹۸۸/٤۵
انرژی غیر مستقیم	MJ/ ha	۲۲۷۷۹/٤٦^{a}	۲۱۲٤۰/۰۳^{a}	۱۸۱۳۷/۱۰^{a}	۲۰۸۲۰/۸۱
انرژی تجدید پذیر	MJ/ ha	۱۵۵۸۸/۰۷^{a}	۱۵۳۲۲/۱۲^{a}	۱۲٤٦۵/۷۱^{a}	۱٤۵۸٦/۷٤
انرژی تجدید ناپذیر	MJ/ ha	۳۰۱۳۷/۵۷^{a}	۳۰۱۲۷/۰۰^{a}	۲۳٤۸۷/۱۹^{b}	۲۸۲۳۲/۵۱

سهم انرژی های مستقیم، غیر مستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در جدول ۳ گزارش شده است. همانطور که نتـایج نشـان می دهد به طور متوسط انرژی مسـتقیم بیشـتر از انـرژی غیـر مسـتقیم و انـرژی هـای تجدیدپـذیر بیشـتر از انـرژی هـای تجدیدناپذیر می باشند ولی در باغات با اندازه بزرگ سهم انرژی های غیر مستقیم بیشتر از سهم انرژی هـای مسـتقیم بـوده است.

نتیجه گیری و پیشنهادات

داده های مورد استفاده در این تحقیق از ٥٦ باغ سیب در منطقه دماوند از طریق مصاحبه حضـوری جمـع آوری گردیـده و باغات با اندازه های زیر ۱/۵ هکتار، ٤– ۱/۵ هکتار و بیشتر از ٤ هکتار از لحاظ مصرف نهاده ها و انرژی در واحد سطح بـا یکدیگر مقایسه شدند. نتایج مقایسات نشان داد که در باغات بزرگ به دلیل استفاده از سیستم های آبیاری تحت فشار و بالا بودن بازده مزرعه‌ای ماشین های مورد استفاده بخصوص ماشین های خاکورزی، میزان مصرف نهاده های آب، الکتریسـیته ، ماشین و سوخت دیزل نسبت به باغات کوچک و متوسط، کمتر می باشد و با توجه به اینکه نهاده هـای سـوخت دیـزل و الکتریسیته انرژی برترین نهاده ها در تولید سیب در منطقه می باشند، میزان انرژی کل نیز در باغات بزرگ نسبت به باغـات کوچک و متوسط به طور معنی داری کاهش می یابد. از طرف دیگر سهم انرژی های غیر مستقیم نسبت به انـرژی مسـتقیم بیشتر می باشد. ولی نتایج مقایسه عملکرد در باغ ها نشان داد که به علت مدیریت بهتر نهاده ها در باغات متوسـط عملکـرد به طور قابل توجهی بیشتر می باشد و این سبب بالا بودن بازده مصرف انرژی در باغات متوسط نسبت به باغات کوچـک و بزرگ می شود. بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق، به منظور حداکثر سازی بازده مصرف انرژی پیشنهاد می گـردد انـدازه باغات تولید سیب در نتطقه دماوند در محدوده ٤– ۱/۵ هکتار محدود گردد.

منابع و مآخذ

1. Akcaoz, H., Ozcatalbas, O., Kizilay, H., 2009. Analysis of energy use for pomegranate production in Turkey. Journal of Food Agriculture & Environment 7, 475-480.
2. Esengun, K., Gunduz, O., Erdal, G., 2007. Input-output energy analysis in dry apricot production of Turkey. Energy Conversion and Management 48, 592-598.
3. Kallivroussis, L., Natsis, A., Papadakis, G., 2002. The Energy Balance of Sunflower Production for Biodiesel in Greece. Biosystems Engineering 81, 347–354.
4. Kizilaslan, H., 2009. Input-output energy analysis of cherries production in Tokat Province of Turkey. Applied Energy 86, 1354-1358.
5. Mohammadi, A., Omid, M., 2010. Economical analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran. Applied Energy 87, 191-196.
6. Mohammadi, A., Rafiee, S., Mohtasebi, S.S., Rafiee, H., Energy inputs - yield relationship and cost analysis of kiwifruit production in Iran. Renewable Energy 35, 1071-1075.
7. Mohammadi, A., Rafiee, S., Mohtasebi, S.S., Rafiee, H., 2010. Energy inputs - yield relationship and cost analysis of kiwifruit production in Iran. Renewable Energy 35, 1071-1075.
8. Mrini, M., Senhaji, F., Pimentel, D., 2001. energy analysis of sugarcane production in Morocco. Environment, Development and Sustainability 3, 109–126.
9. Nassiri, S.M., Singh, S., 2009. Study on energy use efficiency for paddy crop using data envelopment analysis (DEA) technique. Applied Energy 86, 1320-1325.

10. Ozkan, B., Akcaoz, H., Karadeniz, F., 2004. Energy requirement and economic analysis of citrus production in Turkey. Energy Conversion and Management 45, 1821-1830.
11. Ozkan, B., Fert, C., Karadeniz, C.F., 2007. Energy and cost analysis for greenhouse and open-field grape production. Energy 32, 1500-1504.
12. Rafiee, S., Mousavi Avval, S.H., Mohammadi, A., 2010. Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran. Energy 35, 3301-3306.
13. Singh, S., Singh, S., Pannu, C.J.S., Singh, J., 2000. Optimization of energy input for raising cotton crop in Punjab. Energy Conversion and Management 41, 1851-1861.
14. Strapatsa, A.V., Nanos, G.D., Tsatsarelis, C.A., 2006. Energy flow for integrated apple production in Greece. Agriculture, Ecosystems & Environment 116, 176-180.
15. Yadav, R., Singh, R., Prasad, S., 1991. An economic analysis of energy requirements in the production of potato crop in Bihar Sharif Block of Nalanda Districh (Bihar) Econ Affair, Kalkatta 36.
16. Yilmaz, I., Akcaoz, H., Ozkan, B., 2005. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. Renewable Energy 30, 145-155.

A comparative study on energy use pattern in different farm sizes for apple production in Damavand zone

Abstract:

In this study the effect of farm size on physical inputs and energy consumptions for apple production in Damavand zone was investigated. Data used in this study were obtained from 56 apple orchards which were classified in three groups of small, medium and large scales. The results revealed that, the consumption of human labour, diesel fuel and machinery inputs decreased with increase in farm size. Also, the results revealed that 42819.25 MJ ha^{-1} was required for apple production which it was same in small and medium sizes but it was significantly lower (16%) in large farms. Moreover, the energy use efficiency was found to be the same in small and large farms, but due to the highest value of yield in medium scale orchards, it was significantly higher; indicated a better management of energy and input consumptions in medium scale orchards.

Keywords: Energy use efficiency, Electricity, Farm size, Apple production