نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج

تحلیل انرژی و اقتصادی تولید ذرت بذری هیبرید

مجید خانعلی[۱*]، هادی اسلامی[۲]، سلیمان حسین‌پور[۱]، رحیم عبادی[۳]، سید هاشم موسوی اول[۴]

۱و ۲و ۴- به ترتیب استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشجوی دکتری گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی پردیس کشاورزی و منبع طبیعی دنشگاه تهران
۳- کارشناس ارشد شرکت بذر و نهال سینا
ایمیل مکاتبه کننده:khanali@ut.ac.ir

چکیده

در این تحقیق تولید ذرت بذری هیبرید در سامانه‌های مختلف تولید از دیدگاه انرژی و اقتصادی مورد بررسی قرار گرفته است. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق از طریق مصاحبه حضوری با ۳۰ کشاورز تولید کننده ذرت بذری هیبرید در استان‌های تهران و البرز بدست آمد. نتایج این مطالعه نشان داد که مصرف انرژی برای تولید ذرت بذری در منطقه مورد مطالعه با روش برداشت پیکرهاسکر برابر با (GJ/ha) ۱۲۰/۴۰۳ بوده که نسبت به سایر روش‌ها بیشترین انرژی مصرفی را داشته است در حالی که این میزان در روش برداشت دستی برابر با (GJ/ha) ۱۱۸/۷۱۱ و در روش برداشت با کمباین برابر با (GJ/ha) ۱۱۱/۳۳۵ بوده است. بیش‌ترین سهم از کل انرژی ورودی در تولید محصول به‌ترتیب مربوط به نهاده‌های الکتریسیته، سوخت و کودهای شیمیایی بوده است. نسبت انرژی در روش‌های برداشت با کمباین، پیکرهاسکر و دستی به ترتیب برابر با ۲/۳۱، ۲/۰۳ و ۱/۸۲ می‌باشد. از لحاظ شدت انرژی نیز به ترتیب بیش‌ترین مقدار مربوط به روش‌های برداشت با کمباین، پیکرهاسکر و دستی می‌باشد. تحلیل اقتصادی نیز نشان داد که روش برداشت با کمباین، بیش‌ترین میزان بهره‌وری اقتصادی و نسبت سود به هزینه را داشته و بعد از آن روش برداشت با پیکرهاسکر قرار دارد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل انرژی، بهره‌وری اقتصادی، ذرت بذری هیبرید، روش‌های برداشت

۱- مقدمه

کشاورزی یک فرآیند تبدیل انرژی است. در این فرآیند انرژی خورشید، فرآورده‌های سوخت‌های فسیلی و الکتریسیته، به‌غذا و الیاف مورد نیاز انسان تبدیل می‌گردد. در کشاورزی اولیه که تنها متکی بر نیروی انسانی و خورشید بود کمی بیش از آن‌چه کشت می‌شد به عنوان محصول برداشت می‌شد. تأمین غذا و نیازهای جمعیت روزافزون جامعه بشری نیاز به سرمایه‌گذاری بیش‌تری در زمینه انرژی به‌عنوان یک نهاده داشته است، به نحوی که طی قرن‌ها، نیروی حیوان‌ها به‌خدمت گرفته شده و کمی بعد بشر با کنترل کردن نیروی آب و باد، آن‌ها را جایگزین نیروی حیوان کرد. با این تغییرها ضمن آزاد شدن وقت و انرژی بیشتری از انسان، نیروی بیش‌تر و ارزان‌تری نسبت به‌گذشته در اختیار او قرار گرفت (کوچکی و حسینی، ۱۳۷۳).

تولید سالانه ذرت بذری در ایران برابر ۱۵۵۰۰ تن و عملکرد آن برابر ۲/۸ تن در هکتار می‌باشد (Anonymous, 2013). با توجه به تولید فراورده‌های جانبی متعدد از ذرت، محصول ذرت دارای اهمیت جهانی می‌باشد. امروزه اقدامات اساسی به‌منظور افزایش سطح زیر کشت و هم‌چنین بهبود کشاورزی مکانیزه ذرت انجام شده است. در ایران نیز سطح زیر کشت و عملکرد در واحد سطح روند رو به رشد داشته است. انتخاب ارقام پر محصول و سازگار با شرایط اقلیمی منطقه، مبارزه با علف‌های هرز مزارع و انتخاب تراکم گیاهی مناسب در واحد سطح از عوامل مهم دستیابی به حداکثر راندمان تولید ذرت می‌باشند (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۰).

با توجه به اینکه مراحل تولید و فرآوری ذرت بذری هیبرید بصورت خاص می‌باشد، این مراحل به صورت مختصر مورد بررسی قرار می‌گیرند. قبل از کشت محصول، زمین کشت باید به طریقی آماده شود که ذرات خاک کاملاً یکنواخت شده، عمق خاک در تمام قسمت‌های زمین یکسان و رطوبت کافی در اعماق زمین موجود باشد. بدین منظور باید زمین را شخم زده سپس توسط دیسک و هرس و یا تیلر بستر بذر را کاملا ً آماده نمود. ممکن است ضدعفونی نیز در این مرحله صورت گیرد. سپس مرحله کاشت صورت می‌گیرد. به منظور هم‌زمان شدن گرده‌افشانی در مزرعه ذرت بذری، کشت والد مادری در یک مرحله و والد پدری با تأخیر و در دو مرحله انجام می‌شود. سپس عملیات آبیاری، کودپاشی، کنترل آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز، حذف بوته‌های خارج از تیپ، تاسل‌کشی، فرتیل‌کشی و حذف بوته پدری صورت می‌گیرد. در زمان برداشت، رطوبت مناسب دانه در حدود ۲۰٪ بر پایه خشک می‌باشد. مزرعه به‌وسیله کمباین، پیکرهاسکر و یا دستی برداشت می‌شود و بلال‌های برداشت شده در فضای مناسب انبار می‌گردد و نسبت به حذف بوته-های آلوده به بیماری‌های قارچی اقدام می‌شود. به منظور دانه کردن بلال‌ها از دستگاه دانه‌کن (شلر) با پره پلاستیکی استفاده می‌شود. در ضمن در این مرحله بایستی رطوبت دانه‌ها کم‌تر از ۲۰ درصد باشد. پس از عملیات دانه کردن، بلافاصله نسبت به کاهش رطوبت دانه تا ۱۴ درصد اقدام می‌شود. برای خشک‌نمودن دانه‌ها از خشک‌کن سیار و یا دستگاه خشک‌کن اختصاصی ذرت بذری استفاده می‌شود. برای فرآوری نیاز به پیش بوجاری می‌باشد، به‌طوری‌که تمام کاه و کلش، خاک، سنگ و... در داخل محموله بذری حذف گردد. به منظور درجه‌بندی بذر، بایستی دستگاه بوجاری طوری تنظیم و تغییر یابد که بتواند بذر را به سه رده گرد، پهن و متوسط تفکیک کند. در این مرحله از الک‌های ۱۱-۱۰ میلی‌متر گرد، ۵/۵ چاکدار مستطیلی، ۷ گرد و ۶ گرد برای جداسازی اندازه‌های پهن، متوسط و نیز از دستگاه گراویته (بوجاری بر اساس وزن حجمی بذر) برای جداسازی بذور شکسته، پوک، آفت زده و خارج اندازه استفاده می‌شود. پس از درجه‌بندی، آغشته‌سازی بذور به قارچ‌کش صورت می‌گیرد. بعد از تفکیک کامل بذر نسبت به کیسه‌گیری هر رده بذری به‌طور جداگانه اقدام می‌شود. هر کیسه بذر بایستی دقیقاً مقدار ۲۵ کیلوگرم باشد. بعد از نمونه‌گیری استاندارد از بخش‌های مختلف و تایید نهایی بذر از نظر قوه نامیه و خلوص، توسط موسسه ثبت، کنترل و گواهی بذر و نهال، نسبت به نصب بر چسب اقدام می‌گردد (چوگان، ۱۳۸۳).

تاکنون تحقیقات بسیاری در زمینه تحلیل انرژی و اقتصادی تولید محصولات کشاورزی صورت گرفته است؛ پیشگر کومله و همکاران تحلیل انرژی و اقتصادی ذرت بذری از مرحله کاشت تا برداشت (بدون در نظر گرفتن عملیات

فرآوری ذرت بذری) را با در نظر گرفتن روش‌های مختلف برداشت مورد مطالعه قرار دادند. اطلاعات مورد نیاز از ۲۰ مزرعه تولید ذرت بذری در استان البرز و با استفاده از پرسش‌نامه تهیه شد. بیش‌ترین سهم انرژی مصرفی این محصول به ترتیب مربوط به کودهای شیمیایی (۴۳٪)، آب آبیاری (۱۹٪) و سوخت دیزل (۱۹٪) تعیین شد. میانگین بازدهی انرژی و بهره‌وری به ترتیب برابر ۴/۷۸ و ۰/۰۵ کیلوگرم بر مگاژول انرژی مصرفی حاصل شد (Pishgar et al, 2012). اردال و همکاران به بررسی انرژی‌های ورودی برای تولید چغندرقند در ۱۴۶ مزرعه در ترکیه پرداختند. بر طبق نتایج این تحقیق کل انرژی مصرف شده برای تولید یک هکتار چغندرقند برابر با ۳۹۶۸۵/۵۱ مگاژول می‌باشد که ۴۹ درصد انرژی ورودی مربوط به انرژی کود بوده است (Erdal et al, 2007). ستین و واردار به بررسی انرژی و هزینه‌ی مصرفی در تولید گوجه-فرنگی در مزرعه در ترکیه پرداختند. آن‌ها دریافتند که تولید گوجه‌فرنگی ۴۵۵۳۹ مگاژول بر هکتار مصرف انرژی دارد که ۳۴/۸۲ درصد آن مربوط به انرژی سوخت دیزل بوده و بعد از آن انرژی کود و سپس انرژی ماشین بیش‌ترین درصد را به خود اختصاص دادند. نسبت انرژی ۰/۸ و بهره‌وری انرژی ۰/۹۹ kg/MJ بود. سهم انرژی‌های مستقیم (۴۷/۳٪) کم‌تر از سهم انرژی‌های غیر مستقیم (۵۲/۷٪) و سهم انرژی تجدیدناپذیر (۸۷/۶٪) بیشتر از سهم انرژی تجدیدپذیر (۱۲/۴٪) بود. تحلیل اقتصادی نشان داد که بیش‌ترین هزینه‌ها به ترتیب مربوط به نیروی انسانی، ماشین، اجاره زمین و آفت‌کش‌ها بود. در کل کشاورزان ۳۴۶۹/۹ $/ha صرف کرده و ۴۰۸۲/۲۸ $/ha درآمد داشتند (Cetin & Vardar, 2008).

با توجه به اینکه تاکنون تحقیق جامعی در زمینه تحلیل انرژی و اقتصادی تولید ذرت بذری هیبرید در داخل و خارج کشور صورت نگرفته است، اهداف این تحقیق عبارت است از بررسی شاخص‌های انرژی از قبیل بازده مصرف انرژی، بهره‌وری انرژی و انرژی ویژه با در نظر گرفتن انرژی‌های ورودی و خروجی از مرحله کاشت تا تولید ذرت بذری هیبرید، برآورد شاخص‌های اقتصادی شامل بهره‌وری اقتصادی، هزینه تولید به ازای هر واحد خروجی و نسبت سود به‌هزینه، تعیین میزان سهم هر یک از نهاده‌های مصرفی از نظر مصرف انرژی و هزینه تولید ذرت بذری و در نهایت ارائه راهکارها و توصیه‌های مدیریتی در جهت افزایش شاخص‌های کارایی مصرف انرژی و اقتصادی.

۲- مواد و روش‌ها

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق از طریق مصاحبه حضوری با ۳۰ کشاورز تولیدکننده ذرت بذری هیبرید در استان‌های تهران و البرز بدست آمد. داده‌ها شامل اطلاعاتی در مورد نحوه تولید محصول، نهاده‌ها و تجهیزات مورد استفاده، میزان تولید، اطلاعات اقتصادی و غیره بود. میزان انرژی معادل نهاده‌های مورد بررسی از طریق ضرب مقدار نهاده‌ها در ضریب انرژی متناظر آنها بدست آمد. انرژی معادل انواع نهاده‌های مورد استفاده از تحقیقات قبلی (Kitani, 1999) در نظر گرفته شد.

شاخص‌ها به عنوان ابزاری هستند که امکان مطالعه و مقایسه سیستم ها با یکدیگر را ارائه می‌دهند. سه شاخص مهم انرژی وجود دارد که امکان ارائه یک شناخت جامع از وضعیت انرژی در کشاورزی و مقایسه بازدهی انرژی در تولید محصولات مختلف با یکدیگر را ارائه می‌دهد.

۲-۱- نسبت انرژی (ER)

نسبت انرژی برابر نسبت بین کالری گرمائی محصولات خروجی (Eout) و کل انرژی صرف شده در عوامل تولید (Ein) می‌باشد. این شاخص فاقد واحد می‌باشد و مقدار انرژی به‌دست آمده به‌ازای هر واحد مصرف انرژی برای تولید را نشان می‌دهد.

$$ER = \frac{E_{out}\,(MJ\,ha^{-1})}{E_{in}\,(MJ\,ha^{-1})} \qquad (۱)$$

۲-۲- افزوده خالص انرژی (NEG)

افزوده خالص انرژی یا انرژی خالص، تفاضل بین انرژی ناخالص تولید شده و کل انرژی مورد نیاز برای تولید است. در این تحقیق واحد افزوده خالص انرژی مگاژول بر هکتار می‌باشد.

$$NEG\,(MJ\,ha^{-1}) = E_{out}\,(MJ\,ha^{-1}) - E_{in}\,(MJ\,ha^{-1}) \qquad (۲)$$

۲-۳- بهره‌وری انرژی (EP)

بهره‌وری انرژی، شاخصی از مقدار محصول استحصالی در واحد انرژی ورودی است. شاخص EP می‌تواند نشان دهد که انرژی در سیستم‌های مختلف تولید یک محصول خاص، با چه کارایی به‌کار رفته است. برای بهبود EP در یک فرآیند هم می‌توان انرژی مصرفی در تولید نهاده را کاهش داد و هم عملکرد محصول را بهبود بخشید و یا از ضایعات کاست (Kitani, 1999).

$$EP\,(kg\,MJ^{-1}) = \frac{Y\,(kg\,ha^{-1})}{E_{in}\,(MJ\,ha^{-1})} \qquad (۳)$$

که در این رابطه، EP بهره‌وری انرژی (kg/MJ) و Y عملکرد محصول (kg/ha) می‌باشد.

۲-۴- انرژی ویژه (EI)

این شاخص عکس بهره‌وری انرژی می‌باشد. انرژی ویژه برابر با انرژی ورودی به عملکرد محصول است و نشان‌دهنده مصرف انرژی برای تولید یک واحد از محصول است (Mandal et al, 2002).

$$EI\,(MJ\,kg^{-1}) = \frac{E_{in}\,(MJ\,ha^{-1})}{Y\,(kg\,ha^{-1})} \qquad (۴)$$

در این تحقیق عملکرد بر حسب کیلوگرم بر هکتار و انرژی مصرفی بر حسب مگاژول بر هکتار می‌باشد.

۳- نتایج و بحث

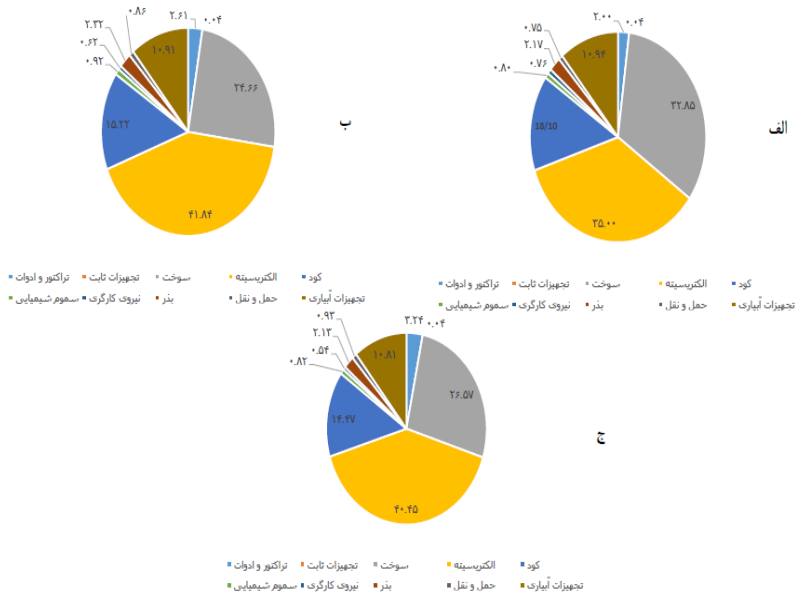
در جدول ۲ میزان انرژی نهاده‌ها و ستانده‌ها در تولید ذرت بذری هیبرید با استفاده از سه روش برداشت دستی، با کمباین و برداشت توسط پیکرهاسکر نشان داده شده است.

جدول ۲- (انرژی نهاده‌ها و ستانده در تولید ذرت بذری هبیرید)

برداشت عنوان (MJ/ha)	دستی (Unit/ha)	کمباین (Unit/ha)	پیکرهاسکر (Unit/ha)
نهاده‌ها			
نیروی کارگری	۸۷۸/۷۳	۶۷۳/۲۳	۶۴۲/۲۵
ماشین‌ها			
ادوات کشاورزی	۲۳۲۰/۵۶	۲۸۴۵/۶۸	۳۸۴۹/۰۴
تجهیزات ثابت	۴۶/۹۱	۴۸/۳۲	۵۹/۷۹
سوخت دیزل	۶۳۴۸/۷۶	۷۶۰۸/۰۳	۷۶۰۰/۲۰
گاز طبیعی	۸۷۷۹/۲۰	۳۸۶۱/۸۲	۵۹۲۷/۵۵
سموم شیمیایی			
علف‌کش	۲۵۱/۱۳	۲۷۲/۵۰	۲۶۴/۶۴
قارچ‌کش	۱۶۰/۵۰	۱۶۰/۵۰	۱۶۰/۵۰
حشره‌کش	۳۲۰	۳۲۰	۳۲۰
کودهای شیمیایی			
نیتروژن (N)	۱۵۵۱۴/۹۲	۱۵۴۳۵/۰۸	۱۵۶۹۲/۶۰
فسفات (P_2O_5)	۶۷۰/۵۹	۶۷۴/۴۳	۶۵۴/۲۵
گوگرد (S)	۴۶۵/۵۰	۵۰۲/۹۱	۴۴۴/۱۲
کود مایع	۳۹۴/۰۹	۳۸۹/۵۸	۳۷۶/۴۳
ریزمغذی	۰/۹۵	۱	۰/۹۳
تجهیزات آبیاری	۱۲۸۰۵/۳۲	۱۲۲۱۶/۷۲	۱۳۱۰۸/۹۶
الکتریسیته	۴۰۱۷۱/۹۸	۴۵۷۳۶/۹۵	۴۹۷۸۱/۹۸
بذر	۲۵۱۸/۲۰	۲۵۲۰/۸۰	۲۵۲۱/۴۰
حمل و نقل	۸۷۷/۰۶	۹۴۷/۹۱	۱۱۱۶
ستانده			
ذرت بذری	۲۱۴۵۴۵/۴۵	۲۵۱۶۶۶/۶۶	۲۴۱۴۲۸/۵۷

شکل‌های ۱ الف، ب و ج به ترتیب سهم استفاده هر یک از نهاده‌ها در تولید ذرت بذری در روش‌های برداشت دستی، کمباین و پیکرهاسکر را نشان می‌دهند. بیش‌ترین سهم مصرف نهاده‌ها مربوط به الکتریسیته و سوخت و کم‌ترین سهم مربوط به نیروی کارگری و سموم شیمیایی می‌باشد. در هر سه روش، الکتریسیته بیش‌ترین سهم را دارد که به ترتیب برای روش‌های دستی، کمباین و پیکرهاسکر ۳۵، ۴۱/۸۴ و ۴۰/۴۵ درصد می‌باشد، مهم‌ترین علت سهم بالای الکتریسیته ،فرآوری ذرت بذری می‌باشد که جز اتاقک خشک‌کن تمامی تجهیزات به‌وسیله الکتریسیته راه‌اندازی می‌شوند، ضمن

این‌که مزارعی که برای آبیاری از پمپ برقی استفاده می‌کنند، مصرف الکتریسته بالایی دارند. نیروی کار به‌مقدار زیادی استفاده می‌شود ولی به‌دلیل این‌که هم‌ارز انرژی پایینی دارد کم‌ترین سهم را بین نهاده‌ها به‌خود اختصاص داده‌است، که برای روش‌های برداشت دستی، کمباین و پیکرهاسکر به‌ترتیب ۰/۷۶، ۰/۶۲ و ۰/۵۴ درصد می‌باشد.



شکل ۱-(الف. سهم نهاده‌ها در تولید ذرت بذری هیبرید در برداشت به روش دستی، ب. سهم نهاده‌ها در تولید ذرت بذری هیبرید در برداشت با کمباین، ج. سهم نهاده‌ها در تولید ذرت بذری هیبرید در برداشت با پیکرهاسکر)

جدول ۳ شاخص‌های نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، شدت انرژی، افزوده خالص انرژی، انرژی مستقیم، انرژی غیر-مستقیم، انرژی تجدیدپذیر و انرژی تجدیدناپذیر در تولید ذرت بذری در روش‌های برداشت دستی، کمباین و پیکرهاسکر را نشان می‌دهد، نتایج نشان داد که بیش‌ترین میزان نسبت انرژی و بهره‌وری انرژی مربوط به‌تولید ذرت هنگامی‌است که برداشت با کمباین می‌باشد و بعد از آن به‌ترتیب در روش برداشت با پیکرهاسکر و دستی بوده است، به-طوری‌که نسبت انرژی ستانده به انرژی نهاده در روش دستی، کمباین و پیکرهاسکر به‌ترتیب برابر ۱/۸۲، ۲/۳۱ و ۲/۰۳ به‌دست آمد. نتایج هم‌چنین نشان داد که تولید ذرت بذری در روش دستی در منطقه مورد مطالعه بیش‌ترین شدت انرژی را داشته، در حالی‌که این شاخص برای تولید این محصول در روش کمباین حداقل بوده است. بر اساس مطالعات انجام شده، نسبت انرژی برای تولید محصولات کشاورزی برابر ۴/۸ برای پنبه، ۳/۸ برای ذرت، ۲/۸ برای گندم، ۱/۵ برای کنجد (Canakci et al, 2005)، ۴/۶۸ برای تولید کلزا در ترکیه (Unakitan et al, 2010) و ۲/۹ و ۲/۱۷ به‌ترتیب برای تولید کلزا و آفتابگردان در استان فارس (Sheikh Davoodi & Houshyar, 2009) گزارش شده‌اند.

نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که بیش‌ترین میزان افزوده خالص انرژی در روش کمباین بوده است، در حالی‌که تولید در روش دستی کم‌ترین میزان افزوده خالص انرژی را داشته است.

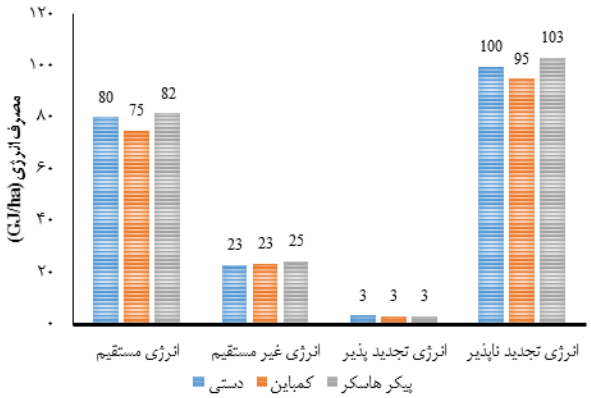
تقسیم‌بندی انرژی ورودی شامل انرژی مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در تولید ذرت بذری هیبرید در شکل ۲ ارائه شده است. انرژی‌های مستقیم شامل انرژی نهاده‌های سوخت دیزل، نیروی کارگری، الکتریسیته و آب آبیاری می‌باشد، در حالی‌که انرژی‌های غیر مستقیم شامل انرژی بذر، کود شیمیایی و انرژی ماشین می‌شود. هم‌چنین منابع انرژی تجدیدپذیر در تولید ذرت بذری هیبرید شامل نیروی کارگری و بذر است در حالی‌که سایر نهاده‌ها به‌عنوان منابع انرژی تجدیدناپذیر شناخته می‌شوند.

جدول۳-(شاخص‌های انرژی در تولید ذرت بذری هیبرید)

عنوان	واحد	روش برداشت		
		دستی	کمباین	پیکرهاسکر
نسبت انرژی	-	۱/۸۲	۲/۳۱	۲/۰۳
بهره‌وری انرژی	kg/MJ	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
شدت انرژی	MJ/kg	۵۵/۶۵	۴۴/۳۹	۴۹/۷۸
افزوده خالص انرژی	GJ/ha	۹۵/۷۷	۱۴۰/۳۳	۱۲۱/۰۲
انرژی مستقیم	GJ/ha	۸۰/۱۰	۷۴/۷۵	۸۱/۶۱
انرژی غیرمستقیم	GJ/ha	۲۲/۸۴	۲۳/۴۱	۲۴/۵۶
انرزی تجدید پذیر	GJ/ha	۳/۳۹	۳/۱۹	۳/۱۶
انرژی تجدیدناپذیر	GJ/ha	۹۹/۵۰	۹۴/۹۳	۱۰۲/۹۶

نتایج نشان داد که در تولید ذرت بذری در هر سه روش انرژی مستقیم از انرژی غیر مستقیم به‌مقدار قابل‌توجهی بیش‌تر می‌باشد، بر اساس تحقیقات انجام شده سهم انرژی‌های مستقیم بیش‌تر از سهم انرژی‌های غیرمستقیم در تولید بعضی محصولات کشاورزی بوده است (Ozkan et al, 2007. Kizilaslan, 2009). هم‌چنین مطالعات دیگری سهم انرژی‌های غیرمستقیم را بیشتر از انرژی‌های مستقیم در تولید محصولات کشاورزی گزارش کرده‌اند (Mohammadi et al, 2008).

نتایج هم‌چنین نشان می‌دهد که نسبت انرژی‌های تجدیدناپذیر در تولید ذرت بذری در هر سه روش مورد مطالعه به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از سهم انرژی‌های تجدیدپذیر بوده‌است که نشان دهنده وابستگی زیاد تولید ذرت بذری به‌منابع انرژی فسیلی می‌باشد. نتایج مشابهی در تحقیقات قبلی گزارش شده است (Kizilaslan, 2009. Moore 2010). علاوه بر این ازنوز و همکاران مصرف انرژی برای تولید آفتابگردان در ترکیه را بررسی کردند. طبق نتایج آن‌ها سهم انرژی‌های تجدیدناپذیر بیش‌تر از سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و نسبت انرژی‌های غیرمستقیم نیز بیشتر از انرژی‌های مستقیم بود که بیش‌تر به‌دلیل مصرف بالای کودهای شیمیایی می‌باشد (Uzunoz et al, 2008).



شکل۲- (مقایسه انواع انرژی در تولید ذرت بذری هیبرید)

با توجه به‌جدول ۴ که نشان‌دهنده‌ی مقایسه میانگین شاخص‌های انرژی در روش‌های مختلف برداشت ذرت بذری با استفاده از روش تجزیه واریانس می‌باشد، اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌ها در روش‌های مختلف برداشت وجود دارد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در مقایسه‌ی شاخص نسبت انرژی در روش‌های مختلف برداشت مقدار آماره F برابر با ۶/۷۱۶ می‌باشد که بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در روش‌های مختلف برداشت برای این شاخص می‌باشد. هم‌چنین برای شاخص‌های افزوده خالص انرژی، شدت انرژی و بهره‌وری انرژی اختلاف معنی‌دار در بین روش‌های مختلف برداشت وجود دارد.

جدول ۴- (مقایسه میانگین شاخص‌های انرژی در روش‌های مختلف برداشت ذرت بذری هیبرید)

	منابع تغییر	درجه آزادی	F	P
نسبت انرژی	آزمون	۲		
	اثر اصلی گروه‌ها	۲۷	۶/۷۱۶	۰/۰۰۴*
	خطای باقی‌مانده	۲۹		
افزوده خالص انرژی	آزمون	۲		
	اثر اصلی گروه‌ها	۲۷	۱۳/۷۷۰	۰/۰۰۰*
	خطای باقی‌مانده	۲۹		
شدت انرژی	آزمون	۲		
	اثر اصلی گروه‌ها	۲۷	۶/۶۰۰	۰/۰۰۵*
	خطای باقی‌مانده	۲۹		
بهره‌وری انرژی	آزمون	۲		
	اثر اصلی گروه‌ها	۲۷	۶/۷۱۶	۰/۰۰۴*
	خطای باقی‌مانده	۲۹		

(* معنی‌داری در سطح ۵ درصد)

جدول ۵- (مقایسه میانگین شاخص‌های انرژی در روش‌های مختلف برداشت ذرت بذری هیبرید)

متغیر وابسته	متغیر مستقل	متغیر مستقل	انحراف معیار	سطح معنی‌داری
نسبت انرژی	دستی	کمباین	۰/۱۳۴	۰/۰۰۱*
		پیکرهاسکر	۰/۱۵۵	۰/۱۹۴
	کمباین	دستی	۰/۱۳۴	۰/۰۰۱*
		پیکرهاسکر	۰/۱۵۳	۰/۰۷۶*
	پیکرهاسکر	دستی	۰/۱۵۵	۰/۱۹۴
		کمباین	۰/۱۵۳	۰/۰۷۶*
افزوده خالص انرژی	دستی	کمباین	۸۵۰۰	۰/۰۰۰*
		پیکرهاسکر	۹۸۴۰	۰/۰۱۶*
	کمباین	دستی	۸۵۰۰	۰/۰۰۰*
		پیکرهاسکر	۹۸۶۰	۰/۰۵۶
	پیکرهاسکر	دستی	۹۸۴۰	۰/۰۱۶*
		کمباین	۹۸۶۰	۰/۰۵۶
شدت انرژی	دستی	کمباین	۳/۰۹۸	۰/۰۰۱*
		پیکرهاسکر	۳/۵۸۹	۰/۱۱۳
	کمباین	دستی	۳/۰۹۸	۰/۰۰۱*
		پیکرهاسکر	۳/۵۳۰	۰/۱۳۹
	پیکرهاسکر	دستی	۳/۵۸۹	۰/۱۱۳
		کمباین	۳/۵۳۰	۰/۱۳۹
بهره‌وری	دستی	کمباین	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱*
		پیکرهاسکر	۰/۰۰۱	۰/۱۹۴
	کمباین	دستی	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱*
		پیکرهاسکر	۰/۰۰۱	۰/۰۷۶
	پیکرهاسکر	دستی	۰/۰۰۱	۰/۱۹۴
		کمباین	۰/۰۰۱	۰/۰۷۶

(* معنی‌داری در سطح ۵ درصد)

جدول ۵ نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های انرژی در روش‌های مختلف برداشت بر اساس آزمون LSD را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که شاخص‌های مختلف انرژی در روش‌های برداشت دستی و کمباین اختلاف معنی‌داری دارد. هم‌چنین در شاخص افزوده خالص انرژی بین روش‌های برداشت کمباین و پیکرهاسکر اختلاف معنی‌داری وجود ندارد در حالی

بین روش‌های دستی و پیکرهاسکر و روش‌های دستی و کمباین اختلاف معنی‌دار وجود دارد. مطابق با نتایج دیده می‌شود که در شاخص بهره‌وری فقط بین روش‌های برداشت دستی و کمباین اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

۳-۱- محاسبه‌شاخص‌های اقتصادی

جدول ۶ بیانگر محاسبه‌شاخص‌های اقتصادی تولید ذرت بذری در روش‌های مختلف برداشت می‌باشد. مطابق با نتایج مشاهده می‌گردد که روش برداشت با کمباین از نظر اقتصادی بهترین وضعیت را نسبت به‌سایر روش‌های برداشت از نظر شاخص‌های منفعت-هزینه، سود ناخالص و بهره‌وری دارا است، که به‌ترتیب ۳/۸۰، ۱۵۷/۶۲ میلیون ریال و ۴۴/۷۲ کیلوگرم بر میلیون ریال بدست آمده‌اند. هم‌چنین روش برداشت با پیکرهاسکر از نظر اقتصادی در شاخص‌های محاسبه‌شده وضعیت بهتری نسبت به‌روش برداشت دستی دارد. بر اساس تحقیقات انجام شده نسبت فایده به‌هزینه در تولید محصولات مختلف به‌صورت زیر گزارش شده‌است؛ ۱/۱۷ برای تولید چغندرقند در ترکیه (Erdal et al, 2007)؛ ۱/۹۴ تا ۲/۳۸ برای تولید کلزا در ترکیه در اندازه‌های مختلف زمین (Unakitan et al, 2010) و ۱/۸۸ برای تولید سیب-زمینی در استان اردبیل (Mohammadi et al, 2008).

جدول ۶- (محاسبه‌شاخص‌های اقتصادی تولید ذرت بذری هیبرید در روش‌های مختلف برداشت)

	برداشت		
	دستی	کمباین	پیکرهاسکر
منفعت-هزینه	۳/۴۲	۳/۸۰	۳/۷۱
سود ناخالص	۱۲۸/۹۹	۱۵۷/۶۲	۱۴۹/۸۸
بهره‌وری	۴۰/۲۲	۴۴/۷۲	۴۳/۶۹

با توجه به‌جدول ۷ که نشان‌دهنده‌ی مقایسه میانگین شاخص‌های اقتصادی در روش‌های مختلف برداشت ذرت بذری با استفاده از روش تجزیه واریانس می‌باشد، اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌ها در روش‌های مختلف برداشت وجود دارد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در مقایسه‌ی شاخص منفعت-هزینه در روش‌های مختلف برداشت مقدار آماره F برابر با ۲۱/۰۵۲ می‌باشد که بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در روش‌های مختلف برداشت برای این شاخص می‌باشد. هم‌چنین برای سود ناخالص و بهره‌وری اقتصادی اختلاف معنی‌دار در بین روش‌های مختلف برداشت وجود دارد.

جدول ۸ نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های اقتصادی در روش‌های مختلف برداشت بر اساس آزمون LSD را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که شاخص‌های مختلف اقتصادی در روش‌های برداشت دستی و کمباین و هم‌چنین روش‌های برداشت دستی و پیکرهاسکر اختلاف معنی‌داری با هم دارند. نتایج به‌دست آمده گویای این نکته نیز می‌باشد، که روش-های برداشت کمباین و پیکرهاسکر در تمامی شاخص‌های اقتصادی گزارش شده هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۷- (مقایسه میانگین شاخص‌های اقتصادی تولید ذرت بذری هیبرید در روش‌های مختلف برداشت)

	منابع تغییر	درجه آزادی	F	P
درآمد-هزینه	آزمون	۲		
	اثر اصلی گروه‌ها	۲۷	۲۱/۰۵۲	۰/۰۰۰*
	خطای باقی‌مانده	۲۹		
سود ناخالص	آزمون	۲		
	اثر اصلی گروه‌ها	۲۷	۳۱/۸۷۲	۰/۰۰۰*
	خطای باقی‌مانده	۲۹		
بهره‌وری	آزمون	۲		
	اثر اصلی گروه‌ها	۲۷	۲۱/۰۵۲	۰/۰۰۰*
	خطای باقی‌مانده	۲۹		

(* معنی‌داری در سطح ۵ درصد)

جدول ۸- (مقایسه میانگین شاخص‌های اقتصادی در روش‌های مختلف برداشت)

متغیر وابسته	متغیر مستقل	متغیر مستقل	انحراف معیار	سطح معنی‌داری
درآمد-هزینه	دستی	کمباین	۰/۰۶۰	۰/۰۰۰*
		پیکرهاسکر	۰/۰۷۰	۰/۰۰۰*
	کمباین	دستی	۰/۰۶۰	۰/۰۰۰*
		پیکرهاسکر	۰/۰۶۹	۰/۲۱۷
	پیکرهاسکر	دستی	۰/۰۷۰	۰/۰۰۰*
		کمباین	۰/۰۶۹	۰/۲۱۷
سود ناخالص	دستی	کمباین	۳/۳۱۲	۰/۰۰۰*
		پیکرهاسکر	۳/۸۳۶	۰/۰۰۰*
	کمباین	دستی	۳/۳۱۲	۰/۰۰۰*
		پیکرهاسکر	۳/۷۷۳	۰/۰۵
	پیکرهاسکر	دستی	۳/۸۳۶	۰/۰۰۰*
		کمباین	۳/۷۷۳	۰/۰۵
بهره‌وری	دستی	کمباین	۰/۷۱۳	۰/۰۰۰*
		پیکرهاسکر	۰/۸۲۶	۰/۰۰۰*
	کمباین	دستی	۰/۷۱۳	۰/۰۰۰*
		پیکرهاسکر	۰/۸۱۳	۰/۲۱۷
	پیکرهاسکر	دستی	۰/۸۲۶	۰/۰۰۰*
		کمباین	۰/۸۱۳	۰/۲۱۷

(* معنی‌داری در سطح ۵ درصد)

۴- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج این مطالعه نشان داد که مصرف انرژی برای تولید ذرت بذری در منطقه مورد مطالعه با روش برداشت پیکرهاسکر برابر با (GJ/ha) ۱۲۰/۴۰۳ بوده که نسبت به سایر روش‌های بیشترین انرژی مصرفی را داشته است در حالی که این میزان در روش برداشت دستی برابر با (GJ/ha) ۱۱۸/۷۱۱ و در روش برداشت با کمباین برابر با (GJ/ha) ۱۱۱/۳۳۵ بوده است که بیش‌ترین سهم از کل انرژی ورودی در تولید محصول به ترتیب مربوط به‌نهاده‌های الکتریسیته، سوخت و کودهای شیمیایی بوده است. با توجه مقایسه میانگین شاخص‌های انرژی، شاخص افزوده خالص انرژی بین روش‌های برداشت کمباین و پیکرهاسکر اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، در حالی بین روش‌های دستی و پیکرهاسکر و روش‌های دستی و کمباین اختلاف معنی‌دار وجود دارد. مطابق با نتایج دیده می‌شود که در شاخص بهره‌وری فقط بین روش‌های برداشت دستی و کمباین اختلاف معنی‌دار وجود دارد. تحلیل اقتصادی نیز نشان داد که روش برداشت با کمباین در منطقه بیش-ترین میزان بهره‌وری اقتصادی و نسبت سود به هزینه را داشته و بعد از آن روش برداشت با پیکرهاسکر قرار دارد. همچنین کم‌ترین میزان بهره‌وری اقتصادی و نسبت سود به‌هزینه مربوط به‌روش برداشت دستی می‌شود. نتایج تحلیل شاخص‌های اقتصادی نشان داد که شاخص‌های مختلف اقتصادی در روش‌های برداشت دستی و کمباین و هم‌چنین روش‌های برداشت دستی و پیکرهاسکر اختلاف معنی‌داری با هم دارند. همچنین نتایج نشان داد که روش‌های برداشت کمباین و پیکرهاسکر در تمامی شاخص‌های اقتصادی گزارش شده اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان پیشنهادهای زیر را ارائه داد:

الف- از آنجا که در منطقه مورد مطالعه، نهاده الکتریسیته نقش بسزایی در افزایش مصرف انرژی و تولید بارهای محیطی داشته است و قسمتی از انرژی جهت آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد، لزوم توجه و تحقیقات بیش‌تر در زمینه میزان مصرف انرژی در روش‌های مختلف آبیاری (آبیاری سنتی در مقابل آبیاری نیمه مکانیزه و تحت فشار) به‌منظور کاهش انرژی مصرفی در آبیاری توصیه می‌گردد.

ب- همچنین با توجه به بالا بودن سهم انرژی مصرفی کودهای شیمیایی در تولید، انجام تحقیقات کاربردی به منظور تعیین میزان نیاز گیاه به مواد غذایی در مراحل مختلف رشد و هم‌چنین تعیین مقدار مناسب کود شیمیایی مورد نیاز خاک تأثیر قابل توجهی در کاهش میزان انرژی مصرفی، کاهش هزینه‌های تولید و کاهش اثرات مخرب زیست محیطی خواهد داشت.

مراجع

۱. چوگان، ر.، ۱۳۸۳. تولید بذر ذرت. چاپ نخست. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
۲. کوچکی، ع و حسینی، م. ۱۳۷۳. کارایی انرژی در اکوسامانه‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۳. نورمحمدی، ق.، سیادت، س .ع.، کاشانی، ع.، ۱۳۸۰. زراعت غلات، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، چاپ سوم، صفحه ۴۴۶.

4. Anonymous, 2013. Annual agricultural statistics. Ministry of Jihad-e-Agriculture of Iran. www.maj.ir.
5. Canakci, M., Topakci, M., Akinci, I., Ozmerzi, A., 2005 .Energy use pattern of some field crops and vegetable production: Case study for Antalya Region, Turkey. Energy Conversion and Management 46, 655-666.
6. Cetin, B., Vardar, A. 2008. An economic analysis of energy requirements and input costs for tomato production in Turkey. Renewable Energy, 33: 428-33.
7. 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, 35-41.
8. Kitani, O., 1999. Energy and biomass engineering, CIGR handbook of agricultural engineering. ASAE Publications, St Joseph, MI.
9. Kizilaslan, H., 2009. Input-output energy analysis of cherries production in Tokat Province of Turkey. Applied Energy 86, 1354-1358.
10. Mandal, K.G., Saha, K.P., Ghosh, P.K., Hati, K.M., Bandyopadhyay, K.K., 2002. Bioenergy and economic analysis of soybean-based crop production systems in central India. Biomass and Bioenergy 23, 337-345.
11. Mohammadi, A., Tabatabaeefar, A., Shahin, S., Rafiee, S., Keyhani, A., 2008. Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province. Energy Conversion and Management 49, 3566-3570.
12. Moore, S.R., 2010. Energy efficiency in small-scale biointensive organic onion production in Pennsylvania, USA. Renewable Agriculture and Food Systems 25, 181-188.
13. Ozkan, B., Fert, C., Karadeniz, C.F., 2007. Energy and cost analysis for greenhouse and open-field grape production. Energy 32, 1500-1504.
14. Pishgar Komleh, S.H., Keyhani, A., Rafiee, SH., Sefeedpary, P. 2012. Energy use and economic analysis of corn silage production under three ,cultivated area levels in Tehran province of Iran, Energy, 36, 3335-3341.
15. Sheikh Davoodi, M.J., Houshyar ,E., 2009. Energy Consumption of Canola and Sunflower production in Iran. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 6, 381-384.
16. Unakitan, G., Hurma, H., Yilmaz, F., 2010. An analysis of energy use efficiency of canola production in Turkey. Energy 35, 3623-3627.
17. Uzunoz, M., Akcay, Y., Esengun, K. 2008. Energy input-output analysis of sunflower seed (Helianthus annuus l.) oil in Turkey, Energy Sources, part B: Economics, Planning, and Policy 3: 215-23.

Energetic and econometric analyses of hybrid seed corn production

Abstract

In this study, hybrid seed corn production in different systems is examined from energy and economic point of views. The data used in this study was obtained through interviews with 30 farmers producing hybrid seed corn in the provinces of Tehran and Alborz, Iran. The results showed that the energy consumption for the production of hybrid seed corn in methods of harvesting with picker husker was about 120.403 (GJ/ha) which was the highest amount compared to other systems for harvesting including combine harvesting and manually harvesting. The amount of energy use for seed production in manual harvesting method was found to be 118.711 (GJ/ha) and seed production in combine harvesting method used 111.335 (GJ/ha). The biggest share of the total energy input in the production was found to be from electricity inputs, followed by diesel fuel and fertilizers, respectively. Energy ration in producing hybrid seed in combine, picker husker and manually harvesting methods was calculated as 2.31, 2.03 and 1.82, respectively. In terms of energy intensity, producing hybrid seed in combine, picker husker and manually harvesting methods had the respective higher energy intensity. The results of economic analysis indicated that the economical productivity and benefit to cost ratio of producing hybrid seed in combine harvesting method were the highest, followed by picker husker harvesting method.

Keywords: Energy analysis, Economical productivity, Hybrid corn seed, Harvesting methods