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

بررسی تاثیر عوامل مدیریتی بر مصرف و افزایش بهره وری انرژی در تولید نیشکر در شمال خوزستان

محسن طیب طاهر [۱]، مرتضی الماسی [۲]

[۱] استاد دانشگاه آزاد واحد دزفول (با سمت مربی) - ohsen.tayebtaher@ gmail. com

[۱]– عضو هیات علمی واحد دزفول

چکیده :

این مطالعه جهت بررسی سیر مصرف انرژی در کشت و صنعت میان‌آب واقع در شمال خوزستان انجام شد. این مطالعه در سطح حدود ۲۵۰۰ هکتار بوده که ۷۰۷ هکتار آن مربوط به مزارع پلنت و ۱۷۹۳ هکتار تحت پوشش مزارع راتون بود، انجام گرفت. مزارع راتون شامل ۵ راتون بود. کل انرژی‌های ورودی در مزارع پلنت ۱۸۳/۷ گیگاژول بر هکتار بود که سهم انرژی‌های ورودی مستقیم ۳۱/٤۵ درصد و غیرمستقیم ٦۵/۵۵ درصد بود که کارایی انرژی، افزوده خالص انرژی و انرژی تولیدی به ترتیب ۳/۷٦، ۵۰٦/٤ گیگاژول بر هکتار و ۰/۷۱ کیلوگرم بر مگاژول بدست آمد . در مزارع پلنت قلمه با ۲۸/۸۵ درصد بیشترین سهم را در انرژی‌های ورودی داشت. انرژی‌های ورودی در مزارع راتون یک ۱۰٦۲٤۵.٤ گیگاژول بر هکتار بود که سهم انرژی‌های ورودی مستقیم ۳۱/٤۵ درصد و غیرمستقیم ٦۵/۵۵ درصد بود که الکتریسیته مصرفی با ۳٦/۵ درصد بیشترین سهم را در انرژی ورودی داشت. در مزارع راتون کارایی انرژی به ترتیب برابر ۵.۳۵ ،۵.۰۹ ، ٤.۳۲ ، ٤.۱۲ و ٤.۰٤ می باشد افزوده خالص انرژی و انرژی تولیدی با افزایش شماره راتون کاهش یافتند زیرا با میزان نهاده‌های ورودی یکسان عملکرد کاهش می‌یافت. کارایی انرژی در مزارع راتون مخصوصاً در راتونهای اول و دوم نشان از عملکرد مناسب سیستم در میزان نهاده‌های مصرفی به نسبت عملکرد را دارد و دلیل پایین بودن این دو شاخص در مزارع پلنت به ما این نکته را گوشزد می‌کند که انرژی‌های ورودی بسیار بالا می‌باشد و پایین آمدن عملکرد محصول در مزارع راتون آن هم بعد از راتون ۲ کنترل مناسب نهاده‌های ورودی به این مزارع را طلب می‌کند . در راتونهای سوم و چهارم و پنجم تقریباً شاخصهای انرژی یکسان بود. چون که میزان انرژی های ورودی و عملکرد محصول در این مزارع یکسان است طولانی کردن تعداد دوره‌های راتونینگ بعد از دو دوره تفاوت زیادی نمی‌کند پس مناسب آن است که بیش از دو راتون را توصیه نکنیم و اگر تصمیم به بیش از دو راتون را اتخاذ کردیم تا پنجمین راتون را هم می‌توانیم در نظر داشته باشیم.

کلیدواژه‌ها: نیشکر، پلنت ، نسبت انرژی، بهره‌دهی انرژی، افزوده خالص انرژی.

مقدمه

آنالیز انرژی در کنار آنالیزهای محیطی و اقتصادی، ابزاری مهم برای تعیین رفتار سیستم‌های کشاورزی محسوب می‌شود. مدیریت مدرن پروژه با دقت کشاورزی بالای خود، این امکان را می‌دهد که با تعیین مقدار صحیح دانه، کود و آفت‌کش، بتوانیم صرفه‌جویی انرژی داشته باشیم [۳].پژوهشها نشان داده است که با رشد مکانیزاسیون کارایی انرژی به تدریج کاهش می یابد .(۷) با کذشت زمان کارایی مصرف انرژی در سیستم های کشاورزی کاهش یافته و کشاورزی اولیه ضمن داشتن پایداری بیشتر نسبت به کشاورزی فشرده و مدرن امروزی کارایی به مراتب بهتری داشته است (۱۳) این در حالی است که امروزه بیشتر واحد های بزرگ کشاورزی ، مصارف بالایی از انرژی را به خود اختصاص می‌دهند از طرفی کشاورزی شدیداً به انرژی فسیلی وابسته است و رشد مصرف انرژی، روند رو به رشدی در دنیای امروزه دارد و منابع انرژی قابل دسترس نیز در دنیا محدود می‌باشند (۱) با توجه به این نگرش تغییر الگوی مصرف انرژی و نیاز به مدیریت انرژی در جهت افزایش بهره‌وری الزامی می‌باشد.برای هر سیستم کشاورزی نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی متناسب با کارایی سیستم می باشد اما به این نکته باید اشاره کرد که لزوما سیستمی که کارایی انرژی بالاتری دارد ، عملکرد بیشتری ندارد (۷).

سینک و همکاران (۲۰۰٤) نشان دادند که استفاده از ارقام پرمحصول ، سیستم های کشت فشرده ، افزایش مصرف کودها و سموم شیمیایی و سطح بالای مکانیزاسیون کشاورزی ، افزایش مصرف انرژی را در کشاورزی مدرن سبب شده است (۱۸). ازکان و همکاران (۲۰۰٤) نیز اعلام کردند که میزان انرژی ورودی در کشت ۳٦ محصول در ترکیه ، به ازای هر هکتار از ۱۷.٤ به ٤۷.٤ گیگا ژول در هکتار افزایش یافته است . در حالی که میزان انرژی خروجی طی همین مدت با رشد کمتری از ۳۸.۸ به ۵۸.۸ گیگا ژول در هکتار رسیده است . بدین ترتیبق طی ۲۵ سال کارایی انرژی در ترکیه از ۲.۲۳ به ۱.۱۸ کاهش یافته است (۱٤).

نصیریان (۲۰۰٤) در تحقیقاتی که در یکی از واحدهای کشت و صنعت نیشکر در جنوب اهواز و در دو نمونه مزارع پلنت و راتون داشت بیان کرد که در مزارع پلنت میزان انرژی ورودی برابر ۱۸۷۰۹۷ مگا ژول بر هکتار می باشد که در این راستا سهم نهاده های مستقیم ٥٦ درصد و نهاده های غیر مستقیم ٤٤ درصد است. نسبت انرژی در این مزارع ۳ و افزوده انرژی ۳۸٥.۳ گیگا ژول بر هکتار و انرژی تولیدی ۰.٥۷ کیلو بر مگاژول می باشد که الکتریسیته مصرفی و سوخت بیشترین سهم را داشتند در مزارع راتون نسبت انرژی ۵ وو افزوده انرژی در راتون شماره یک ٤۰٦و شماره دو ۳۸۵ گیگا ژول بر هکتار و انرژی تولیدی هر دو به ترتیب برابر ۱ و ۹.۹ کیلوگرم بر مگاژول می باشد . (۲)تحقیق حاضر از نظر هدف کاربردی می باشد چون با توجه به سطح زیر کشت بالای محصول نیشکر در استان خوزستان و وجود کارخانجات

تولیدی در این منطقه ،همچنین اهمیت این محصول در صنعت قند و شکر کشور، نتایج آن برای مدیران و مسئولان طرح توسعه نیشکر و صنایع جانبی قابل استفاده می باشد.

مواد و روشها

این تحقیق در کشت و صنعت میان‌آب واقع در شمال غربی استان خوزستان انجام گرفت. خاکهای منطقه اکثراً دارای بافت نیمه سنگین تا سنگین است.

پس از بازدید از تمامی عملیات کشاورزی لازم در مزارع پلنت و راتون و مصاحبه با مدیران واحدهای مختلف و کارشناسان مسئول و کلیه افرادی که به نحوی در ارتباط با عملیاتهای اجرایی بودند. کشت پلنت در مساحت ۷۰۵ هکتار و کشت راتون در مساحت ۱۷۹۵هکتار کشت گردید.

برای بررسی سیر مصرف انرژی باید مراحل زیر انجام شود.

۱- تعیین حد و مرز کمی کاربرد انرژی برای عملیات
۲- مشخص و محاسبه نمودن میزان مصرف انرژی در هریک از فعالیت‌ها و نهاده‌های تولید.
۳- معادل‌سازی میزان انرژی مصرف شده با استفاده از ضرایب ویژه.
٤- تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده با استفاده از شاخص‌های انرژی تعریف شده

انرژیهای ورودی به دو دسته نهاده انرژی مصرفی مستقیم و غیرمستقیم تقسیم شدند. نهاده‌های انرژی مصرفی مستقیم شامل سوخت، الکتریسیته و نیروی انسانی و نهاده‌های انرژی مصرفی غیرمستقیم شامل قلمه، کود شیمیایی، آفت‌کش و ماشین‌آلات بود. پس از محاسبه میزان مصرفی هر یک از نهاده‌ها و تعیین سهم هر یک در سیستم آنرا در میزان ارزش انرژی یک واحد آن نهاده (جدول شماره ۱) ضرب نموده تا نتیجه حاصل سهم هر یک از نهاده‌ها را نشان دهد.

جدول شماره ۱

نهاده	واحد	معادل انرژی بر حسب Mj بر واحد (منبع)
دیزل	لیتر	٥٦.٣١ (۱۰)
نیروی انسانی	نفر ساعت	۱.۹٦ (۹و۱۰و۱۱و۱۲)
ماشین آلات	کیلوگرم	۹ (۱۰و ۸)
الکتریسیته	کیلو وات ساعت	۱۱.۹۳ (۱۰)
کود ازته	کیلوگرم	۷۸.۱ (۹ و ۱۲)
کود فسفاته	کیلوگرم	۱۷.٤ (۹و۱۲)

علف کش	لیتر	۲۸۸ (۱۰و۱۳)
قلمه	کیلوگرم	۵.۳ (۱۰)

میزان مصرف سوخت ساعتی به روش باک پر محاسبه شد. همچنین ظرفیت مزرعه‌ای عملی آن عملیات بر حسب هکتار بر ساعت محاسبه شد. با ضرب نمودن این دو مقدار، سوخت مصرفی در هکتار بدست آمد. با مشخص شدن میزان مصرف و ضرب کردن آن در ضریب تبدیل انرژی میزان انرژی مصرفی آن عملیات مشخص شد.

الکتریسیته مورد نیاز برای آبیاری بوسیله پمپهای الکتریکی تامین می‌گردید. با توجه به مشخص بودن توان پمپها و دبی هر پمپ و نیاز آبی به مزارع پلنت و هر یک از راتون‌ها انرژی مصرفی برای هر کدام از مزارع بوسیله رابطه (۱) بدست آمد.

$$E = \frac{0.8QPH.e_1.e_2}{n_1.\eta_p}$$

E= انرژی مصرفی توسط پمپ (kwh) Q= دبی پمپ (lit/s)

H= کل بار دینامیکی (m) P= دانستیه آب (kg/lit) (که برابر با ۱ می‌باشد.)

در برخی عملیاتها مانند کاشت و برداشت از نیروی انسانی استفاده شد. لذا با مشخص بودن تعداد نفرات و ساعات کار در هر عملیات و معین بودن انرژی مصرفی هر نفر ساعت که معادل ۱/۹۶ مگاژول می‌باشد. میزان این نهاده از ضرب کردن ساعات کارکرد نیروی انسانی در معادل انرژی محاسبه شد.

برای نهاده‌های انرژی مصرفی غیرمستقیم لازم بود ماده مصرفی انواع ماشینها و ادوات کشاورزی بکار برده شده در عملیاتهای مختلف را محاسبه نمود. ابتدا وزن ماشینها و ادوات را در تعدادشان ضرب کرده و با هم جمع نموده تا وزن کل بدست آمد و با مشخص شدن مساحت کارکرد هر وسیله و ماشین و تقسیم آنها بر یکدیگر، ماده مصرفی محاسبه گردید. با بدست آوردن ماده مصرفی و ضرب کردن آن در معادل انرژی، انرژی ورودی محاسبه شد.

برای تعیین مصرف انرژی کود شیمیایی، میزان خالص ازت و فسفر مورد نیاز محاسبه گردید و با ضرب نمودن در معادل انرژی هر عنصر، کل انرژی ورودی به سیستم محاسبه گردید. در این تحقیق کود فسفات با ٤٦ درصد P2O5 و ۳۰ درصد ازت خالص قبل از کاشت و کود اوره با ٤٦ درصد ازت خالص به عنوان کود سرک استفاده گردید.

تمام مزارع دارای سطح ۲۰ هکتار و به ابعاد ۲۰۰×۱۰۰۰ متر بودند. به علت عدم تطبیق ماشینهای کاشت قلمه با این روش و شرایط ویژهٔ اقتصادی و اجتماعی منطقه، عملیات کشت توسط کارگران و به صورت دستی انجام گرفت. سپس روی آنها با دیسک دو بشقابی پوشانده می شد که این عمل را اصطلاحاً کاورینگ می‌گویند. همچنین انجام عملیات داشت عموماً به صورت دستی بود و کود سرک نیز همراه با آب آبیاری داده شد، مبارزه با علفهای هرز در طول

دوره داشت توسط سمپاشهای دستی و توسط کارگر انجام گرفت. برداشت به روش دستی بوسیلهٔ افراد نی‌بر صورت گرفت. به طور معمول نی را از پائین‌ترین بخش ساقه قطع و پس از جداسازی سر نی در نوارهائی که به صورت ٦ فارو در میان ایجاد می‌شد انباشته گردید. نی بریده شده در کامیون بارگیری و به کارخانه منتقل گردید. برای محاسبه نیروی انسانی مصرف شده در هر مرحله براساس حاصلضرب تعداد نفرات در زمان مورد نیاز (ساعت) بر واحد سطح عمل شد.

عملیاتهای انجام شده در کلیه مزارع راتون شامل راتونینگ، داشت و برداشت بوده که نحوه محاسبه نهاده‌های ورودی و سهم انرژی هر یک مانند مزارع پلنت است. در راتون‌های مختلف نهاده‌های ورودی در عملیاتهای راتونینگ و داشت مانند هم می‌باشد و تنها تفاوت در کلیه نهاده‌ها مربوط به عملیات برداشت بود که دلیل آن تفاوت در میزان عملکرد مزارع و سوخت مصرفی در برداشت آنها توسط بیل مکانیکی بود.

به منظور تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده از شاخص‌های زیر استفاده شد.

بازده انرژی (ER): مهم‌ترین شاخص در ارزیابی انرژی سیستم‌های کشاورزی می‌باشد و عبارتست از نسبت مجموع انرژی‌های خروجی به مجموع انرژی‌های ورودی.

$$ER=\frac{E_{out}}{E_{in}}$$

E_{out} = انرژی خروجی

E_{in} = انرژی ورودی

افزوده خالص انرژی(NEG): تفاضل انرژی‌های ورودی از انرژی‌های تولیدی می باشد.

$$NEG=E_{out} - E_{in}$$

بهره‌دهی انرژی(EP): حاصل قسمت میزان محصول تولید شده بر کل انرژی ورودی (مصرفی) که بیانگر مقدار محصول تولیدی به ازای هر واحد از انرژی مصرفی است.

$$EP=\frac{W_{out}}{E_{in}}$$

نتیجه‌گیری و بحث

بر اساس محاسبات شاخص‌ها (جدول شماره ۲)مشاهده شد که میزان انرژی های ورودی نسبتاً بالا بود به خصوص در مزارع پلنت که ناشی از انرژی‌های تهیه زمین و قلمه می‌باشد که این میزان به نسبت زیادی در مزارع راتون وجود ندارد ولی در عوض پایین آمدن عملکرد محصول در این مزارع آن هم بعد از راتون ۲ کنترل مناسب نهاده‌های ورودی به این مزارع را طلب می‌کند. نسبت انرژی و بهره دهی آن در مزارع راتون مخصوصاً در راتونهای اول و دوم نشان از عملکرد مناسب سیستم در میزان نهاده‌های مصرفی به نسبت عملکرد را دارد و دلیل پایین بودن این دو شاخص در مزارع پلنت به ما این نکته را گوشزد می‌کند که انرژی‌های ورودی بسیار بالا می‌باشد و در راستای کاهش آنها باید چاره‌ای اندیشید. یکی از عوامل عملکرد بالای مزارع پلنت ناشی از میزان مصرف قلمه بود.

در راتونهای سوم و چهارم و پنجم تقریباً شاخصهای انرژی یکسان بود. چون که میزان انرژی های ورودی و عملکرد محصول در این مزارع یکسان است می‌توان عنوان داشت که طولانی کردن تعداد دوره‌های راتونینگ بعد از دو دوره تفاوت زیادی نمی‌کند و مناسب آن است که اگر تصمیم به بیش از دو راتون داریم در سطح کلان تا پنجمین راتون را هم می‌توانیم در نظر داشته باشیم. کل انرژی‌های ورودی در مزارع پلنت ۱۸۳/۷ گیگاژول بر هکتار بود که سهم انرژی های ورودی مستقیم ۳۱/٤٥ درصد و غیرمستقیم ٦٥/٥٥ درصد بود. در مزارع پلنت قلمه با ۲۸/۸٥ درصد بیشترین سهم را در انرژی‌های ورودی داشت. نسبت انرژی، افزوده خالص انرژی و بهره‌دهی انرژی به ترتیب ۳/۷٦، ٥۰٦/٤ گیگاژول بر هکتار و ۰/۷۱ کیلوگرم بر مگاژول بود. در مزارع راتون الکتریسیته مصرفی با ۳٦/٥ درصد بیشترین سهم را در انرژی ورودی داشت. افزوده خالص انرژی و بهره‌دهی انرژی با افزایش شماره راتون کاهش یافتند زیرا با میزان نهاده‌های ورودی یکسان عملکرد کاهش می‌یافت. در مرحله داشت مزارع پلنت و راتون، الکتریسیته و آب مصرفی بیشترین میزان از انرژی ورودی را به خود اختصاص دادند. با توجه به نیاز آبی نیشکر می‌توان با افزایش بازدهی سیستم آبیاری و مدیریت صحیح آن، راندمان شاخص‌های انرژی را بهبود بخشید.

جدول شماره ۲

مزارع	عملکرد (t/ha)	انرژی ورودی (Gj/ha)	انرژی تولیدی (Gj/ha)	کارایی انرژی	افزوده خالص انرژی (Gj/ha)	بهره دهی انرژی (kg/Mj)
پلنت	۱۳۰/۲	۱۸۳/۷	٦۹۰	۳/۷٦	٥۰٦/٤	۰/۷۱
راتون ۱	۱۰۷/۲	۱۰٦/۲	٥٦۸/۲	٥/۳٥	٤٦۱/۹	۱
راتون ۲	۱۰۲	۱۰٦/۲	٥٤۰/۱	٥/۰۹	٤۳٤/٤	۰/۹٦
راتون ۳	۸٦/٥	۱۰٦	٤٥۸/٤	٤/۳۲	۳٥۲/٤	۰/۸۲
راتون ٤	۸۲/٤	۱۰٦	٤۳٦/۷	٤/۱۲	۳۳۰/۸	۰/۷۷

راتون ۵	۸۰/۷	۱۰٦	٤۲۷/۷	٤/۰٤	۳۲۱/۸	۰/۷٦

پِشنهادات

بررسی سیر مصرف انرژی در کشت پلنت با توجه به عملیات گوناگون در جهت تهیه زمین و کشت مزارع نیشکر در قالب یک طرح آزمایشی و بصورت تیمارهای خاک‌ورزی، کم‌خاکورزی و بی‌خاکورزی تا بتوان انرژی ورودی را تا حد امکان کاهش داد.

تعیین نیازهای واقعی گیاه در هر منطقه بخصوص در زمینه نیاز آبی که باید میزان آب ورودی به مزارع از حالت سنتی خارج و بر حسب نیاز واقعی گیاه باشد و در همین راستا می‌توان روش آبیاری متناسب را نیز پیشنهاد نمود.

قلمه سهم زیادی در میزان انرژی ورودی به مزارع پلنت را دارد. مناسب آن است که با جلوگیری از اتلاف و نیز تولید قلمه‌هایی با مقاومت بیشتر نسبت به شرایط محیطی، این میزان را کاهش داد.

منابع

۱–الماسی، م. ۱۳۸٦. مدیریت مصرف انرژی. جزوه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۲–نصیریان، ن. ۱۳۸۲. بررسی چگونگی سیر انرژی در تولید نیشکر در واحد کشت و صنعت جنوب اهواز با ارائه روشهایی برای افزایش بهره وری انرژی، پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات تهران.

3- Hernanz, J.L., Givon, V.S. and Cerisola, C. 1995. Long-term energy use and economic evaluation of three tillage systems foe cereal and legume production in center spain. Soil and Tillage Research, Vol. 35, No. 4.

4- Hets, H., Riquelme, E., and Canto, S. 1992. Energy requirements for the production of oats in rotation with wheat under three tillage systems and four nitrogen levels in the Andean foothillis of Nuble. Agro giencia. Vol. 8(1):33-39

5-Moseley. W.G. and Jordan, C.F. 2001. Measuring agricultural sustainability: energy analysis of conventional till and no-till maize in the Gorgia Pidemont. Southern Geopgrapher, Vol. XXXXI,No. 1.

6-Pimentel, D. And Burgess, M. 1980. Energy input in corn production. In

Handbook of Energy Utilization in Agriculture, Boaca Raton, Fla: CRC Press, Inc.

7. Darlington , D., 1997. What is efficient agriculture? Available at URL: http:// www.veganorganic .net/agri.htm

8. Haj Seyed Hadi M.R .2006. Energy Efficiency and Ecological Sustainability in Conventional and Integrated Potato Production . System.www.actapress. comPaperInfo. Aspx PaperID=23135

9. Kennedy S. Energy use in American agriculture. Sustainable Energy Term Paper 2000. 5/1/2000

10. Kitani,O. CIGR, Handbook of agricultural engineering volume 5, Energy & Biomass Engineering.1998. ASAE publication

11. Mandal KG, Saha KP, Ghosh PK, Hati KM, Bandyopadhyay KK. Bioenergy and economic analysis of soybeanbased crop production systems in central India. Biomass Bioenergy 2002;23(5):337–45.

12. Mrini M, Senhaji F. and Pimentel D. 2001. Energy analysis of sugar beet production under traditional and intensive farming systems and impacts on sustainable agriculture in Moroco. Journal of Sustainable Agriculture.; 20 (4): 5 – 28.

13. Pimentel, D. Energy inputs in production agriculture.1999. In: R.C. Fluck (Ed), Energy in Farm Production, Elsevier, Amsterdam, pp. 13 – 29.

14. Singh, G., S. Singh and J. Singh, 2004. Optimization of energy inputs for wheat crop in Punjab. Energy Conversion and Management, Vol. 45.pp 453-465