بررسی شاخصهای انرژی در تولید گندم با روشهای مختلف خاک ورزی

سید ماشاء اله حسینی[1]، صادق افضلی نیا[2] و کمیل ملائی[3]

[1]بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

[2]بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

[3]بخش مهدسی ماشینهای کشاورزی دانشگاه آزاد اقلید

Sja925@mail.usask.ca

چکیده

خاک ورزی و تهیه زمین انرژی برترین مرحله تولید محصولات کشاورزی است . روشهای خاک ورزی حفاظتی به دلیل کاهش تعداد عملیات مورد نیاز برای تهیه بستر بذر و یا حذف کامل آن، باعث کاهش چشمگیر مصر ف انرژی در تولید محصولات کشاورزی می شوند .این تحقیق به منظور بررسی و مقایسه شاخصهای انرژی در تولید گندم آبی تحت تأثیر روشهای مختلف خاک ورزی و کاشت اجرا گردید . تحقیق در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار در شهرستان اقلید اجرا گردید . تیمارهای مورد استفاده در این تحقیق عبارت بودند از خاک ورزی مرسوم و کاشت به صورت بذرپاشی، کشت مستقیم با خطی کار گاسپاردو، کم خاک ورزی و کاشت با کمبینات، کشت مستقیم با خطی کار جیران صنعت، خاک ورزی مرسوم و کاشت با خطی کار همدانی . انرژیهای ورودی و خروجی در هر تیمار اندازه گیری گردید و شاخصهای انرژی شامل راندمان انرژی، افزوده خالص انرژی و بهره دهی انرژی در هر تیمار محاسبه شدند و با هم مقایسه گردیدند . نتایج این تحقیق نشان داد که کشت مسقیم با خطی کار جیران صنعت دارای بیشترین مقدار نسبت انرژی (0/64)را در بین تیمارهای تحقیق داشت و کمترین میزان نسبت انرژی (0/57) متعلق به تیمار خاک ورزی مرسوم و کاشت به صورت بذرپاشی بود . نتایج همچنین نشان داد که افزوده خالص انرژی تولید دانه گندم (زمانی که فقط انرژی خروجی دانه در محاسبات لحاظ گردد) در تمام تیمارها منفی بود. به عبارت دیگر، در تمام بیمارهای این تحقیق انرژی مصرف شده برای تولید دانه گندم بیش از انرژی تولید شده بود.

کلمات کلیدی: گندم، روشهای خاک ورزی، شاخصهای انرژی

مقدمه

گندم در بین همه غلات بیشترین سطح زیر کشت را در جهان به خود اختصاص داده است . سیستم خاک‌ورزی حفاظتی، برای اولین بار حدود 60 سال پیش در کانادا برای ممانعت از فرسایش خاک توسط دانشمندان این کشور توصیه گردید (زیابین و همکاران، 2006). بر اساس آمار، در سال 2006 کشت بدون شخم در 95 میلیون هکتار از زمین های زراعی جهان مورد استفاده قرار گرفت (دومانسکی، 2006). امروزه علاوه بر شر ایط کیفی خاک، روش خاک‌ورزیی مورد توجه می باشد که بتوان با مصرف کمترین انرژی، مناسب ترین شرایط را برای بستر بذر و رشد گیاه به وجود آورد (لغوی، 1383). افضلی‌نیا و همکاران (2009) گزارش نمودند که خاک ورزی حفاظتی باعث صرفه‌جوئی در مصرف سوخت به میزان 77 درصد می‌گردد. در کشاورزی پایدار انتظار می‌رود یک سطح ثابت تولید حفظ شود و فرآیند مصرف منابع تولید بایستی به گونه ای باشد که علاوه بر رفع نیاز غذایی نسل حاضر، منابع انرژی نسل آینده را به خطر نیندازد. همچنین باید سیستم را برای کشاورزی پایدار طوری طراحی نمود که علاو ه بر منافع اقتصادی، از نظر انرژی نیز دارای موازنه باشد . تراز انرژی در کشاورزی از تجزیه و تحلیل و مقایسه انرژی های نهاده و ستانده در یک سیستم کشاورزی به‌دست می‌آید (نصیریان و همکاران، 1385).

صفا و طباطبائی فر (2002) در منطقه ساوه، نسبت انرژی را در گندم آبی 0/67 تا 1/17 و در گندم دیم 0/99 به دست آورند. این محققین همچنین بیشترین نهاده مصرفی در گندم آبی را مربوط به آبیاری (20/9 گیگاژول بر هکتار) و در گندم دیم، مربوط به کود شیمیایی (5/7 گیگاژول بر هکتار) گزارش نمودند. نصیریان و همکاران (1385) نسبت انرژی را برا ی تولید نیشکر در کشت و صنعت خزائی خوزستان حدود 5 گزارش نمودند که 75 درصد از انرژی ورودی را نهاده های انرژی مستقیم و 25 درصد را نهاده‌های غیر مستقیم تشکیل می دادند. ولدیانی و همکاران (1384) نسبت انرژی گندم در مزارع تولید بذر استان آذربایجان شرقی را برای عم لکرد بیولوژیکی (مجموع کاه و دانه) 0/778 گزارش نمودند در حالی که این نسبت برای دانه و کاه به صورت مجزا به ترتیب 0/424 و 0/364 بود. این محققین همچنین بیان داشتند که بیشترین مصرف انرژی مربوط به کود ازته با میزان 29/88٪ و کمترین آن مربوط به نیروی انسانی با 0/39٪ می‌باشد. هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت بر شاخص‌های انرژی در تولید گندم آبی بود.

مواد و روشها

این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در اراضی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان اقلید به مدت دو سال (90-88)و در کرت‌های ثابت اجرا گردید. تیمارهای مورد استفاده در این تحقیق عبارت بودند از خاک ورزی مرسوم و کاشت به صورت بذرپاشی (A)، کشت مستقیم با خطی کار گاسپاردو (B)، کم خاک ورزی و کاشت با کمبینات(C)، کشت مستقیم با خطی کار جیران صنعت(D)، خاک ورزی مرسوم و کاشت با خطی کار همدانی(E). کرت‌های آزمایشی در این تحقیق دارای ابعاد 10×50 متر بود. پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل عملکرد دانه و کاه، میزان مصرف نهاده ها و شاخص‌های انرژی بود. داده‌های تحقیق با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل آماری شد و میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه گردید.

برای محاسبه ی شاخص های انرژی، انرژی مربوط به نهاده ها و ستاده های هر یک از روش های خاک‌ورزی و کاشت به معادل انرژی آنها تبدیل و سپس با استفاده از معادلات موجود، شاخص های انرژی محاسبه گردید . برای محاسبه‌ی انرژی‌های ورودی به مزرعه، انرژی مربوط به بذور، علف کش‌ها، آفت‌کشها، کودهای شیمیایی شامل ازته، فسفاته، پتاسه و ریزمغذی‌ها بر حسب کیلوگرم، از حاصل ضرب هم‌ارز انرژی در میزان استفاده از آنها به دست آمد (کاناوات و هرنانز، 1999 و سینگ و میتال، 1992). میزان سوخت مصرفی با استفاده از روش باک پر در هر تیمار تعیین گردید و در هم ارز انرژی ضرب و میزان انرژی آن محاسبه شد . انرژی مربوط به ساخت ماشین با واحد مگاژول بر هکتار بر اساس عمر اقتصادی ماشین، ظرفیت مزرعه ای موثر ماشین، جرم ماشین و هم ارز انرژی و با استفاده از معادله‌ی زیر به دست آمد (اوتیت- کاناوات و هرننز، 1999):

$$ME = \frac{M.E}{T.Ca} \qquad (1)$$

که در این فرمول ME انرژی مربوط به ساخت ماشین بر حسب مگاژول بر هکتار، T عمر اقتصادی ماشین بر حسب ساعت، Ca ظرفیت مزرعه‌ای موثر ماشین بر حسب هکتار بر ساعت، M جرم ماشین بر حسب کیلوگرم و E هم ارز انرژی بر حسب مگاژول می باشد. انرژی مصرفی برای آبیاری گندم در تیمارهای مختلف هم به صورت مستقیم و هم به صورت غیرمستقیم محاسبه شد . انرژی مستقیم، انرژی لازم برای بالا آوردن و تحت فشار قرار دادن آب مورد نیاز در هر هکتار بود که از رابطه‌ی زیر محاسبه گردید (کیتانی، 1999):

$$DE = \frac{Q \times \rho \times g \times h}{\eta_1 \eta_2} \qquad (2)$$

که در این معادله DE انرژی مستقیم (J/ha)، ρ چگالی آب (kg/m^3)، g شتاب جاذبه (m/s^2)، Q میزان کل آب مورد نیاز محصول در یک فصل زراعی (m^3/ha)، h هد دینامیکی چاه (m)، η_1 راندمان پمپ (٪)، η_2 بازدهی کل تبدیل انرژی و توان می باشد. انرژی غیرمستقیم شامل مواد خام، ساخت و انتقال کلیه ی عواملی که در آبیاری دخالت دارند مانند تأسیسات زیر ساختی می باشد که انرژی مصرف شده در این قسمت با توجه به طول عمر تأسیسات تعیین می‌گردد. با توجه به‌این که محاسبه و تعیین انرژی غیرمستقیم مشکل بود، درصدی از انرژی مستقیم که برای آبیاری سطحی حدود **20** درصد می باشد، به عنوان انرژی غیرمستقیم در نظر گرفته شد (کیتانی، 1999). همچنین با توجه به مشخص بودن تعداد دفعات آبیاری مزرعه از مرحله ی کاشت تا برداشت و معلوم بودن زمان آبیاری و دبی پمپ در هر مرحله، میزان آب مصرف شده در هر هکتار بر حسب متر مکعب بر هکتار به دست آمد. سپس با ضرب کردن میزان آب مصرف شده در هر هکتار در واحد انرژی آب، میزان انرژی آب مصرف شده بر حسب مگاژول بر هکتار محاسبه شد.

انرژی کارگر مورد نیاز در تمام مراحل کشاورزی شامل آبیاری، وجین، هدایت تراکتور، سمپاشی و مدیریت مزرعه در نظر گرفته شد . مصرف انرژی برای هر کارگر با در نظر گرفتن 8 ساعت کار در روز، 2/146 مگاژول در روز در نظر گرفته شد (کیهانی، 1385). کل انرژی کارگر با ضرب تعداد کارگرها در مقدار انرژ ی هر کارگر در روز، تعیین شد. انرژی خروجی شامل انرژی دانه و کاه بود که مقدار زیادی از کاه با استفاده از ماشین های بسته‌بند جمع‌آوری و بقیه به خاک برگردانده می شد. به منظور محاسبه انرژی خروجی، مقدار دانه تولید شده در شدت انرژی مربوط به دانه و مقدار کاه تولید شده در شدت انرژی مربوط به کاه ضرب و معادل انرژی آنها محاسبه شد (کاناوات و هرنانز، 1999 و سینگ و میتال، 1992). نسبت انرژی دانه و بیولوژیک (دانه و کاه)، افزوده خالص انرژی در واحد سطح و بهره دهی (بهره وری) انرژی با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید:

$$ER_b = \frac{BOE}{IE} \quad (3)$$

$$ER_g = \frac{GOE}{IE} \quad (4)$$

$$NEG = \frac{OE - IE}{A} \quad (5)$$

$$EP = \frac{Y}{IE} \quad (6)$$

که در این روابط، ER_b نسبت انرژی بیولوژیک، ER_g نسبت انرژی دانه، NEG افزوده خالص انرژی بر حسب مگاژول بر هکتار، IE انرژی ورودی بر حسب مگاژول، BOE انرژی خروجی دانه و کاه بر حسب مگاژول، GOE انرژی خروجی دانه بر حسب مگاژول و A سطح زیر کشت بر حسب هکتار می باشد.

نتایج و بحث

محاسبه سهم نهاده‌های مصرفی مختلف در انرژی ورودی برای تولید گندم آبی (جدول 1) نشان داد که در تمام تیمارهای تحقیق، نهاده‌های کود و سم بیشترین درصد انرژی مصرفی را به خود اختصاص داده است . هر چند مقدار انرژی مربوط به کود و سم در تمام تیمارها یکسان بود اما به دلیل مساوی نبودن کل انرژی مصرفی در تیمارهای مختلف، سهم انرژی کود و سم در تیمارهای مختلف مساوی به دست نیامد . نهاده های کود و سم در تیمارکشت مستقیم با جیران‌صنعت (تیمارD) به دلیل داشتن کمترین مقدار انرژی مصرفی کل در مقایسه با تیمارهای دیگر دارای بیشترین سهم انرژی ورودی بود در حالی که این نهاده ها کمترین سهم را در انرژی ورودی

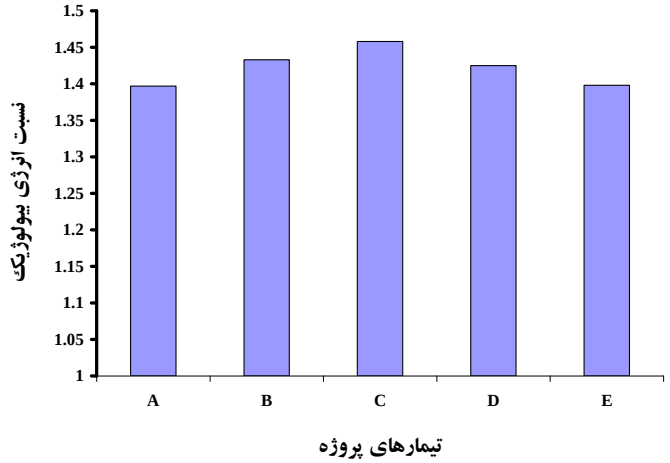
تیمار خاک‌ورزی مرسوم و بذرپاشی (تیمارA) داشت. در تمام تیمارهای این پروژه، انرژی مصرف شده جهت آبیاری گندم مکان دوم را در بین انرژی نهاده های ورودی برای تولید گندم داشت اما سهم این انرژی در انرژی مصرفی تیمارهای مختلف یکسان نبود. انرژی این نهاده نیز بیشترین سهم را در انرژی مصرفی تیمار کشت مستقیم با جیران‌صنعت (تیمارD) داشت و کمترین سهم این انرژی در تیمار خاک‌ورزی مرسوم و بذرپاشی (تیمارA) به دست آمد. ذکر این نکته ضروری است که بیش از 90 درصد انرژی مصرفی جهت تولید گندم آبی مربوط به نهاده های کود و آب می‌باشد و سهم نهاده‌های دیگر انرژی مصرفی کل، کمتر از 10 درصد می‌باشد. انرژی سوخت از جمله انرژی‌های مصرفی در تولید گندم است که شدیداً تحت تأثیر روش های خاک‌ورزی و کلشت می‌باشد به طوری که رتبه‌ی این انرژی را در بین انرژی مصرفی نهاده های مختلف تحت تأثیر قرار می‌دهد. کمترین درصد انرژی مصرفی مربوط به سوخت (3/2 درصد) در تیمار کشت مستقیم با جیران‌صنعت (تیمارD) حاصل شد و بیشترین سهم (5/5 درصد) مربوط به تیمار خاک‌ورزی مرسوم و بذرپاشی (تیمارA) بود. سهم بذر در انرژی مصرفی جهت تولید گندم آبی در تیمارهای مختلف بسیار نزدیک به هم بود هر چند به دلیل تغییرات چشمگیر سهم انرژی سوخت در تیمارهای مختلف، رتبه‌ی انرژی بذر در تیمارهای مختلف، متفاوت بود. سهم این نهاده در انرژی مصرفی تیمارهای کشت مستقیم به دلیل کمتر بودن انرژی مصرفی کل، بیشتر از سایر تیمارها بود . سهم انرژی مربوط به ماشین‌آلات در تمام تیمارهای بررسی شده در این پروژه کمتر از 0/5 درصد بود و همانگونه که انتظار می‌رفت، کمترین درصد انرژی مصرفی ماشین‌آلات مربوط به تیمارهای کشت مستقیم و بیشترین درصد مربوط به تیمارهای خاک ورزی مرسوم بود. سهم انرژی کارگر در انرژی مصرفی تیمارهای مختلف بسیار ناچیز بود و بین تیمارها تفاوت چندانی از نظر سهم انرژی این نهاده وجود نداشت. اصولاً در محصولات غیرردیفی که وجین دستی صورت نمی‌گیرد، انرژی و هزینه مربوط به کارگر ناچیز و قابل صرف نظر می‌باشد.

جدول 1- مقایسه سهم نهاده‌های مختلف در انرژی مصرفی تیمارهای مختلف پروژه

تیمار	کود و سم (٪)	آبیاری (٪)	سوخت (٪)	بذر (٪)	ماشین آلات (٪)	کارگر (٪)
خاک ورزی مرسوم و بذرپاشی(A)	45/58	45/01	5/5	3/52	0/36	0/04
کشت مستقیم با خطی کار گاسپاردو (B)	46/6	46/02	3/51	3/6	0/24	0/03
کم خاک ورزی و کاشت با کمبینات (C)	45/74	45/17	5/24	3/54	0/28	0/03
کشت مستقیم با جیران صنعت(D)	46/87	46/2	3/2	3/62	0/17	0/03
خاک ورزی مرسوم و کاشت با خطی کار همدانی (E)	45/75	45/18	5/2	3/54	0/3	0/03

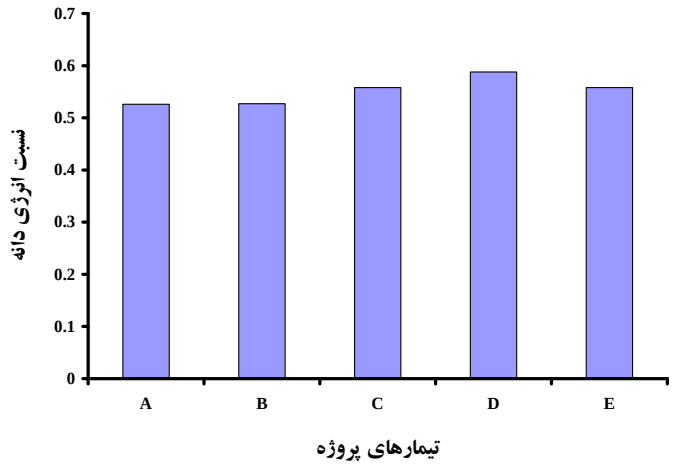
نتایج مقایسه شاخص نسبت انرژی بیولوژیک در تیمارهای مختلف (شکل 1) نشان داد که شاخص نسبت انرژی بیولوژیک در تمام تیمارهای پروژه بزرگتر از 1 بود که نشان دهنده‌ی این واقعیت است که در تمام تیمارها انرژی خروجی بیشتر از انرژی ورودی بوده است. نتایج همچنین نشان داد که تیمارهای حفاظتی (کم‌خاک ورزی و کشت مستقیم) دارای نسبت انرژی بیولوژیک بزرگتری در مقایسه با تیمارهای مرسوم بودند. در بین تیمارهای حفاظتی،

تیمار کم‌خاک‌ورزی و کاشت بکمبینات (تیمار C) به دلیل تولید کاه بیشتر، بزرگترین شاخص نسبت انرژی بیولوژیک (1/458) را به خود اختصاص داد و کوچکترین شاخص نسبت انرژی بیولوژیک در بین تمام تیمارها (1/397)، مربوط به تیمار خاک‌ورزی مرسوم و بذرپاشی (تیمارA) بود. نتایج مقایسه میانگین تیمارهای تحقیق از نظر شاخص نسبت انرژی دانه (شکل 2) نشان داد که این نسبت در تمام تیمارهای پروژه کمتر از 1 بود که نشان دهنده‌ی کمتر بودن انرژی خروجی تولید دانه گندم در مقایسه با انرژی ورودی برای تولید آن بود. بنابراین چنانچه انرژی تولید شده توسط کاه گندم در نظرگرفته نشود، انرژی تولید شده توسط دانه‌ی گندم کمتر از میزان انرژی مصرف شده برای تولید آن می‌باشد و تولید دانه‌ی گندم از نظر تعادل انرژی به هیچ وجه مقرون به صرفه نیست. در بین تیمارهای این پروژه، تیمار خاک‌ورزی مرسوم و بذرپاشی (تیمارA) که کمترین نسبت انرژی بیولوژ یک را داشت، کمترین نسبت انرژی دانه را نیز به خود اختصاص داد. اما بیشترین نسبت انرژی دانه به تیمار کشت



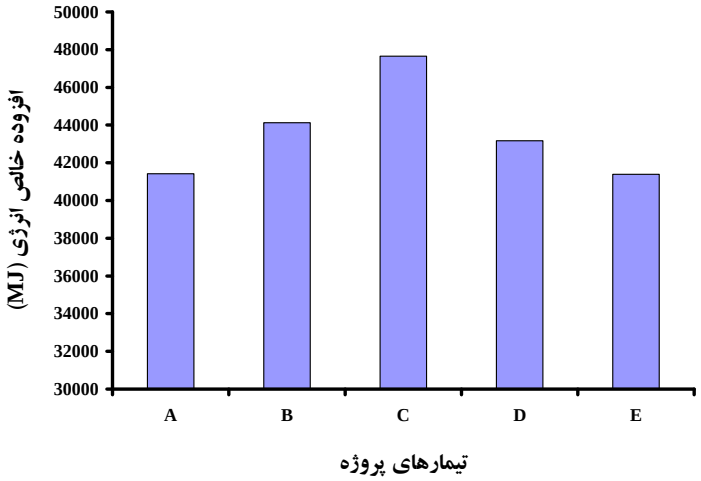
شکل 1- شاخص نسبت انرژی بیولوژیک در تیمارهای مختلف

با جیران‌صنعت (تیمار D) تعلق گرفت که شاخص نسبت انرژی بیولوژیک آن بیشترین نبود و تیمار کم‌خاک - ورزی و کلشت با کمبینات (تیمار C) که در بین تیمارها دارای بیشترین شاخص نسبت انرژی بیولوژیک بود، از نظر شاخص نسبت انرژی دانه مشترکاً با تیمار خاک ورزی مرسوم و کاشت با خطی‌کار همدانی (تیمار E) در رتبه دوم قرار گرفت.



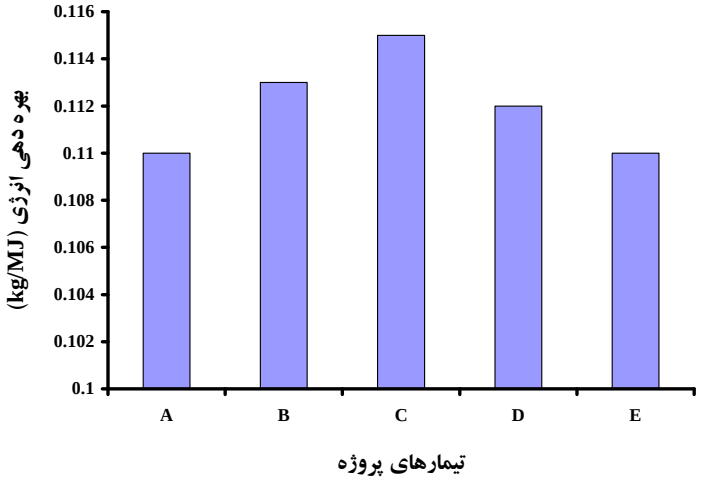
شکل 2- شاخص نسبت انرژی دانه در تیمارهای مختلف

براساس نتایج مقایسه میانگین تیمارهای پروژه از نظر افزوده خالص انرژی (شکل 3) تیمار کم خاک ورزی و کاشت با کمبینات (تیمار C) بیشترین میزان افزوده خالص انرژی را داشت و کمترین مقدار افزوده خالص انرژی مربوط به تیمار خاک‌ورزی مرسوم و کاشت با خطی‌کار همدانی (تیمار E) بود. همچنین از نظر افزوده خالص انرژی، تمام تیمارهای حفاظتی بالاتر از تیمارهای مرسوم قرار گرفتند. مقایسه میانگین تیمارها از نظر بهره‌دهی انرژی (شکل 4) نشان داد که تیمار کم‌خاک‌ورزی و کاشت با کمبینات (تیمار C) بیشترین میزان تولید (کاه و دانه) را به ازای واحد انرژی مصرفی (0/115 کیلوگرم بر مگاژول) به خود اختصاص داده است . در بین تیمارهای مختلف، دو تیمار خاک ورزی مرسوم دارای کمترین تولید (کاه و دانه) به ازای واحد انرژی مصرفی (0/110 کیلوگرم بر مگاژول) بودند. البته باید توجه داشت که به دلیل وقوع عارضه بادزدگی در سال دوم اجرای پروژه، عملکرد کاه و دانه تمام تیمارها کاهش قابل ملاحظه‌ای داشت و همین مسأله باعث کاهش



شکل 3- شاخص افزوده خالص انرژی در تیمارهای مختلف

متوسط تولید دو ساله در تیمارهای مختلف گردید که نهایتاً منجر به کاهش شاخص های انرژی در این پروژه شد در حالی که در شرایط عادی معمولاً شاخص‌های انرژی مقادیر بیشتری را به خود اختصاص می‌دهند.



شکل 4- شاخص بهره‌دهی انرژی در تیمارهای مختلف

قدردانی

از مدیریت جهاد کشاورزی فارس به دلیل تأمین اعتبار این تحقیق تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

لغوی، م. و حسن پور، ع. 1383. الحاق یک دستگاه غلتک خاک نشان عمیق به گاآهن برگرداندار به منظور اجرای توام عملیات خاک‌ورزی اولیه و ثانویه. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد 35، شماره 4، صفحه 1024-1025.

Afzalinia, S., Dehghanian, E., & Talati, M. H. (2009). Effect of conservation tillage on soil physical properties, fuel consumption, and wheat yield. Fourth Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering. October 1-3, Rousse, Bulgaria.

Dumanski, J. R. (2006). The paradigm of conservation agriculture. Proceeding of world association of soil and water conservation, No p1-7.

Erenstein, O., & Laxmi, V. (2008). Zero tillage impacts in India's rice–wheat systems: A review. Soil Tillage Res., 100, 1–14.

Kitani, O., Jungbluth, T., Peart, R. M., & Ramdani, A. (1999). CIGR Handbook of Agricultural Engineers,13-39.

Ovtit-Canavate, J., & Hernanz, J. L. (1999). Energy analysis and saving. In CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Energy & Biomass Engineering. Vol. V, ASAE Publication; MI., 13-23.

Safa, M. & Tabatabaeefar, A. (2002). Energy consumption in wheat production in irrigated and dryland farming. In: Proceedings of the International Agricultural Engineering Conference, 28-30 Nov., Wuxi, China.

Singh, S., & Mittal, J. P. (1992). Energy in Production Agriculture. Mittal Publications, Ne.

Xia-Bin, W., Dian-Xiong, C. Hoogmoed, Oenema.W. B., & Perdok.U. D. (2006). Potential effect of conservation tillage on sustainable land use: A review of global long-term Studies. Pedosphere, 16(5), 587-595.