ارزیابی چرخه ی انرژی در تولید سیب زمینی در استان زنجان

کامران افصحی*[1]، مجید نامداری[2]، رضا رستمی[3]

[1]استادیار مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان afsahi@znu.ac.ir
[2]دانش آموخته دکتری مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه تهران majidnamdari@gmail.com
[3]دانشجوی دانشگاه زنجان، دانشکده کشاورزی

چکیده

هدف این مطالعه تعیین میزان انرژی و هزینه ورودی و خروجی و در تولید سیب‌زمینی در سطح یک هکتار می‌باشد. داده‌های مورد نیاز از طریق کشت سیب‌زمینی در شهرک زرین محمود واقع در شهرستان خدابنده به دست آمد. نتایج نشان داد که میزان انرژی و هزینه ورودی برای تولید سیب‌زمینی در منطقه ۷۵ گیگاژول در هکتار است. نتایج همچنین نشان داد هزینه ورودی برابر با ۱۸،۹۶۵میلیون تومان می باشد که از این میزان حدود ۳۹/۲۵ درصد مربوط به کودهای شیمیایی و ۱۹/۰۹ درصد مربوط به بذر می‌باشد. میزان انرژی خروجی برابر با ۱۴۴ مگاژول و درآمد حاصل ۲۰ میلیون به‌دست آمد. کارایی انرژی و بهره‌وری انرژی نیز به ترتیب برابر با ۱/۹۰ و ۰/۵۳ کیلوگرم برمگاژول محاسبه شد. این مقادیر نشان می‌دهد که کشت سیب‌زمینی در منطقه از نظر کارایی و بهره‌وری انرژی کارامد بوده است. با توجه به یافته‌های پژوهش، پیشنهاد می‌شود که استفاده از ماشین‌های تمام مکانیزه در کاشت و برداشت سیب‌زمینی جهت کم کردن نیروی انسانی (کارگری) و استفاده از بذر اصلاح شده می‌تواند باعث افزایش عملکرد در منطقه گردد. گرچه در سال مورد مطالعه، زراعت این محصول سودآور بوده است ولی براساس نتایج این تحقیق، برای هر کیلوگرم سیب‌زمینی ۴۷۴ تومان هزینه شده است که اگر محصول به کمتر از این قیمت به فروش برسد، کشاورزان متضرر شده و باعث تغییر در رویه‌ی کشت این محصول در سال های آتی و برهم خوردن شرایط بازار خواهد شد.

کلمات کلیدی: بهینه سازی، محیط زیست، بهره وری، نهاده، زراعت، زنجان

Energy Life Cycle Assessment of Potato Production in Zanjan

Kamran Afsahi*[1], Majid Namdari[2], Reza Rostami[1]
[1]University of Zanjan, collage of agriculture
[2]Department of agricultural machinery, University of Tehran

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the amount of energy input-output and cost of potato production in Zanjan. The data was obtained in the Zarin-Mahmoud, Khodabandeh County. The results showed that the amount of input energy for potato production in the region was 75 GJ ha^{-1}. The entry cost is also 18.965 million Tmoan (MT); about 39.25% is for fertilizer and 19.19% for seed. The energy output is also 144 MJ and income of this cultivation is 20 MT. Energy efficiency and energy productivity were 1.90 and 0.53 kg/MJ respectively; indicating that potato cultivation in the region was effective in terms of efficiency and energy efficiency. According to the findings, it is suggested that the use of machine-building machines in planting and harvesting potatoes to reduce labor and the use of modified seed can increase the yield in the region. The research showed that for every kilo of potatoes, the costs was 474 Toman, which means that is minimum rice of this product.

Keywords: Optimization, Environment, input, agriculture, Zanjan

۱- نویسنده مسئول: کامران افصحی، زنجان، دانشگاه زنجان، دانشکده کشاورزی

۱- مقدمه

سیب‌زمینی (potato) از محصولات غده‌ای است که نقش مهمی در تغذیه مردم جهان دارد و به دلیل عملکرد بسیار بالا در واحد سطح، انرژی و مقدار پروتئین تولیدی در واحد سطح سیب زمینی بیش از گندم و برنج می با شد. متا سفأنه قیمت سیب زمینی برا ساس وزن خ شک، به دلیل سرمایه گذاری زیاد و بازده پائینی که بسیاری از کشاورزان در شرایط ایران بدست می آورند، زیاد می باشد. چنانچه افزایش عملکرد سیب زمینی در واحد سطح بتواند موجب کاهش قیمت گردد، آنگاه سیب زمینی نقش بی شتری در تغذیه مردم ک شور پیدا کرده و از تقا ضای روز افزون بر گندم کاسته خواهد شد.

سیب زمینی در ارتفاعات ۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰ متری کوه های آند در منطقه پرو و بولیوی اهلی گشته است. سابقه کشت سیب زمینی در این منطقه به حدود ۷۰۰۰ سال پیش میرسد. سیب زمینی در ارتفاعات آند به سایر نقاط قاره آمریکا راه یافت و درنیمه دوم قرن شانزدهم توسط کاشفان قاره جدید به اروپا و از آنجا به آسیا و سایر نقاط جهان برده شد. امروزه و بعد از گذشت حدود ۴ قرن، سیب زمینی از نظر مقدار تولید، چهارمین محصول جهان پس ازگندم، برن جو ذرت می باشد و تقریباً در تمام جهان کشت می شود. بر اساس گزارش فائو، سطح زیرکشت سیب زمینی در جهان طی سال ۲۰۰۰ حدود ۱۹۵۹۷۴۲۰ هکتار با میانگین عملکرد ۱۶/۴تن در هکتار بوده است. کشورهای چین، فدراسیون روسیه، اکراین، هند، لهستان و آمریکا از لحاظ سطح زیر کشت و به ترتیب مهمترین تولیدکنندگان سیب زمینی در جهان بشمار میروند. احتمالاً سیب زمینی درقرن هفدهم وارد ایران گردیده است. در حال حاضر، کشت سیب زمینی در اکثر نقاط کشور متداول بوده. براساس آمار وزارت کشاورزی در سال ۱۳۷۸، سطح زیرکشت سیب زمینی آبی ۱۵۷۰۰۰ هکتار با عملکرد حدود ۲۱/۶۳ تن در هکتار وسطح زیر کشت سیب زمینی دیم حدود۴۰۰۰ هکتار بامیانگین عملکرد حدود ۸/۴۴ تن در هکتار بوده است. استانهای اردبیل، اصفهان، همدان ، آذربایجان شرقی، خراسان، گلستان، جیرفت و کهنوج، سمنان، فارس و تهران به ترتیب، مهمترین تولید کنندگان سیب زمینی آبی درکشور بشمار می روند (Maj, 2018).

هدف مطالعه ی حاضر بررسی چرخه ی انرژی در تولید سیب زمینی در استان زنجان می باشد. با بررسی که به عمل آمد، مطالعه ای در زمین تحلیل انرژی محصول سیب زمینی در استان زنجان مشاهده نشد. با توجه به اهمیت انرژی در شرایط کنونی کشور، مطالعه ی چرخه ی انرژی برای محصول سیب زمینی در استان زنجان امری بسیار مهم و ضروری می باشد.

۲- مواد و روش‌ها

مواد اطلاعات به دست آمده در این تحقیق از طریق کشت سیب زمینی در سطح یک هکتار در شهرک زرین محمود شهرستان خدابنده به دست آمده است. برای این کار ابتدا در مهر ماه سال ۱۳۹۴زمین شخم زده و در فروردین ماه سال ۱۳۹۵، حدود۴۰۰۰کیلو گرم بذر سانتا تهیه و در سرد خانه نگهداری شد. در اردیبهشت ماه زمین دوباره شخم زده شده و زمین با استفاده از کلوخ خرد کن و لولر آماده و بعد اقدام به کود پاشی شده و زمین آماده کاشت شد. در ۲۵ خرداد زمین با استفاده از دستگاه مکانیزه کشت سیب زمینی، مورد کشت قرار گرفته است. یک هفته بعد کاشت اقدام به آبیاری شده، برای آبیاری ۱۲ ساعت آب به صورت بارانی برای زمین داده شد. پس از ۱۰ روز باآبیاری برای مبارزه با علف های هرز، با سم پاراکوات، اقدام به سمپاشی شد. در ۲۵ تیر که گیاه به صورت کامل از خاک بیرون آمده بود ا خاک دهی پای بوته صورت گرفته و همزمان کود سرک هم با استفاده از دستگاه (پارو) به گیاه داده شد. آبیاری گیاه بصورت منظم و هر ۶ روز یک بار صورت می گرفت. برای مبارزه با بیماری قارچ سیب زمینی ۲ بار اقدام به سمپاشی با سم کاربندازیم و مانکوزب شد. برای برداشت حدود یک هفته قبل از برداشت اقدام به سرزنی گیاه توسط دستگاه مکانیزه سرزنی شد و درتاریخ ۲۰ مهرماه برداشت سیب زمینی از زمین آغاز شد. برداشت با استفاده از دستگاه نیمه مکانیزه صورت گرفت. بعد از برداشت از زمین، گونی ها به انبار انتقال داده شد.

در فرآیند رشد و توسعه‌ی محصولات، تقاضای انرژی در کشاورزی می‌تواند به شکل‌های گوناگون از قبیل مستقیم و غیرمستقیم، تجدید پذیر و تجدید ناپذیر تقسیم‌بندی گردد. کارایی انرژی سیستم کشاورزی به وسیله‌ی نسبت انرژی بین نهاده و ستانده ارزیابی می‌شود. مقادیر نیروی انسانی، ماشین‌های کشاورزی، سوخت دیزل، حاصلخیز کننده‌ها، آفت‌کش‌ها، بذر و عملکرد خروجی محصول سیب‌زمینی برای محاسبه و برآورد نسبت انرژی مورد استفاده قرار گرفت. هم‌ارزهای انرژی ارائه شده در جدول شماره‌ی ۱ برای برآورد شاخص‌های انرژی مورد استفاده قرار گرفت. منابع انرژی مکانیکی مورد استفاده در مزارع شامل تراکتورها و سوخت دیزل است. انرژی مکانیکی بر اساس کل مصرف سوخت (لیتر بر هکتار) در عملیات مختلف مقایسه گردید. بنابراین، انرژی مصرف شده با استفاده از فاکتورهای تبدیل (یک لیتر گازوئیل معادل ۵۶/۳۱ مگاژول) و به صورت مگاژول بر هکتار بیان گردید (Mohammadi et al., 2008).

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

جدول ۱- هم‌ارز انرژی برای نهاده‌ها و ستانده‌ها

Table 1- energy equivalent in potato production

Energy Equivalent (MJ unit^{-1})	Unit	
		الف) نهاده‌ها
1.96	h	۱- نیروی انسانی
62.7	h	۲- ماشین‌ها
56.31	L	۳- سوخت دیزل
	kg	۴- کود شیمیایی
66.14		نیتروژن (N)
12.44		فسفر(P_2O_5)
11.15		پتاسیم (K_2O_5)
1.12		سولفور (S)
8.40		روی (Zn)
0.30	kg	۵- کود حیوانی
120	kg	۷- سموم شیمیایی
1.02	m^3	۱۰- آب آبیاری
3.6	kg	۱۱- غده (سیب‌زمینی)
		ب) ستاده
3.6	kg	۱- سیب‌زمینی

اطلاعات پایه‌ای انرژی نهاده و عملکرد سیب‌زمینی در صفحات گسترده‌ی نرم‌افزار Excel 2007 و SPSS 22 وارد شد. بر اساس هم‌ارزهای انرژی نهاده‌ها و ستانده (جدول شماره‌ی ۱)، نسبت انرژی (کارایی مصرف انرژی)، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و انرژی خالص محاسبه شد (Mohammadi *et al.*, 2008).

$$\text{کارایی مصرف انرژی} = \frac{\text{انرژی ستانده (مگاژول بر هکتار)}}{\text{انرژی نهاده (مگاژول بر هکتار)}}$$

$$\text{بهره‌وری انرژی} = \frac{\text{محصول سیب‌زمینی (کیلوگرم بر هکتار)}}{\text{انرژی نهاده (مگاژول بر هکتار)}}$$

$$\text{انرژی ویژه} = \frac{\text{انرژی نهاده (مگاژول بر هکتار)}}{\text{محصول سیب‌زمینی (کیلوگرم بر هکتار)}}$$

انرژی خالص = انرژی ستانده (مگاژول بر هکتار) - انرژی نهاده (مگاژول بر هکتار)

انرژی غیرمستقیم شامل انرژی موجود در بذر، حاصلخیز کننده‌ها، کود دامی، سموم شیمیایی، ماشین‌های کشاورزی است، در حالی که انرژی مستقیم نیروی انسانی و سوخت دیزل مورد استفاده در تولید سیب‌زمینی را فرا می‌گیرد. انرژی تجدیدناپذیر شامل سوخت گازوئیل، مواد شیمیایی، حاصلخیز کننده‌ها و ماشین‌هاست، و انرژی تجدیدپذیر شامل نیروی انسانی، بذرها و کود دامی می‌باشد.

۳- نتایج و بحث

نتایج به دست آمده برای میزان مصرف هر کدام از نهاده ها در تولیدیک تن از محصول سیب زمینی در منطقه مورد مطالعه در جدول ۲ آورده شده است. به طور مثال ۵۱۷ ساعت نیروی کار برای تمامی مراحل کاشت، داشت و برداشت سیب زمینی نیاز بوده است. بقیه نهاده هاا ازقبیل، ماشین آلات، سوخت، کود شیمیای، سم، آب و بذر به همان شکل در تمامی مراحل می‌باشد.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران

جدول ۲- مقادیر مصرف نهاده ها

Table 2. The inputs in potato production.

نهاده	مقدار	نهاده	مقدار
نیروی کارگری(h/ha)	517	حمل ونقل	16
آماده سازی زمین	11	سوخت(lit/ha)	230
کاشت	30	آماده سازی زمین	55
خاک دهی پای بوته	4	کاشت	40
سم پاشی	9	خاک دهی پای بوته	30
کود پاشی	5	سم پاشی	20
آبیاری	200	کود پاشی	20
برداشت	170	برداشت	30
حمل ونقل	88	حمل ونقل	35
ماشین آلات (h/ha)	64	کود شیمیایی(kg/ha)	900
آماده سازی زمین	11	اوره	350
کاشت	15	فسفات	350
خاک دهی پای بوته	4	پتاسیم	200
سم پاشی	3	کود دامی(ton/ha)	10
کود پاشی	5	سم(kg/ha)	10.5
برداشت	10	آب(m^3)	11520
		بذر(kg/ha)	4000

جدول ۳ نیز میزان انرژی هر کدام از نهاده ها و همچنین انرژی خروجی چرخه ی تولید را نشان می دهد. مقدار نهاده های مصرفی در هم لرز انرژی، ضرب شد و انرژی معادل هر نهاده به دست آمد و بعد آن ها به درصد های انرژی تبدیل شده اند. با استفاده از انرژی هر یک از نهاده ها، انرژی مجموع نهاده های ورودی به دست آمده است که برابر با ۷۵۴۲۰/۵۲ مگاژول شد. براساس این درصد های انرژی مشاهده می شود که کودهای شیمیایی در مجموع با ۳۹/۲۵ درصد بیشترین انرژی مصرفی را دارند وب عد از کودهای شیمیایی، بذر مصرفی با ۱۹/۰۹ و سوخت با ۱۷/۱۷ درصد در رتبه های بعدی قرار دارند. انرژی خروجی هم با استفاده از شدت انرژی در مقدار عملکرد سیب زمینی برابر با ۱۴۴۰۰۰ مگاژول به دست آمد.

جدول ۳- مقادیر انرژی ورودی و خروجی

Table 2. The input output energy.

Input	Amount	Energy Equivalent (MJ/unit)	Energy (MJ ha^{-1})	%
نیروی کارگری	517	1.96	1013.32	1.34
سوخت	230	56.31	12951	17.17
کود دامی	10	0.3	300	3.97
کود شیمیایی	900			
اوره	350	66.14	23149	30.06
فسفاته	350	12.44	4354	5.7
پتاسیم	200	11.15	2230	2.95
سموم	10.5	120	1260	1.67
ماشین آلات	64	62.7	4012.8	5.31
آب	11520	1.02	11750.4	15.57
بذر	4000	3.6	14400	19.09
مجموع			75420.52	
انرژی خروجی		3.6	144000	

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران

جدول ۴ نشان دهنده کل هزینه‌های ورودی و درآمد نهایی می‌باشد که با استفاده از این جدول مشاهده می‌شود که کل هزینه‌های تمامی مراحل کاشت، داشت و برداشت سیب‌زمینی برابر با ۱۸/۹۶۵ میلیون تومان می‌باشد. علاوه بر این این جدول نشان دهنده درآمد هم میباشد که درآمده حاصله از فروش سیب زمینی با عملکرد ۴۰ تن در هکتار و با قیمت ۵۰۰ تومان در هر کیلو برابر با ۲۰/۰۰۰/۰۰۰ میلیون تومان در هکتار میباشد. که بر این اساس سود نهایی برابربا ۱/۰۰۰/۰۳۵ می باشد.

جدول ۴- شاخص های اقتصادی در تولید یک تن سیب زمینی

Table 4. Economic indices in potato production.

Item	Amount	Unit
کود شیمیای	۱/۳۴۵/۰۰۰	میلیون تومان
سموم	۵۵۰/۰۰۰	هزار تومان
ماشین آلات	۲/۰۰۰/۰۰۰	میلیون تومان
زمین	۱/۰۰۰/۰۰۰	میلیون تومان
آب	۵/۰۰۰/۰۰۰	میلیون تومان
کارگر	۲/۷۵۰/۰۰۰	میلیون تومان
کود دامی	۲/۰۰۰/۰۰۰	میلیون تومان
گونی	۳۲۰/۰۰۰	هزار تومان
بذر	۴/۰۰۰/۰۰۰	میلیون تومان
جمع کل هزینه ها	۱۸/۹۶۵/۰۰۰	میلیون تومان
قیمت هرکیلو سیب زمینی	۵۰۰	تومان
عملکرد در هکتار	۴۰۰۰۰	
درآمد کل	۲۰/۰۰۰/۰۰۰	میلیون تومان
سود	۱/۰۳۵/۰۰۰	میلیون تومان

جدول ۵- نشان دهنده شاخص های انرژی می باشد. نسبت انرژی (کارایی انرژی) دراین جدول ۱/۹۰ می باشد،که به منزله کارآمد بودن کشت سیب زمینی از لحاظ انرژی در این منطقه می باشد. با استفاده از این جدول می شود فهمید که برای هر مگاژول انرژی مصرفی ۲۵۱ تومان هزینه شده است که در عوض ۲۶۵ تومان درآمد به ازای هر مگاژول انرژی مصرفی حاصل شده است.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

جدول ۵- شاخص های انرژی در تولید یک تن سیب زمینی

Table 2. Energy indices in potato production.

Item	value
درآمد(تومان)	۲۰/۰۰۰/۰۰۰
بهره وری انرژی	$\frac{۴۰ \text{ تن درهکتار}}{۷۵۴۲۰/۵۲ \text{ مگا ژول برهکتار}} = ۰/۵۳$
بهره وری اقتصادی	$\frac{۲۰ \text{ میلیون تومان}}{۱۸/۹۶۵ \text{ میلیون تومان}} = ۱/۰۵$
نسبت انرژی	$\frac{۱۴۴۰۰۰ \text{ مگا ژول برهکتار}}{۷۵۴۲۰/۵۲ \text{ مگا ژول برهکتار}} = ۱/۹۰$
ارزش انرژی	$\frac{۱۸/۹۶۵ \text{ میلیون تومان}}{۷۵۴۲۰/۵۲ \text{ مگا ژول}} = ۲۵۱$
درآمد به ازای هرمگاژول انرژی مصرفی	$\frac{۲۰ \text{ میلیون تومان}}{۷۵۴۲۰/۵۲ \text{ مگا ژول}} = ۲۶۵$
انرژی به ازای هر کیلو سیب زمینی	$\frac{۱۴۴۰۰۰ \text{ مگا ژول}}{۴۰ \text{ تن درهکتار}} = ۳/۶$

شکل (۱): نشان می دهد که کل هزینه های مصرفی برای یک هکتار کشت سیب زمینی برابر با ۱۸۹۶۵۰۰ میلیون تومان می باشد ومیزان درآمد برابر با ۲۰۰۰۰۰۰۰ میلیون تومان، که کارآمد بودن کشت سیب زمینی در این منطقه را نشان می دهد.

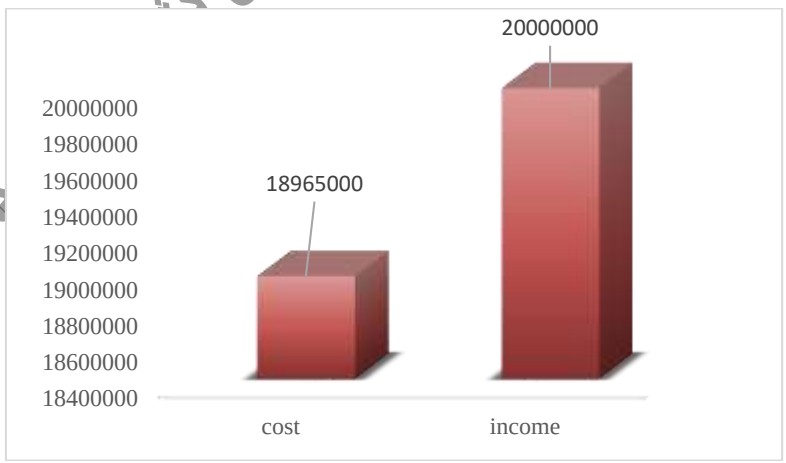

Figure 1. Cost and income in potato production.

شکل ۱- هزینه و درآمد در تولید سیب زمینی.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های ...)
مکانیزاسیون ایران

با توجه به یافته های این پژوهش، پیشنهادات زیر ارایه می گردد:

- استفاده از روش آبیاری نوار تیپ به جای آبیاری بارانی جهت کم شدن آب مصرفی
- استفاده از کمباین های برداشت تمام مکانیزه به جای ماشین های نیمه مکانیزه جهت کاهش نیروی انسانی(کارگری)
- استفاده از بذر اصلاح شده برای افزایش عملکرد.

۴- مراجع

Maj, 2018. Ministry of Agri-Jihad of Iran. Statistics Book.
Mohammai, A., Tabatabaeefar, A., Shahin, Sh., Rafiee, Sh., Keyhani, A. (2008) Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province. *Energy Convers Manage* 49:3566–3570.
Caldiz, DO., Gaspari, FJ., Haverkort AJ, Struik PC.(2001) Agroecological zoning and potential yield of single or double cropping of potato in Argentina. *Agric For Meteorol*. 109(4):311-20.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران