# ارزیابی شاخص های انرژی مصرفی تولید چغندر قند در شرکت سهامی زراعی خضری

**سید محمد مهدوی[۱]، مرتضی رحیمی کیا[۱]، باقر عمادی[۲]**
**۱و۲- دانشجوی کارشنایی ارشد و استادیار گروه ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون دانشگاه فردوسی مشهد**
mahdavishahry@gmail.com

**چکیده**

انرژی مورد نیاز برای تولید چغندر قند از منابع مختلف تأمین می شود. موتور و کارگر از منابع عمده تأمین کننده انرژی مورد نیاز برای تولید چغندرقند در ایران محسوب می شوند. این تحقیق به منظور تعیین میزان انرژی مورد نیاز و سهم هر یک از منابع تأمین کننده انرژی در تولید چغندر قند و برآورد شاخص های انرژی به اجرا در آمد. این مطالعه در سطح مزارع چغندرقند شرکت سهامی زراعی خضری، انجام گرفت. نسبت انرژی ٦.٩٥، بهره وری انرژی ۰.٤ Kg/MJ و بازده انرژی ٦٤٧٣٣٩ MJ/ha محاسبه شد. انرژی الکتریسیته برای آبیاری با ٦١٩٢٢ مگاژول ۵۷ درصد از انرژی مصرفی را به خود اختصاص می دهد. انرژی نهاده ها و سوخت به ترتیب با ۲۷۱٦٤.۵ و ۱۰۸۵۰.۹ مگاژول در رتبه های بعدی از نظر مصرف انرژی قرار دارند. نیروی کارگری با داشتن ۱ درصد از سهم انرژی مصرفی کمترین میزان را داراست.

**کلید واژه:** شاخص های انرژی، مصرف انرژی، تولید چغندر قند،

## ۱- مقدمه

یکی از راه های تحقق توسعه پایدار در کشاورزی بررسی جریان انرژی ورودی ها و خروجی ها در تولید محصول می باشد. مطالعه جریان انرژی می تواند ابعاد ناشناخته ای از روند تولید محصول را که در سایر روش های مدیریتی اعم از روشهای رایج مطالعه مکانیزاسیون و یا روش های اقتصادی مورد توجه قرار نمی گیرند، روشن سازد (میسمی و همکاران ۱۳۸۷). انرژی مصرفی برای تولید کشاورزی شامل دو بخش است : انرژی مستقیم و انرژی غیر مستقیم .
انرژی مستقیم شامل سوخت مصرفی برای عملیات مختلف کشاورزی ( و یا الکتریسیته برای آبیاری ) و نیروی کارگری می باشد . انرژی غیر مستقیم شامل انرژی مصرف شده برای تولید ادوات ، بذر و غیره می شود .
انرژی ورودی همچنین به دو دسته انرژی تجدید پذیر شامل نیروی کارگری و بذر، و انرژی تجدید ناپذیر شامل انرژی سوخت، کود و سم تقسیم می شود (اردال وهمکاران ۲۰۰۷).

برای پایداری کشاورزی لازم است تا جای ممکن تولید ارزان داشته باشیم. این امر بدون دانش و شناخت کافی از راهها و ابزارهای کاهش مصرف انرژی میسر نخواهد بود (شیرمحمدی و همکاران ۱۳۸۷).

برای کاهش مصرف انرژی ابتدا لازم است تا عوامل اصلی مصرف انرژی در تولید شناخته شود، سپس میتوان با برنامه ریزی و جایگزینی روشهای مناسب به این مهم دست یافت. میزان نهاده و ستانده انرژی به روشهای مختلف در عملیات زراعی، شرایط و روش تولید، نوع محصول و درجه مکانیزاسیون موسسه مقادیر متفاوتی را نشان می‌دهد.

جهت تعیین رابطه انرژی نهاده و ستاده نیاز به شاخص‌هایی دارد که در ادامه به آنها پرداخته می‌شود.

شاخص ها به عنوان ابزاری هستند که امکان مقایسه سیستم ها با یکدیگر و مطالعه جزء به جزء آنها را با یکدیگر برای ما فراهم می‌کنند. در مکانیزاسیون کشاورزی ۳ شاخص مهم انرژی وجود دارد، که امکان شناخت جامع از وضعیت انرژی در کشاورزی را برای ما مهیا می‌سازد. با مطالعه شاخص‌های انرژی می‌توان مراحل مختلف تولید محصول، مقایسه بازدهی انرژی در تولید محصولات مختلف را با روش‌های متفاوت در مناطق مختلف بررسی کرد (محمدیان و همکاران ۱۳۸۷).

**بازده خالص انرژی (NEG[1])** : بازده خالص انرژی یا انرژی خالص تولیدی تفاضل بین انرژی ناخالص تولید شده و کل انرژی مورد نیاز برای تولید است. در فرآیند کشاورزی واحد NEG وابسته به واحد تولید است. این شاخص با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده در این مقاله محاسبه خواهد شد. این شاخص بر حسب مگاژول بر هکتار اندازه گیری می شود

**بهره‌وری انرژی (EP[2])**: شاخصی از مقدار محصول تولید شده در واحد انرژی ورودی است. EP بسته به نوع محصول، موقعیت و زمان متفاوت است و می‌تواند به عنوان یک شاخص برای ارزیابی انرژی در سیستم تولید با یک محصول خاص بکار رود. برای بهبود EP در یک پروسه هم می‌توان انرژی مصرفی در تولید نهاده را کاهش داد و هم عملکرد محصول را بهبود بخشید و یا از ضایعات کاست. این شاخص با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده در این مقاله محاسبه خواهد شد (کوچکی ۱۳۷۳).

**کارایی(نسبت) انرژی(ER[3])**: نسبت انرژی خروجی یا ستانده به انرژی ورودی یا نهاده می باشد.

پیمان و همکاران در تحقیقی برای مقایسه انرژی مصرفی دو روش سنتی و مکانیزه کشت برنج کارایی انرژی را در روش نیمه مکانیزه بیش از روش سنتی براورد کردند آنها میزان انرژی مصرفی در روش روش نیمه مکانیزه ٦٨٦٣٣/٨ و در روش سنتی ٧٢٤٨٨/٧ و کارایی انرژی را به ترتیب ۲/۲۱ و ۲/۰۹ اعلام کردند (مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی ١٣٨٤). رنجبر و میسمی در پژوهشی در مزارع کشاورزی بناب کارای انرژی برای سه محصول گندم آبی، گندم دیم و پیاز را به ترتیب ۲/۵ ، ۱/۳ و ۷۷/ بدست آورند همچنین مشاهده شد که انرژی فسیلی بیش از ۵۰ درصد کل انرژی مصرفی را به خود اختصاص میدهد (میسمی و همکاران ۱۳۸۷).

---

[1] : Net Energy Gain
[2] :Energy Productivity
[3]:Energy Ratio

رحیمی کیا و عمادی در پژوهش بر روی شاخص های انرژی برای تولید کلزا در منطقه شمال استان فارس(شهرستان پاسارگاد) کارآیی مصرف انرژی برای این محصول را ۲.۵۹ محاسبه کردند همچنین مشخص کردند که مصرف کود، سوخت و آبیاری با متوسط ۵۳، ۲۶.۶ و ۹.۳ درصد از کل مصرف انرژی به ترتیب بیشترین سهم مصرف انرژی را در تولید این محصول به خود اختصاص داده است (رحیمی کیا ۱۳۸۹).

در مطالعه ای که توسط مزرعه و اوغاز در سطح مزارع چغندرقند استان‌های خراسان رضوی، آذربایجان‌غربی و قزوین در سال زراعی ۸۶- ۱۳۸۵ انجام گرفت. نتایج حاکی است که روشهای عمده برداشت چغندرقند در سه استان مورد مطالعه عبارت از روش‌های سنتی، مکانیزه و برداشت با کمباین هستند. انرژی مورد نیاز روش سنتی۵۶۵ مگاژول در هکتار، روش برداشت مکانیزه متوسط انرژی مورد نیاز ۱۲۶۸ مگاژول در هکتار، برداشت توسط کمباین۱۵۷۷ مگاژول در هکتار بود(محمدی و همکاران ۱۳۸۷).

اردال و همکاران انرژی مصرفی در تولید چغندر قند در ترکیه را ۳۹۶۸۵.۵۱MJ/ha شامل ۴۹.۳۳ درصد انرژی کود و ۲۴.۱۶ درصد انرژی سوخت اعلام کرد همچنین نسبت انرژی ۲۱.۷۵ و بهره وری انرژی۱.۵۳ Kg MJ/ha محاسبه شد نتایج نشان داد که ۸۲.۴۳ درصد انرژی ورودی از منابع غیر تجدید پذیر و ۱۲.۸۲ درصد از منابع تجدید پذیر تامین میشود (اردال و همکاران ۲۰۰۷) .

چغندرقند از محصولات زراعی مهم کشور بوده و سطح زیرکشت آن حدود ۱۸۰ هزار هکتار برآورد شده است. استان-های خراسان و آذربایجان‌غربی به ترتیب با ۳۶/۲۸ و ۱۶/۶۲ درصد سطح زیرکشت چغندرقند کشور رتبه های اول و دوم کشور را دارند و تولید چغندرقند کل کشور به میزان ۵/۹۳ میلیون تن برآورد شده است، این دو استان به ترتیب با ۳۶/۵۴ و ۲۱/۵۲درصد کل تولید چغندرقند به ترتیب در رتبه های اول و دوم کشوری قرار دارند. در این تحقیق شاخص های انرژی مربوط به تولید چغندر قند در شرکت سهامی زراعی خضری که از بزرگترین تولید کنندگان این محصول در خراسان جنوبی می باشد محاسبه شده است.

**۲- مواد و روشها**

این تحقیق در شرکت سهامی زراعی خضری انجام گرفت این شرکت درکیلومتر۵۰جاده قائن-گناباد دراستان خراسان جنوبی دربخش نیمبلوک شهرستان قائنات به مرکزیت شهرخضری درعرض جغرافیایی ۳۴درجه ویک دقیقه و۱۹ثانیه وطول جغرافیایی۵۸درجه و۴۸دقیقه و۴۳ثانیه درارتفاع۱۵۴۰متری ازسطح دریاوبه فاصله۱۵۰کیلومتری ازمرکزاستان خراسان جنوبی قرار دارد. این شرکت سالانه ۱۶۰۰هکتار از زمین های زراعی خود را زیر کشت میبرد که یکی از محصولات عمده شرکت چغندر قند با کشت سالانه ۴۰۰ هکتار می باشد. برای جمع آوری اطلاعات پرسشنامه هایی طراحی شد و اطلاعات مربوط به نهاده های مصرفی، عملیات زراعی مختلف، ماشین آلات مورد استفاده و تعداد کارگر از سرآبیاران چاه ها و همچنین مهندسین شرکت جمع آوری شد.

عملیات مربوط به تولید چغندر قند به شرح زیر می باشد: عملیات آماده سازی زمین شامل شخم با گاو آهن برگرداندار ٤ خیش، کلوخ کوبی، ۲بار دیسک زنی و ۳ مرتبه لولر جهت تسطیح که توسط تراکتور والترا انجام می شود. ایجاد نهر آبیاری به وسیله تراکتورMF285 انجام می شود، کوددهی قبل از کاشت توسط کود کار و کاشت توسط ردیفکار ٦ ردیفه با فواصل ٤٠ سانتیمتر که توسط تراکتور جاندیر کشیده می شود انجام می گیرد. در مرحله داشت در ۲ مرحله آفت کش و یک مرحله علف کش توسط سمپاش بوم دار و توربو لاینر و دو سمپاشی نیز با سمپاش پشتی انجام می گیرد کود سرک نیز دو مرتبه به صورت دستی پاشیده می شود. در مرحله برداشت با استفاده از چغندر کن ۳ ردیفه با تراکتور جاندیر چغندر از خاک خارج شده و جمع آوری، سرزنی و بارگیری توسط کارگر انجام می شود. در ادامه به بررسی میزان مصرف انرژی در تولید چغندر قند به ازای هر هکتار می پردازیم.

**سوخت مصرفی:** در انجام عملیات مکانیزه از سه نوع تراکتور والترا(۱۵۰hp)، جاندیر(۱۱۰hp) و مسی فرگوسن (۷۵hp) استفاده می شود که با توجه به توان هر یک مصرف سوخت متفاوتی دارد.

مصرف سوخت از فرمل زیر محاسبه شد:

$$\text{سوخت مصرفی } (l/hr) = ۰.۰٦\times ۰.۷۳\times ۳.۷۸\times P_{pto} \qquad (۱)$$

قدرت PTO، ۰.۷۵ توان اسمی موتور در نظر گرفته شد (کوچکی ۱۳۷۳).

سوخت مصرفی تراکتور والترا = ۰.۰٦ × ۰.۷۳ × ۳.۷۸ ×۰.۷۵ × ۱۵۰ =۱۸.٦ (l/hr)

سوخت مصرفی تراکتور جاندیر = ۰.۰٦ × ۰.۷۳ × ۳.۷۸ × ۰.۷۵ × ۱۱۰ =۱۳.٦ (l/hr)

سوخت مصرفی تراکتور MF285 = ۰.۰٦ × ۰.۷۳ × ۳.۷۸ × ۰.۷۵ × ۷۵ = ۹.۳ (l/hr)

**بنزین مصرفی**: با توجه به استفاده از سمپاش توربینی پشتی به مدت ۱۲ ساعت بر هکتار با مصرف تقریبی ۱.۵ لیتر در ساعت ۱۸ لیتر مصرف بنزین می باشد که انرژی آن برابر است با: ۱۸ ×٤٦.۳ =۸۳۳.٤ MJ

**آب مصرفی**: با توجه به اینکه میزان آبدهی چاه ها به طور متوسط ۳۵ لیتر بر ثانیه می باشد و آبدهی هر هکتار ٦ ساعت طول میکشد میزان آب مصرفی در هر بار آبیاری برابر است با: ۳۵ ×۳٦۰۰ ×٦ = ۷۵٦ m3

میزان آب مصرفی در ۱۳ دوره آبیاری $m^3$ ۹۸۲۹ میباشد.

**انرژی الکتریسیته مصرفی آبیاری:** انرژی مورد نیاز برای آبیاری بستگی به عمق منبع آب، منبع توان،سیستم آبیاری و نیاز آبی گیاه دارد. رابطه زیر مقدار انرژی موردنیاز آبیاری رانشان می دهد (محمدیان و همکاران ۱۳۸۷):

$$E = \rho g H Q / \varepsilon_1 \varepsilon_2 \qquad (۲)$$

که در آن E انرژی مورد نیاز بر حسب J/ha و ρ چگالی آب( $Kg/m^3$ ۱۰۰۰)، g ثابت گرانش زمین($9.8 m/s^2$)، H هد دینامیکی کل بر حسب متر، Q حجم آب مصرفی به $m^3$، $\varepsilon_1$ بازده پمپ که معمولا از ۷۰. تا ۹۰. در نظر گرفته می شود و $\varepsilon_2$ بازده کل تبدیل انرژی و توان می باشد که برای الکتروپمپ ۱۸۰. تا۲۲۰. در نظر گرفته می شود. در مورد چاه های

شرکت هد دینامیکی ۹۰ متر و حجم آب مصرفی همانطور که در بالا ذکر شد $m^3$ ۹۸۲۹ می باشد که با استفاده از رابطه بالا میزان انرژی مصرفی برای آبیاری هر هکتار چغندر قند ٦١٩٢٢ مگاژول است.

برای محاسبه انرژی های ورودی و خروجی از ضرایب معادل انرژی استفاده شد که در جدول ۱ نشان داده شده است.

**جدول ۱- معادل نهاده های انرژی**

| منبع انرژی | واحد | معادل انرزی MJ/unit | مرجع |
|---|---|---|---|
| نیروی کارگری | ساعت | ۱.۹٦ | ۸،۱۰،۱۱ |
| گازوئیل<br>بنزین<br>الکتریسیته | لیتر<br><br>Kw.h | ٥٦.۳۱<br>٤٦.۳<br>۱۱.۹۳ | ۱۲،۱۱،۱۰<br><br>۱۱،۱۰ |
| ماشین الات | ساعت | ٦۲.۷ | ۱۱،۸،۱۰ |
| کود<br>فسفر<br>پتاس<br>ازت | کیلوگرم | ۱۱.٥٦<br>٦.۷<br>٦٤.٤ | ۱۲،۱۱ |
| مواد شیمیایی<br>علف کش<br>آفت کش | کیلوگرم | ۲۳۸<br>۱۰۱.۲ | ۸،۱۰ |
| بذر چغندر<br>آب | کیلوگرم<br>متر مکعب | ٥۰<br>۰.٦۳ | ۱۰،۱۱<br>۱۰،۱۱ |
| چغندر | کیلوگرم | ۱٦.۸ | ۱۰ |

در جدول ۲ عملیات های مختلف ماشینی، تراکتور مورد استفاده در هرعملیات و ساعت و میزان سوخت مصرفی به تفکیک بیان شده است. جدول ۳ میزان نیروی کار انسانی را در تولید چغندر قند نشان میدهد و جدول ٤ میزان مصرف نهاده ها را بیان میکند، همچنین در هر جدول با توجه به معادل انرژی ذکر شده در جدول ۱، انرژی معادل هر یک محاسبه شده است.

جدول ۲- ساعات کار، مصرف سوخت ومعادل انرژی سوخت برای عملیات ماشینی مختلف

| نوع عملیات | نوع ادوات | عرض کار | بازده(درصد) | سرعت | تعداد تکرار | زمان(h/ha) | تراکتور | مصرف سوخت (لیتر) | انرژی سوخت مصرفیMJ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **شخم** | گاوآهن ٤ خیش | ١.٦ | ٨٥ | ٥ | ١ | ١.٥ | والترا | ٢٨ | ١٥٧٦.٧ |
| **کلوخ کوبی** | غلطک پره ای | ٣ | ٩٠ | ٦ | ١ | ٠.٦١ | والترا | ١١.٣ | ٦٣٦.٣ |
| **دیسک زنی** | دیسک تاندوم | ٣.٢ | ٨٠ | ٨ | ٢ | ١ | والترا | ١٨.٦ | ١٠٤٧.٢ |
| **تسطیح** | لولر | ٤ | ٨٥ | ٨ | ٣ | ١.١ | والترا | ٢٠.٤ | ١١٤٨.٧ |
| **ایجاد شیار** | فاروئر | ٣ | ٨٥ | ٧ | ١ | ٠.٥٦ | جاندیر | ٧.٦ | ٤٢٨ |
| **نهر کنی** | نهر کن | ---- | ٨٠ | ٥ | ١ | ٠.٣ | مسی فرگوسن | ٢.٨ | ١٥٧.٦ |
| **کودپاشی** | کودکار | ٢.٥ | ٧٠ | ٦ | ١ | ٠.٩٥ | جاندیر | ١٢.٩ | ٧٢٦.٣ |
| **کاشت** | ردیفکار | ٢.٤ | ٦٥ | ٦ | ١ | ١.١ | جاندیر | ١٥ | ٨٤٤.٥ |
| **سم پاشی** | بوم دار | ٨ | ٦٥ | ٨ | ١ | ٠.٣ | مسی | ٢.٨ | ١٥٧.٦ |
| | توربو لاینر | ٣٠ | ٦٠ | ٥ | ٢ | ٠.٢٢ | فرگوسن | ٢ | ١٢.٤ |
| **وجین** | کولتیواتور | ٣ | ٩٠ | ٦ | ٣ | ١.٨٥ | مسی فرگوسن | ١٧.٢ | ٩٦٨.٥ |
| **کندن** | چغندر کن | ٢ | ٨٠ | ٦ | ١ | ١ | مسی فرگوسن | ٩.٣ | ٥٢٣.٦ |
| **بارگیری و حمل(چغندر و علوفه)** | تریلر کششی | | | | | ٢ | جاندیر | ٢٠ | ١١٢٦.٢ |
| **وقت های تلف شده** | | | | | | ٢ | | ١٠ | ٥٦٣ |
| **جمع کل** | | | | | | ١٤.٥ | | ١٧٧.٩ | ١٠٠١٧.٥ |

جدول۳- میزان کار نیروی انسانی و معادل انرژی مصرفی برای هر هکتار

| نوع عملیات | تعداد تکرار | تعداد کارگر | ساعات کاری هر نفر (**h/ha**) | ساعات کاری کل(h/ha) | انرزی کارگری مصرفیMJ |
|---|---|---|---|---|---|
| کود دهی(سرک) | ۲ | ۳ | ۱ | ٦ | ۱۱.۷٦ |
| سمپاشی پشتی | ۲ | ۳ | ۲ | ۱۲ | ۲۳.۵۲ |
| آبیاری | ۱۳ | ۲ | ٦ | ۱۵٦ | ۳۰۵.۷٦ |
| وجین و تنک | ۳ | ۱۲ | ۸ | ۲۸۸ | ٥٦٤.٥ |
| دپو چغندر | ۱ | ۲۰ | ۳ | ٦۰ | ۱۱۷.٦ |
| سرزنی | ۱ | ۲۵ | ٤ | ۱۰۰ | ۱۹٦ |
| بارگیری(چغندر و علوفه) | ۲ | ۱۰ | ۲ | ٤۰ | ۷۸.٤ |
| کمک در کاشت و کودهی با تراکتور | ۱ | ۳ | ۲ | ٦ | ۱۱.۷٦ |
| رانندگی | | | | ۲۰ | ۳۹.۲ |
| جمع کل | | | | ٦۸۸ | ۱۳٤۸.٥ |

**جدول٤- نهاده های مصرفی و انرژی معادل برای هر هکتار**

| نوع نهاده | مقدار(kg) | انرژی MJ |
|---|---|---|
| بذر | ٤ | ۲۰۰ |
| کود | | ۱٦۱۰۰ |
| ازت | ۲٥۰ | ۱۱٥٦ |
| فسفر | ۱۰۰ | ۱۰۰٥ |
| پتاسیوم | ۱٥۰ | |
| سم | ۸ | ۱۹۰٤ |
| علف کش | ٦ | ٦۰۷.۲ |
| آفت کش | | |
| آب | ۹۸۲۹ $m^3$ | ٦۱۹۲.۳ |
| جمع کل | | ۲۷۱٦٤.٥ |

**انرژی ساخت ماشین آلات**: کل ساعات کارکرد ماشین آلات برای هر هکتار ۱٤.۵ ساعت محاسبه شد که به همین میزان نیز تراکتور مورد استفاده قرار گرفته است با توجه به معادل انرژی ساخت ماشین آلات(جدول ۱) به ازای هر ساعت ٦۲.۷ MJ انرژی ساخت برابر است با: ۲۹× ٦۲.۷ = ۱۸۱۸.۳ MJ

تاسیسات آبیاری ۷۸ ساعت به ازای هر هکتار کار میکند که انرژی معادل ساخت آن برابر است با:

۷۸ × ٦۲.۷ = ٤۸۹۰.٦ MJ

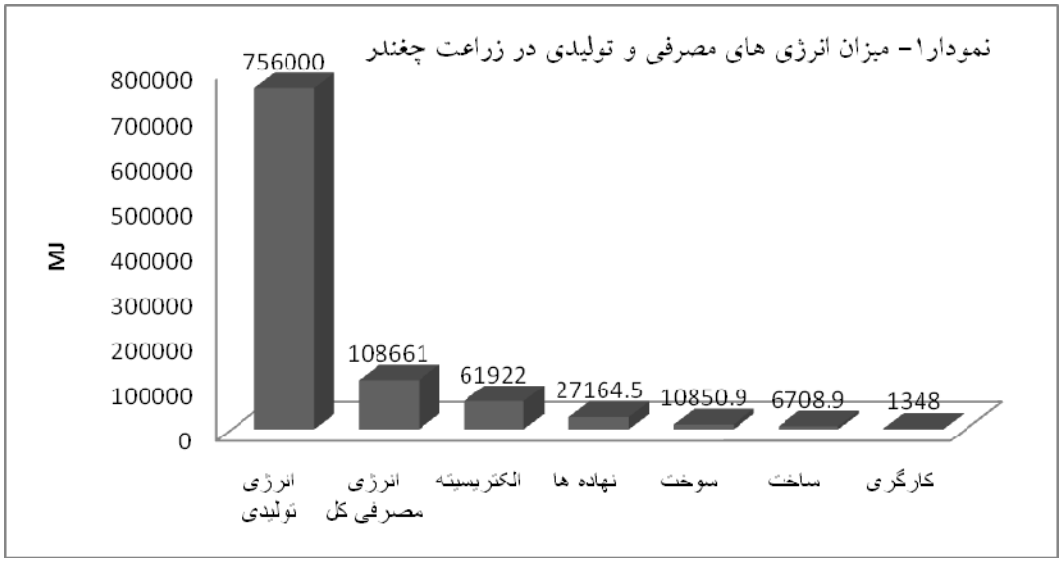
**انرژی ستاده** : میزان متوسط عملکرد چغندر قند در مزارع شرکت ٤۵ تن میباشد بنا براین با در نظر گرفتن معادل انرژی هر کیلو محصول از جدول۱، انرژی ستاده کل مطابق جدول۵ می باشد.

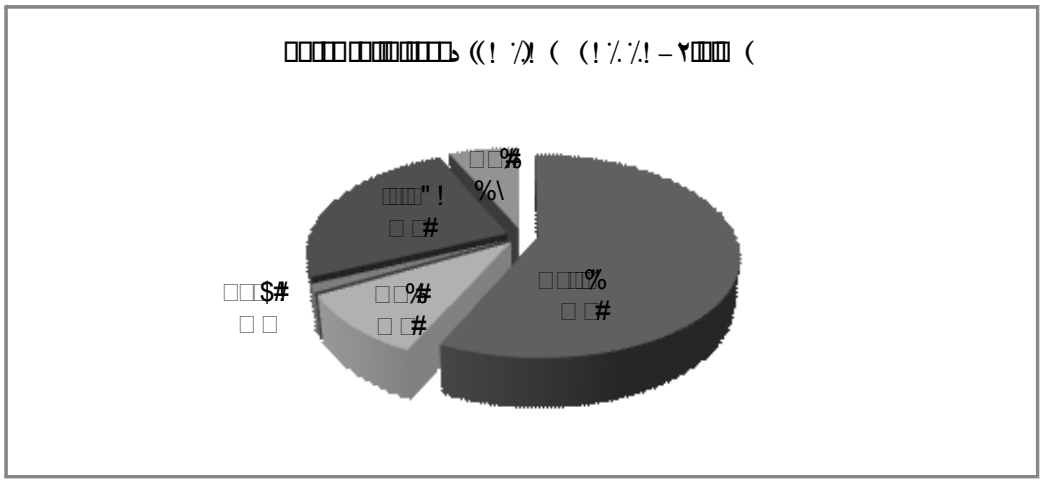
**جدول۵- انرژی ستاده در یک هکتار**

| محصول | میزان Kg | معادل انرژیMJ/Kg | انرژی ستادهMJ |
|---|---|---|---|
| چغندر قند | ٤۵۰۰۰ | ۱٦.۸ | ۷۵٦۰۰۰ |

### ۳- نتایج و بحث

با توجه به محاسبه انرژی های سوخت مصرفی، ساخت ماشین آلات، آبیاری، کارگری، نهاده ها و انرژی تولیدی مقدار هر یک در نمودار شماره۱ و درصد انرژی های مصرفی در نمودار۲ نشان داده شده است.





همانطور که از نمودار۲ مشخص می شود آبیاری با ۵۷ درصد انرژی مصرفی، بیشترین سهم را در مصرف انرژی تولید چغندر قند دارد که بدلیل حجم بالای آب مصرفی در زراعت چغندر می باشد. با توجه به این که منطقه خراسان جنوبی از مناطق خشک کشور می باشد، باید با استفاده از روشهای جدید آبیاری، مقدار آب مصرفی و در نتیجه انرژی مصرفی را تا حد امکان کاهش داد. نهاده ها و به خصوص کود های شیمیایی نیز سهم قابل توجهی در مصرف انرژی دارند که می توان با مصرف صحیح آنها از طریق انجام آزمایشات خاک و تعیین میزان کود مورد نیاز، این مقدار را کاهش داد. برای کاهش مصرف سوخت نیز با توجه به این که بیشتر سوخت مصرفی مربوط به عملیات آماده سازی زمین و کاشت می باشد، باید با استفاده از روش های کم خاک ورزی و متناسب سازی ادوات و تراکتور اقدام گردد.

همانطور که در مقدمه ذکر شد انرژی های مصرفی را می توان به دو دسته انرژی های مستقیم(سوخت، برق، کارگری) و غیر مستقیم(نهاده ها، ساخت ماشین آلات) و همچنین دو گروه انرژی های تجدید پذیر(کارگری، بذر، آب) و تجدید ناپذیر(سم، کود، سوخت، برق، ماشین آلات) تقسیم کرد که میزان و درصد هریک در جدول٦ آمده است.

جدول٦- انرژی ورودی به شکل مستقیم وغیر مستقیم، تجدید پذیر و تجدید ناپذیر

| نوع انرژی مصرفی | مقدارMJ | درصد از کل |
|---|---|---|
| انرژی مستقیم | ٧٤١٢٠.٩ | ٦٩.٥ |
| انرژی غیر مستقیم | ٣٤٥٤٠.٥ | ٣٠.٥ |
| انرژی تجدید پذیر | ٧٧٤٠.٨ | ٧.٢ |
| انرژی تجدید ناپذیر | ١٠٠٩٢٠.٢ | ٩٢.٨ |
| انرژی کل ورودی | ١٠٨٦٦١ | ١٠٠ |

طبق جدول ٦ قسمت زیادی انرژی مصرفی(۹۳ درصد) از منابع تجدید ناپذیر بوده و تنها ۷ درصد از منابع تجدید پذیر تامین می شود که این موضوع تهدید بزرگی برای محیط زیست می باشد.

بنا به نتایج حاصله شاخص های انرژی در تولید چغندر قند در شرکت سهامی زراعی خضری به قرار زیر است:

بازده خالص انرژی:

NEG= انرژی تولیدی – انرژی مصرفی = ۷۵٦۰۰۰ -۱۰۸٦٦۱ = ٦٤۷۳۳۹ MJ/ha

بهره وری انرژی: $EP = \frac{۴۵۰۰۰}{۱۰۸۶۶۱} = ۰.۴ \ Kg/MJ$

نسبت انرژی: $ER = \frac{\text{انرژی ستانده}}{\text{انرژی نهاده}} = \frac{۷۵۶۰۰۰}{۱۰۸۶۶۱} = ٦.۹۵$

در مقایسه با تحقیقی که اردال و همکاران در ترکیه در مورد انرژی مصرفی در تولید چغندر قند انجام دادند (اردال و همکاران ۲۰۰۷) ، (ER=۲۱.۷۵, EP= ۱.۵۳, NEG= ۹۸۲۰۹۰) شاخص های محاسبه شده در این تحقیق میزان کمتری را نشان می دهد، که دلایل آن اولا میزان تولید چغندر در ترکیه ٦۰ تن بوده و در شرکت سهامی زراعی خضری ٤٥ تن و ثانیا میزان آبیاری در ترکیه بسیار کمتر از میزان آن در این منطقه است (۱۱.٤۷ ساعت با سوخت دیزل در مقابل ۷۸ ساعت با مصرف برق) که خود سهم قابل توجهی از انرژی مصرفی را در بر می گیرد (٥٥ درصد).

**٤- منابع**


۱- رحیمی کیا، م و عمادی، ب. ۱۳۸۹. بررسی و تعیین بهره وری انرژی برای تولید کلزا در شمال استان فارس (مطالعه موردی: شهرستان پاسارگاد). همایش ملی دستاوردهای نوین در تولید گیاهان با منشاء روغنی.

۲- شیرمحمدی،م، آهنگرنژاد،س، بهروزی لار،م، محتسبی،س، رفیعی،ش،۱۳۸۷. ضریب انرژی برای تولید گندم آبی ضریب انرژی مستقیم و غیر مستقیم برای کاشت و داشت (کوددهی وآبیاری) , پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون.

۳- کوچکی ، ع . م . حسینی . ۱۳۷۳ . کارایی انرژی در اکوسیستمهای کشاورزی . انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد .

٤- مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، شماره ۲۲، بهار۱۳۸٤، تعیین انرژی مصرفی در دو روش سنتی و نیمه مکانیزه برای تولید برنج.

٥- محمدی مزرعه ، نظر زاده اوغاز،۱۳۸۷. روشهای برداشت چغندر قند و میزان انرژی مورد نیاز، پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون.

٦-محمدیان صبور،پ، رنجبر،ا، عجب شیرچی،ی، ۱۳۸۷. مطالعه و ارزیابی شاخص های انرژی و ارائه راهکارهایی به منظور بهبود کاربرد نهاده های مکانیزاسیون کشت کلزا در شهرستان مشهد. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون.

۷- میسمی،م ، عجب شیرچی،ی، رنجبر،ا,۱۳۸۷. الگوی مصرف انرژی در تولید برخی محصولات کشاورزی و برآورد شاخص های انرژی: مطالعه موردی در سطح شهرستان بناب , پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون.

8- Burhan Ozkan, Handan Akcaoz, Cemal Fert, 2004. Energy input–output analysis in Turkish agriculture. Renewable Energy 29 (2004) 39–51

9- Canakci, M., M. Topakci, I. Akinci and A. Ozmerzi, 2005. Energy Use Pattern of Some Field Crops and Vegetable Production: Case Study for Antalya Regions. Turkey. Energy Conversion and Management, Vol.46. Pp 366- 655.

10- Gulistan Erdal, Kemal Esengun, Hilmi Erdal, Orhan Gunduz, 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. Energy 32 (2007) 35–41.

11- M. Göksel Akpinar, Burhan Ozkan *, Cengiz Sayin and Cemal Fert, 2009. An input-output energy analysis on main and double cropping sesame production. *Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.7 (3&4)*

12- Mohamed Mrini, Faouzi Senhaji; David Pimentel, 2010. Energy Analysis of Sugar Beet Production under Traditional and Intensive Farming Systems and Impacts on Sustainable Agriculture in Morocco. Journal of Sustainable Agriculture, Vol. 35, NO4

**Abstract**

Energy needed to produce sugar beet comes from various sources. The working and engine are major supplier of energy resources required for sugar beet production in Iran. The purposes of this study were to determine the amount of energy required and the share of each supplier of energy resources in the production of sugar beets and estimate energy indices. This study was performed in sugar beet fields of Khezri crop Company. Energy ratio 6.95, energy efficiency 0.4 Kg / MJ and energy efficiency 647339 MJ/ha were calculated. Electricity for irrigation with 61,922 Mj energy consumes 57 percent of total energy. Energy inputs and fuel, respectively 27164.5 10850.9 Mj ranked next in terms of energy consumption. Labor force with one percentage share has the lowest energy consumption.

**Keyword:** Energy indices, energy consumption, sugar beet production