دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی

گروه آموزشی مهندسی بیوسیستم

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد

در رشته‌ی مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی گرایش مدیریت و تحلیل سامانه‌ها

عنوان:

تعیین انرژی مصرفی تولید گندم و تهیه نقشه GIS در شهرستان اردبیل

استاد راهنما:

ولی رسولی شربیانی

استاد مشاور:

غفور آقایی

پژوهشگر:

میر محسن موسوی زاد

زمستان - ۱۳۹۶

نام خانوادگی دانشجو: **موسوی زاد**	نام: **میر محسن**	
عنوان پایان‌نامه: **تعیین انرژی مصرفی تولید گندم و تهیه نقشه GIS در شهرستان اردبیل**		
استاد راهنما: **ولی رسولی شربیانی** استاد مشاور: **غفور آقایی**		
مقطع تحصیلی: **کارشناسی ارشد**	رشته: **مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی**	
گرایش: **مدیریت و تحلیل سامانه‌ها**	دانشگاه **محقق اردبیلی**	
دانشکده **کشاورزی و منابع طبیعی**	تاریخ دفاع: **۰۹/ ۱۰/ ۱۳۹۶**	تعداد صفحات: **۹۳**

چکیده:

در این تحقیق، جریان انرژی در مزارع گندم آبی و دیم دهستان‌های (ارشق شرقی، بالغلو، سردابه، شرقی، غربی، فولادلوی جنوبی، فولادلوی شمالی، کلخوران و هیر) شهرستان اردبیل در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. شاخص‌های کارایی انرژی، افزوده خالص انرژی، شدت انرژی، بهره‌وری انرژی و انرژی ورودی کل و خروجی کل محاسبه شدند و نقشه GIS برای این شاخص‌ها تهیه گردید. پرسشنامه‌هایی طرح و با توجه به اندازه جامعه مورد مطالعه، حجم نمونه‌ها از طریق فرمول کوکران تعیین گردید. داده‌های اولیه با تکمیل پرسشنامه و با روش چهره به چهره از کشاورزان شهرستان اردبیل جمع‌آوری شدند. نهاده‌ها شامل بذر، کود، سموم، آبیاری، سوخت، ماشین‌های کشاورزی، نیروی انسانی، حمل و نقل و محصول خروجی شامل دانه و کاه بودند. داده‌های به دست آمده با استفاده از معادل‌های انرژی مستخرج از منابع، به داده‌های ثانویه قابل استفاده تبدیل شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که از انرژی ورودی کل در هر دو کشت گندم آبی و دیم، سوخت بالاترین مصرف انرژی را دارد و متغیر حمل و نقل نیز پایین ترین مقدار را دارا بود. نتایج نشان داد که متوسط انرژی ورودی برای مزارع گندم آبی و دیم به ترتیب برابر ۱۷۷۳۰/۶۱ و ۱۲۱۰۲/۹۱ مگاژول در هکتار بود. میانگین نسبت انرژی خروجی به ورودی برای مزارع آبی برابر با ۴/۷ و برای مزارع دیم برابر ۲/۰۴ بود. متوسط شدت انرژی برای مزارع آبی و دیم به ترتیب برابر ۳/۸۷ و ۶/۹ مگاژول بر کیلوگرم و متوسط بهره‌وری انرژی به ترتیب ۰/۳۴ و ۰/۱۴ کیلوگرم بر مگاژول برآورد گردید. از مثبت بودن افزوده خالص انرژی کشت گندم در ۹ منطقه مورد مطالعه مشخص شد که کشت این محصول در این مناطق توجیه پذیر بوده است. مزارع آبی دهستان کلخوران و مزارع دیم دهستان سردابه مدیریت بهتری نسبت به سایر دهستان‌ها داشتند و در مصرف انرژی کارآمدتر بودند. در کل، سیر انرژی برای تولید محصول گندم در شهرستان اردبیل، در کشت آبی کارآمدتر از کشت دیم بود. همچنین با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌توان تمامی اطلاعات مزارع را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد و با مدیریت نظام زراعی می‌توان از نهاده‌های زراعی به کار رفته در تولید گندم بیشترین بهره را برد.

کلید واژه‌ها: اردبیل، بهره‌وری انرژی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، گندم، نسبت انرژی

فهرست مطالب

شماره و عنوان مطالب	صفحه

فصل اول: کلیات پژوهش

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- ضرورت و اهمّیت پژوهش ۴

۱-۳- اهداف ۵

۱-۴- سوال‌های پژوهش ۵

۱-۵- فرضیه‌های پژوهش ۵

فصل دوم: مبانی نظری پژوهش

۲-۱- مصرف انرژی در کشاورزی ۷

۲-۲- طبقه بندی انرژی مصرفی در کشاورزی ۸

۲-۳- تجزیه و تحلیل انرژی در کشاورزی ۹

۲-۴- واحدهای ارزیابی انرژی ۱۰

۲-۵- شاخص‌های ارزیابی انرژی ۱۱

۲-۵-۱- انرژی نهاده ۱۱

۲-۵-۲- انرژی ستانده ۱۲

۲-۵-۳- کارآیی انرژی ۱۲

۲-۵-۴- افزوده خالص انرژی ۱۲

۲-۵-۵- بهره‌وری انرژی ۱۳

۲-۵-۶- شدت انرژی ۱۳

۲-۶- مشکلات موجود در مطالعات انرژی ۱۴

۲-۷- هم ارز انرژی ۱۴

۲-۸- معادل‌های نهاده ها و ستانده های انرژی ۱۴

۲-۹- پیامدهای مصرف زیاد انرژی در کشاورزی ۱۶

شماره و عنوان مطالب	صفحه

۲-۱۰- جهت گیری مصرف انرژی در آینده ۱۶

۲-۱۱- سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS ۱۷

۲-۱۲- ویژگی اصلی یک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ۱۹

۲-۱۳- کاربردهای سیستم اطلاعات جغرافیایی در کشاورزی ۱۹

۲-۱۴- برخی از مطالعات انجام شده در زمینه انرژی و سیستم اطلاعات جغرافیایی ۲۰

فصل سوم: مواد و روش پژوهش

۳-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه ۲۵

۳-۱-۱- وضعیت اراضی زراعی و محصولات کشاورزی ۲۶

۳-۲- جامعه آماری ۲۶

۳-۳- حجم و روش نمونه گیری ۲۶

۳-۴- روش تحقیق ۲۷

۳-۴-۱- مرحله اول ۲۷

۳-۴-۲- مرحله دوم ۲۷

۳-۴-۳- مرحله سوم ۲۷

۳-۴-۴- مرحله چهارم ۲۷

۳-۵- بررسی سیر انرژی ۲۸

۳-۶- روش‌های محاسبه انواع انرژی‌ها ۲۸

۳-۶-۱- انرژی سوخت مصرفی ۲۸

۳-۶-۲- انرژی نیروی انسانی ۲۸

۳-۶-۳- انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها ۲۹

۳-۶-۴- انرژی معادل بذر و کود شیمیایی ۳۱

۳-۶-۵- انرژی معادل سموم شیمیایی ۳۱

۳-۶-۶- انرژی معادل آب آبیاری ۳۲

شماره و عنوان مطالب	صفحه

۳-۶-۷- انرژی حمل و نقل ۳۲

۳-۷- انرژی خروجی ۳۲

۳-۸- شاخص‌های مطالعات انرژی ۳۳

۳-۸-۱- نسبت انرژی ۳۳

۳-۸-۲- افزوده خالص انرژی ۳۳

۳-۸-۳- بهره‌وری انرژی ۳۴

۳-۸-۴- شدت انرژی (انرژی ویژه) ۳۴

۳-۹- پهنه بندی انرژی مصرفی محصول گندم با استفاده از شاخص‌های انرژی در محیط GIS ۳۴

فصل چهارم: نتایج و یافته‌های پژوهش

۴-۱- تعیین مصرف انرژی و شاخص‌های انرژی در کشت آبی شهرستان اردبیل ۳۶

۴-۱-۱- سهم انرژی سوخت مصرفی در کشت آبی دهستان‌ها ۳۶

۴-۱-۲- سهم انرژی معادل نیروی انسانی در کشت آبی ۴۲

۴-۱-۳- سهم انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در کشت آبی ۴۷

۴-۱-۴- سهم انرژی معادل بذر، کود و سموم شیمیایی در کشت آبی ۵۲

۴-۱-۵- سهم انرژی معادل آب آبیاری ۵۶

۴-۱-۶- سهم انرژی معادل حمل و نقل برای کشت آبی ۵۶

۴-۱-۷- سهم انرژی‌های مختلف از کل انرژی مصرفی در کشت آبی گندم شهرستان اردبیل ۵۷

۴-۱-۸- انرژی ستانده ۵۸

۴-۲- تعیین مصرف انرژی و شاخص‌های انرژی در کشت دیم شهرستان اردبیل ۵۹

۴-۲-۱- سهم انرژی سوخت مصرفی در کشت دیم دهستان‌ها ۵۹

۴-۲-۲- سهم انرژی معادل نیروی انسانی در کشت دیم ۶۴

۴-۲-۳- سهم انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در کشت دیم ۶۹

شماره و عنوان مطالب	صفحه

۴-۲-۴- سهم انرژی معادل بذر، کود و سموم شیمیایی در کشت دیم ۷۳
۴-۲-۵- سهم انرژی معادل حمل و نقل در کشت دیم ۷۶
۴-۲-۶- سهم انرژی‌های مختلف از کل انرژی مصرفی در کشت آبی گندم شهرستان اردبیل ۷۷
۴-۲-۷- انرژی ستانده ۷۸
۴-۳- محاسبه شاخص‌های انرژی برای گندم آبی و دیم ۷۹
۴-۴- مقایسه شاخص‌های انرژی گندم آبی و دیم ۷۹
۴-۴-۱- کارایی انرژی یا نسبت انرژی ۷۹
۴-۴-۲- بهره‌وری انرژی ۸۱
۴-۴-۳- شدت انرژی ۸۱
۴-۴-۴- افزوده خالص انرژی ۸۲

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادها

۵-۱- نتیجه گیری ۸۵
۵-۲- پیشنهادهایی بر اساس یافته‌های تحقیق ۸۶

فهرست منابع و مآخذ ۸۸
پیوست‌ها و ضمائم ۹۲

فهرست جدول‌ها

شماره و عنوان جدول	صفحه
جدول ۲-۱: معادل نهاده‌ها و ستانده‌های کشاورزی	۱۵
جدول ۳-۱: سطح زیر کشت محصولات گندم در شهرستان اردبیل	۲۶
جدول ۳-۲: عمر مفید برخی از ماشین‌های کشاورزی	۳۰
جدول ۳-۳: جرم برخی از ماشین‌های کشاورزی	۳۰
جدول ۴-۱: میانگین سوخت مصرفی و انرژی معادل آن در دهستان ارشق شرقی	۳۶
جدول ۴-۲: میانگین سوخت مصرفی و انرژی معادل آن در دهستان بالغلو	۳۷
جدول ۴-۳: میانگین سوخت مصرفی و انرژی معادل آن در دهستان سردابه	۳۷
جدول ۴-۴: میانگین سوخت مصرفی و انرژی معادل آن در دهستان شرقی	۳۸
جدول ۴-۵: میانگین سوخت مصرفی و انرژی معادل آن در دهستان غربی	۳۸
جدول ۴-۶: میانگین سوخت مصرفی و انرژی معادل آن در دهستان کلخوران	۳۹
جدول ۴-۷: میانگین سوخت مصرفی و انرژی معادل آن در دهستان فولادلوی جنوبی	۳۹
جدول ۴-۸: میانگین سوخت مصرفی و انرژی معادل آن در دهستان فولادلوی شمالی	۴۰
جدول ۴-۹: میانگین سوخت مصرفی و انرژی معادل آن در دهستان هیر	۴۰
جدول ۴-۱۰: انرژی معادل نیروی انسانی در دهستان ارشق شرقی	۴۳
جدول ۴-۱۱: انرژی معادل نیروی انسانی در دهستان بالغلو	۴۳
جدول ۴-۱۲: انرژی معادل نیروی انسانی در دهستان سردابه	۴۴
جدول ۴-۱۳: انرژی معادل نیروی انسانی در دهستان شرقی	۴۴
جدول ۴-۱۴: انرژی معادل نیروی انسانی در دهستان غربی	۴۵
جدول ۴-۱۵: انرژی معادل نیروی انسانی در دهستان کلخوران	۴۵
جدول ۴-۱۶: انرژی معادل نیروی انسانی در دهستان فولادلوی جنوبی	۴۶
جدول ۴-۱۷: انرژی معادل نیروی انسانی در دهستان فولادلوی شمالی	۴۶
جدول ۴-۱۸: انرژی معادل نیروی انسانی در دهستان هیر	۴۷
جدول ۴-۱۹: میانگین ساعت کار و انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در دهستان ارشق شرقی	۴۸

شماره و عنوان جدول	صفحه

جدول ۴-۲۰: میانگین ساعت کار و انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در دهستان بالغلو ۴۸
جدول ۴-۲۱: میانگین ساعت کار و انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در دهستان سردابه ۴۹
جدول ۴-۲۲: میانگین ساعت کار و انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در دهستان شرقی ۴۹
جدول ۴-۲۳: میانگین ساعت کار و انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در دهستان غربی ۵۰
جدول ۴-۲۴: میانگین ساعت کار و انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در دهستان کلخوران ۵۰
جدول ۴-۲۵: میانگین ساعت کار و انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در دهستان فولادلوی جنوبی ۵۱
جدول ۴-۲۶: میانگین ساعت کار و انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در دهستان فولادلوی شمالی ۵۱
جدول ۴-۲۷: میانگین ساعت کار و انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در دهستان هیر ۵۲
جدول ۴-۲۸: انرژی معادل بذر، کود و سموم شیمیایی در دهستان ارشق شرقی ۵۳
جدول ۴-۲۹: انرژی معادل بذر، کود و سموم شیمیایی در دهستان بالغلو ۵۳
جدول ۴-۳۰: انرژی معادل بذر، کود و سموم شیمیایی در دهستان سردابه ۵۳
جدول ۴-۳۱: انرژی معادل بذر، کود و سموم شیمیایی در دهستان شرقی ۵۴
جدول ۴-۳۲: انرژی معادل بذر، کود و سموم شیمیایی در دهستان غربی ۵۴
جدول ۴-۳۳: انرژی معادل بذر، کود و سموم شیمیایی در دهستان کلخوران ۵۴
جدول ۴-۳۴: انرژی معادل بذر، کود و سموم شیمیایی در دهستان فولادلوی جنوبی ۵۵
جدول ۴-۳۵: انرژی معادل بذر، کود و سموم شیمیایی در دهستان فولادلوی شمالی ۵۵
جدول ۴-۳۶: انرژی معادل بذر، کود و سموم شیمیایی در دهستان هیر ۵۵
جدول ۴-۳۷: انرژی معادل آب آبیاری برای دهستان‌های شهرستان اردبیل ۵۶
جدول ۴-۳۸: انرژی معادل حمل و نقل برای دهستان‌های شهرستان اردبیل ۵۷
جدول ۴-۳۹: سهم انرژی‌های مختلف از کل انرژی مصرفی در کشت آبی گندم ۵۷
جدول ۴-۴۰: انرژی ستانده در کشت آبی گندم ۵۹
جدول ۴-۴۱: میانگین سوخت مصرفی و انرژی معادل آن در دهستان ارشق شرقی ۶۰
جدول ۴-۴۲: میانگین سوخت مصرفی و انرژی معادل آن در دهستان بالغلو ۶۰

شماره و عنوان جدول	**صفحه**

جدول ۴-۴۳: میانگین سوخت مصرفی و انرژی معادل آن در دهستان سردابه ۶۱

جدول ۴-۴۴: میانگین سوخت مصرفی و انرژی معادل آن در دهستان شرقی ۶۱

جدول ۴-۴۵: میانگین سوخت مصرفی و انرژی معادل آن در دهستان غربی ۶۲

جدول ۴-۴۶: میانگین سوخت مصرفی و انرژی معادل آن در دهستان فولادلوی جنوبی ۶۲

جدول ۴-۴۷: میانگین سوخت مصرفی و انرژی معادل آن در دهستان فولادلوی شمالی ۶۳

جدول ۴-۴۸: میانگین سوخت مصرفی و انرژی معادل آن در دهستان هیر ۶۳

جدول ۴-۴۹: انرژی معادل نیروی انسانی در دهستان ارشق شرقی ۶۵

جدول ۴-۵۰: انرژی معادل نیروی انسانی در دهستان بالغلو ۶۵

جدول ۴-۵۱: انرژی معادل نیروی انسانی در دهستان سردابه ۶۶

جدول ۴-۵۲: انرژی معادل نیروی انسانی در دهستان شرقی ۶۶

جدول ۴-۵۳: انرژی معادل نیروی انسانی در دهستان غربی ۶۷

جدول ۴-۵۴: انرژی معادل نیروی انسانی در دهستان فولادلوی جنوبی ۶۷

جدول ۴-۵۵: انرژی معادل نیروی انسانی در دهستان فولادلوی شمالی ۶۸

جدول ۴-۵۶: انرژی معادل نیروی انسانی در دهستان هیر ۶۸

جدول ۴-۵۷: میانگین ساعت کار و انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در دهستان ارشق شرقی ۶۹

جدول ۴-۵۸: میانگین ساعت کار و انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در دهستان بالغلو ۷۰

جدول ۴-۵۹: میانگین ساعت کار و انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در دهستان سردابه ۷۰

جدول ۴-۶۰: میانگین ساعت کار و انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در دهستان شرقی ۷۱

جدول ۴-۶۱: میانگین ساعت کار و انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در دهستان غربی ۷۱

جدول ۴-۶۲: میانگین ساعت کار و انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در دهستان فولادلوی جنوبی ۷۲

جدول ۴-۶۳: میانگین ساعت کار و انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در دهستان فولادلوی شمالی ۷۲

جدول ۴-۶۴: میانگین ساعت کار و انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در دهستان هیر ۷۳

جدول ۴-۶۵: انرژی معادل بذر، کود و سموم شیمیایی در دهستان ارشق شرقی ۷۳

جدول ۴-۶۶: انرژی معادل بذر، کود و سموم شیمیایی در دهستان بالغلو ۷۴

جدول ۴-۶۷: انرژی معادل بذر، کود و سموم شیمیایی در دهستان سردابه ۷۴

شماره و عنوان جدول	**صفحه**

جدول ۴-۶۸: انرژی معادل بذر، کود و سموم شیمیایی در دهستان شرقی ۷۴

جدول ۴-۶۹: انرژی معادل بذر، کود و سموم شیمیایی در دهستان غربی ۷۵

جدول ۴-۷۰: انرژی معادل بذر، کود و سموم شیمیایی در دهستان فولادلوی جنوبی ۷۵

جدول ۴-۷۱: انرژی معادل بذر، کود و سموم شیمیایی در دهستان فولادلوی شمالی ۷۵

جدول ۴-۷۲: انرژی معادل بذر، کود و سموم شیمیایی در دهستان هیر ۷۶

جدول ۴-۷۳: انرژی معادل حمل و نقل برای دهستان‌های شهرستان اردبیل ۷۶

جدول ۴-۷۴: سهم انرژی‌های مختلف از کل انرژی مصرفی در کشت دیم گندم ۷۷

جدول ۴-۷۵: انرژی ستانده در کشت دیم گندم ۷۸

جدول ۴-۷۶: شاخص‌های ارزیابی جریان انرژی در مزارع گندم آبی دهستان‌های شهرستان اردبیل ۷۹

جدول ۴-۷۷: شاخص‌های ارزیابی جریان انرژی در مزارع گندم دیم دهستان‌های شهرستان اردبیل ۷۹

فهرست شکل‌ها

شماره و عنوان شکل	صفحه
شکل ۳-۱: موقعیت شهرستان اردبیل در استان اردبیل و دهستان‌های شهرستان	۲۵
شکل ۴-۱: سهم کل انرژی مصرفی دهستان‌ها در کشت گندم آبی شهرستان اردبیل	۵۸
شکل ۴-۲: سهم کل انرژی مصرفی دهستان‌ها در کشت گندم دیم شهرستان اردبیل	۷۸
شکل ۴-۳: نقشه شاخص کارایی انرژی برای کشت گندم آبی و دیم دهستان‌های شهرستان اردبیل	۸۰
شکل ۴-۴: نقشه شاخص بهره‌وری انرژی برای کشت گندم آبی و دیم دهستان‌های شهرستان اردبیل	۸۱
شکل ۴-۵: نقشه شاخص شدت انرژی برای کشت گندم آبی و دیم دهستان‌های شهرستان اردبیل	۸۲
شکل ۴-۶: نقشه شاخص افزوده خالص انرژی برای کشت گندم آبی و دیم دهستان‌های شهرستان اردبیل	۸۳

فصل اول:

کلیات پژوهش

۱-۱- مقدمه

انسان در طول قرن‌ها جهت تامین غذا، پناهگاه و بهبود وضع بهداشت و زندگی خود از منابع مختلف انرژی استفاده کرده و مقدار انرژی قابل دسترس انسان بر فعالیت‌های او موثر بوده است و بدون توجه به نوع انرژی مصرفی همیشه برای تامین نیازهای اولیه غذایی خود مجبور به صرف انرژی بوده است (کوچکی، ۱۳۷۳).

تأمین انرژی، امروزه از مهم‌ترین مباحث مطرح در تمام کشورهای جهان در امر توسعه به شمار می‌رود. توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها نه تنها نیازمند مصرف انرژی، بلکه نیازمند افزایش مصرف آن نیز هست. نگاهی به روند مصرف انرژی در کشورهای در حال توسعه نشان می‌دهد که هرگونه شتاب در امر توسعه، با افزایش قابل توجه میزان مصرف انرژی همراه بوده است. تا به امروز انرژی مصرفی جهان از منابع مختلف و بیشتر از منابع فسیلی تأمین شده است؛ اما مشکل‌های متعدد از جمله محدودیت و پایان پذیری منابع فسیلی، ضرورت صرفه جویی در مصرف انرژی یا بهینه سازی مصرف آن و نیز جایگزینی منابع دیگر انرژی را آشکار نموده است.

شکی نیست که هر کشوری باید راه حل مسئله انرژی را در چارچوب استراتژی توسعه اقتصادی خود تعیین کند. زیرا انرژی یکی از اجزای اصلی استراتژی توسعه پایدار هر کشور است. لازم است روشن شود که چگونه از منابع محدود فعلی به صورتی کارآمدتر، خردمندانه‌تر و پربارتر استفاده نمود. قطعاً به منظور دستیابی به راهکارهای عملی کاهش مصرف انرژی و افزایش کارآیی آن در بخش کشاورزی، شناخت دقیق و همه جانبه سیستم‌های زراعی موجود و ارزیابی اکولوژیکی آن‌ها از ضروریات است.

بخش کشاورزی هر چند در مقایسه با صنعت به لحاظ مصرف انرژی سهم کمتری در کل انرژی کشور دارد، ولی با اندکی تامل و دقت مشخص می‌شود که میزان انرژی‌های ورودی در آن بسیار بالا و چشمگیر بوده و به دلیل فراوانی و ارزان بودن نسبی انرژی در ایران متاسفانه توجه چندانی به بهره برداری و استفاده بهینه از آن در کشاورزی نمی‌شود (محمدیان صبور، ۱۳۸۶).

امروزه قسمت قابل توجهی از انرژی، برای انجام کارهای کشاورزی و مکانیزه کردن آن‌ها، به کار می‌رود و هزینه‌های قابل توجهی برای تأمین انرژی مورد نیاز، در کشاورزی صرف می‌شود. به همین خاطر، تجزیه و تحلیل بنیادی در مورد انرژی، منابع، بازده و جایگاه انرژی در کشاورزی لازم و ضروری به نظر می‌رسد. تغییرات در بخش کشاورزی شدیداً تحت تأثیر شرایط سیاسی، اقتصادی و اجتماعی هر منطقه قرار دارد.

لذا در نظر گرفتن ترکیبی از این عوامل برای تجزیه و تحلیل انرژی ضروری است. نظام‌های زراعی متداول که کاملاً متکی به مصرف انرژی به شکل نهاده‌های مختلف هستند از جنبه‌های فناوری، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی آسیب پذیرند و به همین دلیل در اواخر قرن بیستم دیدگاه‌های جدیدی در این رابطه مطرح شده‌اند که در قالب افزایش کارآیی مصرف نهاده‌ها، حفاظت از محیط زیست و منابع طبیعی، اقتصاد اکولوژیک و نهایتاً تأمین غذا و امنیت غذایی مطرح می‌باشند و در این راستا نظام‌هایی تحت عناوین مختلف از جمله کشاورزی پایدار، کشاورزی اکولوژیک، کشاورزی کم‌نهاده، کشاورزی ارگانیک و کشاورزی تجدید شونده تعریف شده‌اند (کوچکی و حسینی،۱۳۷۳).

از طرف دیگر، با توجه به اینکه بازده انرژی بالا، معیار مصرف و کاربرد صحیح آن است، داشتن سیاست‌های مشخص در سطح کلان، برای برآورد احتیاجات انرژی، جلوگیری از ضایعات انرژی و کاهش آن‌ها، ارائه برنامه‌های دراز مدت برای به کارگیری فناوری پیشرفته در استفاده موثر از منابع موجود ضروری است. همچنین به کارگیری منابع جدید در کنار آموزش‌های لازم در استفاده صحیح انرژی، و تشویق مصرف کنندگان انرژی در جهت صرفه جویی در مصرف انرژی در سطح خرد، بسیار حیاتی است. به دلیل نیاز به یک نظام آنالیز و مطالعه وضعیت انرژی از سال‌های ۱۹۷۰ مباحث مشخصی با مفاهیم و شاخص‌های کلی در رابطه با انرژی به خصوص از نظر ارزیابی اقتصادی به دلیل افزایش هزینه انرژی شروع شد (الماسی، ۱۳۸۰).

افزایش مداوم قیمت انرژی، افزایش نسبت انرژی سوخت‌های فسیلی به کل انرژی ورودی در بخش کشاورزی و کاهش روزافزون منابع انرژی سوخت‌های فسیلی، لزوماً خواهان استفاده بهینه‌تری از این منابع در تولید محصولات مختلف است (Singh et al., 1999).

با پیدایش دیدگاه نوین کشاورزی پایدار و بنابر اصول جدید کشاورزی، مبنای قدیم که به نحوه مصرف انرژی توجه نداشته و تنها هدف مدیر مزرعه، افزایش مطلق تولید بود، منسوخ شده و به بازده انرژی درکنار تولید توجه بیشتری می‌شود. مصرف انرژی، در نظام‌های مختلف تولید محصولات کشاورزی، شامل نهاده‌هایی است که در عملیات مختلف تولید، به کار گرفته می‌شود. برای بدست آوردن میزان مصرف انرژی لازم است که تمام عملیات‌های کشاورزی و نهاده‌های مورد نیاز برای تولید محصول مشخص گردد. عملیات ماشینی که برای محصولات مختلف متفاوت است، عمدتاً شامل خاک ورزی اولیه، خاک ورزی ثانویه، کاشت، داشت، برداشت و حمل و نقل می‌باشد. خاک ورزی اولیه به طور معمول، شخم با گاو آهن برگرداندار است که تعداد دفعات آن، در مناطق مختلف متفاوت است. خاک ورزی ثانویه، شامل دیسک زدن و ماله کشی است که تعداد دفعات دیسک زدن با توجه به شرایط مناطق فرق می‌کند. روش کاشت، به نوع محصول و شرایط منطقه‌ای بستگی دارد که مصرف انرژی آن‌ها با یکدیگر متفاوت است. عملیات داشت، شامل وجین

کردن، سله شکنی، کود افشانی و سمپاشی می‌باشد که مصرف انرژی هر یک باید به طور مجزا معلوم گردد. عملیات برداشت، نسبت به محصول‌های مختلف، بسیار متنوع است که مصرف انرژی ماشین‌های برداشت، با داشتن سرعت پیشروی، عرض‌کار، عملکرد و وزن به راحتی قابل محاسبه است. همچنین میزان انرژی مصرفی در عملیات آبیاری، با توجه به نوع آبیاری و نحوه تامین آب مورد نیاز، قابل محاسبه می‌باشد. برای تعیین انرژی مصرفی نیروی انسانی، لازم است، تعداد نفرات مورد نیاز و همچنین ساعات کارکرد آن‌ها تعیین گردد (بهروزی‌لار،۱۳۸۰).

استفاده موثر از انرژی در بخش کشاورزی نقش اساسی در پایداری تولید، بهینه سازی اقتصادی سامانه، حفظ ذخایر سوخت‌های فسیلی و کاهش آلودگی هوا دارد. تجزیه و تحلیل انرژی در کشاورزی می‌تواند در ارزیابی فشار فعالیت‌های انسان بر تعادل و ثبات محیطی موجود در الگوهای جریان انرژی و تغییر آن‌ها مورد استفاده قرار گیرد. اگر چه افزایش سطح مکانیزاسیون در سامانه‌های رایج کشاورزی موجب افزایش تولید گردیده اما مصرف انرژی در بخش کشاورزی بطور روزافزون افزایش و کارآیی انرژی مصرفی کاهش یافته است (رحیمی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۶).

برای بررسی سیر انرژی، به دلیل بالا بودن مصرف سرانه گندم و از آنجایی که این محصول در منطقه اردبیل جزء محصولات زراعی عمده محسوب می‌شود، در نظر گرفته شد. کنترل و مدیریت مصرف انرژی در تولید این محصول نهایتاً در تولید اقتصادی فرآورده‌ها و قیمت تمام شده آن مؤثر خواهد بود. با عنایت به برنامه‌های توسعه ایران در مدیریت و کنترل مصرف انرژی با نگرش بر کشاورزی پایدار و حفظ محیط زیست و از سوی دیگر، برنامه ریزی در این زمینه می‌تواند در بالا بردن توان رقابتی در بخش تولیدات کشاورزی مؤثر باشد.

از آنجا که فعالیت‌های کشاورزی دارای ماهیت مکانی - زمانی هستند، می‌توان از سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی (GIS) در بررسی این فعالیت‌ها استفاده کرد و مدل‌هایی را ایجاد کرد که با آن بتوان در موارد مختلف، برنامه ریزی، مدیریت و در پایان تصمیم‌گیری کرد.

۱-۲- ضرورت و اهمّیت پژوهش:

امروزه با توجه به افزایش مداوم قیمت انرژی، افزایش نسبت انرژی سوخت‌های فسیلی به کل انرژی ورودی در بخش کشاورزی، کاهش روزافزون منابع انرژی سوخت‌های فسیلی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف بی رویه سوخت‌های فسیلی، تمام تلاش‌ها را بر آن ساخته است که مصرف انرژی تا حدامکان کاهش یابد.

با لحاظ کردن هزینه‌های اجتماعی ناشی از افزایش بی رویه مصرف انرژی می‌توان مشاهده کرد که هر ساله زیان‌های اقتصادی ناشی از مصرف بالای انرژی در بخش کشاورزی و خسارات زیست محیطی ناشی از افزایش گازهای گلخانه‌ای گسترش می‌یابد.

اکثر کشورهای پیشرفته و در حال توسعه، انرژی وارد شده در واحد سطح برای تولید محصولات مختلف کشاورزی را بررسی و با محاسبه شاخص‌های انرژی سعی کرده‌اند نظام‌های تولید کشاورزی را از نظر مصرف انرژی بهینه کنند.

۱-۳- اهداف

هدف اجرای این تحقیق، ضمن تعیین سهم انرژی برای نهاده‌های مختلف در تولید محصول گندم، بررسی شاخص‌های انرژی درکشت دیم و آبی برای محصول فوق است.

به طور خلاصه اهداف کلی و مهم از انجام این تحقیق عبارتند از:

- تعیین شاخص‌های مصرف انرژی محصول گندم در کشت آبی و دیم در شهرستان اردبیل.
- مقایسه شاخص‌های انرژی در کشت‌های آبی و دیم محصول گندم در دهستان‌های شهرستان اردبیل.
- تهیه نقشه GIS برای شاخص‌های انرژی محصول گندم در کشت‌های آبی و دیم شهرستان اردبیل.

۱-۴- سوال‌های پژوهش

۱- آیا می‌توان برای مصرف انرژی در بخش کشاورزی نقشه GIS تهیه کرد؟

۲- آیا کاربرد GIS در مدیریت مصرف انرژی موثر واقع خواهد بود؟

۳- آیا با استفاده از نقشه‌های GIS می‌توان مقدار انرژی مصرفی را مدیریت کرد؟

۴- آیا الگوی مصرف انرژی در شهرستان یک الگوی بهینه است؟

۱-۵- فرضیه‌های پژوهش

۱- الگوی مصرف انرژی شهرستان یک الگوی بهینه نیست.

۲- با استفاده از نقشه‌های GIS مدیریت مصرف انرژی در شهرستان امکان‌پذیر خواهد بود.

۳- مدیریت مصرف انرژی با GIS بسیار آسان‌تر و موثرتر از مدیریت سنتی خواهد بود.

۴- برای مصرف انرژی در کشاورزی می‌توان نقشه GIS تهیه کرد.

فصل دوم:

مبانی نظری پژوهش

۲-۱- مصرف انرژی در کشاورزی

از نیمه دوم قرن بیستم منابع و مصارف انرژی یکی از عوامل موثر در وضعیت سیاسی و اقتصادی کشورهای مختلف به شمار رفته است، با کاهش منابع انرژی فسیلی و تاثیر منفی استفاده از آن‌ها بر اکوسیستم، از نظر افزایش غلظت اتمسفری دی اکسیدکربن، تولید گازهای گلخانه‌ای، باران‌های اسیدی و پدیده گرم شدن زمین، محققان را بر آن داشته است تا ضمن تحقیق در روش‌های صرفه‌جویی در منابع موجود، در جهت تامین منابع تجدید شونده نظیر انرژی خورشیدی، آب، باد، بیوانرژی، انرژی زمین گرمایی، انرژی گرادیان حرارتی دریاها و انرژی امواج در پهنه وسیع اقیانوس‌ها تلاش نمایند. در زمینه کشاورزی نیز فعالیت‌های وسیعی از نظر بررسی مصارف انرژی در مراحل مختلف عملیات تولید محصولات صورت گرفته است (کوچکی و حسینی،۱۳۷۳).

نقش انرژی در توسعه و کارایی کشاورزی مدرن غیر قابل انکار می‌باشد. امروزه در دنیا تمام تلاش‌ها بر این استوار است که مصرف انرژی در انجام فرآیندهای مختلف کاهش یابد و به حداقل برسد. انرژی در کشاورزی از نظر تولید و فرآیند پس از تولید برای افزایش ارزش بسیار مهم است. در کشورهای در حال توسعه مثل ایران، رشد کشاورزی مایه پیشبرد رشد اقتصادی و خودکفایی می‌گردد. از پارامترهای تاثیرگذار در تولید و سودآوری کشاورزی، مصرف انرژی می‌باشد. مصرف انرژی به سطح مکانیزاسیون، سطح زیر کشت و تعداد کارگر فعال مزرعه بستگی دارد. برآورد انرژی نهاده در تولید کشاورزی سخت‌تر از بخش صنعت است و این ناشی از تعدد پارامترهای تاثیرگذار در تولید کشاورزی است. نحوه به کارگیری نهاده‌ها در سیستم‌های مختلف کشاورزی متفاوت بوده و در هر سیستم تولید، کارایی انرژی حاصله نیز متفاوت است به نحوی که می‌تواند منجر به ناپایداری کشاورزی گردد (سبزواری، ۱۳۸۸).

انسان بدون توجه به نوع انرژی مصرفی همیشه برای تأمین نیازهای اولیه غذایی خود مجبور به مصرف انرژی بوده است. انرژی فسیلی فراوان باعث شده است که تأمین غذای جمعیت رو به گسترش، میسر گردد. رشد جمعیت در سطح بالایی باقی مانده است، ولی منابع انرژی بخصوص انرژی فسیلی درحال کاهش است. به خاطر اینکه در سال‌های گذشته اکثر زمین‌های زراعی (حتی نامرغوب) هم زیر کشت رفته‌اند، بنابراین فقط استفاده از روش‌های نوین و استفاده بهینه از زمین‌های زراعی موجود، به عنوان یکی از چند راه تهیه غذای بشر آینده باقی می‌ماند و همواره باید تولید مواد غذایی با افزایش جمعیت تناسب داشته باشد. لذا در

آینده تولیدی پایدار و موفق خواهد بود که در عین تولید زیادتر، انرژی کمتری مصرف کند (پاشایی و همکاران، ۱۳۸۷).

در این راستا یکی از معیارهای کلیدی برای گزینش روش‌های راهبردی در رسیدن به کشاورزی پایدار، افزایش کارایی و بهره‌وری است. کارایی و بهره‌وری از طریق کاربرد پایدارتر منابع از جمله نیروی‌کار، دسترسی بهتر به تکنولوژی جدید، استفاده صحیح از نهاده‌ها و چرخه‌های زیست شناختی و فرآوری در مزرعه قابل افزایش است. همچنین بهره‌وری انرژی (مقدار محصول تولیدی به ازای مقدار معین انرژی‌های مصرفی) نیز یکی از مهمترین بحث‌های مطرح شده در توسعه پایدار کشاورزی است. این نسبت هر چه بالاتر باشد، در جهت توسعه پایدار کشاورزی بوده، و هر چه کوچکتر باشد تخریب محیط زیست و ناپایداری اکولوژیکی را نشان می‌دهد (منصوریان، ۱۳۸۴).

به طور کلی مصرف انرژی در کشاورزی را می‌توان به شرح زیر بیان کرد:

الف- مصرف انرژی در تولیدات کشاورزی؛ که در سه مرحله و گروه متفاوت یعنی "در قبل از ورود به مزرعه"، "در داخل مزرعه" و نیز "پس از خروج از مزرعه" تقسیم بندی می‌شوند. مصرف انرژی قبل از ورود به مزرعه که شامل ساخت ماشین‌ها و مواد لازم، ساخت کودها و سموم و به طور کلی ساخت مواد شیمیایی، آماده سازی بذور، تأسیسات ثابت روستایی و مصالح ساختمانی می‌باشد. مصرف انرژی در داخل مزرعه که شامل عملیات تهیه زمین و کاشت، عملیات داشت، نگهداری و آماده سازی و درجه بندی و بسته بندی اولیه، حمل و نقل داخل مزرعه می‌باشد. مصرف انرژی پس از خروج از مزرعه که شامل حمل و نقل، بسته بندی، انبارداری، سردخانه و صنایع دستی، تبدیلی، بازار و ... می‌باشد.

ب- مصرف انرژی در مصارف روزمره و فعالیت‌های جنبی روستا و تولیدات کشاورزی؛ که در دو قسمت "صنایع جنبی کشاورزی" و "خدماتی و روزمره" تقسیم بندی می‌شوند. خدماتی و روزمره، شامل گرم کردن خوراک، آب گرم بهداشتی، روشنایی و... می‌باشد. صنایع جنبی کشاورزی، شامل خشک کردن محصولات، تهیه خوراک دام، صنایع غذایی و تبدیلی و... می‌باشد (الماسی و همکاران، ۱۳۸۷).

۲-۲- طبقه بندی انرژی مصرفی در کشاورزی

نهاده‌های انرژی را می‌توان از دو دیدگاه تقسیم بندی نمود. در دیدگاه اول نهاده‌های انرژی به دو دسته تقسیم می‌شوند، نهاده‌هایی که انرژی مستقیم[1](DE) و نهاده‌هایی که انرژی غیر مستقیم[2](IDE) ایجاد می‌کنند.

[1] Direct energy
[2] Indirect energy

انرژی مستقیم: یعنی آن قسمت از انرژی‌هایی که مستقیماً و بی واسطه منجر به انجام کار یا فعالیت در داخل می‌شود و شامل:

- سوخت مورد نیاز تراکتورها (عمدتاً گازوئیل) جهت آماده کردن زمین، کاشت، داشت، برداشت و حمل و نقل.
- نیروی برق (سوخت الکتریسیته) جهت پمپ‌های آبیاری و آب آبیاری.
- نیروی انسانی (کارگری) جهت انجام کلیه عملیات زراعی.

انرژی غیر مستقیم: نوعی از انرژی است که به طور غیرمستقیم قبل از مزرعه برای تولید نهاده‌ها استفاده شده است و شامل:

- انرژی مصرفی جهت ساخت و حمل و نقل کودهای شیمیایی و کود حیوانی.
- انرژی مورد نیاز برای تولید و حمل و نقل سموم شیمیایی همچون علف کش‌ها و آفت کش‌ها.
- انرژی مورد نیاز به منظور ساخت، تعمیر و نگهداری ادوات و ماشین‌های کشاورزی.
- انرژی موجود در بذر گندم (Yilmaz et al., 2004).

از دیدگاه دوم نیز نهاده‌های انرژی به دو دسته تقسیم می‌شوند، نهاده‌هایی که انرژی تجدیدپذیر[۳](RE) دارند به این مفهوم که دوباره بازسازی می‌شوند. این نهاده‌ها عبارتند از نیروی انسانی، کودآلی، بذر و آب. نهاده‌هایی که انرژی تجدید ناپذیر[۴](NRE) دارند، این نهاده‌ها معمولا قابل بازسازی نیستند و عبارتند از سوخت دیزل، انرژی الکتریسیته، کودهای شیمیایی، مواد شیمیایی، ماشین‌ها (Banaeian et al., 2011).

۲-۳- تجزیه و تحلیل انرژی در کشاورزی

از آنجایی که فعالیت اصلی بخش عمده‌ای از جوامع روستایی ایران، کشاورزی و تولید محصولات زراعی، باغی و دامی می‌باشد، بخش عمده‌ای از انرژی مصرفی در جوامع روستایی صرف امور کشاورزی می‌شود. بنابراین لازم است که به بررسی و تجزیه و تحلیل الگوی مصرف انرژی و کارایی آن در سیستم کشاورزی پرداخته شود (ذوقی پور و ترکمانی،۱۳۸۶).

آنالیز انرژی با هدف مدیریت کارایی منابع کمیاب به منظور بهبود تولید کشاورزی، ضروری بوده و از این طریق فعالیت‌های تولیدی کارآمد و اقتصادی، مشخص می‌گردند. مزایای دیگر آنالیز انرژی، تعیین انرژی مصرف شده در هر فرایند تولید و در واقع تعیین مراحلی که کمترین انرژی نهاده را نیاز دارند، فراهم آوردن مبناء و اساسی برای محافظت از منابع و همچنین مساعدت در زمینه مدیریت پایدار و سیاست گذاری‌های مربوطه می‌باشد (Chaudhary et al, 2006).

---

[3] Renewable energy
[4] Non-renewable energy

برای محاسبه مقدار انرژی مصرفی در انجام عملیات مختلف یا محتوای انرژی موجود در نهاده‌ها از هم ارزها و فرمول‌های استخراج شده از منابع مختلف استفاده شده است. به منظور ارزیابی انرژی مصرفی، سیستم تولید محصول گندم طی مراحل زیر تحلیل شد:

۱- محاسبه انرژی تمامی نهاده‌های سیستم.

۲- ضرب کردن مقادیر هر نهاده در انرژی واحد تولید آن به منظور یکسان سازی ابعادی و جمع کردن تمامی نهاده‌های انرژی.

۳- محاسبه شاخص‌های مربوطه و تحلیل کارایی انرژی در سیستم.

متخصصین کشاورزی معتقدند بررسی تغییرات تکنولوژیکی که در تولید محصولات زراعی صورت گرفته است، برای سیاست گذاری‌های آینده در زمینه کشاورزی و چگونگی استفاده از زمین، آب و منابع انرژی موجود، حائز اهمیت است. بنابراین می‌توان با در اختیار داشتن تحلیل صحیحی از وضعیت انرژی و ارزیابی شرایط اقتصادی، اطلاعات لازم را برای سیاست گذاری‌ها و برنامه‌های آینده کسب نمود (کوچکی و زند، ۱۳۷۴).

۲-۴- واحدهای ارزیابی انرژی

ارزیابی انرژی از مهم ترین عوامل در سنجش پایداری سیستم‌های کشاورزی است. اگرچه همه افراد در اثر کثرت استفاده از واژه انرژی یک مفهوم کلی از آن در ذهن دارند، اما در واقع تعریف واژه انرژی به سادگی امکان پذیر نیست. تعریف انرژی بصورت "توانایی خلق یک اثر" یک تعریف دقیق می‌باشد (بی‌نام، ۱۹۹۱. به نقل از فرجی، ۱۳۸۶).

گرچه انرژی به شکل‌های مختلف یافت می‌شود اما همه اشکال آن ظرفیت انجام دادن کار را دارا می‌باشند. محققان در رشته‌های مختلف واحدهای متفاوتی را برای محاسبه انرژی به کار می‌برند. واحدهای اصلی اندازه‌گیری انرژی کالری، ژول و BTU است. کالری واحدی است که در علوم تغذیه به کار می‌رود و عبارت است از مقدار گرمایی که برای بالا بردن دمای یک گرم آب به اندازه یک درجه سانتی‌گراد در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد مورد نیاز است. واحد گرمایی انگلیسی BTU مقدار گرمایی است که برای بالا بردن دمای یک پوند آب به اندازه یک درجه فارینهایت لازم است و معادل ۲۵۲ کالری است. در سیستم متریک از ژول استفاده می‌شود و آن حاصل ضرب نیرویی برابر با یک نیوتن در فاصله یک متر است. یک BTU تقریبا معادل یک کیلوژول می‌باشد (کوچکی و حسینی، ۱۳۷۳).

۲-۵- شاخص‌های ارزیابی انرژی

شاخص‌ها به عنوان ابزاری هستند که امکان مقایسه سیستم‌ها و مطالعه جزء به جزء آن‌ها را با یکدیگر فراهم می‌کنند. با مطالعه شاخص‌های انرژی می‌توان مراحل مختلف تولید محصول و مقایسه بازدهی انرژی را در تولید محصولات مختلف با روش‌های متفاوت در اکثر مناطق بررسی کرد (پاشایی و همکاران،۱۳۸۷).

آنالیز انرژی به عنوان مبحثی مهم در علوم کشاورزی مطرح می‌باشد. برای محاسبه صحیح انرژی سه شاخص اصلی بایستی تعریف گردد، این شاخص‌ها عبارتند از نسبت انرژی، افزوده خالص انرژی و بهره‌وری انرژی. نسبت انرژی عبارت است از نسبت انرژی خروجی (تولیدی) سیستم به انرژی ورودی (نهاده‌ها)، افزوده خالص انرژی عبارت است از تفاوت انرژی خالص خروجی و انرژی کل مورد نیاز سیستم (انرژی ورودی)، بهره‌وری انرژی مقدار محصول به دست آمده به ازای هر واحد انرژی ورودی می‌باشد (عجب شیرچی، ۱۳۸۵).

مصرف انرژی در نظام‌های مختلف تولید محصولات کشاورزی شامل نهاده‌هایی هستند که در عملیات مختلف تولید بکار گرفته می‌شوند. این نهاده‌ها را بایستی به درستی تعریف نمود و کمیت گذاری آن‌ها باید بر مبنای تراکم یا میزان چگالی انرژی نهفته در آن منظور گردد. جمع کل نهاده‌های انرژی در نظام تولید در کشاورزی هر واحد سطح (هکتار) از طریق جمع سهم انرژی هر نهاده مصرف شده در واحد سطح انجام می‌گیرد. با انجام این محاسبات و پس از مشخص کردن میزان عملکرد (محصول تولیدی) می‌توان نسبت به محاسبه دقیق وضعیت نسبت انرژی، بهره‌وری و افزوده خالص انرژی اقدام نمود. انرژی مصرفی در این نهاده‌ها از منابع مختلفی است و اینکه منابع آن‌ها فسیلی یا تجدیدپذیر است، تفاوتی نمی‌کند. مهم این است که تفاوت‌هایی که بین انرژی‌هایی که کلاً در عملیات مصرف می‌شوند و آنهایی که در مدت زمان طولانی‌تر مصرف دارند، را در نظر گرفت. این شاخص‌ها در زیر تعریف شده است (الماسی و همکاران،۱۳۸۷).

۲-۵-۱- انرژی نهاده[5]:

شامل مجموع انرژی بیولوژیک (انرژی‌های نیروی انسانی و بذر)، انرژی شیمیایی (انرژی کودها و سموم) و مکانیزاسیون (مستقیم و غیرمستقیم) می‌باشد.

[5] Energy input

۲-۵-۲- انرژی ستانده[6]:

مقدار انرژی موجود در محصول در واحد سطح و شامل انرژی متابولیکی موجود در دانه، ساقه، کاه و کلش است و از حاصل ضرب عملکرد گیاه در ضریب انرژی آن محاسبه می‌گردد. مقادیر انرژی نهاده و ستانده معمولاً بر حسب مگاژول بر هکتار و یا در مورد انرژی نهاده به صورت جزء به جزء بر حسب مگاژول بر واحد نهاده اعلام می‌شود.

۲-۵-۳- کارآیی انرژی[7]

بازده انرژی یا نسبت انرژی، مهمترین شاخص در ارزیابی انرژی سیستم‌های کشاورزی می‌باشد. رابطه بین انرژی ستانده و انرژی نهاده را بیان می‌سازد و به صورت رابطه (۲-۱) تعریف می‌گردد.

$$\mathrm{ER} = \frac{\mathrm{E_{out}}}{\mathrm{E_{in}}} \qquad (۲-۱)$$

که در آن:

ER : کارآیی انرژی (بازده یا نسبت انرژی)

Eout : انرژی ستانده (MJ)

Ein : انرژی نهاده (MJ) می‌باشد.

از آنجایی که در این رابطه، صورت و مخرج از یک بعد می‌باشند، نسبت انرژی شاخصی است بی بعد، بنابراین می‌توان آن را برای مقایسه هر نوع محصولی به کار برد (غلامی پرشکوهی و همکاران، ۱۳۸۹).

۲-۵-۴- افزوده خالص انرژی[8]

تفاوت بین انرژی نهاده و ستانده را با این شاخص و به صورت رابطه (۲-۲) بیان می‌کنند.

$$N.E.G = E_{out} - E_{in} \qquad (۲-۲)$$

که در آن:

N.E.G : افزوده خالص انرژی ($MJ.ha^{-1}$)

Eout : انرژی ستانده ($MJ.ha^{-1}$)

Ein : انرژی نهاده ($MJ.ha^{-1}$) می‌باشد (غلامی پرشکوهی و همکاران،۱۳۸۹).

---

[6] Energy output

[7] Energy Ratio

[8] Net Energy Gain

۲-۵-۵- بهره‌وری انرژی[۹]

میزان تولید کالاها و خدمات به ازای مصرف هر واحد انرژی را بهره‌وری انرژی می‌نامند و به صورت ذیل محاسبه می‌گردد (رابطه ۲-۳).

$$EP = \frac{Y}{E_{in}} \qquad (۳-۲)$$

که در آن:

EP: بهره‌وری انرژی ($kg.MJ^{-1}$)

Y: عملکرد محصول (kg)

Ei: انرژی ورودی (MJ) می‌باشد (غلامی پرشکوهی و همکاران،۱۳۸۹).

واحد آن به صورت کیلوگرم بر مگاژول بوده و بیشتر برای مقایسه دو محصول یکسان در سیستم‌های مختلف کشاورزی، استفاده می‌گردد و نشان دهنده‌ی میزان کارآیی هر سیستم می‌باشد.

۲-۵-۶-شدت انرژی[۱۰]

عکس شاخص بهره‌وری انرژی می‌باشد و بیانگر این است که به ازای تولید یک واحد از محصول، چه میزان انرژی مصرف گردیده است. این شاخص درجه بهینه‌گی استفاده از انرژی را نشان می‌دهد و به صورت زیر محاسبه می‌گردد (رابطه ۲-۴).

$$EI = \frac{E_{in}}{Y} \qquad (۴-۲)$$

که در آن:

EI: شدت انرژی ($MJ.kg^{-1}$)

Ein: انرژی ورودی(MJ)

Y: عملکرد محصول (kg) می‌باشد (غلامی پرشکوهی و همکاران، ۱۳۸۹).

در روش ارزیابی سیستم‌های کشاورزی در مزرعه، انرژی ورودی خورشیدی لحاظ نمی‌گردد، بنابراین غالباً کارآیی انرژی مقادیری بالاتر از یک و افزوده خالص انرژی عددی مثبت می‌باشد و نیز بهره‌دهی انرژی مقادیری بالاتر را نشان می‌دهد.

---

[9] Energy Productivity

[10] Energy Intensity

۲-۶- مشکلات موجود در مطالعات انرژی

در مطالعه‌های مرتبط با انرژی برخی مشکلات عبارتند از:

- نبود آمار و اطلاعات یکسان و استاندارد برای تمامی شرایط و مناطق.
- اجبار به یکنواخت سازی معادلات و مفاهیم انرژی. نبودن اطلاعات کافی برای هر کشور یا منطقه ما را مجبور می‌کند که از مقادیر به دست آمده از کشورهای دیگر که معمولاً متفاوت می‌باشند، استفاده کنیم.
- مسئله دیگر، تولید چند منظوره مواد است. محاسبات انرژی برای موادی که هدف اصلی تولید است محاسبه می‌شود (الماسی، ۱۳۸۰).

۲-۷- هم ارز انرژی[11]

معادل کمی قرار داده شده برای نهاده‌ها یا ستانده‌ها (محصول) در واقع بیان کننده میزان محتوای انرژی می‌باشد که در فرآیند تولید وارد یا خارج می‌شود. برای مثال هم ارز (معادل) در نظرگرفته شده برای هر ساعت کار انسان برای شرایط کار در مزرعه، ۱/۹۶ مگاژول می‌باشد که معادل با میزان انرژی مصرفی توسط آن‌ها است (Safa and Tabatabaeefar, 2002).

معادل یا هم ارز در نظر گرفته شده برای نهاده‌ها از محاسبه میزان انرژی مصرف شده برای تولید هر واحد از آن‌ها به دست می‌آید. برای نمونه، هم ارز در نظر گرفته شده برای هر لیتر گازوییل ۵۶/۳۱ مگاژول می‌باشد (Erdal et al, 2007). این ضریب بسته به نوع نهاده یا ستانده، واحد متفاوتی خواهد داشت. واحد هم ارزهای انرژی برای کودهای دامی و شیمیایی MJ/kg، ماشین‌ها MJ/kg، سوخت دیزل، بنزین و سموم شیمیایی MJ/L و نیروی انسانی MJ/h می‌باشد.

۲-۸- معادل‌های نهاده‌ها و ستانده‌های انرژی

مطالعه جریان انرژی در محصولات کشاورزی به منظور تعیین مقادیر انرژی‌های نهاده و ستانده و شاخص‌های مرتبط به آن، نیازمند بررسی دقیق و همه جانبه است. در ابتدا می‌بایست نهاده‌های انرژی بکار رفته در کلیه مراحل تولید مشخص گردند. این امر مستلزم شناخت نهاده‌ها، میزان و چگونگی کاربرد آن‌ها و نیز نحوه تاثیرگذاری و یا تاثیرپذیری آن‌ها بر یکدیگر دارد. سپس با در نظر گرفتن معادل‌هایی به لحاظ انرژی برای هر یک، محاسبه کمیت‌ها و شاخص‌ها صورت می‌پذیرد. به دلیل ماهیت پیچیده محصولات کشاورزی و به تبع آن فرایندها و عملیات مربوطه، این روابط دارای پراکندگی بسیار زیادی می‌باشند، به

---

[11] Energy equivalent/energy coefficient

طوری که در محاسبه سیر انرژی محصولات، اتفاق نظری در نحوه استفاده از معادل‌های انرژی وجود ندارد (محمدیان صبور،۱۳۸۶).

برای محاسبه انرژی مصرفی در جریان تولید محصولات کشاورزی، ابتدا باید تمام نهاده‌های مصرفی و کل تولید محصولات اصلی و جانبی مورد ارزیابی قرار گیرد. با استفاده از ضرایب، معادل انرژی مربوط به هر واحد از نهاده یا ستانده و ضرب آن در مقدار نهاده مصرف شده یا ستانده تولید شده، در جریان محصولات کشاورزی قابل اندازه گیری است. البته در این مطالعات، از ضرایب متفاوتی استفاده شده که در جدول (۲-۱) به برخی از آن‌ها اشاره شده است. شرایط تولید نهاده‌های مصرفی مانند انواع کودها و سموم شیمیایی، ماشین‌ها و ادوات کشاورزی و نیز نوع نهاده‌های مصرفی وکیفیت آن، مانند توان انسان یا دام باعث چنین اختلافاتی است.

جدول۲-۱: معادل نهاده‌ها و ستانده‌های کشاورزی

	نوع انرژی	واحد (unit)	محتوای انرژی ($MJ.unit^{-1}$)	منبع
	نیروی انسانی	ساعت	۱/۹۶	(Ozkan et al, 2004)
	تراکتور	کیلوگرم	۹۳/۶۱	(Kitani, 1999)
	کمباین	کیلوگرم	۸۷/۶۳	(Kitani, 1999)
	ماشین‌ها	کیلوگرم	۶۲/۷	(Akcaoz et al, 2009)
	آب آبیاری	مترمکعب	۱/۰۲	(Mohammadi et al,2008)
	بذر گندم	کیلوگرم	۱۴/۷	(Ozkan et al, 2004)
انرژی نهاده	سوخت دیزل	لیتر	۵۶/۳۱	(Erdal et al, 2007)
	کود دامی	کیلوگرم	۰/۳	(Ozkan et al, 2004)
	کود نیتروژن	کیلوگرم	۶۶/۱۴	(Esengun et al, 2007)
	کود فسفر	کیلوگرم	۱۲/۴۴	(Esengun et al, 2007)
	کود پتاسیم	کیلوگرم	۱۱/۱۵	(Esengun et al, 2007)
	قارچ کش	لیتر	۲۱۶	(Ozkan et al, 2004)
	علف کش	لیتر	۲۳۸	(Erdal et al, 2007)
	حشره کش	لیتر	۱۹۹	(Gundogmus,E, 2006)
انرژی ستانده	دانه گندم	کیلوگرم	۱۴/۷	(Ozkan et al, 2004)
	کاه و کلش	کیلوگرم	۱۲/۵	(Ozkan et al, 2004)

۲-۹- پیامدهای مصرف زیاد انرژی در کشاورزی

وقوع انقلاب سبز در دهه ۱۹۴۰ میلادی نقطه عطفی در افزایش تولیدات کشاورزی در کشورهای جهان سوم به شمار می‌آمد، اما این پیشرفت شگرف در تولید غذا در نیم قرن اخیر مرهون به کارگیری گسترده‌ی انرژی‌های فسیلی بوده است. بر اساس برآوردهای موجود ۵۰ درصد افزایش عملکرد در سطح جهان در طول این قرن ناشی از مصرف کودهای شیمیایی است. اما توجه به انرژی به منظور تولید غذا برای جمعیت روبه رشد بشر، ریشه در بحران نفتی اوایل دهۀ هفتاد میلادی دارد و این امر منجر به انجام برخی مطالعات، به جهت وابستگی رو به رشد بخش کشاورزی به انرژی گردید. نتیجۀ عمومی در اکثر این مطالعات این بود که مصرف انرژی در تولید محصولات کشاورزی رو به افزایش بوده و بهره‌وری انرژی کاهش می‌یابد و این موضوع کشاورزی را در برابر قیمت نفت آسیب پذیر می‌سازد (رحیمی زاده و همکاران، ۱۳۸۶).

پیامدهای مصرف زیاد انرژی در کشاورزی در چند دهه اخیر (پس از جنگ جهانی دوم) بسیار گسترده و در موارد متعدد غیر قابل جبران بوده که بخشی از مهم ترین تبعات آن عبارتند از:

۱- افزایش انتشار دی اکسید کربن و گرم شدن جو کره زمین در اثر پدیده گلخانه‌ای و نهایتاً تغییر آب و هوا

۲- کاهش جمعیت میکرو ارگانیسم‌های مفید خاک به دلیل شخم بی رویه زمین‌های زراعی و عدم استفاده از کودهای آلی.

۳- کاهش تنوع زیستی به دلیل مصرف بی رویه انواع سموم شیمیایی.

۴- کاهش حاصلخیزی خاک و افزایش تلفات و شستشوی عناصر غذایی خاک.

۵- افزایش فرسایش خاک.

۶- مقاوم شدن آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز به دلیل مصرف بی رویه سموم.

۷- اثرات اجتماعی و فرهنگی در جوامع روستایی (تشدید مهاجرت به شهرها، تضعیف خود اتکائی، گسست فرهنگی) (رحیمی زاده و همکاران، ۱۳۸۶).

۲-۱۰- جهت گیری مصرف انرژی در آینده

تولید پایدار غذا، به مقدار زیاد به مصرف کارآمدتر انرژی و همچنین اتکای کمتر به انرژی صنعتی به ویژه سوخت‌های فسیلی وابسته است. چنانچه که پیشنهاد شده است عامل مهم مصرف پایدارتر انرژی در کشاورزی، در توسعه مصرف انرژی‌های بیولوژیک نهفته است. نهاده‌های بیولوژیک نه تنها قابل تجدید بوده بلکه به طور محلی در دسترس و قابل کنترل هستند، از نظر محیطی بی‌خطر بوده و به سلامت اکولوژیکی اکوسیستم‌های کشاورزی کمک می‌کنند.

بسیاری از روش‌های اکولوژیکی ارائه شده مستقیما به کارایی انرژی مربوط می‌شوند و برخی از راهکارهای طراحی سیستم تولید غذا با مصرف انرژی به روش پایدار را نشان می‌دهند.

۱- کاهش انرژی صنعتی کشاورزی به ویژه منابع غیر قابل تجدید یا آلوده کننده مثل سوخت‌های فسیلی.

۲- افزایش استفاده از انرژی‌های بیولوژیک (همانند نیروی انسانی، کودهای آلی و....).

۳- طراحی اکوسیستم‌های کشاورزی که در آن‌ها روابط اکولوژیک و بیولوژیک موجب فراهم ساختن بیشتر مواد غذایی و بیوماس شده و فرآیندهای تنظیم جمعیت در داخل آن‌ها صورت پذیرفته و به هر حال به مقادیر کمتری از منابع انرژی ورودی نیاز دارند.

۴- توسعه شاخص‌هایی از انرژی که در ارتباط با پایداری است و هدف آن کارایی، بهره‌وری و تجدیدپذیری است.

امروزه بحث‌های زیادی درباره اینکه کشاورزی بدون استمرار استفاده زیاد از سوخت‌های فسیلی قادر به برآورده ساختن نیازهای رو به افزایش در سراسر جهان نخواهد بود، می‌شود. اگرچه این دیدگاه چالش اصلی دهه‌های آینده را روشن ساخته است اما خطر مشکلات ناشی از روش‌های فعلی تولید غذا و همچنین روش‌های قابل جایگزین را که در صورت هدایت کردن تحقیقات مربوط به اکوسیستم‌های کشاورزی به سمت تجزیه و تحلیل جامع نگر، عملی خواهد شد، نادیده گرفته است (گلیسمن، ۲۰۰۷).

۲-۱۱- سیستم اطلاعات جغرافیایی[۱۲](GIS)

بی‌گمان اطلاعات دقیق و بهنگام، رکن مهم توسعه پایدار به شمار می‌آید. به ویژه در عصر حاضر که افزایش نیازها و به تبع آن بهره گیری گسترده از منابع، سبب تشدید فعل انفعالات بین انسان و طبیعت شده و جوامع بشری را با بحران‌ها و نابسامانی‌های بیشماری روبرو کرده است. در این میان مهمترین ابزار مدیریت منابع، باید سیستم اطلاعات جغرافیایی باشد که در عرصه‌های مختلف برنامه ریزی توسعه، مدیریت منابع و مطالعات علمی و پژوهشی بکار می‌رود.

سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) یک سیستم کامپیوتر مبنا می‌باشد که به عنوان یک مجموعه متشکل از سخت افزار، نرم افزار، اطلاعات جغرافیایی، نیروی انسانی و مدلهای پردازش داده، به منظور تولید، ذخیره سازی، نمایش، بازیابی، پردازش و بهنگام سازی اطلاعات جغرافیایی مربوط به عوارض و پدیده‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع بستری برای ذخیره، نگهداری، مدیریت و تجزیه و تحلیل

[12] Geographic System Information

Family name: **Mousavizad**	Name**: Mir Mohsen**
Title of Thesis**: Determination of Energy Consumption for Wheat Production and its GIS Maps in Ardabil**	
Supervisor: **Vali Rasooli Sharabiani** Advisor: **Ghafor Agaie**	
Graduate Degree **M.Sc.** Major: **Engineering of Agricultural Mechanization** Specialty: **Management and Analysis of Systems**	
University of **Mohaghegh Ardabili**	Faculty of **Agriculture and Natural Resources**
Graduation date: **30.12.2017**	Number of pages: **93**

Abstract:

In this research, the energy flow in wheat fields and rain fed fields of Ardabil city was evaluated and compared in the years 2016-17. The indicators of energy ratio, net energy gain, energy intensity, energy productivity, total input energy and total output were calculated and GIS map was prepared for these indices. The questionnaires were designed and according to the size of the population under study, the sample size was determined by the Cochran formula. Primary data were obtained through field survey and personal interviews using questionnaires from farmers in all 9 villages. Inputs included seeds, fertilizer, toxins, irrigation, fuel, agricultural machines, human muscle power and transportation while output products including grains and straw. Secondary data and energy equivalents were obtained from available literature using collected data of the production period. Analysis of data showed that the total input energy in both wheat and rainfed crops, the fuel had the highest energy consumption and the transport variable was also the lowest. The results showed that the average input energy for wheat fields and rain fed wheat fields was 17730.61 and 12109.91 MJ ha^{-1}, respectively. The average output-to-input ratio for wheat fields was 4.7 and for rain fed wheat fields was 2.04. The average energy intensity for wheat fields and rain fed fields was 3.87 and 6.9 MJ kg^{-1} and the average energy productivity was estimated to be 0.34 and 0.14 $kgMJ^{-1}$, respectively. From the positivity of the net energy gain of wheat cultivation in 9 regions, it was found that the cultivation of this product in these areas was justified. Wheat fields of Kalkhoran village and rain fed farms of Sardabeh village had better management than other villages and were more efficient in energy consumption. In general, energy garlic for wheat production in Ardebil was more effective in wheat fields than rain fed wheat fields. Also, using the GIS, all farm data can be analyzed and with the management of the agricultural system can benefit most from the agricultural inputs used in wheat production.

Keywords: Ardabil, Energy Productivity, Geographic System Information, Wheat, Energy Ratio

1978
University of
Mohaghegh Ardabili

Faculty of Agriculture and Natural Resources

Department of Biosystems Engineering

Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of M.Sc. in Engineering of Agricultural Mechanization - Management and Analysis of Systems

Title:

Determination of Energy Consumption for Wheat Production and its GIS Maps in Ardabil

Supervisor:

Vali Rasooli Sharabiani (Ph. D)

Advisor:

Ghafor Agaie (M.Sc.)

By:

Mir Mohsen Mousavizad

December – 2017