فهرست مطالب

عنوان .....شماره صفحه

فصل اول مقدمه.....۹

۱-۱- مقدمه.....۹

۱-۲-هدف.....۱۲

فصل دوم پیشینه تحقیق.....۱۳

۲-۱-قارچ.....۱۳

۲-۲-تاریخچه پیدایش و پرورش قارچ‌های خوراکی.....۱۴

۲-۲-۱-در جهان.....۱۴

۲-۲-۲-در ایران.....۱۴

۲-۳-اهمیت تغذیه‌ای قارچ‌های خوراکی.....۱۶

۲-۴-گیاه‌شناسی قارچ‌های خوراکی.....۱۷

۲-۴-۱-رده‌بندی.....۱۷

۲-۴-۲-مرفولوژی قارچ خوراکی دکمه‌ای.....۱۸

۲-۵-مراحل کلی تولید قارچ خوراکی دکمه‌ای.....۱۹

۲-۵-۱-تهیه ابزار و وسایل استریل و متناسب با محیط.....۱۹

۲-۵-۲-ورود کمپوست به سالن.....۲۰

۲-۵-۳-تخته کوبی.....۲۰

۲-۵-۴-میسلیوم رانی.....۲۰

۲-۵-۵-اضافه کردن خاک پوششی (خاکدهی).....۲۱

۲-۵-۶-رافلینگ (خراش دهی).....۲۲

۲-۵-۷-شوک حرارتی و هوادهی.....۲۲

۲-۵-۸-برداشت قارچ.....۲۳

۲-۵-۹-تخلیه و ضدعفونی سالن.....۲۴

۲-۶-آفات و بیماری‌های قارچ دکمه‌ای.....۲۴

۲-۶-۱-آفات قارچ دکمه‌ای.....۲۴

۲-۶-۲-بیماری‌های قارچ دکمه‌ای.....۲۴

۲-۷-انرژی.....۲۴

۲-۷-۱-شکل‌های مختلف انرژی در کشاورزی.....۲۵

فهرست مطالب

عنوان .....شماره صفحه

۲-۷-۲-هم‌ارز انرژی.....۲۶
۲-۸-نهاده‌های تولیدی در کشاورزی.....۲۶
۲-۸-۱-نیروی انسانی.....۲۶
۲-۸-۲-ماشین‌ها و ادوات.....۲۷
۲-۸-۳-سوخت فسیلی.....۲۷
۲-۸-۴-کودها.....۲۷
۲-۸-۵-الکتریسیته.....۲۸
۲-۸-۶-انرژی ستانده.....۲۸
۲-۹-شاخص‌های انرژی.....۲۹
۲-۹-۱-نسبت انرژی.....۲۹
۲-۹-۲-افزوده خالص انرژی.....۲۹
۲-۹-۳-بهره‌وری انرژی.....۲۹
۲-۹-۴-شدت انرژی.....۲۹
۲-۱۰-چگونگی تحلیل انرژی.....۳۰
۲-۱۱-تابع تولید و کارایی فنی.....۳۱
۲-۱۱-۱-روش‌های پارامتری و ناپارامتری تشخیص تابع تولید.....۳۲
۲-۱۲-تحلیل پوششی داده‌ها.....۳۲
۲-۱۳-مجموعه امکان تولید.....۳۳
۲-۱۴-مجموعه مرجع.....۳۳
۲-۱۵-شاخص‌های اقتصادی.....۳۵
۲-۱۶-مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه با عوامل موثر در پرورش قارچ دکمه‌ای.....۳۵
۲-۱۷-مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه مصرف انرژی و رابطه بین نهاده‌ها و عملکرد محصولات مختلف کشاورزی.....۳۶
۲-۱۸- مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه اندازه‌گیری کارایی و بهروه‌وری انرژی سیستم‌های کشاورزی با DEA.....۳۸
فصل سوم مواد و روش‌ها.....۴۱
۳-۱-مقدمه.....۴۱
۳-۲-موقعیت منطقه.....۴۱

فهرست مطالب

عنوان .....شماره صفحه

۳-۳-روش جمع‌آوری اطلاعات.....۴۴
۳-۴-محاسبه انرژی مصرفی.....۴۵
۳-۴-۱-انرژی نیروی انسانی.....۴۵
۳-۴-۲-انرژی مصرفی تجهیزات.....۴۶
۳-۴-۳-انرژی سوخت.....۴۶
۳-۴-۴-انرژی کمپوست.....۴۷
۳-۵-انرژی ستانده.....۴۹
۳-۶-شاخص‌های انرژی.....۴۹
۳-۷-برقراری رابطه رگرسیونی بین انرژی نهاده‌ها و عملکرد.....۵۰
۳-۷-۱-مدل رگرسیونی.....۵۰
۳-۷-۲-تحلیل حساسیت.....۵۱
۳-۸-شاخص‌های اقتصادی.....۵۲
۳-۹-استخراج و تحلیل داده‌ها.....۵۴
فصل چهارم نتایج و بحث.....۵۵
۴-۱-تعیین سهم هریک از نهاده‌ها در میزان مصرف انرژی واحدهای پرورش قارچ دکمه‌ای.....۵۶
۴-۲-محاسبه شاخص‌های انرژی.....۵۷
۴-۳-رابطه رگرسیونی انرژی نهاده‌ها و عملکرد.....۵۹
۴-۳-۱-تخمین ضرایب رگرسیونی.....۵۹
۴-۴-رابطه رگرسیونی انواع انرژی و عملکرد.....۶۱
۴-۴-۱-تخمین ضرایب رگرسیونی.....۶۲
۴-۴-۲-تحلیل حساسیت انواع انرژی.....۶۳
۴-۵-بررسی کارایی واحدها با استفاده از روش DEA.....۶۳
۴-۵-۱-تجزیه و تحلیل واحدهای پرورش قارچ با استفاده از مدل بازگشت به مقیاس ثابت CCR.....۶۳
۴-۵-۲- تجزیه و تحلیل واحدهای پرورش قارچ با استفاده از مدل بازگشت به مقیاس ثابت BCC.....۶۸

فهرست مطالب

عنوان .....شماره صفحه

۴-۵-۳-تعیین کارایی فنی کارایی فنی خالص و کارایی مقیاس..... ۷۲
۴-۶-تحلیل اقتصادی..... ۷۳
۴-۶-۱-تعیین سهم هزینه هر یک از نهاده‌های تولیدی قارچ..... ۷۳
۴-۶-۲-تخمین ضرایب رگرسیونی..... ۷۵
فصل پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهادها..... ۷۷
۵-۱-نتیجه‌گیری..... ۷۷
۵-۱-۱-نتایج مربوط به انرژی..... ۷۸
۵-۱-۲-نتایج مربوط به مدل‌های رگرسیونی..... ۷۸
۵-۱-۳-نتایج مربوط به استفاده از تکنیک DEA..... ۷۸
۵-۱-۴-نتایج تحلیل اقتصادی..... ۷۹
۵-۲-پیشنهادها..... ۸۷
منابع..... ۸۱

فهرست جداول

عنوان .....شماره صفحه

جدول ۲-۱- مهمترین کشورهای صادرکننده قارچ خوراکی در دنیا در سال ۱۹۹۰.....۱۴
جدول ۲-۲- تعداد واحدهای پرورش قارچ خوراکی بر حسب نوع فعالیت و استان ۱۳۹۱.....۱۵
جدول ۲-۳- عناصر غذایی موجود در قارچ‌های خوراکی به تفکیک گونه بر حسب درصد وزن خشک.....۱۷
جدول ۲-۴- برخی کودهای شیمیایی تجاری و متوسط غلظت عناصر آنها.....۲۸
جدول ۳-۱- وضعیت پرورش قارچ دمه‌ای شهرستان اصفهان سال ۹۰-۹۱.....۴۳
جدول ۳-۲- هم ارز انرژی نهاده‌های مصرف شده در تولید قارچ دکمه‌ای.....۴۵
جدول ۳-۳- هم ارز انرژی نهاده‌های مصرف شده در تولید کمپوست قارچ دکمه‌ای.....۴۸
جدول ۴-۱- مقدار نهاده‌ها و محتوای انرژی آنها در پرورش قارچ دکمه‌ای.....۵۷
جدول ۴-۲- شاخص‌های انرژی در تولید قارچ دکمه‌ای.....۵۸
جدول ۴-۳- تخمین ضرایب رگرسیونی و تحلیل حساسیت نهاده‌ها.....۶۰
جدول ۴-۴- تخمین ضرایب رگرسیونی و تحلیل حساسیت انواع انرژی.....۶۲
جدول ۴-۵- واحدهای کارا و تعداد دفعات مرجع قرار گرفتن واحدهای ناکارا در مدل CCR.....۶۳
جدول ۴-۶- امتیاز کارایی و رتبه‌بندی واحدها در مدل CCR.....۶۴
جدول ۴-۷- مجموع مرجع و ضرایب واحدهایی ناکارا در مدل CCR.....۶۵
جدول ۴-۸- مازاد ورودی‌های واحدها در مدل CCR.....۶۶
جدول ۴-۹- واحدهای کارا و تعداد دفعات مرجع قرار گرفتن واحدهای ناکارا در مدل BCC.....۶۸
جدول ۴-۱۰- مجموع مرجع و ضرایب واحدهایی ناکارا در مدل BCC.....۶۹
جدول ۴-۱۱- امتیاز کارایی و رتبه بندی واحدها در مدل BCC.....۷۰
جدول ۴-۱۲- مازاد ورودی‌ها در مدل BCC.....۷۱
جدول ۴-۱۳- تجزیه کارایی فنی و بازده به مقیاس.....۷۳
جدول ۴-۱۴- هزینه‌های تولید قارچ دکمه‌ای.....۷۴
جدول ۴-۱۵- شاخص‌های اقتصادی در تولید قارچ دکمه‌ای.....۷۴
جدول ۴-۱۶- تخمین ضرایب رگرسیونی و تحلیل حساسیت هزینه نهاده‌ها.....۷۵

فهرست شکل‌ها

عنوان .....شماره صفحه

شکل ۲-۱- قارچ دکمه‌ای سفید.....۱۸
شکل ۲-۲- شماتیک قسمت‌های مختلف اندام هوایی قارچ دکمه‌ای سفید.....۱۹
شکل ۲-۳- انجام عملیات تخته‌کوبی قارچ دکمه‌ای.....۲۰
شکل ۲-۴- یسلیوم رانی قارچ دکمه‌ای.....۲۱
شکل ۲-۵- ظهور قارچ دکمه‌ای و شروع برداشت.....۲۳
شکل ۲-۶-انواع انرژی در کشاورزی.....۲۵
شکل ۲-۷- تابع تولید مرزی و کارایی فنی.....۳۱
شکل ۲-۸- مرز کارایی برای واحدهایی با دو ورودی و یک خروجی در اندازه‌گیری ورودی محور.....۳۴
شکل ۳-۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه.....۴۲
شکل ۳-۲-واحد تولید کمپوست قارچ دکمه‌ای در شهرستان اصفهان.....۴۸
شکل ۴-۱- سهم انرژی نهاده‌های مصرفی در تولید قارچ.....۵۷
شکل ۴-۲- توزیع انواع انرژی در تولید قارچ دکمه‌ای.....۵۹
شکل ۴-۳- سهم ذخیره انرژی هرکدام از ورودی‌ها.....۶۷
شکل ۴-۴- نمودار کارایی واحدها در مدل CCR.....۶۷
شکل ۴-۵- نمودار کارایی واحدها در مدل BCC.....۶۸

فهرست علائم و اختصارات

کمیت	واحد	نماد
تحلیل پوششی داده‌ها	–	DEA
واحدهای تصمیم‌سازی	–	DMU
بازده ثابت نسبت به مقیاس	–	CRS
بازده متغیر نسبت به مقیاس	–	VRS
انرژی نیروی انسانی	MJ/m^2	E_{la}
هم‌ارز انرژی کارگر	MJ/h	EI_{la}
میزان نیروی انسانی	h/m^2	T
انرژی معادل تجهیزات بر حسب مگاژول	MJ	E_{im}
وزن تجهیزات	Kg	W_{im}
عمر مفید تجهیزات	سال	L
تعداد دوره پرورش در سال	-	N
سطح زیرکشت سالنها در هر دوره از پرورش	m^2	A
انرژی سوخت	MJ/m^2	E_{fuel}
شدت انرژی سوخت	MJ/L	E_i
مقدار سوخت مصرف شده	L/ m^2	Q_i
انرژی ستانده	MJ/m^2	E_y
شدت انرژی قارچ تازه	MJ/kg	E_i
وزن قارچ تازه	kg/ m^2	W_i
نسبت انرژی	-	ER
بهره‌وری انرژی	kg/MJ	EP
مقدار انرژی خروجی	MJ/ m^2	Eout
عملکرد محصول	kg/ m^2	Y
مقدار انرژی ورودی	MJ/ m^2	E_{in}
شدت انرژی	MJ/kg	EI
افزوده خالص انرژی	MJ/ m^2	NEG
محصول واحد i‌ام	-	Y_i
نهاده‌های مورد استفاده در تولید	-	X_{ij}
ضریب ثابت	-	A
ضریب خطا	-	E_i

فهرست علائم و اختصارات

ضرایب رگرسیونی نهاده‌ها	-	β_i , γ_i , a_j
محصول واحد i	-	Y_i
انرژی غیرمستقیم	-	IDE
انرژی تجدیدپذیر	-	RE
انرژی تجدید ناپذیر	-	NRE
تولید نهایی نهاده jام	-	MPP_{xj}
میانگین هندسی نهاده jام واحد پرورش	-	$GM(X_j)$
میانگین هندسی عملکرد واحدهای پرورش	-	GM(Y)
ارزش حال خالص	-	NPW
هزینه کل	T/ m^2	TC
درآمد کل	T/ m^2	TR
عملکرد قارچ دکمه ای	kg/ m^2	Y

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

انرژی یکی از مهم‌ترین فاکتورها در سنجش سیستم‌های کشاورزی می‌باشد. امروزه قسمت قابل توجهی از انرژی برای انجام کارهای کشاورزی و مکانیزه کردن آنها به‌کار می‌رود و هزینه‌های قابل توجهی برای تأمین توان مورد نیاز در مکانیزاسیون کشاورزی صرف می‌شود. این در حالی است که با توجه به افزایش روزافزون جمعیت، محدودیت در منابع آب و خاک، مکانیزاسیون به معنای خاص و عام آن و با هدف افزایش تولید در واحد سطح یک ضرورت به‌شمار می‌رود. با این نگرش، تجزیه و تحلیل بنیادی در مورد انرژی و منابع آن و نیز جایگاه آن در مکانیزاسیون لازم به نظر می‌رسد. از طرفی با توجه به اینکه بازده انرژی به نوعی معیار پیشرفت فناوری است، داشتن سیاست‌های مشخص در سطح کلان برای برآورد احتیاجات، جلوگیری از ضایعات و کاهش آنها، ارائه برنامه‌های درازمدت برای به‌کارگیری فناوری‌های پیشرفته در استفاده مؤثرتر از منابع موجود و نیز به‌کارگیری منابع جدید، در کنار آموزش‌های لازم در به‌کارگیری صحیح از انرژی به صورت‌های مختلف آن و تشویق مصرف‌کنندگان انرژی در جهت صرفه‌جویی در این منبع در سطح خرد بسیار حیاتی است (الماسی و همکاران، ۱۳۸۴).

انرژی نقش مهم و محوری در توسعه و پیشرفت ملت‌ها ایفا می‌کند که می‌توان گفت در صورت نبودن آن شکل‌گیری تمدن‌ها به صورت امروزی امری محال به نظر می‌رسید. در هر جامعه‌ای از سنتی گرفته تا صنعتی نه هزینه‌های انرژی، بلکه قابلیت دسترسی به انرژی است که ایجاد بحران می‌کند و مدیریت انرژی

تنها و نزدیکترین راه برای بهره‌برداری بیشتری از سوخت‌های موجود و منابع انرژی است. مدیریت علاوه بر فواید کوتاه مدت اقتصادی، مجال و زمان کافی برای انتقال به سوخت‌های دیگر را فراهم می‌آورد و این مفاهیم اهمیت فزآینده‌ای را در توانمندی نوع بشر در مبارزات آتی در برابر ایجاد کار، غذا و امنیت نسل‌های آینده نوید می‌دهد (کوچکی و حسینی، ۱۳۷۳).

بخش کشاورزی به عنوان مهم‌ترین بخش تولیدکننده مواد غذایی کشور نه تنها مصرف‌کننده انرژی است بلکه مهم‌ترین عرضه‌کننده انرژی نیز محسوب می‌شود. نظر به اینکه بخش کشاورزی از یک طرف با محدودیت منابع تولید روبه‌رو بوده و از سوی دیگر تأمین‌کننده امنیت غذایی جمعیت در حال رشد می‌باشد، باید تعادل و توازنی بین جریان برداشت و بهره‌برداری از منابع تولید و میزان تولید محصولات کشاورزی ایجاد شود. در واقع روند استفاده از منابع تولید باید به گونه‌ای باشد که علاوه بر رفع نیازهای غذایی نسل کنونی، امنیت غذایی نسل آینده نیز تهدید نشود. این مسأله مبنای آنچه امروزه به آن کشاورزی پایدار گفته می‌شود، را تشکیل می دهد.

استفاده مؤثر از انرژی، یکی از نیازهای اساسی کشاورزی پایدار است. مصرف انرژی در کشاورزی، در پاسخ به افزایش جمعیت، محدودیت زمین‌های قابل کاشت و تمایل به استانداردهای بهتر زندگی افزایش یافته است. افزایش تقاضا برای مواد غذایی باعث تشدید در مصرف کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها، ماشین‌ها و سایر منابع طبیعی شده است. افزایش مصرف انرژی در سال‌های اخیر باعث ایجاد مشکلاتی در سلامتی افراد و مسائل زیست محیطی شده است. استفاده مؤثر از انرژی در کشاورزی مشکلات زیست محیطی را کاهش می-دهد و از تخریب منابع طبیعی جلوگیری کرده و کشاورزی پایدار را به عنوان یک سامانه تولیدی اقتصادی توسعه می‌دهد (اردال و همکاران، ۲۰۰۷).

اگر از دیدگاه کشاورزی پایدار به تولیدات کشاورزی نگاه شود باید در این نگرش که هرکس عملکرد بیشتری در واحد سطح داشته باشد کشاورز برتر و نمونه است، تجدید نظر گردد و لازم است در نظر گرفته شود که این میزان تولید با مصرف چه میزان انرژی به‌دست آمده است. گیاه سبز به عنوان نقطه شروع چرخه انرژی در طبیعت و مبدل انرژی نورانی خورشید، با فرآیند پیچیده فتوسنتز به انرژی قابل ذخیره در ملکول-های مواد آلی می‌باشد. از سوی دیگر گیاه برای تکمیل فرآیند فتوسنتز نیاز به حمایت فیزیکی و تامین مواد شیمیایی از خاک، آب و ... دارند. برای تأمین هر یک از این نیازها و یا ایجاد ترکیبات شیمیایی قابل جذب برای گیاه نیاز به مصرف انرژی می‌باشد، لذا این رابطه تنگاتنگ میان انرژی و گیاه، کشاورزی را به تولیدکننده و مصرف کننده عمده انرژی تبدیل کرده است. با توسعه جوامع بشری و افزایش تقاضا برای تولیدات کشاورزی و از سوی دیگر محدودیت منابع آب و خاک، بالا بردن عملکرد در واحد سطح را به یکی از اصلی‌ترین اهداف تولید کنندگان تبدیل نموده است. اما رسیدن به سطح بالای تولید مستلزم مصرف انرژی بیشتر است. مصرف انرژی بیشتر از جمله به شکل سموم شیمیایی و سوخت‌های دیزل آلودگی‌های محیط زیست را در پی دارد. بنابراین استفاده از منابع انرژی به صورت کارآمد و مؤثر در کنار اهداف تولیدی، جهت رسیدن به کشاورزی پایدار، باید از رویکردهای سیاستگذاران بخش کشاورزی باشد.

تولید اقتصادی تابعی از نیروی کارگری، سرمایه، منابع طبیعی، مقدار انرژی در دسترس و فناوری می-باشد. در بخش اقتصادی، انرژی و دیگر منابع به شدت مصرف شده است. بنابراین، هم منابع طبیعی به شدت

کاهش یافته و هم میزان آلاینده‌ها به طور چشمگیری افزایش یافته است. مصرف انرژی به‌خاطر تأثیر آن بر تمرکز گازهای گلخانه‌ای و گرم شدن کره زمین مورد بحث قرار گرفته است. بهترین روش برای کاهش خطرات زیست محیطی مصرف انرژی، بالا بردن بازده مصرف انرژی است (اسنگان و همکاران، ۲۰۰۷).

تحلیل‌های اقتصادی، انرژی و زیست محیطی علاوه بر تحلیل‌های فنی، از ضرورت‌های مهم در پروژه‌های کشاورزی هستند. برای اولین بار تحلیل انرژی در کشاورزی به صورت جدی از دهه ۱۹۷۰ به دلیل افزایش شدید قیمت مشتقات نفتی آغاز گردید و بر روی مسائل تشخیص میزان مصرف انرژی، انرژی‌های جایگزین و روش‌های بهتر تولید تحقیق گردید (کوچکی، ۱۳۶۸). ارزیابی جریان‌های مختلف انرژی دخیل در تولیدات کشاورزی اساس تحلیل انرژی را تشکیل می‌دهد. اهداف تحلیل‌های انرژی، کاهش نهاده‌های انرژی و جایگزینی منابع انرژی تجدیدپذیر در فرآیند کشاورزی و حتی‌المقدور کاهش هزینه‌های تولید و روش‌های تولید دوستدار طبیعت به عنوان قسمتی از یک سیستم مدیریت بهینه می‌باشند. مدیریت نوین از طریق کشاورزی دقیق، صرفه جویی در انرژی را با کاربرد مقادیر صحیح بذر، کود و آفت کش‌ها مطابق با شرایط محل، به حداقل رساندن تردد ماشین و استفاده از ماشین‌هایی با اندازه مناسب و مصرف سوخت قابل قبول، انجام عملیات در زمان بهینه، استفاده از فناوری‌ها با نیاز کم انرژی مانند بذور پر بازده و اصولاً هر روشی که بر تولید بیفزاید یا مصرف انرژی را کاهش دهد، امکان‌پذیر می‌سازد (الماسی و همکاران، ۱۳۸۴).

قیمت بالای نفت و کمبود آن در اغلب کشورهای توسعه یافته عاملی بوده که آنها را به سمت مصرف بهینه منابع انرژی سوق داده است. اما متأسفانه در کشوری مانند ایران که دارای منابع انرژی بیشتری نسبت به اکثر کشورهای دیگر می‌باشد، برای سال‌های متمادی هیچ برنامه منظمی در جهت صرفه‌جویی و مصرف بهینه انرژی در قسمت‌های مختلف و از جمله کشاورزی نبوده است.

امروزه کمبود پروتئین مساله‌ای پیش روی بشر است. این کمبود در کشورهای جهان سوم بیشتر احساس می‌شود. حبوبات، سویا و قارچ خوراکی مهمترین منابع پروتئین غیرحیوانی هستند که امروزه بطور وسیع مصرف می‌شوند. در این میان بازار مصرف قارچ خوراکی به دلیل افزایش سطح آگاهی جامعه نسبت به فواید و روش مصرف آن، روند رو به رشدی را تجربه می‌کند.

قارچ به علت اینکه سرشار از مواد پروتئینی، گلوسیدی، ویتامین‌ها و لیپیدها است می‌تواند غذای مناسب و کاملی برای انسان به شمار آید. ضمن اینکه به واسطه سهولت پرورش قارچ خوراکی می توان آن‌ها را به صورت تازه، خشک، کنسرو و پودر به بازار عرضه نمود.

۱-۲- هدف

هدف از این تحقیق، بررسی روند مصرف انرژی در تولید قارچ دکمه‌ای در استان اصفهان می‌باشد. هدف نهایی از این تحقیق ارائه راهکارهایی به منظور افزایش بهره‌وری انرژی در تولید قارچ دکمه‌ای با بررسی و تحلیل مسائل زیر می باشد:

۱- بررسی وضعیت موجود در مصرف انرژی و هزینه‌ها در تولید قارچ دکمه‌ای در استان اصفهان،
۲- تعیین میزان سهم هر یک از نهاده‌های مصرفی از نظر مصرف انرژی و هزینه در تولید قارچ دکمه‌ای،
۳- تعیین رابطه بین انرژی نهاده‌ها و فرم انرژی با عملکرد قارچ دکمه‌ای،
۴- تعیین شاخص‌های انرژی نظیر نسبت انرژی و بهره‌وری انرژی،
۵- برآورد شاخص‌های اقتصادی شامل نسبت سود به هزینه (BCR) واحدهای پرورش قارچ دکمه‌ای و مدلسازی با روش پارامتری کاب-داگلاس،
۶- ارائه مدل الگوی مصرف بهینه انرژی و نسبت انرژی ستانده (عملکرد) به نهاده با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) ،
۷- ارائه راهکار و توصیه‌های مدیریتی در جهت اصلاح واحدها و رسیدن به نقطه کارا.

این مطالعه در پنج فصل طبقه‌بندی گردیده است. فصل اول که در بالا بدان اشاره شد مقدمه کار را شرح داده است. فصل دوم به نکاتی در زمینه پرورش قارچ و مطالعات انجام شده در این زمینه پرداخته است. در فصل سوم روش جمع‌آوری اطلاعات محاسبه انرژی مصرفی و روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک تابع تولید ذکر گردید. و در فصل چهارم نتایج بدست آمده از این مطالعه در قالب جداول و اشکال توصیف شده و در نهایت در فصل پنج به طور خلاصه نتایج بیان گردید و پیشنهادهایی جهت بهبود مصرف انرژی در زمینه پرورش قارچ ارائه شد.

فصل دوم

پیشینه تحقیق

این فصل به بررسی و مرور پژوهش‌های انجام شده در زمینه مصرف انرژی در تولید محصولات کشاورزی و رابطه بین مصرف انرژی و تولید محصول در ایران و سایر نقاط دنیا می‌پردازد. اما قبل از آن لازم است به کلیاتی در مورد پرورش قارچ دکمه‌ای و تاریخچه‌ای از فعالیت های انجام شده در زمینه واحدهای پرورش قارچ اشاره شود.

۲-۱- قارچ

انسان از بدو پیدایش در جستجوی غذا بوده است و احتمالاً یکی از اولین محصولاتی که به عنوان غذا جلب توجه کرده‌اند، قارچها بوده‌اند. امروزه نیز با وجود استفاده از محصولات زراعی مهم از جمله گندم، برنج، ذرت و سیب‌زمینی برای تأمین غذا، استفاده از محصولات غیرمرسوم در سیستم کشاورزی می‌تواند کمک شایانی به وضعیت اقتصادی و اجتماعی مردم کشور خصوصاً کشاورزان بنماید. قارچها که احتمالاً اولین محصولات زراعی اهلی شده می‌باشند، می‌توانند یکی از بهترین انتخاب‌ها برای این منظور باشند؛ زیرا با استفاده از ضایعات کشاورزی مواد غذایی تولید می‌نمایند و بنابراین یکی از باصرفه‌ترین و اقتصادی‌ترین محصولات می‌باشند (فارسی و گردان، ۱۳۸۶).

۲-۲- تاریخچه پیدایش و پرورش قارچ‌های خوراکی

۲-۲-۱- در جهان

گرچه سابقه تحقیق علمی در مورد قارچ‌های خوراکی (*Mushrooms Edible*) به ابتدای قرن بیستم می‌رسد، اما استفاده از قارچ‌های خوراکی برای مصارف غذایی، دارویی و اهداف مذهبی، قدمتی به اندازه تاریخ دارد. قارچ گانودرمالوسیدوم (*Ganoderma lucidom*) که در چین لینگ‌ژی و در ژاپن ری‌شی (*Reishi*) نامیده می‌شود، از نظر مصرف دارویی قدمتی طولانی دارد و استفاده از آن در حدود ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح گزارش شده است. استفاده از قارچ آمانیتاموسکاریا (*muscaria Amanita*) برای مقاصدی خاص همچون جادوگری در بسیاری از تمدن‌ها رایج بوده است. رومی‌ها به قارچ چوبی احترام زیادی می‌گذاشتند و از آن به عنوان دارویی موثر در درمان بیماری‌ها یاد می‌کردند. در عهد باستان، رمی‌ها قارچ‌ها را بعنوان غذای خدایان می‌شناختند و ژاپنی‌ها از قارچ شی‌تاکه (*edodes Shitake:Lentinnla*) جهت تولید مواد سکرآور استفاده می‌کردند.

در مورد قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید (*Agaricus bisporus*) یعنی رایج‌ترین قارچی که در سراسر دنیا کشت می‌شود، سابقه مشخص و روشنتری نسبت به سایر قارچ‌های خوراکی به دست آمده است. در حدود سال ۱۶۵۰ میلادی، این قارچ در حومه پاریس کشت شد و به تدریج در قرن ۱۸ کشت این قارچ در تمام اروپا گسترش یافت. در سال ۱۹۹۱ تولید قارچ دکمه‌ای سفید ۳۷٪ کل تولید قارچهای خوراکی را در سطح جهانی به خود اختصاص داد (جدول۲-۱). در این سال آمریکا، فرانسه، چین، هلند و انگلستان به ترتیب رتبه‌های اول تا چهارم تولید قارچ دکمه ای سفید را داشتند (لوسیر، ۲۰۰۳).

جدول ۲-۱- مهمترین کشورهای صادرکننده قارچ خوراکی در دنیا در سال ۱۹۹۰

کشور	میزان صادرات (تن)	سهم جهانی (درصد)
آمریکا	۱۴۳۵۰۰	۳۵/۸۷
چین	۱۱۱۴۰۰	۲۷/۰۵
فرانسه	۵۰۲۰۰	۱۲/۵۵
اسپانیا	۲۰۱۰۰	۱۲/۵۵
هنگ کنگ	۲۰۰۰۰	۵

۲-۲-۲- در ایران

در ایران برای اولین بار در سال ۱۳۳۵ کشت قارچ دکمه‌ای در قسمت شمال تهران آغاز شد و پس از مدتی در سال ۱۳۴۸ الی ۱۳۵۷ واحدهای تولید و کشت در تهران –کرج و شهر ری افتتاح و فعالیت خود را آغاز نمودند و در اواخر سال ۱۳۵۶ تولید بذر قارچ دکمه‌ای شروع شد وکشت قارچ صدفی نیز برای اولین بار در سال ۱۳۶۴ در منطقه اوین تهران شروع شد و در سال ۱۳۷۶ ناصر وکیلی بعد از شش سال تلاش علمی و عملی اولین محصول بذر قارچ تولیدی خود که شامل بذر قارچ‌های صدفی و دکمه‌ای بود را به همراه دستورالعمل پرورش آن در منزل در اختیار دانشجویان و پرسنل کادر دانشگاه ارومیه که در کلاس‌های

آموزش و پرورش قارچ شرکت کرده بودند قرار داده و فعالیت تولیدی خود را در سطح استان آذربایجان غربی آغاز نمود (خباز جلفایی و مرادعلی، ۱۳۷۹).

در جدول ۲-۲ تعداد واحدهای پرورش قارچ خوراکی به تفکیک استان‌های مختلف کشور در سال ۱۳۹۱ آورده شده است. براساس نتایج حاصل از سرشماری واحدهای پرورش قارچ در سال ۱۳۹۱، تعداد ۱۰۳۳ واحد پرورش قارچ خوراکی در سطح کشور وجود داشته است که ۷۰۴ واحد قارچ دکمه ای، ۲۷۹ واحد قارچ صدفی و ۵۰ واحد نیز در زمینه پرورش هر دو نوع قارچ فعالیت داشته اند. واحدهای پرورش قارچ خوراکی طی سال ۱۳۹۱ حدود ۵۷۹۳۳ تن قارچ تولید کرده‌اند که از این مقدار ۲۰۱۶۹ تن قارچ دکمه‌ای بسته‌بندی شده، ۳۷۳۸۱ تن قارچ دکمه‌ای فله‌ای، ۱۶۵ تن قارچ صدفی بسته‌بندی شده و ۲۱۷ تن قارچ صدفی فله‌ای به بازار عرضه شده است. مقایسه تعداد واحدهای پرورش قارچ خوراکی نسبت به سال ۱۳۸۵ حاکی از افزایش ۹۳ درصدی است (بی‌نام، ۲۰۱۲a).

جدول ۲-۲- تعداد واحدهای پرورش قارچ خوراکی کشور بر حسب نوع فعالیت و استان-۱۳۹۱

نام استان	تعداد واحد پرورش قارچ	پرورش قارچ		
		دکمه ای	صدفی	توام
آذربایجان شرقی	۴۱	۱۹	۱۸	۴
آذربایجان غربی	۱۱	۱۰	۰	۱
اردبیل	۷	۷	۰	۰
اصفهان	۷۷	۷۴	۳	۰
البرز	۴۱	۴۱	۰	۰
ایلام	۲	۲	۰	۰
بوشهر	۵	۵	۰	۰
تهران	۳۳	۳۳	۰	۰
چهارمحال و بختیاری	۱۹	۱۹	۰	۰
خراسان جنوبی	۶	۴	۲	۰
خراسان رضوی	۴۷	۴۶	۱	۰
خراسان شمالی	۶	۵	۱	۰
خوزستان	۲۳	۲۳	۰	۰
زنجان	۲۲	۱۹	۲	۱
سمنان	۵۰	۴۰	۹	۱
سیستان و بلوچستان	۸	۱	۷	۰
فارس	۸	۷	۰	۱
قزوین	۲۶	۲۶	۰	۰
قم	۹	۹	۰	۰
کردستان	۱۰	۹	۱	۰

ادامه جدول ۲-۲-

نام استان	تعداد واحد پرورش قارچ	پرورش قارچ		
		دکمه ای	صدفی	توام
کرمان	۶	۶	۰	۰
کرمانشاه	۱۴	۱۴	۰	۰
کهگیلویه و بویراحمد	۲۸	۱	۲۷	۰
گلستان	۱۰۲	۵۱	۱۶	۳۵
گیلان	۱۳	۸	۵	۰
لرستان	۱۳	۱۳	۰	۰
مازندران	۳۷۲	۱۸۲	۱۸۳	۷
مرکزی	۹	۹	۰	۰
هرمزگان	۱	۰	۱	۰
همدان	۱۳	۱۳	۰	۰
یزد	۱۱	۸	۳	۰

۲-۳- اهمیت تغذیه‌ای قارچ‌های خوراکی

قارچ‌های خوراکی دارای مواد با ارزش غذایی زیادی مانند آب، املاح و انواع ویتامین‌ها هسستند که به صورت خلاصه در زیر به آنها اشاره می‌شود (جندرز،۱۹۸۲؛ چانگ و مایلز، ۱۹۸۹):

- آب: محتوای آب قارچ‌های خوراکی معمولاً بین ۷۵ تا ۹۰ درصد محاسبه شده است. این میزان آب، زمینه را برای حلالیت بسیاری از عناصر ضروری محلول در آب فراهم کرده و از طرفی به ارزش غذایی قارچ-های خوراکی افزوده است.
- پروتئین: قارچ‌های خوراکی با میزان پروتئین ۲۵ تا ۳۰ درصدی خود (برحسب وزن خشک) هم ردیف حبوبات و بالاتر از سبزی‌ها و میوه‌ها قرار گرفته‌اند علاوه بر این، پروتئین موجود در قارچ‌های خوراکی بین ۷۰ تا ۸۰ درصد قابل هضم است.
- چربی: میزان تری‌گلیسیریدها و کلسترول در قارچ خوراکی پایین است. لذا قارچ‌های خوراکی برای کسانی که به دلیل کلسترول یا تری‌گلیسیرید بالای خونشان نباید از گوشت قرمز استفاده کنند (به ویژه بیمارانی که دچار گرفتگی شاهرگ قلب هستند)، غذای مفیدی محسوب می‌شود (جدول ۲-۳). در قارچ دکمه‌ای سفید اسیدهای چرب مختلف از جمله اسید لینولئیک غیراشباع که مهم‌ترین گروه چربی حیاتی برای انسان می‌باشد، وجود دارد. سهم این اسید در ارقام سفید قارچ ۶۳٪ و در ارقام کرم رنگ ۷۴٪ است.
- نمک‌های معدنی: قارچ‌های خوراکی از نظر محتوای نمک‌های معدنی، غنی هستند به طوری که میزان نمکهای معدنی در آنها از گوشت بیشتر و دو برابر سبزی‌ها می‌باشد. برخی نمک‌های معدنی موجود در قارچ‌های خوراکی شامل: کلسیم، فسفر، پتاسیم، مس و مقادیر اندکی آهن می‌باشد. در قارچ‌های خوراکی، نسبت پتاسیم به سدیم خیلی بالاست و این خصوصیتی است که برای بیماران مبتلا به فشارخون، که احتیاج به غذاهای کم نمک دارند مفید است.

- ویتامین‌ها: قارچ‌های خوراکی حاوی طیف وسیعی از ویتامین‌ها می‌باشند. این ویتامین‌ها شامل: A، K و مقادیر زیادی ویتامین C، تیامین (B_1)، ریبوفلاوین (B_2)، پیریدوکسین (B_6)، بیوتین، اسید پانتوتنیک، نیاسین و آرگوس‌ترین (پیش‌ساز ویتامین D) می‌باشند.
- اسیدهای آمینه و آنزیم‌ها: در قارچ‌های خوراکی، اسیدهای آمینه و آنزیم‌های زیادی وجود دارد. از جمله می‌توان به اسیدهای آمینه تریپتوفان، لوسین، لیزین (لوسین و لیزین به میزان کم در غلات دیده می‌شوند) و آنزیم تریپسین که به هضم غذا کمک زیادی می‌کند اشاره نمود.

جدول ۲-۳- عناصر غذایی موجود در قارچ‌های خوراکی به تفکیک گونه برحسب درصد وزن خشک

نام گونه	پروتئین	کربوهیدرات	چربی	فیبر
قارچ دکمه‌ای (*Agricus bisporus*)	۲۳/۹-۳۴/۸	۵۱/۳-۶۲/۵	۱-۷-۸/۳	۸-۱۰/۴
قارچ گوش چوب (*Auricularia spp.*)	۴/۲-۷/۷	۷۹/۹-۸۷/۶	۰/۸-۹/۷	۱۱/۹-۱۹/۸
فلامولینا ولوتیپس (*Flammulina velotipes*)	۱۷/۶	۷۳/۱	۱/۹	۰/۷
قارچ شی تاکه (*Lentinula edoded*)	۱۳/۴-۱۷/۵	۶۷/۵-۷۸	۴/۹-۸	۷/۳-۸
قارچ صدفی درخت (*Pleurotus ostreatus*)	۱۰/۵-۳۰/۴	۵۷/۶-۸۱/۸	۱/۶-۲/۱	۷/۵-۸/۷
قارچ درختی (*Volvariella volvacea*)	۲۱/۳-۴۳	۵۰/۹-۶۰	۰/۷-۶/۴	۴/۴-۱۳/۴

۲-۴- گیاه‌شناسی قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید

۲-۴-۱- رده‌بندی

طبق آخرین طبقه بندی علمی، کلیه موجوداتی که به نام قارچ شناخته می‌شوند، در سه سلسله مستقل و جداگانه قرار می‌گیرند. طبقه بندی جدید قارچ‌ها براساس مطالعات مولوکولی و تشابه توالی DNA ریبوزومی آنها انجام شده است (یوبرت قوستا، ۱۹۹۶).

این سه سلسله عبارت‌اند از:

۱. قارچ‌های حقیقی(*Fungi*)
۲. استرامنوپیلا (*Stramenopila*)
۳. پروتیستا (*Protista*)

قارچ‌ها فاقد کلروفیل و متکی به مواد آلی سایر موجودات یا به عبارتی هتروتروف می‌باشند. اگر مواد آلی موردنیاز آنها منحصراً از بقایای موجودات زنده دیگر تامین شود، به آنها گندرو (*Saprophyte*) می‌گویند. در حالت دیگر، اگر مواد آلی موردنیاز آنها منحصراً از موجودات زنده دیگر تأمین شود، به این دسته از قارچ‌ها

پارازیت یا انگل اجباری می‌گویند و بالاخره در حالت سوم، مواد آلی هم می‌تواند از بقایای موجودات زنده دیگر و هم مستقیماً از موجود زنده تأمین می‌شود، که این دسته از قارچها را پارازیت اختیاری می‌نامند. قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید شکل ۲-۱ گندرو است و بنابراین مواد آلی موردنیاز خود را منحصراً از بقایای موجودات زنده دیگر تأمین می‌کند.

شکل ۲-۱- قارچ دکمه‌ای سفید

با توجه به آخرین طبقه بندی علمی، می‌توان رده‌بندی قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید را به شرح زیر بیان کرد:

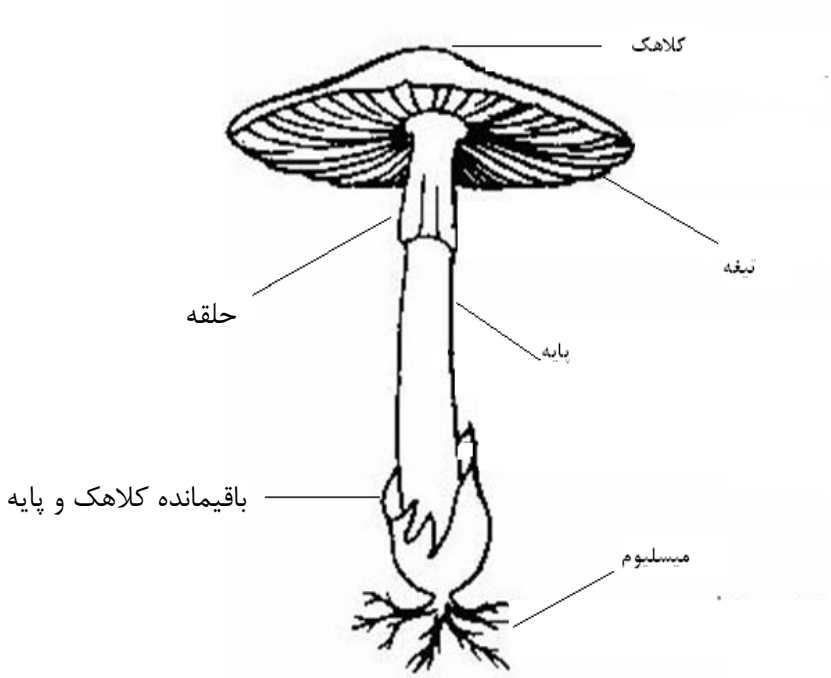
- سلسله (*Fungi*)
- شاخه (*Basidiomycota*)
- رده (*Hymenomycete*)
- راسته (*Agaricales*)
- خانواده (*Agaricaceae*)
- جنس (*Agricus*)
- گونه (*Bisporus*)

بنابراین نام علمی ابن قارچ در منابع، *Agaricus bisporus* (آگاریکوس بیسپورس) و نام کامل آن *Agaricus bisporus Lange (lmbach)* می‌باشد.

۲-۴-۲- مرفولوژی قارچ خوراکی دکمه‌ای:

نام قارچ دکمه‌ای از شکل ظاهری آن در هنگام جوانی مشتق شده است، هر چند که این مرحله از رشد قارچ ناپایدار بوده و قارچ در مرحله بلوغ به حالت چتری در می‌آید. اندام باردهی که ماشروم نامیده می‌شود، دارای یک ساقه است که کلاهک پهن و چتری شکل به نام پیلوس را نگهداری می‌کند. در سطح زیرین کلاهک،

تیغه‌های متعددی وجود دارد. در هنگام جوانی قارچ با پرده غشایی که از انتهای کلاهک به پایه وصل گردیده، پوشیده شده است. قسمتی از این غشا که پس از پاره شدن آن اطراف ساقه را فرا می‌گیرد، حلقه یا آنالوس نامیده می‌شود (شکل ۲-۲).



شکل ۲-۲ شماتیک قسمتهای مختلف اندام هوایی قارچ دکمه‌ای سفید

۲-۵- مراحل کلی تولید قارچ خوراکی دکمه‌ای

۲-۵-۱-تهیه ابزار و وسایل استریل و متناسب با محیط

- هواساز: جهت ورود هوا به سالن
- رطوبت ساز: جهت تامین رطوبت مورد نیاز قارچ
- دستگاه گرم‌کننده: جهت گرم نگه داشتن سالن تولید در فصل سرما
- دستگاه خنک کننده: جهت خنک کردن سالن تولید در فصل گرما
- دماسنج: جهت کنترل و تنظیم دمای سالن
- رطوبت‌سنج: جهت کنترل و تنظیم رطوبت سالن
- Co_2 سنج: جهت کنترل و تنظیم دی اکسید کربن در سالن
- سردخانه: جهت شوک دادن قارچ بعد از برداشت

۲-۵-۲- ورود کمپوست به سالن

کمپوست پس از خریداری توسط کارگر از داخل کامیون به سالن منتقل و روی قفسه‌ها قرار می‌دهند. باید توجه کرد که قبل از ورود کمپوست دمای سالن را به ۲۶ درجه رساند تا از همان لحظه قرار دادن کمپوستها فعالیتشان آغاز شود.

۲-۵-۳-تخته کوبی

۳ تا ۵ روز بعد از ورود کمپوست به سالن جهت یکنواخت کردن سطح بستر کشت عملیات تخته‌کوبی انجام می‌شود. به این صورت که پلاستیک روی سطح کمپوست را بریده سپس کمپوستها را هم سطح می‌کنند و از قسمت‌های برآمده بر می‌دارند و قسمت‌های فرو رفته را پر می‌کنند تا سطح هموار به دست آید. همچنین می‌توانند از چند کمپوست اضافی برای پر کردن قسمت‌های خالی استفاده کنند. بعد از آن با وسیله‌ای مانند یک تخته ماله چوبی کمپوست‌ها را کاملا می‌کوبند و فشرده می‌کنند. هر چقدر کمپوست‌ها فشرده‌تر باشند ریشه‌دوانی سریعتر صورت می‌گیرد سپس روی کمپوست را با نایلون یا پلاستیک سفره می‌پوشانند (شکل ۲-۳).

شکل ۲-۳ انجام عملیات تخته کوبی کمپوست قارچ دکمه‌ای

۲-۵-۴- میسیلیوم‌رانی

این مرحله از لحظه قرار دادن کمپوست در سالن آغاز شده و تا روز دوازدهم که خاک‌دهی را انجام می‌دهند به طول می‌انجامد (شکل ۲-۴). در این مرحله کاری که باید انجام شود نگه داشتن دمای داخلی کمپوست بین ۲۶ تا ۲۸ درجه است به این صورت که یک دماسنج میله‌ای (ترجیحاً جیوه‌ای) به مرکز کمپوست فرو می‌کنند و هر روز دمای آن را چک می‌کنند. هرگز دمای داخل کمپوست از ۳۰ درجه بالاتر نرود در غیر این صورت میسیلیوم‌ها از بین خواهند رفت. در این مرحله به رطوبت سالن و تهویه هوای آن نیاز نیست. با فعالیت کمپوست و رشد میسلیوم در آن باعث ایجاد حرارت و گاز کربنیک می‌شود این گاز کربنیک در این مرحله برای رشد میسیلیوم‌ها ضروری است و بنابراین نباید هوای سالن را خارج کرد اما در صورت بالا رفتن دمای