

به نام خداوند بخشنده مهربان



دانشگاه گنبد کاووس

دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی

پایان نامه دانشجویی دوره کارشناسی ارشد (M.Sc)

بررسی عوامل ساختمانی سیلو و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی علوفه موثر بر کیفیت سیلاژ ذرت در گاوداری های استان گلستان

علی اصغر آئین

استاد راهنما:

یوسف مصطفی لو

اساتید مشاور:

عبداله کاویان

پونه ابراهیمی



دانشگاه گنبد کاووس

دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی

تعهد نامه چاپ پایان نامه

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه های تحصیلی دانشجویان دانشگاه گنبد کاووس مبین بخشی از فعالیت های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات و امکانات دانشگاه انجام می شود، بنابر این به منظور رعایت حقوق دانشگاه، کلیه دانش آموختگان نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

۱) قبل از چاپ پایان نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب مجوز نمایند.

۲) در انتشار نتایج پایان نامه در قالب مقالات مجلات علمی پژوهشی، همایش ها و سایر موارد، ذکر نام دانشگاه گنبد کاووس، اساتید راهنما و مشاوران الزامی است.

۳) انتشار نتایج پایان نامه به هر شکلی (مقاله، کتاب، ثبت اختراع و ابداع) باید با کسب اجازه استاد راهنما و صورت گیرد.

اینجانب علی اصغر آئین دانشجوی رشته تغذیه دام مقطع کارشناسی ارشد دانشگاه گنبد کاووس تعهدات فوق را قبول کرده و ملزم به رعایت کلیه مفاد آن می باشم.

نام و نام خانوادگی دانشجو: علی اصغر آئین

امضا:

تاریخ:

تقدیم بہ:

روح پدرم، مادر فداکارم و ہمسرمہربانم و فرزندانم

سپاس و تقدیر:

سپاس ایزد یکتا را که توانم داد برای انجام این تحقیق و قدردانی از استاد محترم راهنما جناب آقای دکتر مصطفی لو برای تمامی لحظاتی که با من برای اتمام این رساله کوشش نمودید. تقدیر از اساتید محترم مشاور، آقای مهندس کاویان و سرکار خانم دکتر ابراهیمی که در تمامی مراحل تحقیق و تدوین پایان نامه همراه و همیارم بودند و سپاس از استادان محترم گروه علوم دامی آقایان دکتر قره‌باش، دکتر مقصودلو، دکتر مسلمی پور، دکتر بیات، دکتر قنبری و سایر عزیزان و همکاران آزمایشگاه های بخش شیمی، علوم دامی و آزمایشگاه مرکز تشخیص سازمان دامپزشکی کشور و مدیرکل محترم دامپزشکی جناب دکتر وفایی و سایر همکاران محترم در اداره کل و شبکه‌های دامپزشکی و همین طور قدردانی از دوستان خوبم آقایان مهندس مرادی، مهندس مسلمی پور، مهندس خدایی، مهندس قطوری و خانم‌ها مهندس مفتاحی و مهندس کر

چکیده:

به منظور بررسی کیفیت ذرت سیلو شده در گاوداری های صنعتی استان گلستان تعداد ۳۶ واحد گاوداری، با توجه به تراکم جمعیت گاو در هر شهرستان به صورت تصادفی انتخاب شد. نمونه های علوفه ذرت قبل و بعد از سیلو شدن بر طبق روش نمونه برداری تصادفی سیستماتیک، جمع آوری شد. نمونه ها به روش های استاندارد آماده سازی و آنالیز شیمیایی شدند. ماده خشک، پروتئین خام و کربوهیدرات های محلول در آب در علوفه ذرت به ترتیب ۲۸، ۷.۹ و ۲/۶۶ درصد و pH آن ۵/۴۴ بود. pH در ۳۰ روزگی، کل اسیدهای چرب، نیتروژن غیرپروتئینی و اسیدهای چرب فرار به تفکیک، اسید استیک، اسید پروپیونیک و اسید بوتریک سیلاژ ذرت به ترتیب ۴/۱۳، ۶/۷۶، ۱/۱۹، ۶۰/۱۴، ۱۶/۰۵ و ۷ درصد بود. میانگین pH در ۶۰ و ۹۰ روزگی بعد از سیلو کردن به ترتیب ۴/۲ و ۴/۶۳ بود. خصوصیات ظاهری (بو، ساختمان و رنگ سیلاژ) اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که ۹۴/۵ درصد از سیلاژ ذرت در استان گلستان دارای نمره ارزشیابی ظاهری ۱۵/۹۶ هستند. در ارزیابی سیلاژ بر اساس pH و ماده خشک، ۸۸/۸۸ درصد از سیلو های گاوداری ها نمره قابل قبول دریافت کردند. همچنین عوامل فیزیکی شامل حضور کارشناس، نوع ساختمان سیلو، بروز توقف در بارگیری، فاصله مزرعه ذرت تا گاوداری، مدت زمان پرشدن سیلو، وسیله کوبیدن، امکان ورود خاک به سیلو، وجود شیب در دیواره جانبی، تکمیل بودن ظرفیت سیلو، نوع پوشش سیلو و امکان نفوذ باران مورد ارزیابی قرار گرفت.

اثر فاصله مزرعه ذرت تا گاوداری بر کل اسیدهای چرب و اثر حضور کارشناس، توقف در پر کردن سیلو، ورود خاک به سیلو و شیب دیواره جانبی روی میزان نیتروژن غیر پروتئینی و اثر پوشش سیلو بر میزان pH سیلاژ معنی دار بود.

کلمات کلیدی: گلستان، ارزیابی ظاهری، کیفیت، سیلاژ ذرت، سیلو

فهرست مطالب

فصل اول:

مقدمه.....	صفحه ۱۰ تا ۱۲
۱-۱ کلیات.....	صفحه ۱۱
۲-۱ بیان مساله.....	صفحه ۱۱
۳-۱ اهداف اجرای طرح.....	صفحه ۱۲

فصل دوم:

بررسی منابع.....	صفحه ۱۳ تا ۳۸
۱-۲ نگهداری علوفه.....	صفحه ۱۴
۲-۲ فواید سیلو کردن گیاهان علوفه ای.....	صفحه ۱۵
۳-۲ انواع ساختمان سیلو.....	صفحه ۱۵
۱-۳-۲ سیلوهای روی زمین.....	صفحه ۱۶
۲-۳-۲ سیلوهای نیمه زیر زمینی.....	صفحه ۱۸
۳-۳-۲ سیلوهای زیر زمینی.....	صفحه ۱۹
۴-۲ بررسی و مقایسه انواع سیلو.....	صفحه ۲۱
۵-۲ اصول اساسی سیلو کردن.....	صفحه ۲۲
۶-۲ عوامل موثر بر فرآیند تولید سیلاژ ذرت.....	صفحه ۲۲
۱-۶-۲ میکروفلور علوفه سیلو شده.....	صفحه ۲۲
۲-۶-۲ افزودنی های سیلاژ ذرت.....	صفحه ۲۴
۳-۶-۲ رطوبت و بلوغ.....	صفحه ۲۵
۴-۶-۲ اندازه قطعات علوفه.....	صفحه ۲۸
۵-۶-۲ زمینه لازم برای فعالیت میکروارگانسیم ها.....	صفحه ۲۹
۶-۶-۲ میکروارگانسیم ها.....	صفحه ۳۰
۷-۶-۲ مدیریت سیلو.....	صفحه ۳۱
۸-۶-۲ پر کردن، بسته بندی و آب بندی.....	صفحه ۳۲
۹-۶-۲ مدیریت سطح تغذیه و یا میزان برداشت روزانه از سیلو.....	صفحه ۳۴
۱۰-۶-۲ مدیریت مخزن.....	صفحه ۳۵

۸-۲ فرآیند تخمیر..... صفحه ۳۶

۹-۲ مدیریت تولید سیلاژ ذرت..... صفحه ۳۸

فصل سوم:

مواد و روش ها..... صفحه ۴۳ تا ۵۴

۱-۳ ارزیابی کیفیت سیلاژ ذرت..... صفحه ۴۴

۲-۳ روش کار..... صفحه ۴۵

۱-۲-۳ نمونه برداری..... صفحه ۴۵

۲-۲-۳ فرم پرسشنامه بررسی وضعیت ساختمان و مدیریت سیلو..... صفحه ۴۶

۳-۲-۳ تعیین میزان ماده خشک نمونه..... صفحه ۴۸

۴-۲-۳ تعیین میزان پروتئین خام نمونه..... صفحه ۴۸

۵-۲-۳ تعیین میزان کربوهیدرات های محلول در آب نمونه..... صفحه ۴۹

۶-۲-۳ اندازه گیری pH سیلاژ ذرت..... صفحه ۵۱

۷-۲-۳ تعیین میزان کل اسید های چرب نمونه..... صفحه ۵۲

۸-۲-۳ اندازه گیری نیتروژن غیرپروتئینی نمونه..... صفحه ۵۲

۹-۲-۳ اندازه گیری اسید های چرب فرار نمونه به تفکیک..... صفحه ۵۳

فصل چهارم:

نتایج و بحث..... صفحه ۵۵ تا ۸۸

۱-۴ نتایج و بحث..... صفحه ۵۶

۱-۱-۴ نظارت کارشناس..... صفحه ۵۶

۲-۱-۴ توقف بارگیری سیلو..... صفحه ۵۸

۳-۱-۴ فاصله از مزرعه تا دامداری..... صفحه ۶۰

۴-۱-۴ زمان تکمیل بارگیری سیلو..... صفحه ۶۲

۵-۱-۴ نحوه بارگیری سیلو..... صفحه ۶۴

۶-۱-۴ ورود خاک..... صفحه ۶۶

۷-۱-۴ شیب دیوار جانبی..... صفحه ۶۸

۸-۱-۴ پر کردن کامل سیلو..... صفحه ۷۰

۹-۱-۴ نفوذ باران..... صفحه ۷۲

۷۴	صفحه	.....	۱۰-۱-۴	ارزیابی کلی
۷۶	صفحه	.....	۱۱-۱-۴	نوع ساختمان سیلو
۷۸	صفحه	.....	۱۲-۱-۴	پوشش سیلو
۸۰	صفحه	.....	۱۳-۱-۴	کوبیدن علوفه در سیلو
۸۳	صفحه	.....	۲-۴	نتیجه گیری کلی
۸۴	صفحه	.....	۳-۴	چند پیشنهاد
۸۵	صفحه	.....		منابع
۱۰۶ تا ۸۹	صفحه	.....		ضمیمه پایان نامه
۹۰	صفحه	.....	۲-۳	جدول: نتایج آزمایشات تعیین کیفیت علوفه تازه
۹۱	صفحه	.....	۳-۳	جدول: نتایج ارزیابی ظاهری و شیمیایی سیلاژ ذرت
۹۲	صفحه	.....		گزارش گازکروماتوگرافی نمونه استاندارد
۹۳	صفحه	.....		گزارش گازکروماتوگرافی نمونه ای از دامداری ها
۱۰۲	صفحه	.....		عکس ها و تصاویر
۱۰۶	صفحه	.....		چکیده انگلیسی

فصل اول

مقدمه

۱-۱: کلیات:

سیلاژ و یا علوفه سیلو شده به گیاهان سبز و آبدار که در شرایط اسیدی و بدون اکسیژن دچار فرآیند تخمیر شده، اطلاق می گردد. هدف اصلی از سیلو کردن، حفظ و نگهداری علوفه زراعی در شرایط مطلوب رشد برای استفاده در فصولی که امکان رشد و کاشت محصول وجود ندارد به خصوص در مناطقی که با محدودیت فصل رشد مواجه هستند، همچنین شرایط نامطلوب جوی ممکن است باعث از دست رفتن مواد مغذی و در مجموع کاهش مواد مغذی در علوفه خشک شود لذا یکی از روش هایی که تا حدودی وابستگی کمتری به تغییرات شرایط جوی، مرحله برداشت و بلوغ گیاهان دارد و توسط دامداران برای نگهداری گیاهان به کار می رود، استفاده از تکنیک تخمیر طبیعی و یا همان سیلو کردن علوفه است (ولی زاده و همکاران، ۱۳۸۲).

در ایران نیز به موازات توسعه واحدهای دامپروری مدرن و ورود نژادهای خارجی و پرورش گاوهای شیری اصیل، ضرورت نگهداری علوفه به شکل سیلو گسترش زیادی پیدا کرده است. اما به دلیل عدم آشنایی دامداران با اصول و تکنیک- های صحیح سیلو کردن علوفه و فرآیند تخمیر، اتلاف زیاد و غیر قابل محاسبه ظاهری در منابع غذایی دامداری های کشور رخ می دهد که این زیان ها ارتباط مستقیمی با ساختمان سیلوه‌ها، مدیریت آنها قبل از سیلو کردن، در هنگام سیلو کردن و در زمان برداشت و تعلیف دام دارد. می توان گفت بخش قابل توجهی از مواد با ارزش علوفه سیلو شده به صورت مایع پساب، گاز و حرارت از دسترس خارج شده و از بین می رود. در مواردی نیز با رشد میکروارگانسیم های نامطلوب و مضر مواد سمی در توده علوفه سیلو شده، تجمع یافته و در دامها ایجاد بیماری های متابولیکی نموده و موجب کاهش تولید می گردد (ولی زاده و همکاران، ۱۳۸۲).

۱-۳: بیان مساله:

تغذیه مهم ترین و پرهزینه ترین بخش دامپروری محسوب می شود. سیلاژ ذرت با توجه به اینکه نسبت بیشتری از مواد خوراکی روزانه گاوداری را تشکیل داده است از اهمیت به سزایی برخوردار می باشد، لذا توجه به تولید مناسب و سالم سیلاژ ذرت و ماندگاری طولانی آن می تواند در تامین خوراک مناسب و کاهش هزینه ها تاثیرگذار باشد. عمل سیلو کردن علوفه در ساختمان های خاصی به نام سیلو و در اشکال مختلف انجام می پذیرد، لذا در این مطالعه پرسش های زیر مورد بررسی و پژوهش قرار گرفته اند.

- عوامل موثر بر کیفیت سیلاژ ذرت در دامداری های استان گلستان کدامند و هر یک از عوامل چه تاثیری بر کیفیت سیلاژ ذرت دارد؟
- نوع ساختمان سیلو اعم از افقی سطحی و پناهگاهی چه تاثیری بر کیفیت سیلاژ ذرت دارد و به دیگر کلام، نوع ساختمان، تاثیری بر کیفیت سیلاژ ذرت دارد یا نه؟

۱-۴: اهداف اجرای طرح:

- ارزیابی کیفیت علوفه سیلو شده با بررسی ظاهری (رنگ، بو و ساختمان) و اندازه گیری pH، نیتروژن غیر پروتئینی^۱ و کل اسیدهای چرب فرار^۲ و بررسی افتراقی اسیدهای چرب فرار.
- بررسی و شناسایی عوامل موثر بر خصوصیات ظاهری و شیمیایی سیلاژ ذرت با تاکید بر خصوصیات فنی ساختمان- های سیلوی علوفه و ترکیب شیمیایی ذرت علوفه ای تازه، مورد استفاده در دامداری ها.

^۱- None protein nitrogen

^۲- Total fatty acids

فصل دوم

بررسی منابع

واژه سیلو (Silo) از کلمه یونانی (Siros) مشتق شده که به معنی گودال در زمین می باشد. مطابق اسناد و کتیبه های موجود در بین النهرین چند هزار سال قبل کشاورزان علوفه را در گودال هایی به صورت سیلو نگهداری می کردند. پس از آن مصریان با تکنیک سیلو کردن علوفه و غلات آشنا شدند، مطابق اسناد باستانی موجود در اهرام، مصریان ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ سال قبل از میلاد اهمیت سیلو کردن علوفه در فضای خالی از هوا را متوجه شده بودند و در خرابه های کارتاژ نیز آثاری از سیلوها وجود داشته که نشان می دهد حداقل از ۱۲۰۰ سال پیش از میلاد مسیح در آنجا علوفه سیلو می شده است. پلینی در کتاب تاریخ طبیعی خود عنوان داشته که ذخیره کردن ذرت در مناطق *Cappadocia* و *Thrace* تحت عنوان *Siri* شناخته شده است (ولی زاده و همکاران، ۱۳۸۲).

۱-۲: نگهداری علوفه:

پرورش و نگهداری دام در مناطق معتدل به خصوص در فصول سرد سال با ذخیره نمودن علوفه امکان پذیرتر است. ذخیره نمودن علوفه به روش های مختلفی انجام می گیرد که به عقیده پژوهش گران بهترین آنها به شرح ذیل می باشد (مورداک، ۱۹۶۱).

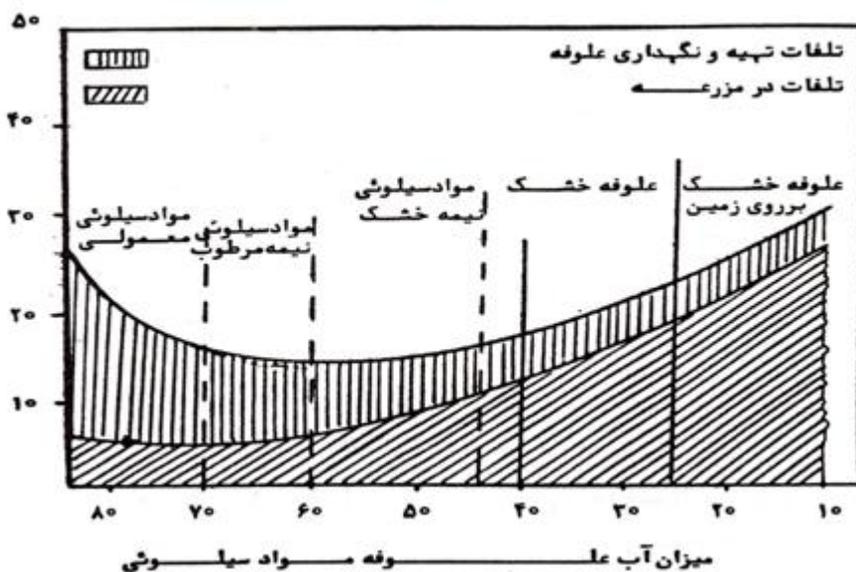
الف) تهیه علوفه خشک به روش های مختلف همراه با کاهش رطوبت به میزانی که از رشد باکتری ها و قارچ ها جلوگیری به عمل آید.

ب) تهیه علوفه سیلو شده مرطوب، نیمه مرطوب و نیمه خشک از طریق اضافه نمودن مواد به علوفه و ایجاد محیط اسیدی مناسب و در نتیجه ممانعت از رشد و تکثیر باکتری ها و قارچ ها

ج) نگهداری علوفه در درجه حرارت پایین، این روش به دلیل هزینه های بالا و مصرف انرژی زیاد در مزارع پرورش کاربردی نداشته و در تحقیقات علمی و در مقیاس آزمایشگاهی به کار می رود.

۲-۲: فواید سیلو کردن گیاهان علوفه‌ای:

- با استفاده از گیاهان سیلو شده می‌توان در فصل زمستان از علوفه تازه و آبدار در تغذیه دام استفاده نمود.
- با هزینه کم مواد خوش خوراک تازه برای فصل زمستان تهیه می‌گردد که در تولید شیر و گوشت موثر است.
- با سیلوی علف‌های هرز و خشک کردن آنها نه تنها مورد استفاده دام قرار می‌گیرند، بلکه مبارزه با آنها نیز مفید واقع می‌گردد.
- علوفه زیادی در فضای اندک ذخیره شده، در صورتی که علوفه خشک جای بیشتری را اشغال می‌کند.
- میزان خسارت علوفه سیلو شده نسبت به علوفه خشک انبار شده کمتر می‌باشد (شکل ۱-۲).
- تلفات مواد پروتئینی در علوفه سیلو شده کم می‌باشد. ذکر این نکته ضروری است که در صورتی که علوفه سیلو شده به خوبی تهیه نگردد، تلفات مواد غذایی بسیار بالا و قابلیت هضم آن پایین خواهد آمد (سیادت، ۱۳۷۱؛ ملک محمدی، ۱۳۷۴).



شکل ۱-۱. نمایش تلفات در هنگام برداشت و تهیه علوفه جهت سیلو

۲-۳: انواع ساختمان سیلو:

سیلو کردن علوفه در ساختمان های مخصوصی صورت می پذیرد که به آن ساختمان سیلو می گویند. سیلوها از نظر ساختمانی به ۳ دسته کلی دسته تقسیم می گردند:

الف - سیلوهایی که بر روی زمین قرار گرفته اند خود به دو دسته عمودی (هوایی) و افقی (روی زمینی) تقسیم می گردند.

ب - سیلوی نیمه زیر زمینی.

ج - سیلوی زیر زمینی.

ساختمان های سیلو از لحاظ شکل و تکنیک با هم تفاوت هایی دارند که توسط محققین زیادی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. از نظر آنها سیلوهای تجارتي را می توان به هفت گروه زیر تقسیم کرد (ولی زاده و همکاران، ۱۳۸۲؛ شماع و همکاران، ۱۳۳۸؛ چرملی، ۲۰۱۲). سیلوهای کومه ای بدون دیوار نگهدارنده^۱، سیلوهای برجی^۲، سیلوهای روزمینی دیواردار^۳، سیلوهای با دیواره های قابل انعطاف^۴، سیلوهای خلأئی^۵، سیلوهای پلاستیکی سوسیسی شکل^۶، سیلوی بسته ای بزرگ^۷

۲-۳-۱: سیلوهای روی زمین:

این نوع سیلو به سه شکل دیده می شود.

الف - سیلوی عمودی: سیلوهای عمودی به شکل برج از جنس بتون، سنگ و ... ساخته شده است. شکل شماره (۲-۲) گنجایش این سیلو بسیار زیاد خواهد بود (بین ۵۰۰ الی ۱۰۰۰ تن). عملیات بارگیری و تخلیه علوفه در این نوع سیلو کاملاً مکانیزه می باشد.

در مقایسه با سیلوهای افقی این نوع سیلوها بسیار گران و در صورت خرابی سیستم بارگیری و تخلیه، سیلو غیرقابل استفاده خواهد بود. این نوع سیلوها احتمالاً موثرترین نوع برای ذخیره سازی علوفه به صورت علوفه سیلو شده به شمار می روند، زیرا توده علوفه کمترین تماس ممکن را با هوا دارد، همچنین فشار وارده به توده بیش از سایر ساختمان های سیلو می باشد. رطوبت بالای علوفه موجب

¹ Stack or clamp without retaining walls

² Tower silo

³ Bunker silo

⁴ Flexible_walled

⁵ Vacuum silo

⁶ Plastic sausage

⁷ Big bale

بررسی عوامل ساختمانی سیلو و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی علوفه موثر

تولید شیرابه زیاد و ایجاد مشکلات زیست محیطی و همچنین تخریب ساختمان سیلو و کاهش عمر اقتصادی آن می گردد (ولی زاده و همکاران، ۱۳۸۲؛ ریموند و همکاران، ۱۹۷۲).



شکل ۲-۲. سیلوی عمودی

ب- سیلوهای کومه ای بدون دیوار نگهدارنده: اصطلاح کومه و یا کوپه مترادف کلمه خرمن به کار می رود که در واقع به معنی محل تجمع علوفه بر روی زمین مسطح و یا کمی گود شده در حدود دو الی سه متر می باشد (ولی زاده و همکاران، ۱۳۸۲).

در آغاز سطح این سیلوها در معرض هوا قرار داشت و موجب ضایعات اکسیداسیونی زیادی می گردید. از دهه ۱۹۵۰ میلادی و گسترش استفاده از پلاستیک در صنعت دام و کشاورزی، تا حد زیادی این نوع سیلوها از تخریب اکسیداسیونی در امان ماندند (ساویو، ۱۹۸۷).

پ - سیلوی افقی: این نوع سیلو در بیشتر نقاط دنیا مورد استفاده قرار می گیرد و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه خواهد بود. این سیلو بسته به جنس ساختمان آن دائمی یا موقتی می باشد. نوع دائمی معمولاً به شکل مکعب مستطیل و کف و دیواره های آن از بتن ساخته شده است. گنجایش این نوع سیلو بستگی به نیاز دامدار دارد و دارای ابعاد متغیری است که می تواند ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ تن علوفه را در خود جای دهد (شکل شماره ۲-۳). ابعاد سیلو بر حسب گنجایش آن متغیر است. عملیات بارگیری و تخلیه

علوفه بسیار آسان است. میزان تلفات مواد سیلو شده بستگی به جنس دیواره، پوشش و اندازه های سیلو دارد. تلفات در سیلوهایی که فاقد دیواره جانبی هستند بسیار زیاد است. این نوع سیلوها عموماً دارای سه دیواره جانبی و به ارتفاع ۲ تا ۳ متر می باشند و برای نتیجه گیری بهتر آنها را زیر سایه بان احداث می کنند تا از شرایط نامناسب جوی در امان باشند (ولی زاده و همکاران، ۱۳۸۲؛ جانسون و همکاران، ۱۹۸۵؛ هاستینگز، ۱۹۷۲).



شکل ۲-۳. سیلوی افقی

۲-۳-۲: سیلوهای نیمه زیر زمینی:

این نوع سیلوها در زمین هایی احداث می گردند که سطح آبهای زیر زمینی تقریباً بالاست. سیلوهای با دیواره قابل انعطاف را نیز می توان در این گروه دسته بندی کرد (شکل ۲-۴). این نوع سیلوها ابتدا توسط موسسه ملی مهندسی کشاورزی انگلستان (هاوکینز و همکاران، ۱۹۷۷) طراحی شد و تا حدی شبیه سیلوهای دارای دیوار و زمینی بود، با این تفاوت که دیوارهای آن قابل انعطاف بوده و بیشتر به سمت بیرون حرکت می کنند، بدین ترتیب، می توان سیلو را تا ارتفاع ۷ متری بدون وارد کردن فشار زیاد بر دیوار جانبی پر نمود. ارتفاع این سیلوها عموماً ۴ متر می باشد (ولی زاده و همکاران، ۱۳۸۲).

۲-۳-۳. سیلوهای زیرزمینی:

این نوع سیلو فقط در زمین هایی که سطح آبهای زیرزمینی پایین تر از ۴ متر می باشد احداث می گردد. گنجایش این سیلوها بین ۵۰ الی ۵۰۰ تن می باشد. دیواره های جانبی و کف سیلو جهت کاهش تلفات تخمیر با سنگ یا مواد دیگر مفروش می گردد. جهت سرعت بخشیدن به وسایل حمل و نقل به درون سیلو در راس آن شیب زمین ۴۵ درجه خواهد بود (سیادت، ۱۳۷۱).



شکل ۲-۴. سیلوی پناهگاهی

سیلوهای خلایی: در سیلوهای خلایی علوفه روی یک سطح پلاستیکی انباشته شده و سپس روی آن نیز با لایه دیگری پوشانده می شود. لبه های پلاستیک زیرین و پلاستیک رویی روی هم برگشته و به هم چسبانده می شود و به وسیله یک پمپ خلا هوای درون سیلو تخلیه می گردد. موفقیت این روش بستگی به عایق بندی مناسب سیلو خواهد داشت. باید توجه داشت اگر درحین عملیات صدمه ای به پوشش پلاستیک وارد شود، ضایعات حاصل از ورود هوا همانند سیلوی کومه ای بالا خواهد بود (نش، ۱۹۷۵).

سیلوهای پلاستیکی سوسیسی شکل: این مدل سیلو برای اولین بار در آلمان طراحی و به کار گرفته شد. در این روش یک لوله پلاستیکی توسط یک ماشین ویژه از علوفه خرد شده پر و فشرده می گردد. عموماً قطر این لوله ۲/۴ متر و طول آن تا ۳۰ متر هم می رسد (نش، ۱۹۷۵).

سیلو به شکل بسته‌های بزرگ: اخیراً تولید سیلاژ ذرت به شکل بسته‌های پلاستیکی افزایش قابل توجهی داشته است (شکل ۲-۵). این سیستم ذخیره علوفه در حال حاضر در بریتانیا و کشورهای دیگر جهان به صورت گسترده به کار گرفته می‌شود (کندی، ۱۹۸۹؛ مرکز تحقیقات کشاورزی، ۱۹۸۲). بسته‌های علوفه هم معمولاً بین ۰/۵ تا ۰/۷۵ تن وزن دارند. اخیراً به جای استفاده از کیسه‌های پلاستیکی از نوارهای کشدار پلاستیکی در این سیستم استفاده می‌شود (ویلکینسون، ۱۹۸۷). این نوع نوار پلاستیکی ارزان‌تر از کیسه‌های پلاستیکی بوده و در نیروی کار نیز صرفه جویی می‌گردد (هندرسون، ۱۹۸۷؛ مرکز تحقیقات کشاورزی، ۱۹۸۲).



شکل ۲-۵. سیلوی بسته‌ای بزرگ

بریت و جونز (۱۹۸۷) طی یک تحقیق دریافتند در صورتی که عایق بندی به شکل مناسب انجام شود، تفاوتی در کیفیت سیلاژ ذرت کیسه‌های پلاستیکی و نوارهای محافظ کشدار مشاهده نمی‌شود. اونس و همکاران (۱۹۸۹) هم اعلام نمودند که احتمال بروز خطر تخمیر ضعیف و یا از بین رفتن کامل مواد سیلو شده به دلیل فساد هوازی در بسته‌های پلاستیکی بیشتر دیده شده است. فساد هوازی در بسته‌های پیچیده شده با نوارهای کشدار بیشتر در قسمت‌هایی که پوشش پلاستیکی آسیب دیده بود، محدود بوده است. آنها همچنین عنوان داشتند که استفاده از نوارهای پلاستیکی برای علوفه‌های با ماده خشک پایین و رطوبت بالا به خاطر مشکلات احتمالی عایق بندی و خروج شیرابه‌های گیاهی توصیه نشده است.