

مبانی طراحی انبارهای سیب‌زمینی،

ضوابط طراحی سیستم‌های هوادهی و

دستورالعمل بهره‌برداری

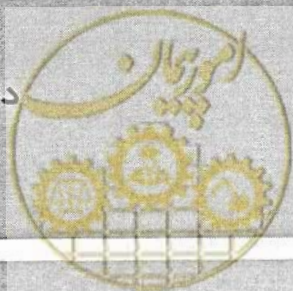
انبارهای ۳۰۰۰ تنی سیب‌زمینی

در منطقه سرد و خشک

همراه با:

نقشه‌های تیپ‌اجرائی (لوح فشرده - CD)

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها



نشریه شماره ۱۶۸

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

**مبانی طراحی انبارهای سیب زمینی،
ضوابط طراحی سیستم هوادهی و
دستورالعمل بهره‌برداری
انبارهای ۳۰۰۰ تنی سیب زمینی در منطقه سرد و خشک**

همراه با:
نقشه‌های تیب اجرایی
(لوح فشرده - CD)

نشریه شماره ۱۶۸

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

۱۳۸۰



انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۰/۵۵/۴

omoorepeyman.ir

فهرست برگه

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی و تدوین معیارها
مبانی طراحی انبارهای سیب زمینی، ضوابط طراحی سیستم هوادهی و دستورالعمل
بهره‌برداری انبارهای ۳۰۰۰ تنی سیب زمینی در منطقه سرد و خشک / معاونت امور فنی،
دفتر امور فنی و تدوین معیارها. - تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، مرکز
مدارک علمی و انتشارات، ۱۳۸۰.
۳۵۳ص: مصور + یک دیسک فشرده. - (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر
امور فنی و تدوین معیارها؛ نشریه شماره ۱۶۸) (انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی
کشور؛ ۸۰/۰۰/۴)

ISBN 964-425-251-9

همراه با: نقشه‌های تیپ اجرایی (لوح فشرده - CD)
مربوط به دستورالعمل شماره ۵۴/۵۹۰۰-۵۵/۸۰۵۱-۱۰۵ مورخ ۱۳۷۹/۱۱/۱۱

۱. انبارها - طراحی. ۲. انبارها - گرمایش و تهویه. ۳. سیب زمینی - نگهداری. ۴.
سیب زمینی - کشت و اصلاح. ۵. مواد غذایی - نگهداری - سردسازی. الف. سازمان
مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. مرکز مدارک علمی و انتشارات. ب. عنوان. ج. فروست.

ش. ۱۶۸ ۲۴س/ ۳۶۸ TA

ISBN 964-425-251-9

شابک ۹۶۴-۴۲۵-۲۵۱-۹

مبانی طراحی انبارهای سیب‌زمینی، ضوابط طراحی سیستم هوادهی و دستورالعمل
بهره‌برداری انبارهای ۳۰۰۰ تنی سیب‌زمینی در منطقه سرد و خشک
تهیه‌کننده: معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها
ناشر: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. مرکز مدارک علمی و انتشارات
چاپ اول: ۱۰۰۰ نسخه، ۱۳۸۰
قیمت با لوح فشرده (CD): ۵۰۰۰۰۰ ریال
لیتوگرافی: قاسملو
چاپ و صحافی: مرکز چاپ و انتشارات مرکز آموزش مدیریت دولتی
همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



omoorepeyman.ir



ریاست جمهوری
سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
دفتر رئیس

بسمه تعالی

شماره: ۱۰۵/۸۰۵۱-۵۴/۵۹۰۰	به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران
تاریخ: ۱۳۷۹/۱۱/۱۱	
موضوع: مبانی طراحی انبارهای سیب زمینی و ضوابط طراحی سیستم هوادهی و دستورالعمل بهره برداری همراه با نقشه های همسان اجرایی انبارهای ۳۰۰۰ تنی سیب زمینی در منطقه سرد و خشک بصورت لوح فشرده (CD)	

به استناد آیین نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت/۱۴۸۹۸ هـ مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیات وزیران) به پیوست، نشریه شماره ۱۶۸ دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان با عنوان "مبانی طراحی انبارهای سیب زمینی و ضوابط طراحی سیستم هوادهی و دستورالعمل بهره برداری همراه با نقشه های همسان اجرایی انبارهای ۳۰۰۰ تنی سیب زمینی در منطقه سرد و خشک بصورت لوح فشرده (CD)" از نوع گروه سوم، ابلاغ می گردد.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده نمایند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنماهای بهتر در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این نشریه الزامی نیست.

عوامل یادشده باید نسخه ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها یا راهنماهای جایگزین را برای دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان، ارسال دارند.

محمد رضا عارف
معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان





آئین نامه استانداردهای اجرایی طرحهای عمرانی

مصوبه ۱۳۵۲/۴/۳۰ هیات وزیران

فصل سوم - انواع دستورالعمل و نحوه ابلاغ

ماده ۷- دستورالعمل‌های موضوع این آئین‌نامه به سه گروه به شرح زیر تقسیم می‌شود:

بند ۱- گروه اول دستورالعمل‌هایی که رعایت کامل مفاد آن از طرف دستگاههای اجرایی و مهندسان مشاور و پیمانکاران و عوامل دیگر ضروری است (نظیر فرم ضمانت نامه‌ها، فرم پیمانها، استانداردهای فنی، تجزیه واحد بها و غیره).

بند ۲- گروه دوم دستورالعمل‌هایی که بطور کلی و برای موارد عادی تهیه می‌گردد و برحسب مورد دستگاههای اجرایی و مهندسان مشاور و پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند به تشخیص خود مفاد دستورالعمل و یا ضوابط و معیارهای آنرا با توجه به کار مورد نظر و در حدود قابل قبولی که در دستورالعمل تعیین شده تغییر داده و آنرا با شرایط خاص کار مورد نظر تطبیق دهند (نظیر حق‌الزحمه مهندسان مشاور، شرایط عمومی پیمان و مشخصات عمومی و غیره).

بند ۳- گروه سوم دستورالعمل‌هایی است که به عنوان راهنمایی و ارشاد دستگاههای اجرایی و موسسات مشاور و پیمانکاران و سایر عوامل تهیه می‌شود و رعایت مفاد آن در صورتیکه دستگاههای اجرایی و موسسات مشاور روشهای بهتری داشته باشند اجباری نیست.

ماده ۸- سازمان موظف است گروه هر دستورالعمل را بطور مشخص در متن آن قید نموده و بعلاوه درمورد دستورالعمل‌های گروه ۱ و گروه ۲ تا تاریخی که از آن تاریخ لازم است به مورد اجرا گذاشته شود تعیین نماید. مدت زمان بین تاریخ صدور این دستورالعمل‌ها و تاریخی که به مورد اجراء گذاشته می‌شود نباید از سه ماه کمتر باشد. در صورتیکه دستورالعمل ناقص و یا جایگزین تمام و یا قسمتی از دستورالعمل‌های قبلی باشد لازم است مراتب صراحتاً و با ذکر مشخصات دستورالعمل‌های قبلی در متن دستورالعمل قید گردد.



بسمه تعالی

پیشگفتار

تهیه معیارها و مشخصات فنی، همراه با نقشه‌های همسان اجرایی، نقش عمده‌ای را در سرعت بخشیدن به اجرای طرح‌های عمرانی کشور ایفا می‌کند. تهیه این مبانی می‌تواند از دوباره‌کاری جلوگیری نموده و برنامه‌های توسعه را در راستای نیازهای واقعی جامعه سوق دهد.

اولین گام برای رسیدن به اهداف یاد شده، آگاهی از وضعیت کنونی در زمینه‌های مختلف است. کسب این آگاهی با توجه به تنوع اقلیمی، آداب و رسوم مردم و سایر ویژگی‌های بومی و منطقه‌ای کشور، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، که براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه مسئولیت تدوین معیارها و مشخصات فنی و نقشه‌ها همسان اجرایی برای طرح‌های عمرانی را به عهده دارد براساس اعلام نیاز از طرف دستگاه‌های اجرایی ذیربط و با توجه به اهمیت ویژه نگهداری محصولات کشاورزی، بر آن شد تا نسبت به مطالعه و تهیه نقشه‌های همسان اجرایی مناسب برای محصول سیب‌زمینی در قدم اول اقدام نماید.

مجموعه حاضر با عنوان "مبانی طراحی انبارهای سیب‌زمینی، ضوابط طراحی سیستم هوادهی و دستورالعمل بهره‌برداری انبارهای ۳۰۰۰ تنی سیب‌زمینی در منطقه سرد و خشک همراه با نقشه‌های همسان اجرایی بصورت لوح فشرده (CD)" با توجه به مطالعات پایه در زمینه‌های فیزیولوژی، بیولوژی سیب‌زمینی، آفات مربوط، شرایط نگهداری، شکل انبار و سیستم هوادهی طراحی شده است. نکته قابل ذکر این است که نقشه‌ها و محاسبات حاضر برای سیستم نگهداری محصول به صورت جعبه بوده و در صورت نگهداری محصول به صورت فله، کلیه محاسبات هوادهی و کنترل دما باید مورد بازنگری قرار گیرد. این مجموعه، نقشه‌های اجرایی معماری، سازه، تاسیسات مکانیکی و برقی، سیستم‌های کنترل دما و رطوبت به انضمام



دستورالعمل بهره‌برداری و سیستم هوادهی در انبارهای یاد شده را دربرمی‌گیرد. از آنجا که شرایط نگهداری از و سیب‌زمینی در انبار یکسان می‌باشد، لذا استفاده از مجموعه حاضر برای نگهداری محصول پیاز نیز ضمن تطبیق با شرایط محیطی ممکن است. نشریه حاضر و نقشه‌های مربوط، توسط مهندسین مشاور بنیاد صنعتی ایران تهیه شده است و از دفتر امور فنی و تدوین معیارها آقایان مهندس عبدالله ابروانی‌پور، مهندس مجید ابسام، مهندس مسعود عسگری و مهندس خشایار اسفندیاری به ترتیب عهده‌دار کنترل پروژه از جنبه‌های سازه، معماری و کشاورزی بوده‌اند، آقایان مهندس پرویز سیداحمدی و مهندس مرتضی واعظ‌پور نیز بر پیشرفت امور پروژه در زمینه تاسیسات برقی و مکانیکی نظارت داشته‌اند. آقای مهندس سیدعباس شاهمرادی زواره نیز از طرف دستگاه اجرایی با این دفتر همکاری نموده‌اند.

آقای مهندس علیرضا دولتشاهی از دفتر امور فنی و تدوین معیارها بعنوان کارشناس مسئول گروه کشاورزی ضمن همکاری در تهیه نشریه، هدایت پروژه، کنترل و تنظیم نهایی نشریه را عهده‌دار بودند. آماده‌سازی رایانه‌ای نشریه و لوح فشرده نیز برعهده شرکت آزاد سیستم بوده است. معاونت امور فنی باین وسیله از زحمات تمامی دست‌اندرکاران تهیه این نشریه تشکر و قدردانی نموده، توفیق روزافزون آنان را در ارتقای سطح دانش فنی جامعه کارشناسی کشور آرزو می‌نماید و انتظار دارد متخصصین محترم و سازمانهای ذیربط، این معاونت را از نظریات سازنده خود آگاه نمایند.

معاونت امور فنی

زمستان ۷۹



«مبانی طراحی انبارهای سیب‌زمینی»

۱۹	مقدمه
۲۳	۱- انواع انبارهای سیب‌زمینی
۲۳	۱-۱- انبارهای ساده و سستی سیب‌زمینی بذری و خوراکی
۲۸	۱-۲- انبارهای فنی سیب‌زمینی خوراکی و بذری
۲۹	۲- شناخت اقلیم آب و هوایی ایران
۳۵	۲-۱- شرایط لازم برای نگهداری کوتاه‌مدت و طولانی مدت سیب‌زمینی
۴۰	۲-۲- استفاده از دیاگرام سایکرومتریک در تعیین مناطق
۴۳	۳- ویژگیهای گیاه‌شناسی
۴۵	۴- ویژگیهای زراعی سیب‌زمینی
۴۶	۴-۱- رابطه گیاه با گرما
۴۶	۴-۲- رابطه گیاه با رطوبت
۴۶	۴-۳- رابطه گیاه با میزان نور و طول روز
۴۷	۴-۴- نوع خاک مناسب برای سیب‌زمینی
۴۷	۴-۵- ارقام مهم سیب‌زمینی که در ایران کم و بیش کشت می‌شوند
۴۹	۴-۶- کاشت
۵۰	۴-۷- آماده کردن زمین جهت کاشت
۵۱	۴-۸- داشت
۵۱	۴-۹- برداشت
۵۳	۵- آفات و بیماریهای موثر
۵۳	۵-۱- آفات
۵۶	۵-۲- میکروارگانیسم‌های زیان‌آور
۵۷	۵-۳- طرق مبارزه با آفات انباری در انبارهای نگهداری سیب‌زمینی



۶۳	۶- ضایعات محصولات و روشهای پیشگیری از آن
۶۳	۶-۱- مراحل مختلف بروز ضایعات در مزرعه
۷۲	۶-۲- عوامل ایجاد ضایعات در انبارها
۷۸	۶-۳- روشهای جلوگیری از بروز ضایعات
۸۳	۷- شرایط و روشهای نگهداری محصولات
۸۴	۷-۱- دوره ترمیم
۸۴	۷-۲- خنک سازی
۸۶	۷-۳- تنظیم رطوبت نسبی
۸۷	۷-۴- تنظیم درجه حرارت انبار
۸۷	۷-۵- تبخیر
۸۹	۷-۶- تاثیر میکروارگانیسمها
۸۹	۷-۷- جوانه زنی
۹۰	۷-۸- تنفس محصولات
۹۲	۷-۹- جلوگیری از جوانه زنی
۹۳	۷-۱۰- استفاده از قارچ کش بنزیمیدازول (Benzimidazole)
۹۴	۷-۱۱- روشهای نگهداری محصولات در انبار
۹۷	۸- مشخصات کلی انبارها
۹۷	۸-۱- سیستم توزیع هوا
۹۷	۸-۲- انتقال حرارت از سطوح انبار
۹۹	۸-۳- تقطیر بخار آب هوا در انبار
۱۰۳	۸-۴- معایب عدم عایق بندی انبار
۱۰۴	۸-۵- ترکیب دیوارها و عایق بندی
۱۰۵	۸-۶- عایق های رطوبتی
۱۰۶	۸-۷- وضعیت ساختمانی سقف انبار
۱۰۷	۸-۸- وضعیت ساختمانی کف انبار
۱۰۸	۸-۹- ضخامت عایق مورد نیاز
۱۰۸	۸-۱۰- محاسبه ضخامت عایق حرارتی



۱۱۱	۹- برآورد فضای مورد نیاز و تجهیزات، تاسیسات و مصالح مناسب انبارها
۱۱۱	۹-۱- مفروضات
۱۱۲	۹-۲- معرفی مدل تعیین ظرفیت مطلوب بر اساس حداقل هزینه
۱۱۳	۹-۳- بررسی ویژگیهای معماری و سازه انبارها
۱۱۴	۹-۳-۱- بار مرده
۱۱۴	۹-۳-۲- بار زنده
۱۱۴	۹-۳-۳- بارهای افقی
۱۱۴	۹-۳-۳-۱- بار باد
۱۱۴	۹-۳-۳-۲- بارهای ناشی از زلزله
۱۱۵	۹-۳-۳-۳- بارهای جانبی دیوارها
۱۱۶	۹-۳-۳-۴- اثر حرارت بر روی سازه انبارها
۱۱۷	۹-۳-۳-۵- تحلیل سازه انبار
۱۱۷	۹-۳-۳-۶- انتخاب نوع اسکلت باربر انبار
۱۱۹	۹-۴- سازه انبارهای فنی سیبزمینی و پیاز
۱۱۹	۹-۴-۱- اسکلت باربر
۱۲۰	۹-۴-۲- دیوار
۱۲۰	۹-۴-۳- سقف
۱۲۰	۹-۵- سیستمهای خنک کننده در انبارها
۱۳۰	۹-۶- سیستم سرمادهی
۱۳۵	۱۰- بادزن ها
۱۳۵	۱۰-۱- خصوصیت بادزن
۱۳۹	۱۰-۲- تلفات انرژی در سیستم تهویه
۱۴۳	۱۰-۳- محاسبه ظرفیت بادزن
۱۴۷	۱۰-۴- انتخاب بادزن
۱۴۹	۱۰-۵- انواع بادزن
۱۵۳	۱۱- تعیین سیال مبرد
۱۵۷	۱۱-۱- سایر تجهیزات مورد نیاز



۱۵۹	۱۲- تامین گرما و رطوبت در انبارهای محصولات کشاورزی
۱۵۹	۱۲-۱- گرمایش توسط هوای گرم خارج انبار
۱۵۹	۱۲-۲- گرمایش توسط دستگاه‌های گرم کن
۱۶۰	۱۲-۳- نرخ گرمایش
۱۶۰	۱۲-۴- تجهیزات رطوبت‌زنی در انبارها
۱۶۳	۱۳- مبانی محاسبات سیستم هوادهی
۱۶۳	۱۳-۱- نحوه تعیین مناطق سرد و گرم
۱۶۶	۱۳-۲- مشخصات سلولهای انبار
۱۶۷	۱۳-۳- طراحی جعبه‌ها
۱۶۹	۱۳-۴- آرایش جعبه‌های در انبار
۱۷۲	۱۳-۵- نحوه استفاده از ترموستات‌ها و دستگاه رطوبت زن
۱۷۲	۱۳-۶- نحوه نظافت سلولها
۱۷۳	۱۳-۷- محاسبه بار گرمایشی هر سلول
۱۷۴	۱۳-۷-۱- بارگرمایشی محصول پس از برداشت
۱۷۴	۱۳-۷-۲- بار گرمایشی حاصل از تنفس محصول
۱۷۵	۱۳-۷-۳- بارگرمایشی انتقال یافته از محیط خارج
۱۷۷	۱۳-۷-۴- بار گرمایشی ناشی از کارموتورهای بادزن
	۱۳-۷-۵- بار گرمایشی ناشی از کارموتور الکتریکی دریچه‌ها، سیستم روشنایی،
۱۷۸	رفت و آمد پرسنل و باز و بسته شدن درب سلول
۱۷۹	۱۳-۷-۶- بار گرمایشی ناشی از لزوم تعویض هوا جهت خروج دی‌اکسیدکربن
۱۸۰	۱۳-۸- محاسبه و گزینش سیستم بروودی در مناطق گرم
۱۸۲	۱۳-۸-۱- نحوه جایگذاری تجهیزات سیستم ایجاد برودت
۱۸۸	۱۳-۸-۲- محاسبه مقدار هوادهی مورد نیاز
۱۹۰	۱۳-۸-۳- طراحی کانالهای هوادهی کف انبار
۱۹۴	۱۳-۸-۴- محاسبه افت فشار
۱۹۸	۱۳-۸-۵- بررسی افت حرارتی در داخل سلولها در فصل زمستان
۱۹۹	۱۴- مبنای طراحی سیستم کنترل دما در انبارهای محصولات
۱۹۹	۱۴-۱- سیستم کنترل دما و خنک‌سازی محصول
۲۰۰	۱۴-۲- نقش سیستم کنترل



۲۰۱	۱۴-۲-۱- سیستم کنترل دما
۲۰۱	۱۴-۲-۱-۱- مناطق سردسیر
۲۰۲	۱۴-۲-۱-۲- مناطق گرمسیر
۲۰۲	۱۴-۲-۲- سیستم کنترل رطوبت (در هر دو منطقه گرم و سرد)
۲۰۳	۱۴-۲-۳- سیستم کنترل CO ₂
۲۰۳	۱۴-۳- تجهیزات مورد نیاز
۲۰۴	۱۴-۳-۱- مشخصات سنسورها
۲۰۵	۱۴-۳-۲- مشخصات کنترل کننده‌ها
۲۰۷	۱۴-۳-۲-۱- مشخصات سخت‌افزاری PLC
۲۱۰	۱۴-۳-۲-۲- خصوصیات پردازشگر اصلی PLC (CPU)
۲۱۱	۱۴-۳-۲-۳- مشخصات منابع تغذیه یا POWER SUPPLIERS
۲۱۲	۱۴-۳-۲-۴- مشخصات ورودی دیجیتال DIGITAL INPUTS
۲۱۳	۱۴-۳-۲-۵- مشخصات خروجیهای دیجیتال (DIGITAL OUTPUTS)
۲۱۴	۱۴-۳-۲-۶- مشخصات ورودیهای آنالوگ ANALOG INPUTS
۲۱۵	۱۴-۳-۲-۷- مشخصات نرم‌افزاری PLC
۲۱۵	۱۴-۳-۲-۸- مشخصات سیستم عامل PLC (PLG OS)
	۱۴-۳-۲-۹- مشخصات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری پروگرامر
۲۱۶	(PROGRAMMER) PLC
۲۱۷	۱۴-۳-۳- مشخصات سنسورها
۲۱۷	۱۴-۳-۳-۱- مشخصات تکنیکی و فیزیکی سنسورهای حرارتی یا ترمومترها
	۱۴-۳-۳-۲- مشخصات الکتریکی سنسورهای حرارتی یا ترمومترها ۲۱۸
۲۱۹	۱۴-۳-۳-۳- ترموستات‌های با لوله مویی (CAPILLARY)
۲۲۰	۱۴-۳-۳-۴- سنسورهای حساس به غلظت دی‌اکسید کربن موجود در محیط
۲۲۱	۱۴-۳-۳-۵- مشخصات مدوله‌های مبدل (TRANSDUCERS)
۲۲۲	۱۴-۳-۳-۶- مشخصات سویچ‌های محدودکننده (LIMIT SWITCHES)
۲۲۴	۱۴-۴- مکانیزم عملکرد دریچه‌ها و موتورها
۲۲۵	۱۴-۵- تابلوی اعلام خطر
۲۲۷	۱۵- فهرست تجهیزات مورد نیاز پیشنهادی



«محاسبه سیستم هوادهی در انبار سه هزار تنی سیب زمینی مصرفی
در منطقه سرد و خشک»

کلیات	۲۵۵
۱- نحوه تعیین مناطق سرد و گرم	۲۵۸
۲- مشخصات سلولهای انبار و طراحی جعبه‌ها	۲۶۳
۲-۱- مشخصات سلولهای انبار	۲۶۳
۲-۲- طراحی جعبه‌ها	۲۶۳
۳- آرایش جعبه‌ها در انبار	۲۶۶
۳-۱- نحوه استفاده از ترموستات‌ها و دستگاه رطوبت‌زن	۲۶۸
۳-۲- نحوه نظافت سلولها	۲۷۰
۴- محاسبه بار گرمایشی هر سلول	۲۷۰
۴-۱- بار گرمایشی محصول پس از برداشت از زمین	۲۷۱
۴-۲- بار گرمایشی حاصل از تنفس محصول	۲۷۱
۴-۳- بار گرمایشی انتقال یافته از محیط خارج	۲۷۲
۴-۴- بار گرمایشی ناشی از کار موتور بادزن	۲۷۵
۴-۵- بار گرمایشی ناشی از کار موتور الکتریکی دریچه‌ها- سیستم روشنایی- رفت و آمد پرسنل و باز و بسته شدن در سلول	۲۷۵
الف) بار گرمایشی ناشی از روشنایی	۲۷۵
ب) بار گرمایشی حاصل از رفت و آمد پرسنل	۲۷۵
ج) بار گرمایشی ناشی از باز و بسته شدن در سلول	۲۷۶
د) بار گرمایشی ناشی از کار موتور دریچه‌ها	۲۷۶
۴-۶- بار گرمایشی ناشی از هوادهی برای خروج دی اکسید کربن حاصل از تنفس محصول و تامین اکسیژن مورد نیاز	۲۷۶
۵- محاسبه میزان هوادهی مورد نیاز	۲۷۹



۲۸۰	۶- طراحی کانالهای هوادهی کف انبار
۲۸۶	۷- محاسبه افت فشار
۲۹۱	۸- انتخاب بادزن
۲۹۱	۹- طراحی دریچه‌های ورودی و خروجی
۲۹۲	۱۰- محاسبات مربوط به سیستم هوادهی در شهرهای نیمه سرد
۲۹۳	محاسبه بارهای گرمایشی
۲۹۳	۱-۱۰- بار گرمایشی محصول پس از برداشت از زمین
۲۹۳	۲-۱۰- بار گرمایشی ناشی از تنفس محصول
۲۹۳	۳-۱۰- بار گرمایشی انتقال یافته از محیط خارج
۲۹۴	۴-۱۰- بار گرمایشی ناشی از کار موتور بادزن
۲۹۴	۵-۱۰- بار گرمایشی ناشی از کار موتور الکتریکی دریچه‌ها- سیستم روشنایی- رفت و آمد پرسنل و باز و بسته شدن درب سلول
۲۹۵	۶-۱۰- بار گرمایشی ناشی از هوادهی برای خروج دی اکسید کربن حاصل از تنفس محصول و تامین اکسیژن مورد نیاز
۳۰۲	۱۱- بررسی افت حرارتی در داخل سلولها در زمستان
۳۰۴	منابع و مأخذ



«دستورالعمل بهره‌برداری انبارهای سیب‌زمینی»

۳۰۷	مقدمه
۳۰۸	دستورالعمل
۳۰۸	کلیات
۳۰۹	۱- انبار و نگهداری محصولات
۳۰۹	۱-۱- روشهای نگهداری محصولات
۳۰۹	۱-۱-۱- نگهداری بصورت فله
۳۰۹	۱-۱-۲- نگهداری در کیسه گونی
۳۰۹	۱-۱-۳- استفاده از جعبه
۳۱۰	۱-۲- روشهای جابجایی محصولات
۳۱۰	۱-۳- روش ساخت و نگهداری جعبه‌ها
۳۱۳	۲- آماده نمودن محصولات جهت انبار کردن
۳۱۳	۲-۱- شستشو و ضدعفونی کردن انبار و جعبه‌ها قبل از بارگیری محصول
۳۱۳	۲-۲- کنترل و بازدید ادوات
۳۱۵	۲-۳- آماده‌سازی محصولات
۳۱۶	۲-۴- حمل جعبه‌ها به درون سلول و چیدن آنها
۳۱۶	۲-۴-۱- حمل جعبه‌ها
۳۲۰	۲-۴-۲- نحوه چیدن جعبه‌ها
۳۲۰	۲-۵- انجام دوره ترمیم
۳۲۱	۲-۶- شروع دوره نگهداری محصولات
۳۲۳	۳- وظایف مسئول انبار در طول دوره انبارداری



«دستورالعمل سرویس و نگهداری»

۳۲۴	کلیات
۳۲۴	۱- بادنرها
۳۲۴	۱-۱- روش و نگهداری بادنرها
۳۲۵	۱-۱-۱- پروانه و بدنه
۳۲۵	۱-۱-۲- یاتاقانها
۳۲۶	۱-۱-۳- موتور
۳۲۶	۱-۲- نصب بادن
۳۲۶	۱-۲-۱- بازرسی بادن جدید
۳۲۷	۱-۲-۲- جابجا کردن و انبار کردن بادن
۳۲۷	۱-۲-۳- بازرسی قبل از روشن کردن بادن
۳۲۸	۱-۲-۴- پروانه بادن
۳۲۸	۱-۲-۵- محرک تسمه
۳۲۸	۱-۳- راه اندازی بادن
۳۲۹	۱-۴- ابزار حفاظت و ایمنی
۳۳۰	۱-۵- بازرسی ادواری
۳۳۲	۱-۶- اشکالات بادن
۳۳۴	۲- کنترلها
۳۳۵	۳- دمپرها
۳۳۶	۴- رطوبت زن
۳۳۷	۵- کندانسور تبخیری
۳۳۸	۶- اواپراتورها



۳۳۹	۷- کمپرسور
۳۳۹	۷-۱- نحوه عمل کمپرسور در سیستم سرمازا (مبرد)
۳۴۰	۷-۲- کاربرد کمپرسور
۳۴۰	۷-۲-۱- راه اندازی در حال بی باری
۳۴۰	۷-۲-۲- عمل با بار کمپرسور
۳۴۰	۷-۲-۳- ضربه مایع
۳۴۱	۷-۳- راه اندازی، خاموش کردن و تنظیم کمپرسور
۳۴۱	۷-۳-۱- راه اندازی کمپرسور
۳۴۲	۷-۳-۲- خاموش کردن کمپرسور
۳۴۲	۷-۳-۳- تنظیم فشار روغن
۳۴۳	۷-۴- بازدید از کمپرسور
۳۴۵	۷-۵- رئیس مطالب مورد بازدید
۳۴۵	۷-۶- تعمیرات کمپرسور
۳۴۶	۷-۶-۱- برنامه تعمیرات جاری
۳۴۶	۷-۶-۲- مشخصات روغن روغنکاری
۳۴۷	۷-۶-۳- اضافه کردن روغن به کمپرسور در حین کار
۳۴۷	۷-۶-۴- تخلیه گازهای داخل کمپرسور
۳۴۸	۷-۶-۵- تخلیه و تعویض روغن
۳۴۸	۷-۶-۶- تمیز کردن فیلترهای روغن
۳۴۹	۷-۶-۷- تمیز کردن صافی مکش گاز
۳۵۰	۷-۶-۸- هواگیری کمپرسور
۳۵۱	۷-۷- عیب یابی



مقدمه

موضوع ذخیره‌سازی محصولات کشاورزی به صورتی که فسادپذیری آنها به میزان قابل توجهی کاهش یافته و عمر مفید آنها افزایش یابد، بنا به دلایل مختلف از قبیل اضطراب، کمیابی و احساس امنیت و آسایش برای برخورداری از مواد غذایی از دیرزمان مورد توجه بشر بوده است.

بشر با توجه به اقلیم و شرایط آب و هوایی، نوع غذاهای قابل حصول و سنن، آداب، عادات و نیز اعتقادات مذهبی، قومی و قبیله‌ای، مواد خوراکی متنوعی را به روشهای گوناگون و در زمانهای متفاوت ذخیره می‌کند که در این میان ذخیره مواد غذایی اساسی و پایه‌ای چون غلات، حبوبات و انواع غده‌ها و ریشه‌های خوراکی نظیر سیب‌زمینی و پیاز همیشه بر نگهداری مواد و محصولات دیگر اولویت داشته و از اهمیت خاصی برخوردار بوده است.

امروزه با بالا رفتن سطح بهداشت عمومی و متوسط طول عمر افراد و کاهش مرگ و میر اطفال و عوامل دیگر، جمعیت بشری با سرعت زیادی در حال افزایش است و هر ساله میلیون‌ها مصرف‌کننده جدید مواد غذایی به جمعیت کنونی افزوده می‌گردد.

هر چند که افزایش سطح زیر کشت محصولات زراعتی و ارتقاء عملکرد یا بکارگیری شیوه‌های مدرن علمی و فنی باعث تولید بیشتر در سطح جهان شده است، لیکن افزایش بیش از حد جمعیت و کمبود شدید محصولات کشاورزی، بخصوص در کشورهای در حال توسعه، میزان فقر و گرسنگی را در بین مردم گسترش داده است.

متأسفانه به علت عدم توجه و عقب‌ماندگی فنی و تکنولوژیک این گروه از کشورها حتی همین محصولات کشاورزی تولید شده نیز به علل مختلف، کاهش شدید کمی و کیفی داشته و در نتیجه سیمای فقر غذایی را در بین این کشورها روزبروز کریه‌تر جلوه می‌دهد. طبق آمارهای FAO سالیانه حدود ۴۱/۵ درصد محصولات کشاورزی اساسی در کشورهای عقب‌افتاده در اثر آفات، بیماریها و علفهای هرز در مزارع و انبارها از بین می‌روند که از این میزان حدود ۱۳٪ خسارت مربوط به آفات، ۱۲/۹٪ مربوط به بیماریها و ۱۵/۶٪ مربوط به علفهای هرز است.

در ایران طبق برآورد وزارت کشاورزی نزدیک به ۳۰٪ فرآورده‌های کشاورزی توسط عوامل فوق‌الذکر در مراحل کاشت تا برداشت و انبارداری از بین می‌رود که حدود ۵ تا ۱۰ درصد آن مربوط به ضایعات انباری است. در بسیاری از موارد نه تنها مقدار کمی ضایعات مواد غذایی در

مراحل ذخیره‌سازی و فراوری از درصد فوق بسیار فراتر می‌رود، بلکه زیان کیفی وارده به محصول نیز به دلیل عدم وجود سیستم‌های مناسب برای نگهداری و عمل‌آوری مناسب بسیار سنگین بوده و بعضاً باعث می‌شود که تمامی محصول غیرقابل مصرف گردد.

زیان آفات، کپک زدگی توسط قارچها و آلودگی توسط جوندگان (مانند موشها) علاوه بر زیان کمی، محصول را غیربهداشتی و برای سلامت مصرف‌کننده زیان‌آور می‌سازد. حال اگر زیان کمی وارده بر سیب‌زمینی را در شرایط ذخیره‌سازی و فراوری موجود حداقل ۲۰٪ فرض کنیم با احتساب حداقل ۳ میلیون تن محصول سالانه، حدود ۶۰۰ هزار تن ضایعات و کمبود محصول در انبارها خواهد بود که با احتساب هدف سرانه سیب‌زمینی به میزان ۵۰ کیلوگرم در سال، سالیانه بخشی از غذای نشاسته‌ای و کالری‌زای بیش از ۱۲ میلیون نفر از بین می‌رود، که برای جانشین‌سازی آن می‌باید با خروج ارز از کشور اقدام به وارد کردن سیب‌زمینی نمود. هر چند میزان واقعی ضایعات سیب‌زمینی، پیاز و سایر محصولات در کشور ما دقیقاً مطالعه و مشخص نگردیده است ولی با توجه به شواهد و قرائن موجود می‌توان گفت که درصد ضایعات سیب‌زمینی تولیدی در کشور به احتمال زیاد بیش از ۲۰٪ بوده و در مواردی حتی به بیش از ۳۰٪ نیز می‌رسد که بهمین دلیل ضرورت ایجاد انبارهای فنی بخوبی روشن می‌شود.

از طرف دیگر در شرایط آب و هوایی ایران فصل کاشت و برداشت سیب‌زمینی نسبتاً کوتاه بوده و محصولات به دست آمده با اختلاف زمانی حدود ۲ تا ۳ ماه در اکثر نقاط برداشت می‌شود. از آنجا که این محصول غذایی می‌باید کل جمعیت کشور را در تمام طول سال تغذیه کند، لذا انجام فرآیندهای صحیح ذخیره‌سازی اهمیت حیاتی می‌یابد.

از سالها قبل ضرورت ایجاد مجتمع‌های بزرگ ذخیره‌سازی و عمل‌آوری سیب‌زمینی در مراکز تولید این محصول که باعث جلوگیری از بروز ضایعات چشمگیر و همچنین تثبیت قیمت و آشنایی مردم با انواع فراورده‌های سیب‌زمینی گردد، شدیداً احساس می‌شد. عدم وجود مجتمع‌های نگهداری و تبدیل، زارعین را مجبور به فروش فوری محصول با قیمت کم می‌نماید. در عین حال انبارهای سلف‌خرها و واسطه‌ها که معمولاً در شهرهای کوچک و بزرگ قرار دارند، اکثراً غیربهداشتی و فاقد اصول ابتدایی ساخت انبارهای مناسب فنی بوده و باعث تضییع و اتلاف قابل ملاحظه‌ای از محصول می‌شود. به همین دلیل لزوم ساختن مراکز تولید و ضرورت مطالعه و تهیه نقشه‌های تیپ این نوع مجتمع‌ها مورد توجه قرار گرفت.

برای دستیابی به هدف فوق و تهیه ضوابط طراحی اینگونه از انبارها عوامل زیان‌آوری چون حشرات انباری، جوندگان، پرندگان، میکروارگانیسم‌ها و عوامل مساعدکننده فعالیت آنها نظیر رطوبت و حرارت، از جنبه‌ها و جهات گوناگون مورد بررسی قرار گرفتند و روشهای پیشگیری از خسارات و ضایعات و مبارزه با عوامل زیان‌آور انباری با عنایت به دستاوردهای علمی و فنی مورد مطالعه قرار گرفت.

لازم به ذکر است از آنجا که اعمال روش‌های پیشگیری از بروز ضایعات منطقیاً بر آلودگی و سپس مبارزه با این عوامل رجحان دارد، انواع روشهای پیشگیری و جلوگیری از بروز ضایعات کمی و کیفی و نیز تعیین شرایط بهینه نگهداری این محصول نیز مورد بررسی قرار گرفته‌اند.





omoorepeyman.ir

فصل اول - انواع انبارهای سیب‌زمینی

انبارهای سیب‌زمینی را از چند نظر می‌توان تقسیم‌بندی نمود. از جمله انبارهایی که محصول نهایی آنها مصرف خوراکی دارد یا انبارهایی که محصول نهایی آنها مصرف غیرخوراکی دارد. شکل دیگر تقسیم‌بندی انبارها میزان سادگی یا پیچیدگی طراحی ساختمان انبار و تجهیزات آن می‌باشد. انواع انبارها از نوع ساده و کم هزینه و کوچک روستایی و خانگی شروع شده و شامل انواع انبارهای ساده و سنتی که محصول با تهویه طبیعی در آن نگهداری می‌شود تا انبارهایی با گنجایش بسیار زیاد که دارای سیستم‌های تهویه و انتقال حرارت و بالاخره تاسیسات مکانیکی ایجاد برودت می‌باشند می‌گردد.

۱-۱- انبارهای ساده و سنتی سیب‌زمینی بذری و خوراکی

در این نوع انبارها که در ساختمان آنها از مصالح ساده مانند چوب، سنگ، خشت و آجر استفاده می‌شود، شرایط به گونه‌ای است که مقدار محدودی از محصول را می‌توان برای مدت نه چندان طولانی و بدون استفاده از سیستم تبرید مکانیکی نگهداری نمود. از آنجایی که سیب‌زمینی‌های بذری در موقع کشت باید از کیفیت خوب و وضع فیزیولوژیکی مناسب برخوردار باشند و جوانه‌ها در حد دلخواه و ایده آلی باشند، لازم است ساختمان انبار به گونه‌ای طراحی شود که بتوان درجه حرارت، نور و رطوبت نسبی محیط را برای حفظ جوانه محصول بخوبی تنظیم نمود تا میزان عملکرد آن افزایش یابد. تعداد جوانه در هر غده نشان‌دهنده تعداد ساقه‌های گیاه سیب‌زمینی بعد از کشت آن می‌باشد. تعداد جوانه‌ها به نوع سیب‌زمینی، اندازه سیب‌زمینی و میزان غلبه جوانه انتهایی (که خود متأثر از شرایط حاکم بر انبارها خصوصاً درجه حرارت محیط می‌باشد) بستگی دارد. بر اساس ویژگیها و خصوصیات این دسته از انبارها می‌توان آنها را در چهار نوع زیر طبقه‌بندی نمود.



انبارهای روستایی یا خانگی

در زیرزمین ساختمانهای مسکونی به شرط آنکه عمل تهویه در آنها بخوبی صورت گیرد (یعنی دارای پنجره‌های مناسبی باشد) و دیوارهای آن از مصالح ساختمانی سنگی و عایق کاری شده باشد می‌توان شرایط مناسبی را برای نگهداری موقت و کوتاه مدت مقدار محدودی سیب‌زمینی فراهم نمود. زیرا اگر بخواهیم محصول را برای مدت زیادی نگهداری کنیم باید آن را به انبارهای سردتری منتقل نماییم. درجه حرارت این انبارها بسته به منطقه آب و هوایی معمولاً بین ۱۵- تا ۲۰- درجه سانتیگراد در زمستان و ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتیگراد در تابستان تغییر می‌کند. در شرایطی که هوای بیرون برای نگهداری سیب‌زمینی مناسب نباشد، در زیرزمین‌های معمولی می‌توان تا حدود زیادی دوره نگهداری این محصول را افزایش داد. ولی همانطور که اشاره شد باید توجه داشت دوره نگهداری در این روش انبارداری نباید طولانی باشد. اصولاً زیرزمینهایی که در جهت شمال و جنوب واقع شده‌اند شرایط مطلوب‌تری برای انبار کردن دارند. در هر حال داشتن حداقل یک پنجره برای تهویه لازم است. چنانچه رنگ شیشه پنجره‌ها تیره باشد تا از نفوذ نور به داخل انبار جلوگیری شود و نیز هر پنجره دارای سایه‌گیر باشد، کمک زیادی به جلوگیری از رویش محصول و رشد جوانه‌ها و بالتجیه بالا رفتن زمان نگهداری خواهد شد.

برای جلوگیری از چروکیدگی پوست که ناشی از، از دست دادن رطوبت است، می‌توان سطح انبار را از خاک اره پوشانید و دائماً آن را مرطوب نگه داشت. این طریقه تامین رطوبت بسیار ابتدایی می‌باشد در حالیکه روشهای پیشرفته‌تری نیز در حال حاضر وجود دارد.

- انبارهایی که نیمی از آنها در داخل زمین قرار دارد

این انبارها گاهی بصورت کاملاً مجزا ساخته می‌شوند و در پاره‌ای از موارد به قسمت مسکونی ارتباط دارند. برای ساختن این نوع انبارها، ابتدا زمینی را حفر کرده و کف انبار را با مصالح ساختمانی (بویژه سنگ) پوشش می‌دهند و دیوارهای چهارطرف انبار را تا ارتفاع حدود ۴ متر می‌سازند. بطوریکه عمق هر انبار از سطح زمین ۲ متر و ارتفاع آن از سطح زمین نیز ۲ متر گردد. پس از احداث انبار و پر کردن آن به عمق ۲ تا ۲/۵ متر خاکهای حاصل از حفاری را بر روی محصول می‌ریزند و یک طرف انبار را نیز برای رفت و آمد باز می‌گذارند.



- انبارهای زیرزمینی

برای ساختمان این انبارها از بلوک‌های سیمانی و یا سنگ‌چین استفاده می‌شود. این انبارها باید به مقدار کافی مقاومت برای تحمل پوشش خاک به ضخامت ۶۰ تا ۹۰ سانتیمتر را که برای حفاظت در مقابل یخ‌زدگی در نظر گرفته می‌شود داشته باشند. ضخامت این لایه خاک بستگی به شرایط اقلیمی منطقه دارد. برای عایق‌کاری از قشری از کاه و کلش و امثال آن نیز می‌توان استفاده کرد. این انبارها نیز معمولاً به زیرزمین ساختمان راه دارند.

در این انبارها نیز مجرای کوچکی برای تهویه در نظر گرفته می‌شود که روی آن را برای ممانعت از ورود پرندگان و آفات انباری دیگر با تورسیمی می‌پوشانند.

- انبارهای حفره‌ای (مخروطی)

این انبارها را بر روی زمین یا به عمق ۲ تا ۲/۵ متر در داخل زمین احداث می‌کنند. زمینی که برای این منظور انتخاب می‌شود باید کاملاً "زهکشی شده و آب اضافی در آن باقی نباشد. ابتدا مقداری کاه و کلش و یا مشابه آنها را بر روی زمین پخش می‌کنند و سپس سیب‌زمینی را بصورت توده مخروطی روی آن می‌ریزند. سپس مقداری کاه و کلش بر روی آن ریخته سطح رو را با قشری از خاک به ضخامت ۸ تا ۱۰ سانتیمتر که کوبیده شده و ذرات آن بهم چسبیده است می‌پوشانند. با فرا رسیدن فصل سرما مقدار ضخامت قشر خاک را افزایش می‌دهند و در اطراف این توده مخروطی شکل جویهایی برای جریان یافتن آب و خارج شدن آن از اطراف محصول احداث می‌کنند.

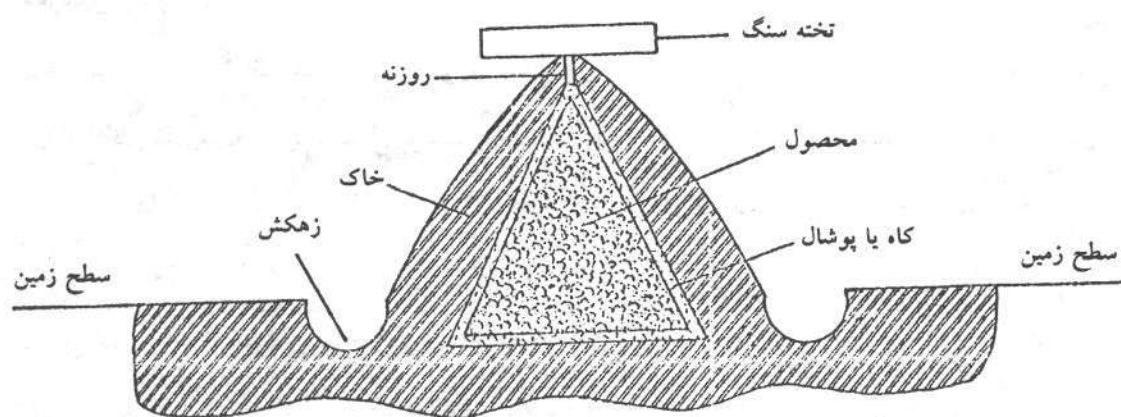
اشکال شماره ۱ و ۲ مقاطع دو نوع از این انبارها و اشکال شماره ۳ تا ۵ نیز نشان‌دهنده انواع دیگری از انبارهای سنتی مورد استفاده در مناطق مختلف کشور ایران می‌باشند.

بطور کلی درباره انبارهای سنتی توجه به نکات زیر ضروری است:

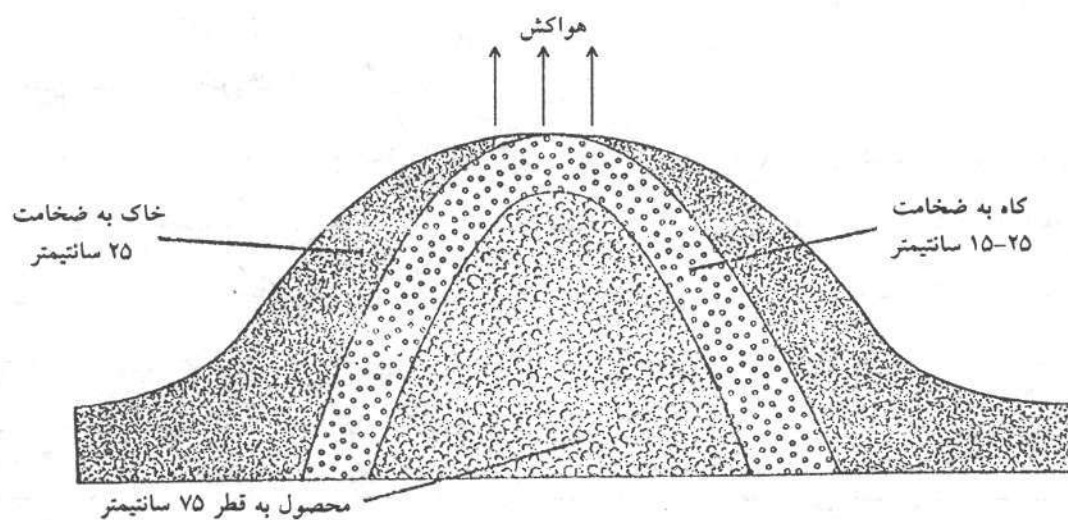
- برای ایجاد انبارهای سنتی در هر منطقه می‌توان از شرایط طبیعی آن منطقه مانند وجود سرما و رطوبت استفاده نمود و به همین دلیل پایین بودن سطح انبار در عمق یک متر از سطح زمین باعث مصون ماندن محصول انبار شده از سرما و گرمای محیط خارج می‌گردد.

- استفاده از گونی برای ذخیره‌سازی به نحوی که گونی‌ها قابلیت نفوذ کامل در مقابل جریان هوا را داشته باشند، مطلوب است.

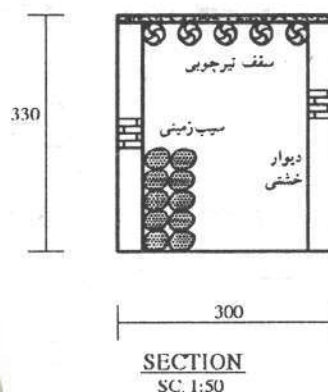
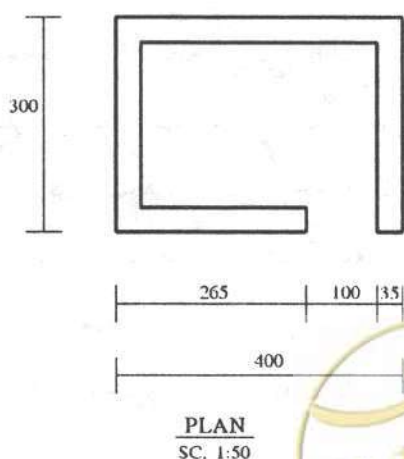




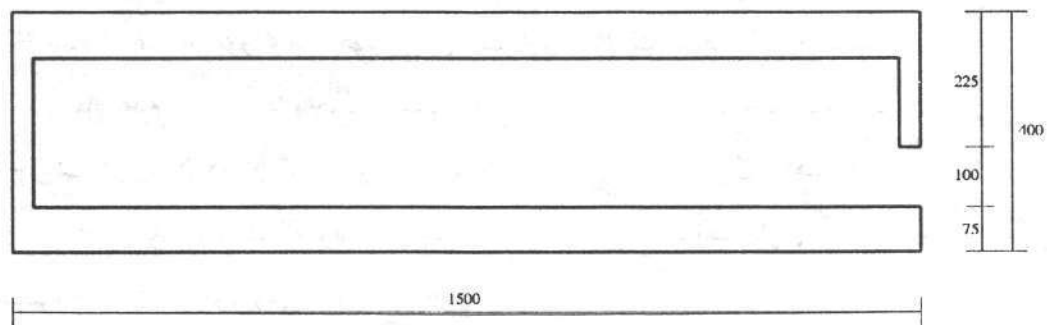
شکل ۱- مقطع عرضی انبار مخروطی



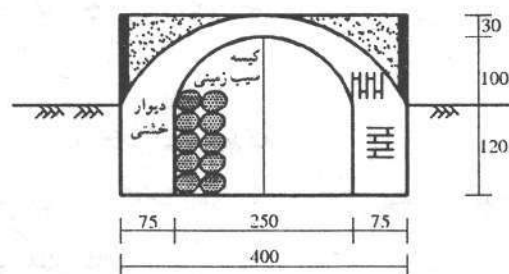
شکل ۲- مقطع عرضی سیلوی سبب زمینی



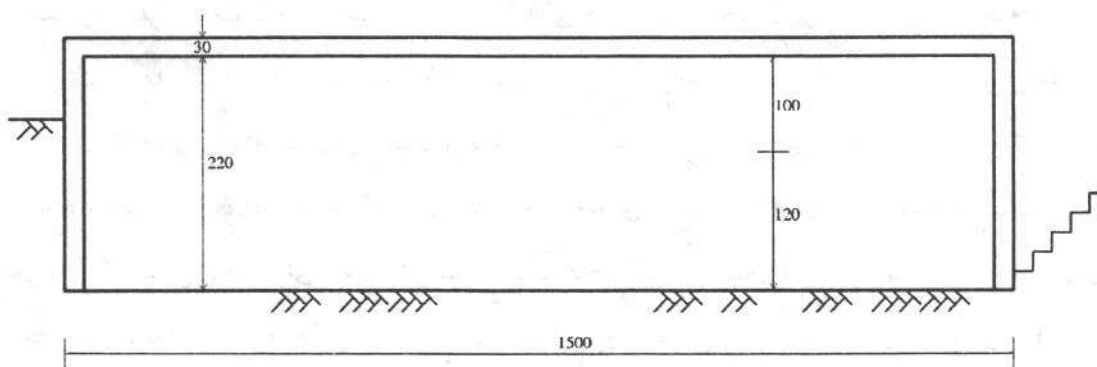
شکل ۳- پلان و نمای نوعی از انبارهای سبب زمینی در منطقه داران بختیاری که با سطح زمین همکف می باشد



PLAN
SC. 1:50



SECTION
SC 1:50



SECTION
SC. 1:50

شکل ۴ و ۵ - پلان و نمای نوعی از انبارهای گود سنتی سیب‌زمینی در منطقه داران بختیاری و بدون ساختمان فوقانی

- استفاده از مصالح محلی و ساختن دیوارها و سقف حتی المقدور در شرایطی که علاوه بر تحمل بارهای ساختمان، دارای حداقل هدایت حرارتی باشد، توصیه می‌شود.
- ارتفاع چیدن محصول گونی شده نمی‌باید از $\frac{1}{5}$ تا $\frac{1}{2}$ متر تجاوز نماید، چرا که با ارتفاع

- بیش از این مقدار تهویه طبیعی محصول به خوبی انجام نخواهد گرفت.
- عدم استفاده از نور عامل خوبی برای نگهداری مطلوب محصولات می باشد.
 - بدلیل عدم تهویه و یا وجود سیستمی که بتواند تغییرات درجه حرارت را کنترل نماید، امکان به حرکت درآوردن هوا و کنترل میزان CO_2 حاصل از تنفس محصول فراهم نمی باشد.
 - به دلیل عدم استفاده از مواد ضد جوانه زدن تا پایان دوره نگهداری، مقدار قابل توجهی از محصول دچار جوانه زدن می شود.
 - بارگیری و تخلیه محصول در انبارهایی که سطح آنها از سطح زمین پایین تر می باشد چندان آسان نبوده و طبیعتاً محصول متحمل مقداری ضایعات در حین حمل و نقل می گردد.

۲-۱- انبارهای فنی سیب زمینی خوراکی و بذری

از آنجا که امکان نگهداری مقدار محدودی سیب زمینی بذری یا خوراکی در انبارهای سنتی وجود دارد، از طرفی هزینه های کارگری برای نگهداری محصول به این شیوه بالاست و از طرف دیگر با ازدیاد جمعیت، ذخیره سازی مقدار محدودی از محصول در انبارهای سنتی نمی تواند نیاز جامعه را برطرف نماید، و در عین حال میزان بالای ضایعات محصول در انبارداری بطریقه سنتی، ضرورت استفاده از انبارهای بزرگ و فنی سیب زمینی که بتواند با حداقل هزینه بیشترین مقدار محصول را بدون کاسته شدن از کمیت و کیفیت آن ذخیره نماید غیرقابل اجتناب کرده است.

از آنجا که شرایط طبیعی منطقه حتی اگر کاملاً مطابق با نیازهای فیزیولوژیک محصول باشد نمی تواند تضمین کافی برای تامین شرایط مطلوب ذخیره سازی مقدار قابل توجهی از محصول را ایجاد نماید، لذا نیاز به استفاده از انواع تجهیزات الکترومکانیکی که بتواند ضمن حمل و نقل آرام محصول، مطلوب ترین شرایط را برای تقلیل هر چه بیشتر ضایعات فراهم آورد، از جمله استفاده از انواع تجهیزات الکترومکانیکی که بتواند تغییرات درجه حرارت، رطوبت نسبی و فشار هوا و میزان هوا را در نقاط مختلف انبار گزارش و سیستم های فرمان مکانیکی را کنترل نماید ضروری می باشد.

در ساختمان این نوع انبارها نه تنها از مصالح مختلف و متنوع جدید استفاده می شود بلکه طراحی اسکلت فلزی، کانالهای هوادهی، دیوارها، سقف، راهرو هوادهی و غیره به گونه ای است که بتواند مجموعه شرایط مناسب را نه تنها برای نگهداری محصول تامین نماید، بلکه تحت کنترل مدیریت انبار قرار دهد. از آنجا که ویژگیها و مشخصات این دسته از انبارها در بخشهای بعدی بحث می شود از ذکر آنها در این قسمت خودداری می شود.

فصل دوم - شناخت اقالیم آب و هوایی ایران

برای تعیین مناطق آب و هوایی اصلی تولید سیبزمینی، ابتدا باید به جدول شماره ۱ که نمایش‌دهنده میزان درصد تولید سیبزمینی در استانهای مختلف با توجه به شرایط اقلیمی آن مناطق می‌باشد، توجه نمود. بر روی این جدول نوع اقلیم نیز بوسیله شماره‌ای مشخص گردیده است.

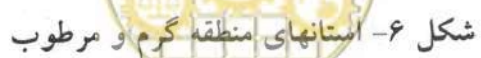
جدول ۱- میزان درصد تولید سیب زمینی در سال ۱۳۶۵

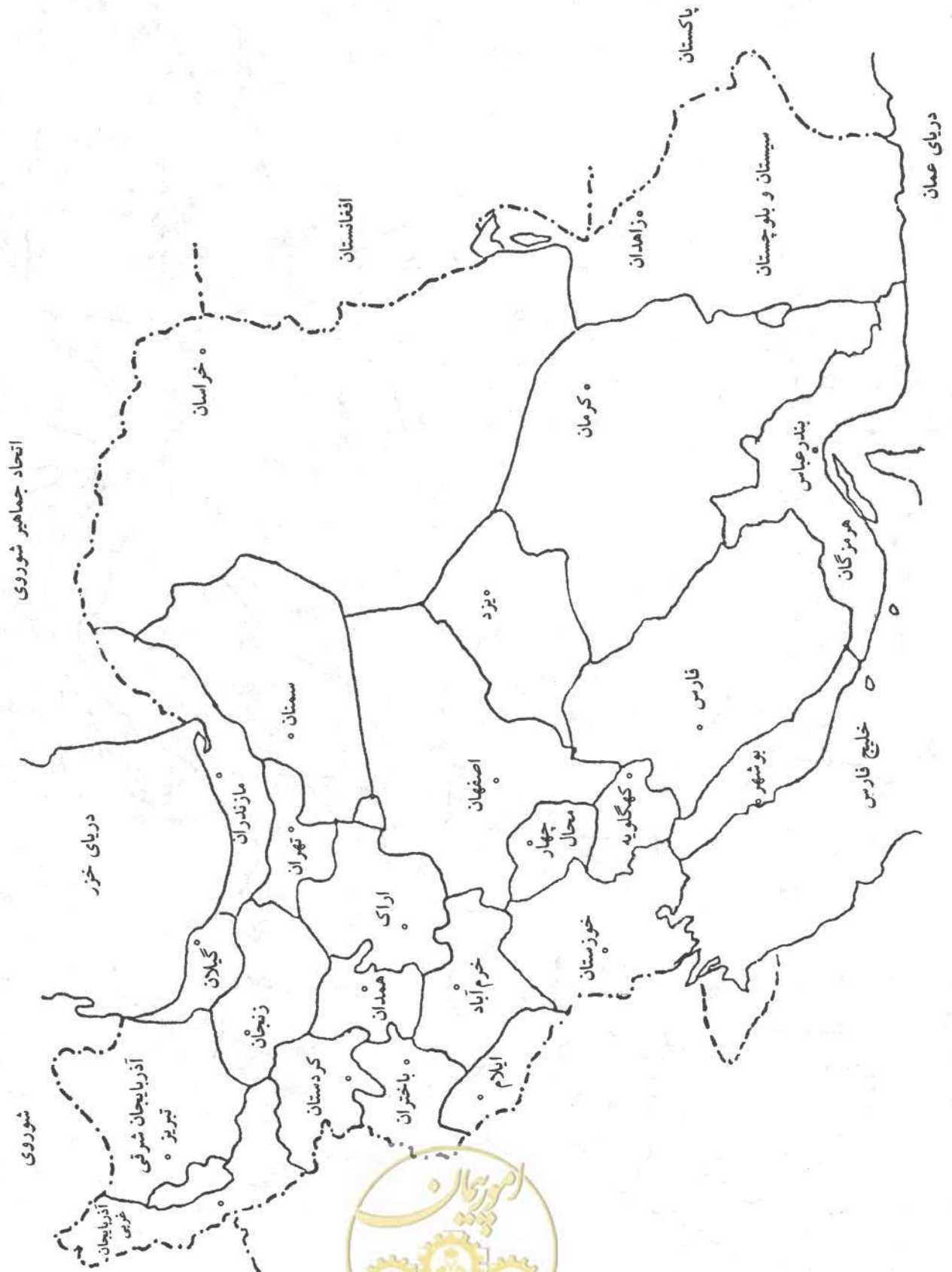
سیب زمینی		
نام استان	نوع اقلیم*	درصد تولید
آذربایجان شرقی	۱	۳۱
اصفهان	۵	۲۰/۶
خراسان	۱	۶/۱
سمنان	۱	۶/۱
زنجان	۱	۵/۸
گرگان و گنبد	۲	۵/۵
همدان	۱	۴/۷
مرکزی	۱	۳/۲
سایر استانها	--	۱۷

با استفاده از جدول شماره ۱ و نقشه‌های اقالیم مختلف کشور که در شکل‌های شماره ۶ تا ۱۰ با ملاحظه می‌گردد می‌توان درصد تولید سیبزمینی را در اقالیم‌های مختلف کشور مشخص نمود.



- * اقلیم سرد و خشک با شماره ۱
 معتدل و مرطوب ۲
 گرم و خشک ۳
 گرم و مرطوب ۴
 معتدل و خشک ۵

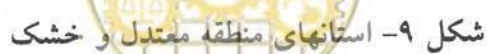


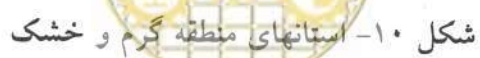


شکل ۷- استانهای منطقه سرد و خشک









این نتایج در جدول شماره ۲ ملاحظه می گردد.

جدول ۲- درصد تولید سیب زمینی در مناطق مختلف نسبت به

تولید کل این محصول در * کشور در سال ۱۳۶۵

نام اقلیم	سیب زمینی
سرد و خشک	۶۸
معتدل و خشک	۲۵
سایر اقلیم	۷

در اینجا درصد تولید سایر استانها بطور متناسب براساس درصد تولید نوع اقلیم بین آنها تقسیم شده است.

بطوریکه در جدول شماره ۲ ملاحظه می شود، قسمت عمده تولید و برداشت سیب زمینی به ترتیب در مناطق سرد و خشک و معتدل و خشک می باشد. تولید در سایر مناطق با مقایسه با این دو منطقه ناچیز است. لذا از جهت کاربردی، طراحی انبارهای سیب زمینی باید با توجه به این دو منطقه آب و هوایی صورت گیرد.

به عبارت دیگر طراحی انبارهای سیب زمینی باید در درجه اول با تمرکز بر روی اقلیم سرد و خشک و پس از آن بر اساس اقلیم معتدل و خشک استوار باشد.

۲-۱- شرایط لازم برای نگهداری کوتاه مدت و طولانی مدت سیب زمینی

الف- منطقه سرد و خشک

در این منطقه سیب زمینی از نوع دیررس تولید می شود که امکان نگهداری آن بیشتر از سیب زمینی زودرس می باشد. سیب زمینی دیررس باید به محض برداشت آماده سازی شود. برای آماده سازی می باید سیب زمینی مدت ۱۰ الی ۱۴ روز در رطوبت بالا و کاهش تدریجی درجه حرارت به میزان یک درجه در روز نگهداری شود. اگر آماده سازی خوب انجام شود می توان محصول را در درجه حرارت ۳ الی ۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۹۰٪ برای ۷ تا ۱۰ ماه و با کیفیت خوب نگهداری نمود. درجه حرارت پایین تر از این مقدار چندان مناسب نمی باشد.

سیب‌زمینی دیررس را در ۱۰ درجه سانتیگراد برای ۲ تا ۴ ماه می‌توان انبار نمود. سیب‌زمینی باید در تاریکی نگهداری شود تا از سبز شدن آن جلوگیری گردد. در صورتیکه رطوبت نسبی بیش از ۹۰٪ گردد تقطیر آب در سقف انبار مشکل‌آفرین خواهد شد. تهویه و جریان هوا در انبار سیب‌زمینی برای همگن ساختن رطوبت و درجه حرارت در کلیه نقاط انبار لازم است. در منطقه سرد و خشک که درجه حرارت محیط خارج انبار در زمان انبار کردن سیب‌زمینی پایین‌تر از درجه حرارت انبار است، تهویه و سیر کولاسیون هوا به مقدار معینی لازم است. ذکر این نکته نیز حائز اهمیت است که جریان و گردش شدید هوا موجب تبخیر شدید رطوبت موجود در هوا و عملاً "تبخیر شدن رطوبت سطح سیب‌زمینی می‌گردد. شکل شماره ۱۱ وضعیت سایکرومتریک این نوع مناطق را برای آماده‌سازی و نگهداری سیب‌زمینی نشان می‌دهد.

ب- منطقه معتدل و خشک

در این منطقه سیب‌زمینی هم از نوع زودرس و هم از نوع دیررس تولید می‌شود. شرایط نگهداری برای سیب‌زمینی دیررس همان است که فوقاً اشاره شد. اما در رابطه با سیب‌زمینی زودرس، مدت زمان نگهداری این نوع سیب‌زمینی در مقایسه با نوع دیررس کوتاه‌تر است. نگهداری این نوع محصول در ۴ تا ۵ درجه سانتیگراد و رطوبت ۹۰٪ مطلوب می‌باشد. نیز نگهداری محصول در ۲۱ درجه سانتیگراد چند روز قبل از ارایه به بازار مناسب است، یا آنکه می‌توان آن را به مدت ۲ ماه در ۱۰ درجه سانتیگراد نگهداری نمود. روش دوم نگهداری به جهت استفاده کمتر از سیستم مکانیکی مناسب‌تر می‌باشد. شرایط لازم برای آماده‌سازی، نگهداری کوتاه‌مدت و بلندمدت سیب‌زمینی در روی دیاگرام سایکرومتریک مناطق گرم و خشک و معتدل و خشک نشان داده شده است. جدول شماره ۳ این شرایط را نشان می‌دهد. همچنین شکل شماره ۱۲ وضعیت سایکرومتریک را در رابطه با نگهداری سیب‌زمینی در منطقه معتدل و خشک نشان می‌دهد.



BAROMETRIC PRESSURE
29.921 INCHES OF MERCURY
ELEVATION: SEA LEVEL

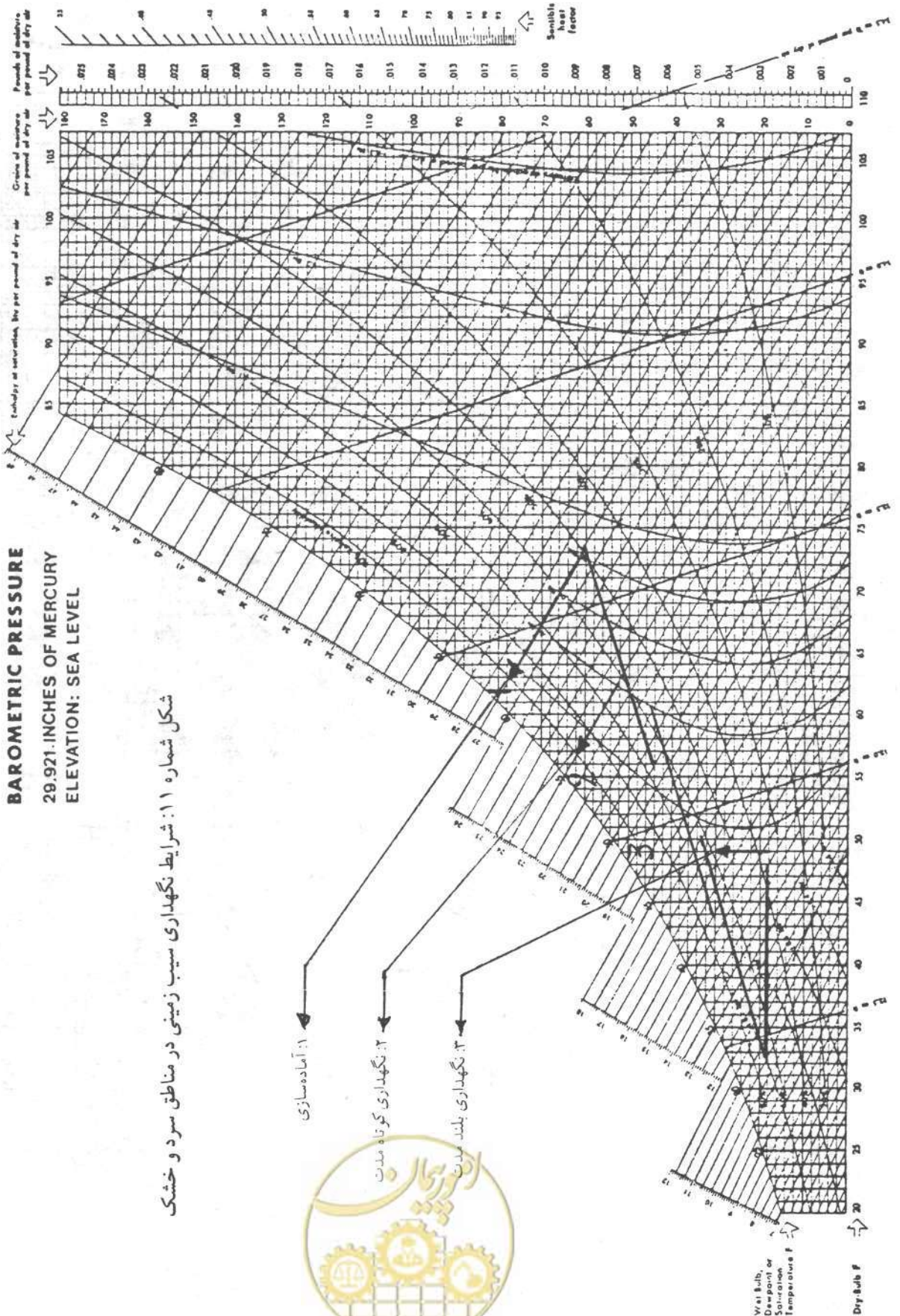
شکل شماره ۱۱: شرایط نگهداری سبب زمینی در مناطق سرد و خشک



۱: آمادسازی

نگهداری کوتاه مدت

۲: نگهداری بلند مدت



BAROMETRIC PRESSURE
29.921 INCHES OF MERCURY
ELEVATION: SEA LEVEL

شکل شماره ۱۲: شرایط نگهداری سیب زمینی در مناطق معتدل و خشک

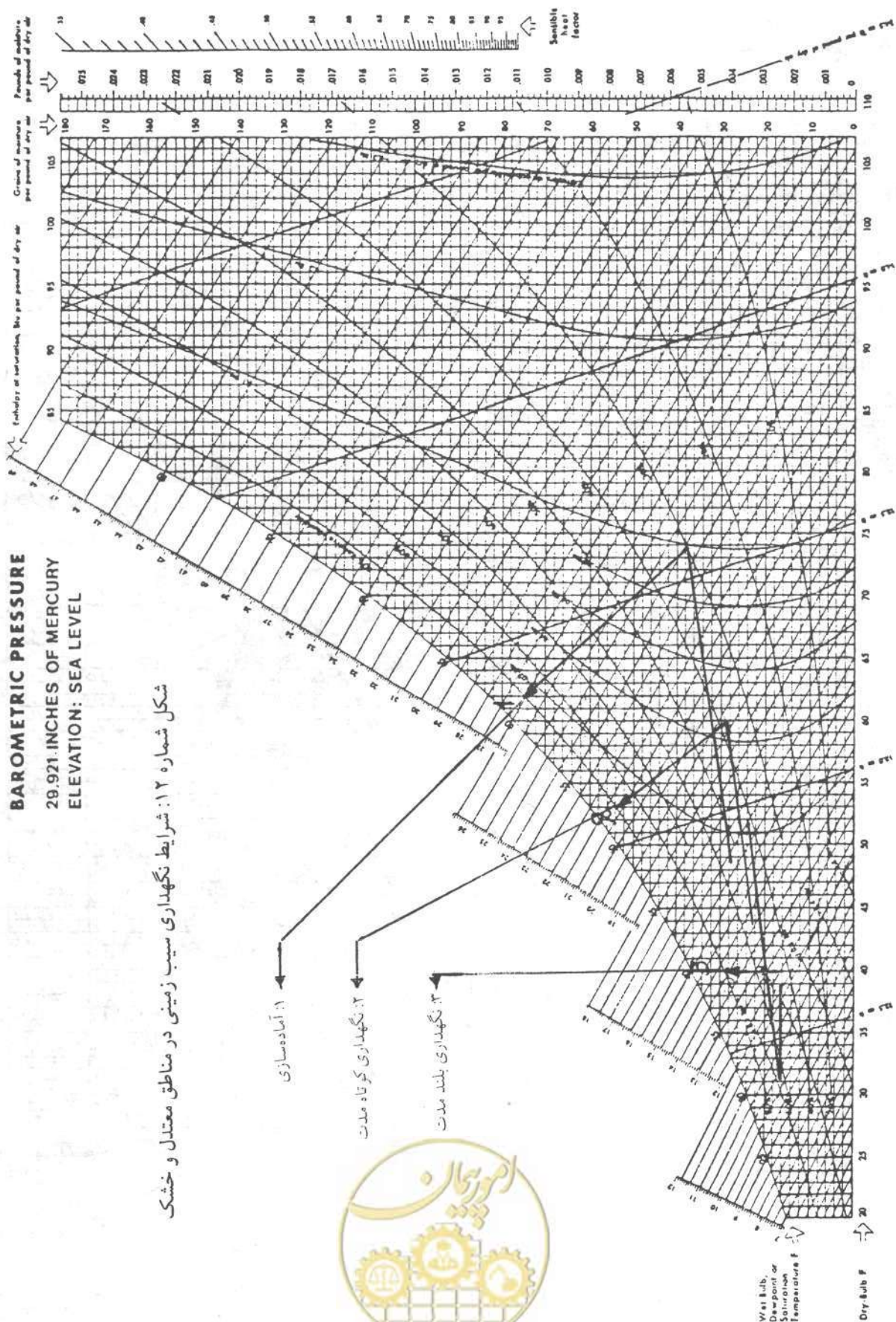
۱: آماده سازی

۲: نگهداری کوتاه مدت

۳: نگهداری بلند مدت



omoorepeyman.ir



جدول ۳

ملاحظات	شرایط نگهداری بلند مدت در انبار		شرایط نگهداری کوتاه مدت در انبار		شرایط آماده سازی			نام منطقه	نام محصول
	سیستم لازم	مدت زمان نگهداری	درجه حرارت °C	رطوبت نسبی %	سیستم لازم	مدت زمان نگهداری	درجه حرارت °C		
۱- بخشی از محصول برای شرایط طولانی انبار شود.	تهویه و سیر کولاسیون هوا	۱۰-۷ ماه	۴-۲	*۹۰	سیستم لازم	۴-۲ ماه	۱۰	سرد و خشک	سیب زمینی (درجه انجماد -۱/۶)
۲- توصیه میشود اتاقي در کنار انبار جهت نگهداری سیب زمینی که به مصرف سرخ کردن می‌رسد تعبیه شود و قبل از خروج سیب زمینی از انبار به مدت ۱ الی ۲ هفته درجه حرارت محصول از ۷- تا ۱۰- افزایش یافته و پس از ۲ هفته به حدود ۲۰ برسد آنگاه محصول را از انبار خارج نمایند.					تهویه و سیر کولاسیون هوا	روز	۱۶-۷		
۳- صددرد محصول براساس شرایط طولانی انبار می‌شود.					سیستم لازم	روز	۱۶-۷		
۴- ارتفاع انبار حدود ۴ متر یا کمتر پیشنهاد می‌شود.					سیستم لازم	روز	۱۶-۷		
۱- ملاحظات ۲، ۱ و ۴ انبار سیب زمینی در منطقه سرد و خشک در این منطقه نیز صادق است.	تهویه و سیر کولاسیون هوا و در صورت لزوم استفاده از کویل آب سرد جهت کاهش درجه حرارت هوای ورودی به انبار	۱۰-۷ ماه	۴-۲	*۹۰	سیستم لازم	۲ ماه	۱۰	معتدل و خشک	
۲- توصیه می‌شود که حدود ۵۰٪ از محصول سرد شود.					سیستم لازم	روز	۱۶-۷		
۳- ارتفاع انبار حدود ۳ متر پیشنهاد می‌شود.					سیستم لازم	روز	۱۶-۷		

بر اساس گزارش کارشناس دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه رطوبت نسبی ۹۰٪ فقط برای یک ماهه اول نگهداری است و برای بقیه دوره نگهداری این رطوبت نسبی میبایست * حدود ۷۰ الی ۷۵٪ کاهش یابد.

۲-۲- استفاده از دیاگرام سایکرومتریک در تعیین مناطق

برای انتخاب سیستم طبیعی و یا مکانیکی هوادهی جهت نگهداری محصول ضروری است که وضعیت آب و هوایی و شرایط نگهداری محصول تواما^۱ مورد مطالعه قرار گیرند. به همین علت شرایط مورد نظر با استفاده از دیاگرام سایکرومتریک مورد توجه قرار می‌گیرد.

الف- منطقه سرد و خشک

بطوریکه از دیاگرام سایکرومتریک یا دیاگرام رطوبتی شکل شماره ۱۱ مربوطه به نگهداری سیب‌زمینی در این منطقه ملاحظه می‌شود، در ابتدای دوره نگهداری نیاز به شرایط آماده‌سازی (علامت n) بوده و این شرایط به کمک سیستم تبخیری قابل دستیابی است. خط دمای مرطوب ثابت در شکل فوق این فرآیند را نشان می‌دهد.

از اواسط مهر به بعد شرایط برای نگهداری کوتاه‌مدت سیب‌زمینی مناسب می‌باشد که مجدداً سیستم تبخیری قابل استفاده است. لیکن همواره باید جریان هوا طوری انتخاب شود که سیر کولاسیون هوای لازم بازای هر کیلوگرم سیب‌زمینی تامین شود. از اوایل آبان ماه تا آذرماه به بعد رطوبت‌زنی برای تامین شرایط نگهداری، کفایت می‌کند.

از آذر ماه به بعد رطوبت‌زنی باید با تامین گرمایش توام باشد. این عمل را می‌توان به کمک تغذیه هوای گرم و رطوبت‌زنی و یا صرفاً^۲ به کمک بخار آب و کنترل ساده (مثل تنظیم دریچه خروج هوا) تامین نمود. ایزولاسیون حرارتی در سقف استفاده شده و زمان لازم در مورد تعویض هوای داخل انبار بر اساس استفاده از بار برودتی و سیرکولاسیون هوای لازم تعیین خواهد شد.

ب- منطقه معتدل و خشک

با توجه به دیاگرام سایکرومتریک (شکل شماره ۱۲) در این منطقه مشاهده می‌شود که نسبت به منطقه سرد و خشک رطوبت پایین‌تر و درجه حرارت بالاتر می‌باشد. معذالک^۱ استفاده از سیستم‌های طبیعی و مکانیکی مشابه توصیه شده برای آب و هوای سرد و خشک در این مورد نیز قابل استفاده می‌باشد. با این تفاوت که مدت زمان تعویض هوا در این مناطق با مدت زمان تعویض هوا برای منطقه سرد و خشک الزامی^۲ نخواهد بود. زیرا درجه حرارت هوای مورد استفاده برای تهویه و هوادهی محصول عامل موثری در میزان تعویض هوای داخل انبار است، به عبارت دیگر هرگاه درجه حرارت محصول از حد تعیین شده برای نگهداری تجاوز نماید، باید

بلافاصله دریچه‌های ورود هوای تازه و دریچه‌های خروج هوای کهنه را باز نمود تا ضمن هوادهی درجه حرارت را نیز کنترل نمود. لذا مقایسه دو منطقه سرد و خشک و معتدل و خشک نشان می‌دهد که تعداد دفعات تعویض هوا در منطقه معتدل و خشک به دلیل بالاتر بودن متوسط درجه حرارت بیشتر از منطقه سرد و خشک برای انبارهای سیب‌زمینی است. و بعلاوه در این مورد باید سعی نمود جهت استفاده بیشتر از هوای سرد از جرم بیشتری از مصالح ساختمانی استفاده نمود و ایزولاسیون حرارتی سقف را در صورت لزوم افزایش داد. چرا که جرم بیشتر مصالح ساختمانی نشانگر ضخامت بیشتر مصالح و آن نیز نشانگر ایجاد مانع بیشتر در مقابل هدایت حرارتی و به عبارت دیگر کاهش ضریب انتقال حرارتی دیوارهای انبار است.





فصل سوم - ویژگیهای گیاه‌شناسی

سیب‌زمینی از مهمترین مواد غذایی مصرفی انسان و یکی از چند ماده اصلی و پایه‌ای تغذیه برای انسان است که علاوه بر نقش مهم تغذیه‌ای، در صنعت و دامداری نیز واجد اهمیت ویژه‌ای است.

سیب‌زمینی گیاهی است از خانواده (SOLANACEAE) که در این خانواده گیاهان مهم و مشهوری چون بادمجان، گوجه‌فرنگی و توتون نیز وجود دارند. جنس (SOLANUM) که سیب‌زمینی از گونه‌های مهم آن است بیش از ۱۷۰۰ گونه شناخته شده دارد که بسیاری از آنها هنوز بخوبی مورد شناسایی و بررسی قرار نگرفته‌اند.

پس از ورود سیب‌زمینی از موطن اصلی به اروپا و آمریکا در بسیاری از نقاط این دو قاره سیب‌زمینی بزودی غذای اصلی مردم فقیر شد. از این رو کمبود شدید محصول در دهه ۵۰-۱۸۴۰ به علت بیماری قارچی فیتوفترا اینفستانس (PHYTOPHTORA INFESTANS) در ایرلند و انگلیس موجب مرگ نزدیک به یک میلیون تن از مردم گردید و به مهاجرت‌های وسیع و اجباری ساکنان این دو کشور به ویژه ایرلند به سایر نقاط جهان بخصوص آمریکای شمالی انجامید. سیب‌زمینی در زمان فتحعلی شاه قاجار به ایران وارد شد و اگر گفته کاردار سفارت فرانسه در ایران (کنت آرتور دوگوبینو) راست باشد، مقداری غده سیب‌زمینی توسط سرجان ملکم سفیر کمپانی هند شرقی به عنوان هدیه به صدراعظم وقت میرزا شفیع مازندرانی داده شد تا به گفته ملکم مانع بروز قحطی در ایران شود.

میزان تولید محصول سیب‌زمینی در جهان در سال ۱۹۸۴ برابر ۳۱۲ میلیون تن و در سال ۱۹۹۰ برابر ۳۰۰ میلیون تن و سطح کل زمین‌های زیرکشت به ترتیب ۲۰/۳ و ۲۲ میلیون هکتار با راندمان متوسط به ترتیب ۱۵/۴ و حدود ۱۴ تن در هکتار بوده است.

مهمترین تولیدکنندگان سیب‌زمینی در جهان در سال ۱۹۸۴، شوروی سابق با ۸۵/۳ میلیون تن و راندمان متوسط ۱۲/۵ تن در هر هکتار، چین با ۵۵ میلیون تن و راندمان متوسط ۱۳/۷ تن در هر هکتار و لهستان با ۳۷/۴ میلیون تن و راندمان متوسط ۱۷/۴ تن در هر هکتار بوده‌اند.

بنا به اظهار آقای دکتر خداپنده (استاد زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه

تهران) بالاترین راندمان سیب‌زمینی جهان در سال ۱۹۸۵ مربوط به کشور هلند با ۵۵ تن در هر هکتار است. برای ارزیابی بهتر وضعیت تولید و مصرف سیب‌زمینی در ایران و جهان جدول زیر ارائه می‌گردد.

جدول شماره ۴ - تولید سرانه ده کشور جهان که مقام‌های اول تا دهم را در سال ۱۹۹۰ دارا بوده‌اند

ردیف	نام کشور	تولید سرانه به کیلوگرم	مصرف سرانه به کیلوگرم
۱	لهستان	۹۳۸	۱۲۳
۲	آلمان شرقی	۶۲۸	۱۶۹
۳	هلند	۳۵۸	۸۸
۴	شوروی سابق	۲۷۹	۹۷
۵	ایرلند	۲۶۵	۹۵
۶	چک‌واصلواکی سابق	۲۲۱	۸۴
۷	رومانی	۲۰۵	۹۵
۸	اتریش	۱۶۵	۴۵
۹	بلژیک و لوکزامبورگ	۱۵۵	۱۳۰
۱۰	آلمان غربی	۱۴۹	۶۰
۱۱	ایران	۴۵	۳۶



فصل چهارم - ویژگی‌های زراعی سیب‌زمینی

سیب‌زمینی گیاهی بوته‌ای و یک ساله است. ارتفاع ساقه‌های هوایی آن بین ۵۰ تا ۹۰ سانتیمتر و گاهی تا ۱۲۰ سانتیمتر هم می‌رسد. این محصول از دو طریق رویشی به وسیله غده و زایشی به وسیله بذر (دانه) تکثیر می‌یابد. روش مناسب و رایج برای تکثیر این گیاه استفاده از غده است و تکثیر آن از طریق کاشت بذر به علت تغییرات حاصل در خصوصیات و اریته مادری، مطلوب و رایج نیست و از این طریق تکثیر منحصر^۱ برای تهیه واریته‌های جدید و اصلاح نبات استفاده می‌شود. ساقه‌های هوایی سیب‌زمینی در واریته‌های مختلف راست یا خوابیده و دارای انشعابات جانبی یا بدون آن است. مقطع آنها گرد یا سه گوش و چهارگوش است. سطح ساقه‌ها کرکدار یا بدون کرک و صاف و رنگ آنها سبز یا سبز آمیخته به ارغوانی است. برگ‌های اولیه همیشه ساده هستند و سایر برگ‌ها مرکب از سه یا چهارجفت برگچه‌های بزرگ واجد دمبرگ بصورت متقابل و یک برگچه انتهایی و برگچه‌های فرعی روی دمبرگ‌های فرعی و برگچه‌های کوچک میانی در فاصله برگچه‌های اصلی می‌باشند. آرایش برگ‌ها در روی ساقه هوایی بصورت مارپیچ است. گل‌آذین سیب‌زمینی گزن است که گل‌های آن بصورت مجتمع و فشرده با ظاهر چتر مانند است. پوشش رنگین گل یا (COROLIA - جام گل) دارای پنج لب است. تعداد گلبرگ‌ها ۵ عدد به رنگ‌های سفید، زرد، آبی، ارغوانی یا راه‌راه و نواری است. کاسبرگ‌ها نیز پنج عدد و در قاعده بهم چسبیده‌اند. هر گل پنج پرچم دارد که اطراف مادگی را بصورت لوله گرفته‌اند. مادگی دارای یک تخمدان دو حجره‌ای و یک خامه منفرد است. گل‌های سیب‌زمینی خود تلقیح هستند. میوه سیب‌زمینی گرد و کروی به رنگ سبز مایل به قهوه‌ای یا ارغوانی به قطر ۱/۵ تا ۲ سانتیمتر است. در داخل میوه تعداد بسیار زیادی دانه‌های کوچک صاف به شکل قلوه وجود دارد.

(STOLONS) یا ساقه‌های خزنده زیرزمینی از ساقه اصلی منشعب شده و در زیر خاک به اطراف امتداد می‌یابند، انتهای هر ساقه خزنده ضخیم و متورم شده و ساقه گوشت‌دار ترد و غیرچوبی بنام غده را بوجود می‌آورد. چشم‌های غده در واقع انشعابات ساقه خزنده هستند. روی غده آثار مشخصی از برگ‌های رشد نیافته در محلی که جوانه‌های چشم وجود دارند دیده می‌شوند. در هر چشم تا سه جوانه وجود دارد، جمع چشم‌های هر غده از ۸ تا ۱۲ عدد است. معمولاً از هر چشم

فقط جوانه انتهایی رشد می‌کند و چنانچه این جوانه از بین برود یک یا چند جوانه کناری رشد خواهد کرد.

۴-۱- رابطه گیاه با گرما

سیبزمینی علیرغم گسترش وسیع کشت آن در جهان یک گیاه تیپیک آب و هوای معتدل و معتدل سردسیری است. معذالک سیبزمینی در مقابل یخبندان حساسیت دارد و در درجه حرارت پایین‌تر از $1/5$ تا $1/7$ - درجه سانتیگراد می‌میرد. غده سیبزمینی در 1 - درجه سانتیگراد یخ می‌زند، هر چند غده‌های بعضی از ارقام تا درجه حرارت 3 - درجه سانتیگراد را نیز تحمل می‌کنند. شروع رشد جوانه‌ها در درجه حرارت 3 - 5 درجه سانتیگراد است، اما درجه حرارت بهینه جوانه زدن بین 18 - 25 درجه سانتیگراد است.

به نظر می‌رسد که درجه حرارت 16 - 19 درجه سانتیگراد برای خاک، مناسبترین درجه حرارت جهت تشکیل غده‌ها است که تقریباً با درجه حرارت 21 - 25 درجه سانتیگراد هوا مطابقت دارد. رشد غده‌های سیبزمینی در صورت تغییر و انحراف درجه حرارت از میزان بهینه به تاخیر می‌افتد و در شرایط آب و هوای گرمسیری اثر ناسازگار گرمای شدید با اثر مفید روزهای کوتاه این نواحی که موجب تشکیل غده‌های بیشتر، کمتر شدن رشد ساقه‌ها و افزایش سطح برگها است خنثی و متعادل می‌شود.

۴-۲- رابطه گیاه با رطوبت

سیبزمینی در مراحل اولیه رشد نیاز چندانی به رطوبت و آب ندارد. ولی پس از طی این مراحل نیاز به رطوبت و آب افزایش می‌یابد و در زمان ظهور گلها به حداکثر خود می‌رسد. سیبزمینی در نواحی خشک به آبیاری نیاز دارد. تعداد دوره‌های آبیاری در میزان محصول و خاصیت انباری آن اثر مستقیم دارد.



۴-۳- رابطه گیاه با میزان نور و طول روز

سیبزمینی گیاهی نور دوست است. وارینه‌های متعدد این گیاه در هر شرایط نوری از نظر شدت نور و مدت زمان نوری (طول روز) گلها و غده‌های خود را تشکیل می‌دهند. تجربه نشان

داده است که وجود روزهای گرم و طولانی آفتابی برای رشد قسمت‌های هوایی گیاه و روزهای کوتاه خنک برای رشد غده‌ها ضروری است.

۴-۴- نوع خاک مناسب برای سیبزمینی

بهترین خاک برای کشت سیبزمینی، زمینهای رس و شنی سبک و حاصلخیز است و وجود هوموس کافی نیز برای محصول بیشتر ضرورت دارد. بهترین PH خاک برای سیبزمینی بین ۴/۵ تا ۷/۵ و ترجیحا ۵/۱ تا ۶/۷ است. به این ترتیب زمینهای کم اسیدی برای کشت این محصول مناسب‌تر هستند و خاکهای قلیایی رشد محصول را کاهش می‌دهند.

۴-۵- ارقام مهم سیبزمینی که در ایران کم و بیش کشت می‌شوند.

در دو دهه اخیر به علت کاهش عملکرد سیبزمینی داخلی به‌علل مختلف و از آن جمله حساسیت و آلودگی شدید آنها به بیماریها و آفات و نیاز به افزایش تولید بدلائل گوناگون به ویژه بالا رفتن تقاضا و مصرف، اقدام به ورود ارقام پرمحصول از کشورهای خارجی مانند هلند و آلمان غربی گردید. پس از انجام آزمایشات لازم واریته‌های مناسب و غده‌های بذری آنها ازدیاد و در اختیار کشاورزان قرار گرفت. با استفاده از غده‌های بذری میزان محصول تولیدی نیز افزایش کلی یافت و حتی در بعضی از سالها با تامین نیاز داخلی مبادرت به صدور مازاد محصول به کشورهای دیگر بویژه کشورهای حاشیه خلیج فارس شد. ارقامی که هم اکنون در ایران کشت می‌شوند شامل دو رقم ایرانی و تعدادی ارقام خارجی به نامهای زیر هستند:



جدول ۵- مشخصات ارقام (وارته‌ها) سیب زمینی موجود در ایران

وزن متوسط غده‌ها به گرم	رنگ گوشت غده	رنگ پوست غده	شکل ظاهری پس از انبار	خاصیت انباری	رنگ جوانه ها	شکل جوانه ها	تعداد متوسط چشم در هر غده	عمق چشم‌ها			شکل غده‌ها			نام رقم (وارته)
								عمیق	متوسط	سطحی	کلیه	دراز	گرد	
۹۰	زرد	زرد	بد	بد	زرد و ارغوانی	دکمه‌ای و کوتاه	۸	-	-	+	-	-	+	Ari
۶۹	زرد مایل به سفید	زرد مایل به سفید	خوب	خوب	زرد	دکمه‌ای و کوتاه	۸	-	-	+	+	-	+	Patroness
۵۲	زرد مایل به سفید	زرد مایل به سفید	متوسط	خوب	زرد	دکمه‌دار کوچک	۸	-	-	+	+	-	+	Condia
۸۶	سفید مایل به زرد	ارغوانی کم رنگ	بد	بد	ارغوانی	کشیده و باریک	۷	-	-	+	+	-	+	Deziren
۶۵	زرد	زرد	متوسط	متوسط	ارغوانی	کشیده و باریک	۷	-	-	+	+	-	+	Grata
۲۰	سفید مایل به زرد	زرد	متوسط	متوسط	ارغوانی	کشیده و باریک	۱۰	-	-	+	-	-	+	Spartan
۵۷	زرد مایل به سفید	زرد	خیلی خوب	خوب	زرد	کشیده و منشعب	۸	-	-	+	+	-	+	Arensa
۸۲	زرد مایل به سفید	زرد	متوسط	متوسط	ارغوانی	کشیده و منشعب	۹	-	-	+	+	-	+	Binje
۱۱۵	زرد مایل به سفید	سفید مایل به زرد	خوب	خوب	زرد	دکمه‌ای و کوتاه	۹	-	-	+	+	-	+	Passat
۸۰	سفید مایل به زرد	زرد	خوب	خوب	زرد	دکمه‌ای و کوتاه	۱۱	-	-	+	-	-	+	Clivia
	زرد	زرد	متوسط	خوب	-	-		-	-	+	+	-	+	Alpha
					-	-		-	-	+	+	-	+	Cosima
					-	-		-	-	+	+	-	+	Prima
	سفید مایل به زرد			خوب	-	-		-	-	+	+	-	+	Draga
	زرد				-	-		-	-	+	+	-	+	Aula
	سفید مایل به زرد	زرد			-	-		-	-	+	+	-	+	Baraka
۳۶	سفید مایل به زرد	زرد	بد	بد	زرد	کشیده و باریک	۶	-	-	+	-	+	-	استانبولی
۵۵	زرد	سفید مایل به زرد	متوسط	خوب	زرد	کشیده و باریک	۹	-	+	-	-	-	+	پشندی

الف- ارقام ایرانی

۱- سیب‌زمینی پشندی (فشمی)

۲- سیب‌زمینی استانبولی

ب- ارقام و گونه‌های خارجی

۱- رقم آلفا (ALPHA) هلندی

۲- رقم بینجی (BINTJE) هلندی

۳- رقم آری (ARI) هلندی

۴- رقم پاترونس (PATRONESS) هلندی

۵- رقم دزیره (DEZIREH) هلندی

۶- رقم کنديا (CONDIA) آلمانی

۷- رقم گراتا (GRETA) آلمانی

۸- رقم اسپارتان (SPARTAN) هلندی

۹- رقم آرنسا (ARENDA) آلمانی

۱۰- رقم پاسات (PASSAT) آلمانی

۱۱- رقم کلیویا (CLIVIA) آلمانی

۱۲- رقم کوزیما (COSIMA) آلمانی

۱۳- واریته دراگا (DRAGA) هلندی

۱۴- رقم آئولا (AULA) آلمانی

۱۵- رقم پریما (PRIMA) آلمانی

۱۶- رقم براکا (BRAKA) هلندی

۴-۶- کاشت

موفقیت در کاشت و برداشت محصول مناسب در درجه اول به انتخاب زمان مناسب کاشت بستگی دارد. در نواحی نیمه گرمسیر (نظیر جنوب ایران) می‌توان سیب‌زمینی را در اواخر پاییز تا آخر زمستان کشت کرد (کشت در زمستان به شرطی انجام می‌شود که درجه حرارت متوسط شبانه

روز بالاتر از ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتیگراد باشد). در نواحی گرم با داشتن میزان رطوبت و بارندگی متغیر بهترین زمان کشت زمستان است. در نواحی نیمه گرمسیر و خشک و یا دارای بارندگی نامنظم، آبیاری مزرعه سیبزمینی الزامی است. کشت سیبزمینی در فصل بارندگی در نواحی گرمسیر کمتر نتیجه می‌دهد چون شدت نور کاهش می‌یابد و در همان حال گرما و رطوبت افزایش می‌یابد که این عوامل موجب کاهش مقاومت گیاه نسبت به بیماریها می‌گردد. کشت سیبزمینی در تابستان‌های گرم و خشک در نواحی نیمه گرمسیر و در زمانی که درجه حرارت از ۳۵ درجه سانتیگراد بالاتر می‌رود امکان‌پذیر نیست یا بسیار مشکل است. در مناطق سردسیر و معتدل (مانند اکثر نواحی کشت سیبزمینی در کشور ما) کشت این محصول از اوایل بهار آغاز می‌شود. در بعضی از این مناطق حتی از اوایل اسفند شروع به کشت می‌کنند. زمان مناسب کاشت موقعی است که درجه حرارت متوسط محیط بین ۸-۱۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. فاصله زمانی کاشت تا برداشت بسته به واریته‌های مختلف و زود یا دیررس بودن سیبزمینی بین ۷۰-۱۷۰ روز طول می‌کشد.

۷-۴- آماده کردن زمین جهت کاشت

آماده‌سازی صحیح زمین برای کاشت در میزان محصول نهایی اثر قاطع دارد. شخم عمیق تا حداقل ۳۰ سانتیمتر و در صورت امکان پوک کردن عمق خاک توسط زیرشکن (SUBSOILER)، دیسک زدن و خرد و نرم کردن کلوخ‌ها و افزودن مواد هوموسی و کود حیوانی به میزان کافی و کود شیمیایی، دقت در ایجاد شیارهای بستر غده بذری و شیارهای آبیاری و عوامل دیگری از این قبیل در کشت موفق و پرمحصول کاملاً موثر بوده و باید مراعات شوند. معمولاً یک تا سه روز قبل از کاشت غده‌ها شیارهای بستر غده بذری ایجاد می‌شود. فاصله شیارها را از یکدیگر بین ۴۵ تا ۸۰ سانتیمتر (بسته به آب و هوا و نوع خاک و واریته محصول) و فاصله گیاهان را از یکدیگر از ۲۸-۳۳ سانتیمتر می‌گیرند. عمق کاشت غده بذری را نیز بین ۵-۱۰ سانتیمتر از سطح خاک معین می‌کنند.



۸-۴-داشت

در کشورهایی نظیر کشور ما که بارندگی سالیانه کمتر از ۷۰۰-۵۰۰ mm در سال است، آبیاری مزارع سیبزمینی ضرورت دارد. هر هکتار از واریته‌های مختلف این گیاه از مرحله کاشت تا مرحله برداشت بسته به عوامل مختلف به $15000-10000$ m³ آب نیاز دارند که این آب در دفعات مختلف با آبیاری به گیاه می‌رسد. تعداد دفعات آبیاری بسته به عوامل مختلف متفاوت است. نکته قابل ذکر آن که تعداد زیاد دفعات آبیاری میزان تولید در هکتار را بالا می‌برد ولی از خاصیت انبارداری غده‌ها می‌کاهد و برعکس تعداد کمتر دفعات آبیاری میزان محصول را کاهش می‌دهد. استفاده از کولیتواتور و سله‌شکن پس از آبیاری (در صورت ضرورت) و وجین یا دفع علفهای هرز، تنک کردن بوته‌ها، خاک دادن پای بوته‌ها، دادن کودهای مختلف مانند کودسبز و کود حیوانی (در موقع آماده‌سازی زمین) و انواع کودهای شیمیایی (قبل از کشت و یا بصورت کود سرک) و بالاخره مبارزه با آفات و بیماریها نقش موثری در افزایش کمی و کیفی محصول نهایی دارد.

۹-۴-برداشت

برداشت محصول می‌تواند هم بصورت دستی و غیرمکانیزه و هم بطور مکانیزه انجام شود. برداشت تدریجی موقعی انجام می‌شود که زارع امکان برداشت بطور مکانیزه را نداشته باشد. در هر حال برداشت به هر طریقی که انجام شود، رعایت دقت‌های لازم در جهت بیرون آوردن سالم غده‌ها و جلوگیری از ضایعات و زخمی شدن آنها (که مدت نگهداری آنها در انبار به این دقت‌ها بستگی دارد) ضرورت کامل پیدا می‌کند.





🌐 omooorepeyman.ir

فصل پنجم - آفات و بیماریهای موثر

۱-۵- آفات

آفات سیبزمینی به دو دسته حشرات و جونندگان تقسیم می‌شود.

دسته اول : آفات حشره‌ای

- مهمترین حشرات این دسته عبارتند از:

الف- بیدسیبزمینی *phithorimaea operculella*

بیدسیبزمینی یکی از مهمترین آفات سیبزمینی است که در مزرعه و بویژه در انبارها خسارات شدیدی به این محصول وارد می‌آورد. این پروانه کوچک که خاستگاه و مبدأ آن را نواحی گرمسیری قاره آمریکا می‌دانند امروزه در اکثر نقاط جهان بصورت مسأله‌ای مهم در کشت و بویژه نگهداری سیبزمینی در آمده است.

ب- سوسک کلرادو *Leptinotarse decemlineate say*

سوسک کلرادو یکی از آفات مهم سیبزمینی است که در سال ۱۳۶۳ برای اولین بار در ایران مشاهده شد و تا قبل از این تاریخ برای کشور ما یک آفت قرنطینه‌ای به حساب می‌آمد. اصل و خاستگاه این آفت ایالات متحده آمریکا است. به علت دخالت‌های بشر در طبیعت و از بین رفتن نباتات میزان این حشره و مساعد بودن آب و هوا، جمعیت آن رو به افزایش نهاد و بصورت یک آفت جدی برای سیبزمینی خوراکی درآمد.

در شرایط مناسب از لحاظ رشد و فعالیت این حشره خسارت این آفت در مزارع سیبزمینی بسیار شدید و ویرانگر است، بطوریکه برداشت سیبزمینی را دشوار می‌کند. ولی چون یک آفت برگ‌خوار است لذا مبارزه با آن با سموم تماسی و گوارشی مناسب موفقیت‌آمیز بوه است. این آفت منحصرآ در مزارع و به برگ گیاه سیبزمینی خسارت وارد می‌آورد و در انبارهای و روی غده سیبزمینی خسارتی ندارد.



ج- پروانه کله مرده 1- (*Acherontia atropos* L) 2- (*Acherontia styx wests*)

در ایران دو گونه پروانه کله مرده از نژاد (*Acherontia*) انتشار دارد که لاروهای آنها بصورت برگخوار از برگهای سیبزمینی در مزارع تغذیه می کنند. خسارت این دو نوع پروانه در سالهای اخیر چشم گیر نبوده و اهمیت اقتصادی چندانی ندارد.

د- کرم مفتول ریشه (*Agriotes lineatus* L.)

این کرم آفتی است که لارو آن به ریشه عدهای از گیاهان زراعی در مزرعه حمله کرده و خسارت می زند. این آفت در درجه اول به سیبزمینی و پس از آن به گندم، هویج، ذرت، کاهو، گوجه فرنگی، توتون، چغندر قند و سایر محصولات حمله می کند.

این آفت در ایران در اطراف تهران، همدان، آذربایجان، اصفهان، مازندران و گیلان وجود دارد و کم و بیش به مزارع سیبزمینی و بعضاً دیگر محصولات فوق الذکر خسارت می زند. خسارت لارو آفت به غده های سیبزمینی در داخل خاک با سوراخ کردن غده ها و حفر کانالهایی به درازای ۲-۴ میلیمتر همراه است.

مبارزه با این آفت مشکل است و از آنجا که غده های آسیب دیده در اثر حمله این آفت مناسب انبار شدن نیستند، لذا باید علاوه بر مبارزه با آفت از ورود غده های آسیب دیده به انبار نیز اجتناب شود. این آفت در اطراف دماوند و به احتمال زیاد در سایر نقاطی که سیبزمینی کشت می شود فعال بوده و کم و بیش خسارت وارد می آورد.

دسته دوم: جوندگان مضر انباری

جوندگان جانوران پستانداری هستند که دارای کیسه جفت بوده و در سراسر جهان به جز مناطقی از قطبین زمین گسترش داشته و زندگی می کنند. تاکنون بیش از ۲۰۰۰ گونه جونده در سراسر جهان شناسایی و نامگذاری شده است و نیز جمعیت جوندگان احتمالاً از جمعیت همه پستانداران دیگر بیشتر است. بدین ترتیب جوندگان هم از جهت فراوانی گونه ها و هم از نظر انبوهی جمعیت مهمترین راسته پستانداران را تشکیل می دهند.

بیشتر گونه های راسته جوندگان زمین زی هستند و بسیاری از آنها در لانه های زیرزمینی زندگی می کنند. از نظر سازش با شرایط مختلف محیطی (*Adaptation*) جوندگان از موفق ترین جانوران به

شمار می‌روند و در آب و خشکی زیرزمین، روی درختان، کوهستانهای مرتفع و برفگیر، مناطق سرد و برفی، بیابانها و کویرهای خشک و گرم و نواحی بارانی و مرطوب به تعداد فراوان دیده می‌شوند. بیشتر جوندگان فعالیت شبانه دارند و روزها به ندرت دیده می‌شوند. غذای اصلی جوندگان مواد گیاهی است و این جانوران به واقع گیاهخوار هستند و از میوه، دانه، ساقه و ریشه گیاهان و نیز مواد غذایی با منشأ گیاهی در مزارع و انبارها تغذیه می‌کنند. بطور خلاصه و به بیان ساده جوندگان به دو طریق برای انسان زیان‌آور هستند:

۱- خسارت بعضاً شدید به محصولات کشاورزی و مواد غذایی در مزارع و منازل و انبارها و از بین بردن مقادیر متنابهی از مواد مورد لزوم برای تغذیه انسان و دام و کاهش شدید کمیت و کیفیت این مواد در مواقع طغیان جمعیت جوندگان.

۲- زیانهای بهداشتی از طریق انتقال و انتشار عوامل بیماری‌زا و بیماریهای خطرناک دامی و انسانی و مشترک انسان و دام مانند طاعون، تولارمی (Tularemia) - که بیماری مشترک جوندگان و انسان و بعضی حیوانات اهلی است و به وسیله میکروب و از طریق حشرات منتقل می‌شود و موجب تب نامنظمی در چند هفته می‌شود) و بسیاری از دیگر بیماریها. لازم به ذکر است که خسارت جوندگان به محصولات کشاورزی گاهی چنان شدید است که موجب از بین رفتن کامل محصول و عدم برداشت آن می‌شود، و از طرفی خسارت جوندگان بویژه موشها در انبارها و منازل در شهرها و روستاها بسیار چشمگیر بوده و در سراسر جهان بویژه در کشورهای جهان سوم سالانه میلیونها تن محصولات کشاورزی مختلف و دیگر مواد غذایی در اثر حمله آنها از بین می‌رود و مقادیر بیشتری در اثر آلودگی به فضولات ادرار آنها غیرقابل مصرف می‌شود. نام مهمترین موشهای انباری در ایران که عامل ایجاد خسارتهای سنگین هستند عبارت است از:

الف- موشهای سیاه (*Rattus rattus* L.)

ب- موشهای نروژی (*Rattus norvegicus* Berkenhout)

ج- موشهای خانگی (*Mus musculus* L.)

د- موشهای جنگلی (*Apodemus sylvaticus* L.)

ه- موشهای مهاجر (*Cricetulus migratorius pallas*)



۲-۵- میکروارگانیسم‌های زیان‌آور

یکی از مهمترین عوامل فساد و تجزیه مواد غذایی انباری میکروارگانیسم‌هایی چون قارچها، باکتریها و مخمرها هستند که در بین آنها نقش قارچها از همه مهمتر و چشمگیرتر است، چرا که خسارت بیشتری را چه از جهت کمی و چه از نظر کیفی وارد می‌آورند. تاکنون گونه‌های بسیار متنوعی از قارچها شناسایی شده‌اند که به غلات و حبوبات و بذور و غده‌های سیب‌زمینی و دانه‌های روغنی و سایر مواد غذایی انباری حمله کرده و روی آنها نشو و نما می‌کنند و در شرایط مساعد خسارتهای سنگینی به بار می‌آورند. این قارچها علاوه بر تجزیه و فساد مواد انبار شده و ایجاد تغییرات کیفی در آنها اغلب موادشیمیایی ویژه‌ای تولید می‌کنند که سمی بوده و مصرف مواد حاوی این سموم توسط انسان و دام موجب بروز مسمومیت‌های شدید و بعضاً مرگ و یا ایجاد امراض گوناگون از جمله بیماریهای بدخیم می‌شود. در طبقه‌بندی موجودات زنده، قارچها را در زیر دسته گیاهان رده‌بندی می‌کنند ولی این موجودات فاقد سبزینه (chlorophyle) بوده و بهمین جهت قادر نیستند مواد غذایی مورد نیاز خود را از طریق فتوسنتز تامین کنند و لاجرم به شکل انگل (parasite) در روی مواد و ترکیبات و موجودات زنده و یا بصورت پوسیده‌خوار (saprophyte) از مواد آلی در حال تجزیه و فساد و پوسیدگی و یا بقایای موجودات و گیاهان مرده و مواد زنده غیرفعال تغذیه می‌کنند.

قارچها برای رشد و تکثیر نیاز به آب و اکسیژن و گرمای محیطی مطلوب و همچنین ماده غذایی مناسب دارند. عدم رعایت اصول فنی و صحیح انبارداری، معمولاً محیط بسیار مناسبی برای رشد قارچها به ویژه در نقاط گرم و مرطوب بوجود آورده و در نتیجه باعث بروز خسارات کمی و کیفی چشمگیر می‌گردد. از دیدگاه اکولوژیکی، قارچهای زیان‌آور گیاهی را می‌توان به دو دسته قارچهای صحرایی (زراعی) و قارچهای انباری تقسیم کرد. قارچهای دسته اول معمولاً محصولات زراعی را قبل از برداشت و در مزرعه مورد حمله قرار می‌دهند. این قارچها منحصرآ روی دانه‌ها و محصولات و جد رطوبت فراوان (۲۲ تا ۲۵٪ و یا بیشتر) فعال بوده و می‌توانند رشد کنند و از این رو تحت شرایط صحیح انبارداری (خشک کردن دانه‌ها و تنظیم میزان رطوبت و حرارت در حد مجاز برای هر محصول) معمولاً از بین می‌روند. البته خسارت عده‌ای از این قارچها روی بعضی از محصولات نظیر سیب‌زمینی در انبار نیز می‌تواند ادامه یابد و موجب از بین رفتن محصول شود. لذا می‌باید از انبار کردن سیب‌زمینی‌های آلوده به این نوع قارچها جدا

خودداری شود. قارچهای دسته دوم یا قارچهای انباری معمولاً قادرند روی دانه‌های حاوی رطوبت کمتر (۱۸٪-۱۲٪ رطوبت در مورد غلات و حبوبات) رشد کرده و ایجاد خسارات شدید نمایند. در انبارها و روی محصولات انباری خسارت عمده مربوط به این دسته از قارچها است. از این رو اهمیت آنها از نظر انبارداری بسیار بیشتر از قارچهای دسته اول است.

باید در نظر داشت که علت اصلی و اولیه تجزیه و فساد محصولات انباری و در نتیجه رشد قارچها در روی آنها، مساعد بودن شرایط این انبارها برای رشد میکروارگانیسم‌ها در اثر عدم رعایت اصول بهداشتی و مدیریت صحیح در انبارها است. یکی از مهمترین عوامل مساعدکننده رشد و نمو قارچها در انبار وجود آب فراوان در مواد غذایی است که موجب افزایش رطوبت نسبی هوای انبار به دلیل تعادل رطوبتی در داخل محصول غذایی شده و این میزان رطوبت نسبی باعث ایجاد محیط مناسب برای رشد قارچهای زیان‌آور از یکسو و افزایش فعالیت‌های تنفسی و متابولیک و بیولوژیک مواد انبار شده از سوی دیگر می‌شود و در نتیجه فساد و تجزیه محصولات انباری سریع‌تر و شدیدتر صورت می‌گیرد. از طرف دیگر کاهش رطوبت نسبی محیط در انبارهای سیبزمینی باعث تبخیر بیش از حد رطوبت از محصول و خشک شدن و نقصان وزن محصول می‌گردد. به همین دلیل ترکیب هوای تازه و هوای انبار و به گردش درآوردن این هوا در فضای انبار باعث می‌شود که اولاً از تمرکز رطوبت در یک نقطه و ایجاد محیط مناسب برای فعالیتهای متابولیکی قارچها و کپکها جلوگیری گردد، ثانیاً رطوبت نسبی انبار بطور یکنواخت در تمامی توده محصول پخش گردیده و از چروکیده شدن محصول پیشگیری گردد.

۳-۵- طرق مبارزه با آفات انباری در انبارهای نگهداری سیبزمینی

همانطور که گفته شد، مهمترین اقدام در کنترل آفات انباری اعمال روش‌های صحیح انبارداری و مدیریت صحیح انبار و رعایت بهداشت و اجرای دقیق روشهای پیشگیری است که در این صورت مبارزه با آفات انباری یا غیرلازم می‌گردد و یا بسیار ساده‌تر و کم هزینه‌تر از زمانی خواهد بود که موارد فوق‌الذکر رعایت نشده و در نتیجه محصول انباری به آفات مختلف آلوده شده باشد. طرز مبارزه با آفات انباری در نقاط مختلف جهان به علت تشابه شرایط انبارها تا حدود زیادی مشابه است و برای انواع انبارهای مختلف و در شرایط گوناگون اقلیمی دستورالعملهای خاصی بصورت معین اجرا می‌شود که طرز عمل و نوع و میزان (Dose) سموم مصرفی را در کتب مرجع و

نشریات مختلف می‌توان یافت و لذا در این بخش سعی می‌شود طرز مبارزه با آفات انباری محصولات مختلف به طور خلاصه مورد بحث قرار می‌گیرد. اصولاً برای مبارزه با آفات انباری تکنیک‌ها و روش‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از روش‌های سنتی نظیر خشک کردن در آفتاب و دود دادن محصولات تا تکنیک‌های پیشرفته مانند رادیاسیون و استفاده از پرتوهای رادیواکتیو در توده‌های بزرگ محصول. ولی آنچه در ذیل مورد بحث قرار می‌گیرد، استفاده از روش‌هایی است که در انبارهای کوچک تا متوسط و در شرایط کشور ما می‌تواند کارساز باشد. اصولاً انتخاب یک روش مبارزه می‌باید براساس شرایط خاص محیطی و نوع محصول و رعایت موارد ذیل همراه باشد.

۱- روش مورد عمل از نظر اقتصادی قابل توجیه باشد. به عنوان نمونه، ارزش محصول انبار شده در مقایسه با قیمت و هزینه مواد بکار گرفته شده در مبارزه و سایر هزینه‌های مربوطه که در اثر کنترل آفت بدست می‌آید، از نظر اقتصادی به صرفه باشد.

۲- مشکلات مبارزه با هر آفت در نظر گرفته شود. مثلاً تعیین گونه آفت و وجود مقاومت احتمالی آن در مقابل سموم مختلف و ویژگیهای تکنیکی اثر بخشی سموم بر علیه آفت معین مدنظر باشد.

۳- خطرات هر روش و سموم مصرفی برای کشاورزان و صاحبان محصول و نیز عاملان اجرایی مبارزه علیه آفت و همچنین اثرات آنها بر روی مصرف‌کننده (انسان و دام) در نظر گرفته شود.

روش‌های استفاده از مواد حشره‌کش (Insecticides) برای کنترل آفات انباری محصولات مختلف عبارتند از:

الف- گردپاشی (Dusting)

ب- محلول‌پاشی (Spraying)

ج- گازدهی (Fumigation)

د- مه‌پاشی (Fogging)



الف- گردپاشی (Dusting)

در این روش از سموم آفت کش که بصورت گرد (پودر) تهیه شده بصورت پاشیدن با دست یا دستگاه گردپاش استفاده می کنند. معمولاً سم گردی که برای این منظور استفاده می شود بصورت ترکیب پودری تضعیف شده ای با ۲/۵ تا ۱۵ قسمت در میلیون (۲/۵-۱۵ ppm) از ماده موثر سم تهیه شده است که این ترکیب را در موقع پر کردن انبار و یا کیسه کردن محصول با آن مخلوط می کنند. طرز اختلاط خود، روش های متعددی (از پاشیدن گرد بر روی محصول یا پاشیدن روی یک لایه محصول و سپس روی لایه دیگر و یا اختلاط با توده محصول با استفاده از دستگاه مخلوط کننده و غیره) دارد. ولی این روش به علل مختلف و به علت خطراتی که باقیمانده سم برای مصرف کننده دارد توصیه نمی شود. گردهای مورد مصرف معمولاً، لاتئون، لیندان و یا پرترویدهای مصنوعی است.

ب- محلول پاشی (Spraying)

روش محلول پاشی سموم بر این پایه است که ۱۵-۱۰ ppm از ماده موثر سم همراه با حداقل آب لازم طوری پاشیده شود که یک پوشش سمی رضایت بخش را در روی محصول بوجود آورد (تقریباً ۰/۳ تا ۲ لیتر برای هر تن محصول بسته به نوع دستگاه سمپاش). علت تقلیل آب مصرفی (برای پاشیدن سم) تا کمترین حد ممکن برای جلوگیری از افزایش رطوبت محصول و جلوگیری از کپک زدگی است.

معمولاً این مقدار محلول کپک زدگی و تخمیر ایجاد نمی کند. پاشیدن محلول سمی به طریق (Ultra low-volume) با حداقل آب بر دیگر روشها به دلیل مذکور در فوق رجحان دارد. کنترل آفات انباری بوسیله این روش به علل مختلف بخصوص در مورد مواد مورد مصرف انسان و دام، مضراتی دارد که بهتر است از این طریقه استفاده نشود. البته در مورد انبارهای خالی برای سمپاشی دیوارها و کف و سقف و سایر قسمتها (قبل از ورود محصول جدید به انبار) می توان از محلول پاشی استفاده کرد. ولی در هر حال بویژه در مورد محصولات انبار شده بصورت فله و یا درگونی به علت عدم نفوذ سم بداخل محصول، این روش کارایی لازم را ندارد و بخاطر باقیماندن سم (هر چند به میزان جزئی) در داخل محصول از نظر بهداشت مصرف کننده خطر آفرین است. در این روش از سمومی نظیر پرترویدهای مالاتیون، دیکلوروفوس (Dichlorovos) و نیز پیری می فوس متیل



(Primi Phos-Methyl) و غیره استفاده می شود.

ج- گازدهی یا تدخین (Fumigation)

در حال حاضر روش گازدهی برای کنترل آفات انباری بیشتر از سایر روش ها بکار گرفته می شود. و در غالب کشورهای جهان کاربرد روزافزون دارد. علت رواج بیش از حد این روش، قدرت آفت کشی زیاد و توانایی نفوذ بسیار چشم گیر گازهای مورد مصرف در داخل توده محصول است. گاز حاصل از سموم گازی از راه منافذ تنفسی حشرات (Stigmata) در مراحل مختلف رشدی وارد بدن آنها شده و موجب مرگ آفات می شود. همچنین این گازها از طریق کوریون (Chorion) تخم حشرات بداخل آنها نفوذ کرده و جنین تخم را معدوم می کند. باید توجه داشت که استفاده از سموم گازی شکل همیشه باید بوسیله اشخاص مجرب و تعلیم دیده اجرا شود و استفاده ناصحیح از آنها توسط افراد غیروارد خطرناک است و نیز برای تدخین انبارها پیش بینی هایی در موقع ساخت انبار و نصب دستگاههایی نظیر بادزن و غیره ضرورت دارد. سموم گازی معایبی نیز دارند، بعضی از گازهای مصرفی ممکن است توسط محصولات انباری جذب شوند که میزان جذب گاز بر حسب نوع محصول و میزان رطوبت آن و نیز خواص شیمیایی ماده سمی متفاوت است. مسأله باقیماندن این سموم در روی محصولات غذایی نیز باید دقیقاً مورد توجه قرار گیرد و میزان مجاز هر سم با توجه به مقدار تحمل انسان (Tolerance) و حد نصاب غلظت گاز در فضای انبار و احتمال مشتعل شدن سموم قابل اشتعال و غیره بر حسب اطلاعات علمی موجود تعیین و مصرف شود. بعضی از محصولات انباری در مقابل سموم گازی، واکنش های فیزیولوژیک مختلف نشان می دهند. کاهش یا از بین رفتن قوه رویشی بذور (Germination) یا تحریک رشد جوانه ها و نیز ایجاد ضایعات سطحی و عمقی در میوه ها و سبزیجات و غیره می تواند به علت تاثیر مستقیم گازها باشد. در حال حاضر سموم گازی بسیار متنوع برای تدخین انبارها و مواد درون آنها بکار می رود که عده ای از رایج ترین آنها به شرح زیر هستند.



آکریلونیتریل Acrylonitrile

کلروپیکرین Chloropicrine

تتراکلروکربن Carbon tetrachloride

Sulphure de carbon سولفور دوکربن

Dichlorovos دی‌کلروفوس

Dibromoethane دی‌بروماتان

Dichloroethane دی‌کلرواتان

Oxid dethylene اکسیددتیلن

Formiate dethylene فرمیات دتیلن

Formiate de Methyle فریمات متیل

Acide cyanidrique اسیدسیانیدریک

Methyle Bromide متیل بروماید

Trichloroethylene تری‌کلرواتیلن

Phosphine فسفین

برای کنترل آفات محصولات انباری مورد بحث بهترین سموم گازی که هم اکنون در کشور ما نیز موجود و مورد عمل است عبارتند از متیل بروماید و فینفین، استفاده از این سم گازی می‌باید با رعایت احتیاطهای لازم صورت گیرد. برای استفاده از فسفین که بصورت قرصهایی با نام تجارتی (Phostoxine) یا (celphose) و غیره موجود است می‌توان با کمک دستگاه قرص‌گذاری و یا با کمک سوندهای مخصوص به نسبت معین در داخل توده محصول قرص‌گذاری کرد.

- انبارهای حاوی سیب‌زمینی

برومور دومتیل ۲/۵ گالن (تقریباً ۹ لیتر) برای ۳۵/۲۴ مترمکعب محصول و زمان گازدهی ۲۴ ساعت. برای مبارزه با آفت بید سیب‌زمینی سم گازی ترجیحی متیل بروماید است که با شرایط ذیل از آن استفاده می‌شود.

(۵۶ گرم در مترمکعب در درجه حرارت، °C ۲۱ تا °C ۲۶)

(۴۸ گرم در مترمکعب در درجه حرارت، °C ۲۷ تا °C ۳۱)

(۴۰ گرم در مترمکعب در درجه حرارت، °C ۳۲ تا °C ۳۶)

زمان گازدهی ۲ ساعت



باید توجه داشت که زمان گازدهی و روز مصرفی دقیقاً رعایت شود، در غیر این صورت محصول سیبزمینی صدمه دیده و رنگ و مزه آن تغییر می‌کند. برای مبارزه با موشها و جوندگان انباری نیز می‌توان از گاز متیل بروماید استفاده کرد. زمان گازدهی ۵ ساعت و دوز مصرفی ۴ گرم در مترمکعب در درجه حرارت صفر درجه سانتیگراد به بالاست. برای ضدعفونی کردن انبارهای خالی علاوه بر استفاده از محلول پاشی و گردپاشی با سموم موثری نظیر لیندان و مالاتیون و پرترویدها، می‌توان از گاز متیل بروماید نیز با شرایط زیر استفاده کرد:

دوز مصرفی درجه حرارت محیط

زمان گازدهی ۱۰ تا ۱۲ ساعت	۳۲ گرم در متر مکعب	۰ °C تا ۴ °C
زمان گازدهی ۱۰ تا ۱۲ ساعت	۲۴ گرم در متر مکعب	۵ °C تا ۹ °C
زمان گازدهی ۱۰ تا ۱۲ ساعت	۱۶ گرم در متر مکعب	۱۰ °C به بالا

د- مه پاشی (Foging)

در این سیستم سم پاشی، ماده شیمیایی بصورت مایع بوده و به هنگام استفاده توسط دستگاه مخصوص در کانال اصلی هوا تبدیل به بخار مایع می‌گردد. این سیستم بیشتر در مورد ذخیره سازی سیبزمینی خوراکی و به منظور جلوگیری از جوانه زدن کاربرد دارد. در این شیوه جریان هوای تولیدی توسط پنکه‌ها بخار فوق‌الذکر را از طریق کانالهای فرعی هوا در میان توده سیبزمینی پراکنده می‌کنند. ماده شیمیایی مورد استفاده در این شیوه سی‌آی‌پی‌سی (CIPC) نام دارد و می‌توان آن را پس از دوره التیام یا حداقل ۶ هفته پس از شروع نگهداری سیبزمینی در انبار بکار برد. همانطور که ذکر شد این ماده شیمیایی از نظر سلولی روی ساختمان داخلی سیبزمینی‌ها تاثیر گذاشته و مانع جوانه زدن آنها می‌شود لذا نباید این ماده را برای سیبزمینی‌های بذری بکار برد. باید دانست که این ماده به شکل‌های دیگری غیر از روش مه پاشی، بصورت دانه‌ای برای جلوگیری از رشد جوانه در نگهداری سیبزمینی در جعبه‌های چوبی نیز به کار می‌رود.

لازم به ذکر است که سیبزمینی مه پاشی شده می‌باید پس از دوره التیام مورد استفاده قرار گیرد و استفاده بیش از حد دانه‌های (CIPC) با توجه به اینکه سطح سیبزمینی‌ها به دلیل رطوبت نسبی زیاد نسبتاً مرطوب هستند موجب بروز لکه‌های پوستی سیبزمینی خواهد شد.

فصل ششم - ضایعات محصولات و روشهای پیشگیری از آن

۱-۶- مراحل مختلف بروز ضایعات در مزرعه

اصولاً هر نوع کاهش کمی و کیفی ناخواسته در یک محصول تولید شده و یا در مراحل مختلف تولید محصولی معین تا زمان مصرف نهایی آن را به عنوان ضایعات آن محصول نام می‌برند. در قلمرو کشاورزی و تهیه مواد غذایی نیز این کلمه بکار می‌رود و ضایعات مواد غذایی به تلفات مواد و فرآورده‌های غذایی اطلاق می‌گردد.

بنا به تعریف پذیرفته شده، هر نوع اتلاف و از بین رفتن همه یا مقداری از محصول کشاورزی چه از نظر کیفی و چه از نظر کمی از مرحله کاشت آن محصول تا مرحله نهایی آن، به عنوان ضایعات آن محصول نامیده می‌شود.

بطور کلی ضایعات محصولات کشاورزی را می‌توان از نظر زمانی (Chronology) به سه مرحله زمانی تقسیم و آن را بررسی نمود.

۱- ضایعات پیش از برداشت یا ضایعات مزرعه (Pre-harvest Losses)

حشرات، باد، باران، نور خورشید و غیره ضایعات بسیار زیادی را در مزرعه ایجاد می‌نمایند. هر چقدر خطر از بین رفتن بوته محصول در مزرعه بیشتر باشد مواظبت از گیاه می‌باید دقیق‌تر و کاملتر انجام گیرد. کشاورزان و مسئولان مزارع بزرگ همواره سعی بر این دارند که به مجرد رسیدن محصول آن را سریع‌تر و کاملتر برداشت نمایند و بهمین دلیل تعداد زیادی از ماشین‌های برداشت را به خدمت می‌گیرند. بطور کلی هر نوع ضایعه و خسارت و اتلاف کمی و کیفی که در دوران مابین مراحل کشت تا رسیدن و آماده برداشت شدن محصول ایجاد شود، به عنوان ضایعات پیش از برداشت تلقی می‌شود. علل ایجاد این نوع ضایعات گوناگون است و عوامل بسیاری در آن دخالت دارند. از عوامل زنده مولد این ضایعات می‌توان از حشرات، کنه‌های نباتی، جوندگان، پرندگان و سایر جانوارن زیان‌آور، علفهای هرز و بیماری‌های گیاهی ایجاد شده بوسیله قارچها، باکتریها، ویروسها و میکروپلاسمها نام برد. از عوامل دیگر می‌توان عوامل فیزیولوژیک و نیز عدم رعایت اصول زراعی و عدم تناسب آب و خاک و کود و عدم رعایت فصل مناسب کاشت و

بسیاری عوامل دیگر را یاد کرد. از نقطه نظر انبارداری، ضایعات پیش از برداشت در سرنوشت نهایی محصول در انبارها تاثیر کلی دارند. چون محصول تولیدی نامناسب مسلماً در انبار بخوبی قابل نگهداری نبوده و ضایعات آن در این مرحله بسیار بیشتر از محصول سالم و مرغوب خواهد بود. ضایعات پیش از برداشت به ویژه در مورد محصولات سیب زمینی و پیاز که بسیار حساس هستند اهمیت دارد و وجود این ضایعات به میزان بیش از حد مجاز باعث می شود که عملاً پس از چند ماه محصول سالمی در انبار باقی نماند.

۲- ضایعات مرحله برداشت (Harvest losses)

هر نوع ضایعه، خسارت و اتلاف کمی و کیفی که در دوران برداشت محصول حادث می شود ضایعات مرحله برداشت تلقی می گردد. ضایعات ایجاد شده در این مرحله در سرنوشت محصول در انبار اثر بسیار دارد. شکستن، صدمه دیدن، خرد شدن، زخمی شدن، چرخش محصول در زمین، برداشت قبل از موقع یا برداشت محصول حاوی رطوبت بیش از حد مجاز را می توان ضایعات این مرحله به شمار آورد. بدیهی است که محصول برداشت شده که حاوی ضایعات فوق الذکر باشد صلاحیت نگهداری در انبار را نداشته و در صورت ذخیره سازی آن میزان ضایعات در مراحل بعدی را نیز افزایش خواهد داد.

ضایعات مربوط به مرحله برداشت بر دو نوع است:

الف- ضایعات حاصل از برداشت سیب زمینی های نارس

ب- ضایعات حاصل از روش برداشت

الف- ضایعات حاصل از برداشت سیب زمینی های نارس

از نظر زراعی زمان مناسب برای برداشت سیب زمینی موقعی است که بوته پلاسیده شده و پوست سیب زمینی سفت شده باشد و غده ها به آسانی از ساقه های زیرزمینی (Stolones) جدا شوند. بعضی اوقات زارعین به علل مختلف مثلاً "قیمت بالای سیب زمینی و مایلند برداشت را زودتر انجام داده و محصول را به بازار عرضه نمایند. به همین منظور با قطع آبیاری مانع رشد بوته ها شده و یا در مناطق بارانی با استفاده از مواد شیمیایی یا اعمال مکانیکی شاخ و برگ بوته ها را از بین می برند. در اثر از بین رفتن قیمت سبز بوته، پوست غده ها ضخیم تر شده و نسبت به

زخم خوردگی و آسیب در زمان برداشت مقاوم‌تر می‌شوند. اگر زارعین محصول خود را خیلی زود پس از قطع آبیاری برداشت کنند (کمتر از سه هفته) بعلت نازک و ظریف بودن پوست سیب‌زمینی امکان پوست‌اندازی غده‌ها نسبت به زخم‌خوردگی و ساییدگی در هنگام برداشت و نقل و انتقالات بعدی بسیار زیاد شده و با این آسیب‌دیدگی‌ها راه مناسبی برای نفوذ میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه فساد محصول ایجاد می‌گردد.

ب- ضایعات حاصل از روش برداشت

سیب‌زمینی را می‌توان به روش سنتی و بدون رسانیدن کمترین صدمه به غده و با استفاده از چنگک برداشت نمود. این محصول در ایران اکثراً توسط دست و با بیل برداشت می‌شود، لیکن به دلیل فرو رفتن بیل در غده‌ها میزان آسیب وارده به محصول بسیار زیاد است. همچنین در این روش غده‌های زیادی نیز در زیر خاک باقی می‌مانند. در صورت برداشت محصول با ماشین چنانچه عمق و عرض برداشت بخوبی تنظیم نشده و این ماشین‌ها به آهستگی عمل نکنند باعث تولید خسارت‌ها و ضایعات قابل توجهی خواهند شد. تنظیم ماشین‌ها و مهارت راننده تراکتور در میزان ضایعات نهایی اثر عمده‌ای دارد.

تحقیقات زیادی در مورد کاربرد ماشینهای مختلف برداشت صورت گرفته تا میزان آسیب‌های احتمالی وارده از سوی ماشین کاهش یافته و شرایط بهتری برای تقلیل ضایعات فراهم گردد. محققین دانشگاه ایالتی واشنگتن به این نتیجه رسیده‌اند که استفاده از ماشین برداشت جان دیرمدل ۴۲۵۰ میزان صدمات مکانیکی حاصله از برخورد تیغه ماشین با محصول را به میزان کمتر از ۲ درصد تقلیل داده است. به عبارت دیگر بیش از ۹۷/۹ درصد از محصول عاری از هرگونه زخم‌خوردگی یا لهیدگی بوده است. در پژوهش دیگری که توسط همین محققین انجام گرفته چنین نتیجه شده است که نسبت سرعت حرکت زنجیر برداشت محصول از خاک به سرعت خطی ماشین در مزرعه از حساسیت خاصی برخوردار بوده و چنانچه برای هر ماشین با توجه به شرایط و ویژگیهای آن و مجموعه شرایط محصول در مزرعه بصورت دقیق تنظیم نگردد میزان ضایعات برداشت محصول به مراتب بیشتر از حد مینیمم یا تعیین شده می‌گردد. تحقیقات دیگری که در یکی از دانشگاه‌های اسکاتلند صورت گرفته نشان می‌دهد که علاوه بر سرعت حرکت زنجیر برداشت محصول از خاک، نحوه حمل و انتقال مخلوط خاک و سیب‌زمینی به دستگاه برداشت و

وضعیت قرار گرفتن غربال‌های آن نیز تاثیر بسزایی در میزان ضایعات تولیدی این مرحله خواهد داشت. در این تحقیق مشخص شده است که هرگاه سینی‌های دستگاه برداشت بصورت افقی و موازی جهت حرکت سیب‌زمینی همراه با خاک و خاشاک مستقر شده باشند میزان صدمات مکانیکی نسبت به حالتی که محصول روی غربال ریخته می‌شود به مراتب کمتر می‌گردد. به غیر از ویژگیهای خاصی که می‌باید ماشینهای برداشت داشته باشند و نحوه تنظیم آن بهنگام برداشت، میزان پلاستیدگی و یکنواخت پلاستیده شدن محصول در موقع برداشت نیز اثر قابل توجهی در افزایش مقدار برداشت و عملاً کاهش میزان ضایعات در محصول خواهد داشت.^۱

در این زمینه تحقیقات دانشگاه آیداهو نشان داده است اگر قرار است محصول سیب‌زمینی به مصرف خوراکی برسد استفاده از مواد شیمیایی که یکباره و بطور سریع در مدت دو هفته قبل از برداشت روی محصول پاشیده شود اثر بسیار مطلوبی در یکنواخت برداشت شدن، افزایش برداشت محصول (به دلیل عدم مقاومت بوته‌ها در مقابل دستگاه برداشت) و عملاً تقلیل ضایعات در این مرحله خواهد داشت.^۲

پژوهشهای انجام شده در یکی از دانشگاه‌های بلژیک نشان داده است که کاربردهای فسفاتی و پتاسیم در خاکهای سبک، میزان ماده خشک محصول سیب‌زمینی کشت شده در آن خاک را افزایش می‌دهد. از آنجا که همبستگی زیادی بین ماده خشک سیب‌زمینی و میزان حساسیت آنها به کوفتگی و لهیده شدن محصول وجود دارد، لذا می‌توان چنین استنباط کرد که با اعمال روشهای به زراعی (در این مورد افزایش کودهای حاوی پتاس و فسفر) مقدار ماده خشک محصول افزایش یافته و مقاومت محصول به صدمات مکانیکی نیز زیاد گردیده و محصول کمتر در معرض خطر آسیب دیدن قرار می‌گیرد.

۱- هرگاه رسیدن محصول بطور یکنواخت صورت نگیرد تعداد دفعات برداشت با تراکتور لایچم افزایش یافته و هر بار تراکتور با ظرفیت بسیار کمتر از حداکثر توان خود محصول را برداشت می‌کند. بدین ترتیب هزینه برداشت محصول به مراتب بیشتر از حالتی است که رسیدن محصول یکجا و بطور یکنواخت صورت گرفته و برداشت فقط برای یکبار انجام می‌شود.

۲- برای برداشت محصول سیب‌زمینی بذری استفاده از هرگونه موادشیمیایی به دلیل صدمات احتمالی که ممکن است به قسمت جوانه‌ای وارد گردد ممنوع می‌باشد، لذا فقط برای سیب‌زمینی‌هایی که به مصرف خوراکی می‌رسند جهت برداشت یکنواخت از موادشیمیایی مختلف استفاده می‌نمایند.



۳- ضایعات پس از برداشت (Post-harvest Losses) یا ضایعات حمل و نقل و ذخیره سازی و درجه‌بندی

هر نوع ضایعه، اتلاف و خسارت کمی و کیفی از خاتمه مرحله برداشت تا مصرف نهایی محصول در این بخش جای می‌گیرد که از آن جمله می‌توان ضایعات مربوط به حمل و نقل از مراکز تولید به انبار و از آنجا به مراکز مصرف و نیز ضایعات مربوط به مرحله نگهداری و ذخیره‌سازی در انبارها و مرحله آماده‌سازی برای مصرف نهایی را نام برد. بطور کلی ضایعات این مرحله را نیز می‌توان به سه قسمت تقسیم نمود:

الف- ضایعات مرحله حمل و نقل و بسته‌بندی

متخصصین دانشگاه مریلند دریافتند که له شدن و ایجاد لکه‌های حاصل از ارتعاش و لرزش در سیب‌زمینی به هنگام جابجایی و نقل و انتقالات از ۹ تا ۲۰ درصد تغییر می‌کند. به عبارت دیگر رقمی حدود ۱۲ تا ۱۴ درصد میزان صدماتی است که در محصول به هنگام جابجایی ایجاد می‌گردد. همچنین مشخص گردیده که لکه‌های جزیی در سطح سیب‌زمینی و یا لهیدگی جزیی در سطح محصول بدلیل استفاده از وسایل حمل و نقل نامناسب است. استفاده از گونیهای کنفی بین ۵۰ تا ۷۰ کیلوگرم برای حمل و نقل و عرضه سیب‌زمینی از عوامل جدی بروز ضایعات در این مرحله می‌باشد و به دلیل بی‌مبالاتی‌هایی که در این مرحله صورت می‌گیرد سیب‌زمینی‌ها از نظر فیزیکی دچار آسیب‌ها و عوارض فیزیولوژیکی می‌گردند که خود مقدمه ایجاد ضایعات بعدی می‌شود.

غده‌های سیب‌زمینی از راه‌های گوناگونی دچار آسیب می‌شوند، از جمله تکان دادن شدید گونی‌ها در هنگام پر کردن آنها و انداختن و پرتاب کردن گونیهای بزرگ سیب‌زمینی بدلیل سنگین بودن آنها، گذاردن گونی‌های سیب‌زمینی روی هم دیگر و بیش از حد مجاز و وارد شدن مقدار زیادی فشارهای جانبی به گونیها در هنگام بارگیری. نیز ارتفاع بارگیری کامیونها بیش از حد زیاد بوده و کارگران برای قرار دادن سیب‌زمینی‌ها در کامیون از روی گونیهای چیده شده در قسمتهای زیرین بالا می‌روند. ضمناً سیب‌زمینی‌های چیده شده در قسمتهای زیرین به علت زیادی بار و فشاری که از بالا بویژه هنگام عبور از جاده‌های ناهموار بر آنها وارد می‌شود آسیب می‌بینند. گونیهای سیب‌زمینی چندین بار از مزرعه تا رسیدن به میدانهای فروش دست‌بدست شده و برای

حمل آنها از چندین وسیله نقلیه استفاده می‌شود که خود باعث ضایع شدن مقادیر زیادی از سیب‌زمینی‌ها می‌گردد. تحقیقات دانشگاه مریلند نشان داده است که میزان کوفتگی و لهیدگی و همچنین سیاه شدن داخلی محصول سیب‌زمینی به هنگام حمل و نقل با کامیون، قطار و یا وسایل دیگر بطور متوسط حدود ۴۵ درصد برای سیب‌زمینی است که از انبار تولید بارگیری می‌شود. از این بررسی چنین نتیجه‌گیری می‌شود که اولاً "بارگیری، حمل و نقل و تخلیه این محصول می‌باید با نهایت دقت صورت گیرد، ثانیاً" مراکز ذخیره‌سازی به مراکز عمل‌آوری و بازارهای مصرف تازه‌خوری تا حد امکان نزدیک باشد. پژوهشهایی که در مراکز تحقیق کشاورزی در ایالت مینسوتا بر روی عوامل کنترل‌کننده ضایعات در محصول سیب‌زمینی صورت گرفته نشان می‌دهد که این محققین تاکید بسیار زیادی بر استفاده از شیوه‌های مطلوب حمل و نقل داشته، بگونه‌ای که حداقل ضربات و فشارها در حین حمل و نقل به محصول وارد گردد. این پژوهشگران همچنین تاکید داشته‌اند که در اثر حمل و نقل‌های ناجور کیفیت داخلی محصول دستخوش تغییرات نامطلوب قرار گرفته و ممکن است فرآورده‌های تولیدی از آنها به ویژه چیپس دچار عوارض نامطلوبی گردد. آنها تاکید داشته‌اند که برای جلوگیری از بوجود آمدن عوارض نامطلوب در فرآورده‌های فرایند شده لازم است اولاً "تحقیقات ژنتیکی و به زراعی برای تولید محصولی با قدرت ماندگاری زیاد و داشتن مقاومت به ضربات و صدمات مکانیکی انجام گردد، ثانیاً" محصول بر اساس پارامترهای کیفی داخلی و خارجی هر چه دقیق‌تر تفکیک گردد. ثالثاً "واحدهای ذخیره‌سازی و بازار مصرف به گونه‌ای استقرار یابند که محصول حداقل مسافت لازم را طی نماید. رابعاً" از وسایل و تجهیزاتی برای حمل و نقل استفاده گردد که کمترین فشار را به محصول وارد نماید.

ب- ضایعات ذخیره‌سازی

هر چند ضایعات ایجاد شده در مراحل قبل ارتباط کاملاً نزدیک به موضوع این مجموعه ندارند لیکن از آنجا که میزان ضایعات پس از برداشت به ویژه در مرحله نگهداری در انبار و قابلیت نگهداری محصول به مدت طولانی بستگی کامل به تهیه و تولید محصول سالم و مرغوب و بالطبع به شرایط مراحل کاشت، داشت و برداشت دارد، لذا در این جا اشاره مختصری به این موضوعات می‌شود. امری بدیهی است که محصولی که برای نگهداری به انبار حمل می‌شود می‌باید کیفیت مناسب و شرایط مساعد نگهداری را دارا باشد. نگهداری محصول نامناسب در انبار

در مقایسه با محصول سالم هزینه بیشتری دارد و میزان ضایعات آن در نهایت بسیار بیشتر خواهد بود. غده‌های سیبزمینی در صورت چروکیدگی، صدمات مکانیکی، زخمی شدن، داشتن رطوبت بیش از حد، آلودگی به بیماریهای مشترک صحرایی و انباری و غیره که حاصل عدم رعایت صحیح تولید محصول مرغوب از مرحله کاشت تا برداشت است، صلاحیت نگهداری در انبار را نداشته و یا حداقل نگهداری آنها در انبار مشکل بوده و زحمات و پیش‌بینی‌ها و هزینه‌های زیاد و گاه غیرقابل توجیه اقتصادی را می‌طلبد.

انتظار ذخیره‌سازی طولانی، مناسب و در عین حال اقتصادی چنین محصولی بدون ضایعات فراوان قطعاً قابل حصول نیست. هر قدر محصول وارد شده به انبار سالم‌تر و کیفیت آن بالاتر باشد ضایعات کمتری را تحمل خواهد کرد و نگهداری آن آسان‌تر و ساده‌تر و به صرفه نزدیکتر خواهد بود. برعکس اگر تمامی شرایط علمی و فنی در حمل و نقل و انبارداری رعایت شده و انبار دارای استاندارد فنی بالا و واجد تجهیزات فنی لازم نظیر سردکننده، تهویه و گازدهی و مدیریت صحیح باشد، نمی‌توان یک محصول نامرغوب و صدمه دیده و دارای کیفیتی نازل را به مدت طولانی و بدون ضایعات سنگین در چنین انباری نگهداری کرد. در ایران نگهداری سیبزمینی در سردخانه یا انبارهای عایق‌بندی شده، با هوای سرد (Aircooled storage) که دارای یک سیستم تهویه برای کنترل حرارت باشند مرسوم نیست. استفاده از هوای سرد طبیعی و تا حدودی کنترل شده برای نگهداری سیبزمینی در کشورهایی که دارای آب و هوای سرد یا معتدل نظیر مناطق شمالی ایران هستند بسیار رایج بوده و نتایج خوبی داشته است. نگهداری سیبزمینی برای فروش معمولاً در روستاها تحت شرایط گوناگون و گاهی بصورت توده صورت می‌گیرد. این انبارها ندرتاً ممکن است بطور مناسب عایق‌بندی شده و یا اینکه منافذ تهویه برای کنترل درجه حرارت داشته باشند، بهمین علت بیشتر سیبزمینی‌های ایران در شرایط غیرقابل کنترل انبار می‌شوند. بسته به طول زمان انبارداری، سیبزمینی‌ها دچار ضایعات فراوان ناشی از حرارت زیاد (بروز بیماری و جوانه زدن بی‌موقع) یا حرارت خیلی پایین (صدمات یخ‌زدگی) و یا هوای خیلی خشک (پلاسیدگی شدید) می‌شوند.



ج- ضایعات درجه بندی

درجه بندی سیب زمینی در ایران تابع مقررات اجباری استاندارد نمی باشد و در نتیجه عمل درجه بندی با نظر تولیدکننده انجام شده و بستگی به بازار فروش و قیمت و سلیقه شخصی دارد. معمولاً کوششی برای جداکردن غده های آسیب دیده، مریض و یا گندیده به عمل نمی آید. همچنین ممکن است این غده ها فقط به اندازه ریز و درشت درجه بندی شوند. درجه بندی معمولاً با بی دقتی انجام گرفته و تعداد زیادی غده های زخمی و آلوده جزء غده های درجه یک قرار داده می شوند. بررسی غده ها در بازارهای خرده فروشی نشان می دهد که سیب زمینی ها از نظر کیفیت و اندازه درجه بندی نمی شوند و عدم وجود سیستم درجه بندی و نبودن مقررات استاندارد اجباری باعث بوجود آمدن زیان و ضایعات زیادی در محصول می شود. اما مهمتر از آن مخلوط کردن غده های آلوده با غده های سالم است که باعث تشدید فساد از راه ابتلاء غده های سالم توسط غده های آلوده می گردد.

- نتیجه گیری

با توجه به مطالب ذکر شده در این مبحث ضایعات مراحل پیش از برداشت و برداشت باید در هر حال مورد توجه جدی قرار گیرد و هماهنگی های لازم بین کشاورزان و متولیان امور کشاورزی ایجاد شود و ترتیبی اتخاذ گردد که میزان ضایعات کمی و بویژه کیفی به حداقل ممکن تقلیل یابد و در نتیجه خرید یا تهیه محصول مرغوب و مناسب، نگهداری و ذخیره سازی آنها ممکن و عملی شود.

بهر حال تذکر مجدد این نکته لازم است که هر قدر در ساخت و تجهیز و اداره انبارها صرف وقت و هزینه شود، بدون وجود محصول سالم و مرغوب و واجد شرایط لازم برای نگهداری، میزان ضایعات وارده در انبار همیشه از حد قابل تحمل اقتصادی فراتر خواهد رفت و داشتن انبار خوب و اجرای برنامه انبارداری صحیح برای تقلیل ضایعات به تنهایی کافی نخواهد بود. در بین مراحل سه گانه ذکر شده، ضایعات پس از برداشت محصول بیش از مراحل دیگر حایز اهمیت است. چون فرض بر این است که محصول مرغوب و سالم برای استفاده آتی ذخیره شده و در موقع نیاز با کمیت و کیفیت خوب مصرف می گردد. عدم دقت در حمل و نقل صحیح محصول، عدم وجود انبارهای مناسب فنی و ایجاد شرایط مناسب برای تولید مثل و حمله و خسارت آفات

و بیماریها و عوامل دیگر مولد ضایعات انباری، موجب تخریب و تجزیه و فساد و ایجاد ضایعات کمی و کیفی در محصولی می‌شوند که با صرف وقت و هزینه و دقت و زحمت بسیار به عمل آمده و انتظار می‌رود که سالم نگهداری شود و با حفظ کیفیت اولیه به مصرف برسد.

برای کاهش ضایعات و حفظ کمیت و کیفیت محصول در انبار می‌باید بیشترین توجهات و دقتها مصروف پیشگیری از ایجاد ضایعات و رعایت اصول علمی و فنی و مدیریتی انبار گردد، چون مدت زمانی را که زارع صرف محصول می‌کند (از کاشت تا برداشت) معمولاً کوتاه است و اغلب فصلی از سال را در بر می‌گیرد، در حالیکه مردم و مصرف‌کنندگان نیاز مبرم دارند که محصول بدست آمده را با حفظ کیفیت و مرغوبیت آن در دوران طولانی‌تر و به شکل تدریجی مصرف کنند. از اینجاست که داشتن انبار مناسب و فنی و انبارداری صحیح اهمیت می‌یابد. طبق نظر کارشناسان بخش تحقیقات باغبانی وزارت کشاورزی، میزان ضایعات سیب‌زمینی مصرفی در ایران از زمان کشت تا رسیدن آن به دست مصرف‌کننده حدود ۴۸ درصد است که ۱۰ درصد آن ناشی از روش‌های تولید محصول، ۲۸٪ آن مربوط به درجه‌بندی نادرست و حمل و نقل و بارگیری غلط و ۱۰٪ باقیمانده بر اثر نگهداری سیب‌زمینی در شرایط مناسب انباری در مزرعه و روستا می‌باشد. بطور خلاصه عوامل موثر در ایجاد ضایعات به شرح جدول زیر می‌باشد.

عامل	درصد ضایعات (بطور تقریبی)
تولید (به ویژه استفاده از بذر نامرغوب)	۱۰
نارس بودن در زمان برداشت محصول	۱
صدمات ناشی از روش برداشت	۲
درجه‌بندی غلط	۸
کیسه نامناسب و بی‌توجهی در حمل و نقل	۱۲
روشهای اعمال شده در عمده‌فروشی و خرده‌فروشی	۵
روشهای نگهداری نامناسب	۱۰
جمع	۴۸



عوامل موثر در ایجاد ضایعات سیبزمینی عبارتند از: کاهش آب، رطوبت هوا و صدمات پوستی محصول. اگر رطوبت نسبی هوای اطراف غده سیبزمینی کمتر از حدود ۹۹٪ گردد غده سیبزمینی از طریق پوست، زخمها و جوانه‌ها آب خود را به روش تبخیر از دست می‌دهد. آب سیبزمینی نارس سریع‌تر و راحت‌تر از آب در سیبزمینی رسیده حرکت کرده و از طریق پوست تبخیر می‌گردد. کاهش رطوبت از قسمت صدمه دیده محصول به مراتب بیشتر از کاهش رطوبت در قسمتهای سالم آن است. هرگاه هوای اطراف محصول خشک بوده و سیبزمینی نارس و دارای پوست صدمه دیده باشد، روزانه به راحتی حدود ۱٪ از وزن تازه خود را از دست می‌دهد.

۲-۶- عوامل ایجاد ضایعات در انبارها

عوامل ایجاد خسارات و ضایعات کمی و کیفی در انبارها را می‌توان به دو بخش عوامل زنده و عوامل غیرزنده تقسیم نمود. عوامل زنده عبارتند از:

- حشرات و کنه‌های انباری
- جوندگان
- پرندگان
- میکروارگانیسم‌های انباری (قارچها- باکتریها- مخمرها و غیره)
- فعالیتهای سوخت و سازی یا متابولیک (Metabolic)

از عوامل زنده فوق، حشرات، جوندگان و میکروارگانیسم‌ها در صفحات قبل مورد بحث قرار گرفتند، لذا در این قسمت از دو عامل دیگر به اختصار سخن خواهیم گفت.

- پرندگان

خسارات پرندگان در انبارها فقط هنگامی کسب اهمیت می‌کند که انبار فاقد شرایط فنی لازم باشد و انبارهایی که با رعایت اصول صحیح و پیش‌بینی‌های لازم ساخته شده و مدیریت خوبی داشته باشند، معمولاً مورد حمله پرندگان قرار نمی‌گیرند. خسارات پرندگان را بیشتر در انبارهای روستایی و یا انبارهای فاقد پیش‌بینی‌های لازم و بدون حفاظ می‌توان دید. پرندگان مانند جوندگان (موشها) در صورت ورود به انبار مقداری از مواد انبار شده را می‌خورند و از این راه کاهش کمی محصول را بوجود می‌آورند ولی خسارات کیفی آنها اهمیت بیشتری دارد. چون این جانوران

محصول را بیشتر از آنچه بخورند با فضولات خودآلوده و غیرقابل مصرف می‌کنند. مبارزه با پرندگان که گنجشکها مهمترین آنها هستند با مجهز کردن انبارها و سد کردن راه نفوذ آنها به داخل انبار بخوبی امکان‌پذیر است.

- فعالیت‌های سوخت و سازی یا متابولیک (Metabolic)

محصولات و فرآورده‌های گیاهی مانند غده سبب‌زمینی در واقع مواد زنده‌ای هستند که نظیر سایر موجودات زنده تنفس می‌کنند و اکسیژن به مصرف رسانده و گاز کربنیک متصاعد می‌کنند و در درون آنها فعالیتهای متابولیکی (سوخت و سازی) مرتباً در جریان است. حاصل تنفس و دیگر فعالیتهای واکنش‌های متابولیک درون غده‌ها، ایجاد گرما و مقداری رطوبت (آب) و در نتیجه ایجاد تغییرات کمی و کیفی در محصول می‌باشد. این فعالیتهای متابولیک با ایجاد گرما و رطوبت در داخل توده محصول انبار شده شروع شده و گرما و رطوبت درونی لازم برای سایر غده‌های سالم را فراهم کرده و در نتیجه محیط مساعدی برای رشد عوامل مخرب (مانند حشرات و میکروارگانیسم‌ها) و نیز جوانه‌زدن قبل از موقع بوجود می‌آورند.

- عوامل غیرزنده

مولد ضایعات در انبارها که معمولاً به آنها عوامل اکولوژیک نیز گفته می‌شود عموماً با مساعد کردن محیط برای عوامل زنده موجب ایجاد ضایعات و خسارات می‌گردند. مهم‌ترین عوامل غیرزنده عبارتند از: درجه حرارت، رطوبت و اکسیژن. چنانچه با دید دقیق و درست علمی به ضایعات ایجاد شده در انبارها توجه شود، این نتیجه حاصل خواهد شد که هر یک از عوامل زنده ایجاد ضایعات در انبارها تابع و معلول عوامل خاص اکولوژیک فوق‌الذکر بوده و این عوامل زنده در بستر شرایط مساعد اکولوژیک مانند گرما، رطوبت و اکسیژن کافی می‌توانند فعال شوند و خسارت به بار آورند. بهمین علت شناخت این عوامل اکولوژیک که در واقع علت اصلی ایجاد ضایعات بوده و فعالیت عوامل زنده مخرب معلول وجود آنهاست، ضرورت تام دارد. شناسایی کامل اثرات عوامل اکولوژیک و تاثیر آنها در رشد و تکثیر عوامل زنده مخرب و کنترل آنها مهمترین و اساسیترین گام در پیشگیری و ممانعت از رشد تکثیر عوامل مخرب است. قبل از هر چیز باید توجه داشت که گرما و رطوبت و دیگر عوامل غیرزنده اکولوژیک نه تنها با افزایش

فعالتهای متابولیک مستقیماً در تجزیه و تباهی و فساد محصول انبار شده موثرند، بلکه با سرعت بخشیدن به فعالیت سایر عوامل مانند حشرات، کنه‌ها و میکروارگانیسم‌ها موجبات تخریب و تباهی سریع محصول را در انبار فراهم می‌سازند. معمولاً در انبارهای گرم و مرطوب، تجزیه و تبخیر و فساد مواد انبار شده آن‌چنان شدید است که در زمان کوتاهی تمام محصول از بین می‌رود و یا غیرقابل استفاده می‌شود. اهمیت عواملی مانند گرما، رطوبت و اکسیژن معمولاً آنقدر زیاد است که با کنترل آنها می‌توان به آسانی جلوی رشد عوامل زنده مخرب را گرفت و محصول را بخوبی حفظ کرد.

۱- درجه حرارت (Temperature)

عامل درجه حرارت در حفظ و نگهداری محصولات انباری و نیز فعالیت عوامل زنده مخرب، در شرایط مختلف جغرافیایی و اقلیمی به ویژه در نواحی گرمسیر نقش بسیار مهم و تعیین‌کننده‌ای دارد. این عامل به ویژه اگر با رطوبت نسبی کافی همراه باشد، در فعالتهای متابولیک و زیستی همگی موجودات زنده از عوامل اصلی و لازم بشمار می‌رود. عامل درجه حرارت از دیدگاه حفظ و نگهداری محصولات انباری از دو جنبه دارای اهمیت و تاثیر است.

اول: چون غده‌های انبار شده مواد زنده بوده و تنفس می‌نمایند، فعالتهای متابولیک در آنها جریان دارد. فعالتهای متابولیک و تنفسی محصولات انباری که با مصرف اکسیژن و تصعید گاز کربنیک و بخار آب همراه است خود عملی گرمازا بوده و حرارت داخل توده محصول را بالا می‌برد. بدیهی است که هر چه میزان گرمای محیط و در نتیجه گرمای داخل توده کمتر باشد شدت تنفس و سرعت فعالتهای متابولیک کاهش می‌یابد و برعکس هر چه دمای محیط و گرمای داخل توده افزایش یابد فعل و انفعالات متابولیک آهنگ سریع‌تر می‌یابند و در نتیجه وجود دمای بالای محیط و افزایش فعالتهای زیستی محصول بویژه در حضور رطوبت نسبی بالا (که در انبارهای گرم و مرطوب این شرایط فراهم است) ممکن است شرایط را چنان مساعد کند که جوانه زدن محصول آغاز شود و محیط کاملاً مناسبی برای رشد و تکثیر دیگر عوامل زیان‌آور زنده فراهم کند. در عین حال تشدید تنفس و تصاعد گاز کربنیک امکان خفگی محصول و تسریع در فساد را نیز ممکن می‌سازد.

دوم: عوامل زنده‌ای که موجب ضایعات در انبار هستند (مانند حشرات، کنه‌ها، جونندگان و



میکروارگانیزم‌ها) خود موجودات زنده‌ای هستند که برای شروع و ادامه فعالیت‌های زیستی خود نیاز به اکسیژن، آب و گرما دارند. میزان گرمای محیط انبار و داخل محصول در محدوده معینی رابطه مستقیم با فعالیت‌های حیاتی و تکثیر و تولید مثل این عوامل و ازدیاد ضایعات حاصله دارد. معمولاً عوامل زنده یاد شده برای ادامه فعالیت‌های زیستی نیاز به دمای مساعد و معینی دارند که در آن درجه حرارت، عامل زنده بیشترین فعالیت زیستی متعادل را داراست. این درجه حرارت بنام دمای بهینه (optimum) معروف است و نیز هر عامل زنده دارای یک حداکثر معین دما بنام دمای بیشینه (Maximum) و یک حداقل معین دما بنام دمای کمینه (minimum) است که ماوراء و مادون این دو درجه حرارت برای عامل زنده قابل تحمل نبوده و آن را از بین می‌برد. این سه درجه حرارت بسته به عوامل زنده مختلف متغیر است، ولی در مورد حشرات انباری بطور کلی تا 42°C فعالیت‌های زیستی افزایش می‌یابد و یا کم و بیش به نحو رضایت بخشی انجام می‌شود. و اگر دما از این درجه حشرات فراتر رود معمولاً در روند رشد و تکامل آنها اشکالاتی ایجاد شده و رشد و تغذیه و تکثیر آنها متوقف می‌شود و یا آنها را از بین می‌برد. از طرف دیگر در صورت کاهش درجه حرارت محیط انبار و داخل توده محصول به حدود 18°C ، در اکثر موارد توقف رشد و تغذیه و دیگر اعمال حیاتی در این حشرات دیده می‌شود. البته عده‌ای از حشرات انباری در درجه حرارتهای کمتر از 18°C نیز قادر به ادامه حیات و فعالیت هستند ولی اینها نیز در درجات 10°C تا 12°C بحال رکود درمی‌آیند. علیهذا اگر درجه حرارت انبار را در حدود درجه حرارتهای فوق‌الذکر ثابت کنیم، نه تنها رشد و تکثیر و تغذیه آفات حشره‌ای انباری در همه مراحل متوقف می‌شود، بلکه اکثر آنها دیر یا زود معدوم می‌شوند. افزایش گرما در انبار در رشد و تکثیر و میزان سرعت فعالیت‌های حیاتی عوامل زنده مولد ضایعات اثر مستقیم دارد. بدین ترتیب که با بالا رفتن گرما در محیط انبار و داخل توده محصول، آهنگ رشد حشرات سریع تر و چرخه زندگی آنها کوتاه تر و تعداد نسل آنها در سال بیشتر می‌شود. تخم‌ها زودتر تفریخ می‌شوند، تعداد تعویض جلد افزایش نمی‌یابد، دوره لاروی کوتاه‌تر شده و لاروها زودتر تبدیل به شفیره می‌شوند، شفیره‌ها زودتر باز شده و حشرات کامل بیرون آمده، بالغ شده و جفتگیری و تخم‌ریزی می‌کنند. همچنین میزان تغذیه در مراحل مخرب زندگی حشرات (دوره لاروی حشره کامل) بسیار بیشتر و ضایعه حاصله افزون می‌گردد (اثر مستقیم افزایش و کاهش گرما در مورد هر یک از حشرات زیان‌آور انباری در بخش‌های پیشین مورد بحث قرار گرفته است).



کاهش درجه حرارت انبار اثری کاملاً^۲ به عکس افزایش درجه حرارت روی عوامل زنده بجای می گذارد.

مثلاً^۳ در مورد حشرات زیان آور انباری فعالیت آنها را کندتر و دوران تکاملی (چرخه زندگی) را طولانی تر و تعداد نسل و میزان تغذیه و خسارت آنها را کاهش می دهد. افزایش درجه حرارت محیط و داخل توده محصول انباری، فعالیت میکروارگانیسم های انباری را نیز تشدید می کند و افزایش فعالیت و رشد سریع قارچهای انباری و باکتریها و مخمرها، موجبات کپک زدگی و افزایش خسارات کمی و کیفی در محصول را فراهم می آورد. طبق آزمایشهای یکی از دانشمندان (Austwick به نقل از باقری زنوز ۱۳۶۵) قارچهای جنس (*Aspergillus*) گونه های (*A. Flavus*) و (*A. chevalieri*) تا درجه حرارت 63°C را تحمل می کنند. دامنه تحمل گرمای باکتریها از این درجه نیز فراتر رفته و تا 71°C را نیز تحمل می کنند. نکته مهم و قابل ذکر آن است که قارچهای زیان آور انباری در درجه حرارت کمتر از 30°C قادر به رشد و تکثیر رضایت بخش نبوده و گرمای بهینه برای فعالیت آنها بالاتر از 20°C است.

علیهذا پایین نگهداشتن درجه حرارت انبار تا حد ذکر شده برای حشرات (۱۰ تا ۱۲ درجه سانتیگراد) مانع رشد و تکثیر اکثر قارچها و میکروارگانیسم های انباری و کاهش ضایعات حاصله می شود.

افزایش درجه حرارت در داخل توده محصول انباری و محیط انبار عامل مهمی در رشد و تکثیر عوامل زنده زیان آور و نیز افزایش فعالیتهای متابولیک غده ها و در نتیجه بالا رفتن میزان ضایعات و خسارات می شود. این افزایش درجه حرارت معلول دو علت است.

- افزایش درجه حرارت محیط انبار بطور طبیعی گرمای داخل توده محصول را بالا برده و کاهش آن بر عکس باعث تقلیل گرمای داخل توده می شود.

- علاوه بر حرارت محیطی، فعالیتهای تنفسی و متابولیک غده ها و نیز حشرات، کنه ها، قارچها و باکتریها و مخمرها که با مصرف اکسیژن و تولید گاز کربنیک و واکنش های شیمیایی و در نتیجه افزایش انرژی حرارتی همراه است، سبب افزایش گرما و رطوبت در داخل توده محصول می شود.

نکته جالب و مهم در مورد افزایش درجه حرارت درون محصول انبار شده در ارتباط با فعالیتهای متابولیک آن است. تشدید تنفس و سایر فعالیتهای متابولیکی و زیستی اعم از سلولهای محصول و یا میکروارگانیسم های همراه با محصول، درجه حرارت را بطور موضعی در داخل

محصول بالا می‌برد و گاه ممکن است این افزایش درجه حرارت به حدود 42°C برسد. در صورت افزایش درجه حرارت بیشتر از میزان ذکر شده فعالیت عوامل زیان‌آور بخصوص حشرات ممکن نبوده آنها را به سایر قسمتهای توده محصول که خنک‌تر است مهاجرت می‌دهد و بدین ترتیب آلودگی در داخل توده محصول گسترش می‌یابد. با توجه به مسایل ذکر شده روشن می‌شود که ممانعت از افزایش درجه حرارت در محیط انبار و در نتیجه در درون محصولات انبار شده، اثر بسیار مطلوبی در جلوگیری از افزایش تنفس و فعالیت متابولیک غده‌ها و در نتیجه سبز شدن و کپک زدن آنها و نیز جلوگیری از فعالیتهای حشرات و کنه‌ها و قارچها و باکتریها دارد. بدین جهت اقداماتی نظیر تهویه و حرکت دورانی و جابجایی هوا در انبارها از اصول مهم پیشگیری و حفظ محصول می‌باشد.

در پایان این مبحث ذکر این نکته لازم است که برای انجام اقدامات مختلف پیشگیری و یا مبارزه با عوامل مخرب محصولات انباری و حفظ و حراست کمیت و کیفیت محصول، اندازه‌گیری درجه حرارت داخل انبار و مخصوصاً اطراف توده محصول انبار شده ضرورت تام دارد. اندازه‌گیری درجه حرارت درون توده محصول به دو روش نقطه‌ای (spot metering) بصورت اندازه‌گیری درجه حرارت یک نقطه در عمق توده و یا چندین نقطه (Multi spot metering) یا سنجش گرمای نقاط متعددی در اعماق مختلف توده محصول انجام می‌گیرد.

۲- رطوبت (Humidity)

رطوبت یکی از مهمترین عوامل فساد محصولات انباری و از جمله غلات و حبوبات و سیب‌زمینی و پیاز در انبارها می‌باشد. به ویژه اگر محصول بصورت توده یا فله ذخیره شده باشد. در صورتی که محصول با گرمای کافی همراه باشد، از طریق افزایش روند تنفسی و فعالیتهای متابولیک غده‌ها و نیز از راه تشدید و تسریع فعالیتهای زیستی عوامل زنده زیان‌آور در انبارها ضایعات فراوان و خسارات کمی و کیفی بسیار زیاد به بار می‌آید. نکته مهمی که طی تجربیات و آزمایشات مکرر به اثبات رسیده این است که مهمترین عامل ایجاد ضایعات در انبارها رطوبت است و کنترل میزان رطوبت مهمترین نقش را در سالم نگهداشتن محصولات انباری دارد.



۳-۶- روشهای جلوگیری از بروز ضایعات

در این بخش بطور اجمال مواردی که می‌باید برای کاهش ضایعات در محصول مراعات گردد، ذیلاً بیان می‌شود.

۱- مرحله پیش از برداشت

کنترل عوامل زراعی در این مرحله از مهمترین راههای جلوگیری از ایجاد ضایعات می‌باشد. این عوامل عبارتند از:

- استفاده از بذر مرغوب
- استفاده از واریته‌هایی از سیب‌زمینی که صرف‌نظر از داشتن شرایط مطلوب برای ذخیره‌سازی و عمل‌آوری و داشتن عملکرد زیاد، نسبت به آفات و بیماریهای قارچی و ویروسی مقاوم باشند.
- تامین شرایط مطلوب فیزیکی و شیمیایی در خاک به نحوی که زمین مورد نظر ضمن داشتن شرایط مناسب تهویه و گردش آب در خاک دارای کلیه مواد آلی و معدنی لازم برای رشد گیاه باشد.
- فراهم نمودن شرایط مناسب از نظر مبارزه دقیق و به موقع با انواع آفات و بیماریها و وجین کردن و دفع علف‌های هرز در دوران داشت محصول.
- آبیاری و تغذیه به موقع گیاه

۲- مرحله برداشت

- به منظور جلوگیری از ضایعات در این مرحله باید به نکات زیر توجه شود.
- محصول برداشت شده می‌باید دارای حداقل صدمات مکانیکی وارده مانند پوسته شدن، بریدگی و خراشیده شدن، ایجاد ترک و لهیدگی داخلی باشد.
- غده‌های برداشت شده نمی‌باید در معرض تابش آفتاب قرار گیرند. این امر منجر به سبز شدن سیب‌زمینی و تولید ماده سمی سولانین در آنها می‌گردد و یا در اثر حرارت زیاد دچار بیماری پوسیدگی سیاه داخلی می‌شوند.
- قرار دادن غده‌ها قبل از طی مراحل آماده‌سازی در درجه حرارت پایین باعث سرمازدگی سیب‌زمینی خواهد شد.



- محصول برداشت شده می‌باید از هرگونه خاک و سنگ ریزه و دیگر مواد خارجی عاری گردد.

- میزان سیب‌زمینی‌های جا مانده در زمین و مزرعه حداقل باشد.

- زمان برداشت در بهترین موقع ممکن بوده و دستگاه‌ها و تجهیزات برداشت در بهترین شکل و مطابق با شرایط آب و هوایی فصل برداشت و شرایط خاک تنظیم شده باشد.

- در ماشین‌های برداشت باید دقت کرد که از بکارگیری صفحات فلزی که محصول سیب‌زمینی با آن اصطکاک و برخورد شدید دارد اجتناب گردد و به جای این صفحات از لاستیک و پلاستیک استفاده شود تا محصول صدمه نبیند.

لازم به توضیح است که موقع برداشت مناسب هنگامی است که غده‌های سیب‌زمینی بر اساس شرایط آب و هوایی و نوع واریته و دیگر پارامترهای موثر زراعی حداکثر رشد را نموده‌اند و اگر روند طبیعی رشد ادامه یابد انرژی ذخیره شده در غده‌های محصول صرف گل کردن بوته شده و وزن غده کاسته و کیفیت محصول از نظر ترکیبات مختلف غذایی کاملاً نامطلوب می‌گردد.

۳- مرحله پس از برداشت

الف) بسته‌بندی و حمل و نقل اولیه

از آن جاییکه ضایعات در این مرحله رقم بسیار بالایی است رعایت نکات زیر در جلوگیری و یا کاهش این ضایعات ضروری است.

- بسته‌بندی سیب‌زمینی باید به گونه‌ای باشد که میزان فشارهای خارجی وارد شده به محصول به حداقل برسد. بدین منظور می‌توان از کارتن استفاده کرد.

- بسته‌های محصول باید دارای منافذ کافی برای تهویه بوده و ضمناً نور قادر به عبور از آن نباشد.

- در هنگام پر کردن محصول در گونی از تکان دادن شدید گونی‌ها و فشردن غده‌ها بر روی یکدیگر باید پرهیز کرد و همچنین از مخلوط کردن غده‌های زخمی و آلوده با غده‌های سالم خودداری نمود.

- در سیستم‌های تخلیه و بارگیری سطوح تماس باید بصورتی باشند که در برخورد سیب‌زمینی با آنها حداقل عکس‌العمل این سطوح در روی محصول ظاهر گردد.



- از انباشته کردن بیش از حد بسته‌های سیب‌زمینی بر روی هم باید اجتناب کرد.
- به هنگام حمل و نقل باید اقدامات لازم جهت جلوگیری از بالا رفتن درجه حرارت در توده محصول صورت گیرد.

ب) ذخیره‌سازی

- به منظور جلوگیری از بروز ضایعات در مرحله انبارداری سیب‌زمینی باید به توصیه‌های زیر عمل نمود.
- قبل از ذخیره کردن محصول باید غده‌های فاسد شده و آفت زده و یا زخمی شده در اثر وسایل برداشت را از جدا نمود.
- پیش از ورود محصول به انبار نیز باید عملیاتی بر روی محصول انجام گیرد. این عملیات عبارتند از:
- هوا دادن و خشک کردن محصول بطوری که فقط رطوبت سطحی آن گرفته شود. ترمیم بافت‌های آسیب‌دیده و پیش سرد کردن و بالاخره سردنگهداشتن محصول.
- برای جلوگیری از خشک شدن و یا پلاسیدگی و پایین آمدن و مرغوبیت محصول لازم است رطوبت انبار به میزان لازم تامین شود.
- درجه حرارت انبار سیب‌زمینی بر اساس نوع استفاده یا مصرف نهایی آن پس از ذخیره‌سازی باید تنظیم گردد.
- سیب‌زمینی‌های نگهداری شده در انبار باید از تابش نور خورشید در امان باشند.
- ایجاد پنجره‌هایی برای تهویه و یا نصب ونتیلاتور یا فن برای جریان هوا و حفظ رطوبت و حرارت مورد نیاز، ضروری است.
- قبل از خروج سیب‌زمینی‌ها از انبار باید آنها را گرم کرد.
- به منظور جلوگیری از جوانه زدن غده‌ها می‌توان از پرتوگاما و یا مواد شیمیایی استفاده کرد.



پ) درجه‌بندی و بسته‌بندی نهایی

برای کاهش ضایعات در این مرحله می‌توان از ماشین‌آلات مناسب استفاده نمود. این ماشین‌آلات باید دارای شرایط زیر باشند:

- تخلیه محصول از انبار یا از کامیون و شست‌وشوی محصول با نهایت دقت انجام گیرد تا کیفیت مطلوب محصول دستخوش تغییرات نامطلوب نگردد.

- دستگاه‌های درجه‌بندی برای درجات مختلف قابل تنظیم باشند.

- قسمتهایی از ماشین که در تماس مستقیم با سیب‌زمینی می‌باشند باید دارای پوشش ارتجاعی و قابل انعطاف بوده و ضربات حاصل از محصول را بدون عکس‌العمل نشان دادن تحمل کنند.

- پوشش‌های مورد استفاده برای بسته‌بندی نهایی دارای مقاومت لازم در مقابل فشارهای وارده از محصول و همچنین فشارهای وارده از محصول به هنگام انباشتن بر روی همدیگر باشند تا حداقل ضایعات مکانیکی در محصول ایجاد گردد. مثلاً استفاده از کارتن‌های مقوایی به مراتب بهتر از کیسه‌های پلی‌اتیلنی است.

- ماشین بسته‌بندی می‌باید بگونه‌ای طراحی گردد که ضمن یکنواخت بسته‌بندی کردن، کمترین صدمات مکانیکی را بر محصول در هنگام پر کردن آن ایجاد نماید.

هدف از این بسته‌بندی، بسته‌بندی فله‌ای است که پس از برداشت محصول انجام می‌شود تا بتوان محصول را به انبارهای ذخیره‌سازی و یا مستقیماً به بازارهای مصرف عرضه نمود.

بدیهی است برای رساندن محصول به مصرف‌کننده نهایی لازم است از بسته‌بندی دیگری مطابق با نیازها و شرایط کلی جامعه استفاده گردد. بسته‌بندی اول بخشی از برنامه حمل و نقل و بسته‌بندی دوم به منظور رساندن محصول در اوزان کم به مصرف‌کننده نهایی است.





فصل هفتم - شرایط و روشهای نگهداری محصولات

همانطور که می‌دانیم بلافاصله پس از برداشت سیب‌زمینی می‌باید آن را در محیطی خشک و در دمای نسبتاً پایین نگهداری کرد تا میزان تنفس، تبخیر و جوانه‌زنی محصول و همچنین فعالیت میکروارگانیسمها محدود گردد. برای این منظور لازم است فعالیتهایی به شرح زیر برای ایجاد شرایط مناسب در انبار انجام گیرد.

- خشک کردن (کاهش رطوبت)

اولین اقدام پس از بارگیری محصول در انبار، خشک کردن (رطوبت زدایی) سطحی محصول در جهت ایجاد شرایط مساعد انبارداری می‌باشد. به این جهت لازم است که هم رطوبت غده‌ها و هم رطوبت خاکهای چسبیده به آنها گرفته شود. در عین حال می‌باید بلافاصله پس از برداشت، درجه حرارت انبار را کاهش داد. چرا که در غیر اینصورت پوست محصول به صورت چوب پنبه‌ای درآمده و این امر باعث بروز خسارت می‌گردد. بیشترین میزان چوب‌پنبه‌ای شدن پوست محصول در دمایی در حدود ۱۵ درجه سانتیگراد می‌باشد. در عین حال اگر رطوبت نسبی محیط نیز مناسب باشد این درجه حرارت باعث رشد و انتشار میکروارگانیسمها می‌گردد. بنابراین هرگاه بخشی از توده محصول مرطوب باشد می‌باید ابتدا توسط هوادهی آنها را خشک کرد.

این عمل به ویژه در هنگامی که محصول آسیب‌دیده و یا آلوده به باکتریهای فاسدکننده باشد ضروری است. این مسأله در شرایطی که سیب‌زمینی به صورت فله نگهداشته می‌شود بسیار مهم است. چرا که در این حالت جمع شدن خاک در یک محل باعث می‌گردد که مسیر عبور هوا مسدود شده و عمل هوادهی و خشک کردن غده‌ها به زحمت انجام گیرد. پس از این که خاک و غده‌ها توسط هوا خشک شد، می‌باید هوادهی را قطع کرد. معمولاً این عمل در طی یک یا چند روز انجام می‌گیرد. هوادهی به مدت طولانی نه تنها برای محصول سودمند نیست بلکه ممکن است باعث کاهش وزن محصول بر اثر تبخیر نیز گردد. همچنین می‌باید مراقب بود که سطح محصول همواره خشک باقی بماند تا آلودگی از غده‌های فاسد به سایر غده‌های مجاور منتقل نگردد.



۱-۷- دوره ترمیم

باید دقت کرد که محصول در هنگام انبار شدن خشک و عاری از خاکهای چسبیده به آن باشد. لیکن خشک کردن به وسیله هوادهی به تنهایی کافی نیست. اگر محصول در شرایط آب و هوایی خشک برداشت شده باشد غده‌ها یا عاری از خاک بوده و یا مقدار اندکی خاک به آنها چسبیده خواهد بود. خاک چسبیده به غده‌ها می‌تواند در عین حال مانند یک سپر محافظ در هنگام جابجایی محصول عمل کرده، محصولات را از آسیب دیدن حفظ کند. در ضمن، توصیه می‌شود که شاخ و برگ محصولات از بین برود (چه با استفاده از روشهای شیمیایی و چه با کندن آنها به طور مکانیکی). اگر این عمل ۵ تا ۷ روز قبل از حمل محصولات انجام گیرد، احتمال آسیب دیدگی به حداقل می‌رسد. در این حالت پوست محصول در زمانی که غده هنوز در خاک است شروع به چوب پنبه‌ای شدن می‌کند و این امر آسیب دیدن محصول را در هنگام جابجایی کاهش می‌دهد. خراشیدگی یا آسیب دیدگی غده‌ها باعث کاهش آب درونی آنها در حین هوادهی می‌شود و این امر در نهایت افت وزنی محصول را به دنبال خواهد داشت.

در مورد آسیب دیدگی، بهترین کار هوادهی به میزان اندک در فاصله ۲ تا ۳ هفته پس از برداشت محصول می‌باشد. در این مدت لازم است که دمای هوا را در حد ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتیگراد نگاه داشت تا مدت التیام محصول آسیب دیده کوتاهتر گردد. توصیه می‌شود که رطوبت نسبی در طی این مدت در حدود ۹۰ تا ۹۵ درصد نگه داشته شود. چنانچه ترمیم یا التیام بخوبی و در مدت مناسب انجام پذیرد، رطوبت پدید آمده در محیط انبار را می‌توان با هوادهی خشک کرد. درجه حرارت بالا باعث تشدید تنفس محصول می‌شود و این امر خطر کاهش اکسیژن و احتمال بروز بیماری (Black hearth) یا پوسیدگی درونی را در محصول افزایش می‌دهد.

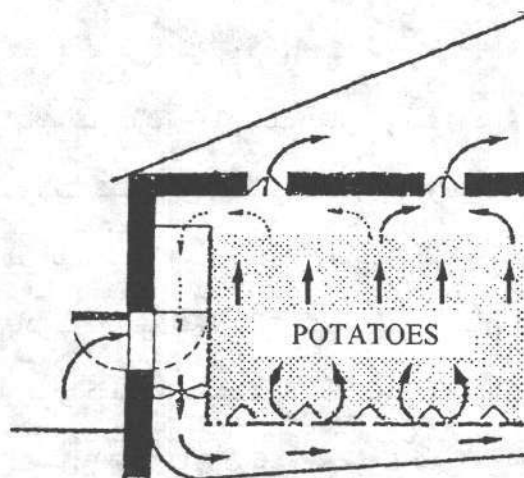
۲-۷- خنک سازی

پایین آوردن دمای محصول باید به شکلی باشد که بتواند هم گرمای انباشته شده در درون توده محصول و هم گرمای حاصل از تنفس محصول را دفع کند. در صورت عدم کاهش دمای محصول، درجه حرارت آن بالا خواهد رفت. بر طبق نظریه برتون (Burton)، حرارت تولید شده توسط ۱۰۰۰ کیلوگرم سیب زمینی در حدود ۳۰۰ کیلوکالری در روز می‌باشد (در شرایطی که دمای نگهداری ۲ تا ۳ درجه سانتیگراد و یا ۱۵°C باشد) از این مقدار حرارت تولید شده در طی روز، در

حدود یک سوم آن یعنی ۱۰۰ کیلوکالری در اثر تبخیر آب غده‌ها به وجود می‌آید (گرمای نهان) و بقیه آن (در حدود ۲۰۰ کیلوکالری) در اثر افزایش درجه حرارت محیط می‌باشد. اگر این گرما دفع نشود، درجه حرارت سیبزمینی بر طبق محاسبه زیر با نرخ در حدود $\frac{1}{4}^{\circ}\text{C} \approx \frac{200}{0.86 \times 1000}$ افزایش خواهد یافت.

اگر درجه حرارت سلولهای انبار 25°C - 20°C باشد، دمای محصول در حدود 0.5°C/day افزایش خواهد یافت. در انبار محصولات کشاورزی مانند سیبزمینی و پیاز، جریان هوا باید به دفع حرارت ایجاد شده اختصاص یابد. برای رسیدن به این مقصود باید حجم مناسبی از هوای سرد به توده محصول دمیده شود. بادزنها باید به شکلی قرار گیرند که جریان مناسبی از هوای سرد به محصولاتی که در کف انبار قرار گرفته‌اند دمیده شود. اگر دمای محصولات از 15°C تجاوز نکند، جریان هوا برای هوادهی تا عمق ۱ متری درون توده محصول کافی می‌باشد. برای هوادهی مناسب لازم است که دمای جریان هوا 2°C - 1°C پایین‌تر از دمای محصول باشد. در مناطقی مانند هلند که در یک دوره نسبتاً طولانی انبارداری محصولات دمای هوا در شب برای هوادهی محصول مناسب می‌باشد، می‌توان از هوای آزاد برای هوادهی استفاده کرد (شکل شماره ۱۳). میزان هوادهی مناسب نیز در حدود ۸۰-۱۰۰ مترمکعب به ازای هر مترمکعب سیبزمینی در ساعت است. در عین حال برای نگهداری محصولات کشاورزی در دوره‌های نسبتاً طولانی ناگزیر باید از سیستم‌های مکانیکی برای خنک‌سازی استفاده کرد. در اثر انتقال گرما به محیط خارج از انبار یا به عبارت دیگر خنک کردن محصول، یک اختلاف فشار بین محصول و هوای سرد وارد شده به انبار به وجود می‌آید که این اختلاف فشار باعث تبخیر آب موجود در غده‌های محصول می‌گردد. هر چه اختلاف دمای محصول و هوای در حال گردش بیشتر بوده و یا رطوبت نسبی هوای ورودی کم باشد تبخیر آب از غده‌های محصول تشدید می‌گردد. در نتیجه اگر هوای سرد نسبتاً خشک باشد، درصد افت وزنی قسمتی از محصول که به محل هوا نزدیک‌تر می‌باشد بیشتر از سایر قسمت‌ها خواهد بود. در سیستمی که هوادهی از کف انبار صورت می‌گیرد، این افت وزنی در قسمت کف توده یا جعبه به مراتب بیشتر از سایر قسمت‌ها می‌باشد. تفاوت‌های عمده‌ای بین سیستم هوادهی با استفاده از هوای آزاد و سیستم مکانیکی ایجاد برودت وجود دارد. یکی از این تفاوت‌ها این است که در سیستم تهویه با هوای آزاد، جریان هوا در هنگام خروج از محیط انبار، رطوبت گرفته شده از محصول را نیز همراه با گرمای جذب شده به بیرون منتقل می‌کند، در صورتی که در سیستم

مکانیکی، رطوبت محیط پس از انتقال بر روی سطح برودتی سیستم مجدداً از حالت بخار به مایع تبدیل شده و به درون انبار باز می‌گردد.



شکل ۱۳- خنک کردن با استفاده از هوای آزاد

در سیستم هوادهی با هوای آزاد میزان کاهش رطوبت در محصولات انبار شده بستگی به رطوبت نسبی هوای سرد وارد شده به محیط انبار و مدت مورد نیاز جهت هوادهی دارد. بنابراین با چند ساعت هوادهی در طی روز می‌توان دمای انبار را به میزان مطلوب رساند.

۳-۷- تنظیم رطوبت نسبی

همانطور که قبلاً گفته شد مسأله رطوبت نسبی در محیط انبار بسیار مهم است. چرا که از یک طرف در صورت کاهش رطوبت، محصول خشک شده و وزن آن کاهش می‌یابد و از طرف دیگر، در صورت افزایش آن، محیط برای انتشار بیماری از محصولات بیمار به سایر محصولات مساعد می‌گردد. باید سعی شود که هوای سرد وارد شده به توده محصول دارای رطوبتی در حدود ۹۵٪ برای سیب‌زمینی و ۶۰٪ برای پیاز باشد. اگر رطوبت نسبی هوای ورودی کمتر از این مقدار باشد، باید بطور مصنوعی و توسط دستگاه‌های رطوبت‌زنی قطرات بسیار ریز آب را در جریان هوا پاشید. لیکن باید دقت کرد که هیچگاه قطرات آب وارد توده محصول نشود، چرا که در این صورت میزان رطوبت در سطح محصول افزایش یافته و این امر باعث گسترش فساد در توده محصول می‌گردد.

۴-۷- تنظیم درجه حرارت انبار

در هنگامی که از سیستم مکانیکی برای خنک کردن انبار استفاده می‌شود، در دوره التیام باید روزانه $1-2^{\circ}\text{C}$ از دمای انبار کاست. به همین خاطر لازم است که ظرفیت واحد خنک‌کننده به دقت محاسبه شود. دوره خنک‌سازی بطور واقعی بعد از کامل شدن دوره التیام آغاز می‌گردد. دمای مناسب برای انبارداری، در مورد سیب‌زمینی بذری حدود $3-4^{\circ}\text{C}$ و در مورد سیب‌زمینی مصرفی در حدود $5-6^{\circ}\text{C}$ و در مورد پیاز در حدود صفر درجه سانتیگراد است. اگر دوره انبارداری کوتاه‌تر از ۳ ماه باشد، بالا رفتن دمای محیط انبار عامل موثری در افزایش میزان جوانه‌زنی غده‌ها خواهد بود. در مناطق گرمسیری زمان بین برداشت محصول تا کاشت مجدد آن غالباً کوتاه است. اگر در طی این مدت، بذور در دمایی بیش از $3-4^{\circ}\text{C}$ در انبار نگهداری شوند، به آرامی شروع به جوانه‌زنی خواهند کرد. بنابراین می‌توان توصیه کرد که در طی این مدت با توجه به دوره خواب‌رفتگی محصول، دمای محصول کمی بالا برده شود. اما اگر دوره نگهداری محصول بیش از ۳ ماه باشد، بهتر آن خواهد بود که درجه حرارت انبار در همان محدوده مشخص شده حفظ شود. اگر در نظر باشد که سیب‌زمینی انبار شده به صورت خشک یا چپس مصرف شود، توصیه می‌گردد که دمای انبار به ترتیب بین $7-11^{\circ}\text{C}$ و $6-8^{\circ}\text{C}$ نگه داشته شود. برای حفظ درجه حرارت در حد مطلوب، لازم است از ترموستات استفاده شود. از کاستن دمای انبار تا زیر حد تعیین شده به مدت طولانی باید اجتناب کرد، چرا که در مورد سیب‌زمینی مصرفی (هر چند از گونه‌های مختلف باشد)، این امر می‌تواند باعث شیرین شدن غده‌ها شود. در عین حال برای سیب‌زمینی بذری نیز چنین دمایی توصیه نمی‌شود، چرا که از جوانه‌زنی غده‌ها به طور موثر جلوگیری می‌کند.

۵-۷- تبخیر

محصولات کشاورزی همچون سیب‌زمینی و پیاز بر اثر تبخیر آب خود را از دست می‌دهند. ولی بر خلاف حالات تنفس، جوانه‌زنی و پوسیدن، در هنگام تبخیر از میزان مواد جامد محصول کاسته نمی‌شود. لیکن در مقایسه با عمل تنفس، کاهش وزن محصولات در تبخیر بیشتر می‌باشد. تبخیر یک فرایند فیزیکی است. مهمترین عواملی که بر میزان تبخیر موثر هستند کاهش فشار بخار هوا (Vapour Pressure Deficiency) است که با علامت اختصاری VPD نشان داده می‌شود و همچنین میزان نفوذپذیری پوست محصول است. در هنگامی که هوا توسط ذرات آب به حالت

اشباع رسیده باشد و درجه حرارت محیط انبار برابر با درجه حرارت محصول باشد، خواهیم داشت: $VPD = 0$ ، یعنی هیچگونه تبخیری صورت نخواهد گرفت. اما ایجاد چنین شرایطی در انبارها در همه نقاط ممکن نیست. برای آنکه درجه حرارت محصول در حد معینی ثابت بماند، لازم است که محصولات را توسط هوای خنک محیط بیرون انبار هوادهی کرد. اگر هوادهی توسط هوای اشباع شده انجام گیرد، عمل تبخیر در محصول ادامه خواهد یافت، مفهوم دیگر این سخن این است که فشار بخار محصول معادل با فشار بخار هوای اشباع شده در همان درجه حرارت است. فشار بخار اشباع شده بستگی مستقیم به دمای محیط دارد و با افزایش درجه حرارت محیط بالا می‌رود. بنابراین فشار بخار محصول همواره بالاتر از فشار بخار هوای سرد می‌باشد. در حین گردش هوا در محیط انبار و عبور از درون محصول، هوا به مرور گرم می‌شود و در نتیجه نمی‌تواند همواره به حالت اشباع باقی بماند. بنابراین کاهش فشار بخار هوا باعث می‌گردد که محصول آب خود را به صورت بخار به هوای اطراف خود بدهد. به عبارت دیگر سرد کردن محصول بناچار باعث کاهش رطوبت نسبی آنها می‌گردد. میزان تبخیر با اختلاف دما بین محصول و هوای بکار رفته برای تهویه رابطه مستقیم داشته و با افزایش این اختلاف، افزایش می‌یابد. و نیز رابطه معکوس با رطوبت نسبی محیط دارد، بدین معنی که با کاهش رطوبت نسبی محیط، میزان تبخیر آب از محصولات افزایش می‌یابد. گذشته از این مسایل میزان نفوذپذیری پوست محصول در تعیین میزان تبخیر موثر می‌باشد.

به طوریکه پوست غده‌های نارس در مقابل عبور بخارات آب دارای نفوذپذیری بیشتری نسبت به پوست غده‌های رسیده می‌باشد. این مسأله در مورد غده‌های آسیب دیده نیز صادق است. میزان نفوذپذیری محصولات بستگی به میزان چوب‌پنبه‌ای شدن آنها نیز دارد. چوب‌پنبه‌ای شدن پوست غده‌ها تنها بعد از توقف رشد آنها پدید می‌آید. اگر درجه حرارت انبار در حد ۱۵ درجه سانتیگراد باشد عمل چوب‌پنبه‌ای شدن پوست غده‌ها به سرعت رخ می‌دهد. بعد از چندروز میزان نفوذپذیری غده‌ها تا حد زیادی کاهش می‌یابد. مثلاً "بعد از چهار روز این میزان به حداقل می‌رسد. در دماهای پایین‌تر از ۱۵°C عمل چوب‌پنبه‌ای شدن پوست محصولات با سرعت کمتری انجام می‌گیرد. به عنوان مثال در ۲°C این عمل متوقف می‌گردد. لازم است که میزان تبخیر بخصوص در هنگامی که غده‌های نارس انبار شده باشند، تا حد ممکن کاهش داده شود. همچنین باید درجه حرارت انبار را در چند روز نخست دوره انبارداری در حدود ۱۵°C نگه داشت (دوره التیام‌بخشی

غده‌ها) جوانه‌زنی عمل تبخیر را افزایش می‌دهد. این مسأله نه تنها به دلیل آن است که جوانه‌ها نفوذپذیری بیشتری نسبت به پوست غده‌ها دارند، بلکه به این دلیل نیز می‌باشد که با ظهور جوانه‌ها، سطح تبخیر افزایش می‌یابد. در طی اولین ماه پس از برداشت محصول و در صورتی که محصولات در شرایط مناسبی انبار شده باشند، غده‌های نارس ۳ تا ۵ درصد وزن اصلی خود را از دست خواهند داد، این میزان افت در ماه‌های بعد به حدود $\frac{1}{4}$ تا $\frac{2}{3}$ درصد در هر ماه خواهد رسید. در مورد محصولات رسیده این کاهش وزن به ترتیب معادل ۳-۱ درصد و $\frac{1}{4}$ تا $\frac{2}{3}$ درصد خواهد بود.

۶-۷- تاثیر میکروارگانیسم‌ها

تاثیر قارچ‌ها و باکتری‌ها بر روی غده‌ها می‌تواند باعث افت قابل توجهی در محصول گردد. در چنین شرایطی میکروارگانیسم‌های آلوده‌کننده به راحتی رشد کرده، در سطح انبار منتشر می‌گردند. معمولاً در قسمتهایی از مزرعه که آلوده باشد، غده‌های کاشته شده مورد هجوم میکروارگانیسم‌ها قرار گرفته و آسیب می‌بینند. به استثنای حالات اندک، قارچ‌ها محل‌های گرم و مرطوب را ترجیح می‌دهند. در نتیجه کاهش درجه حرارت و خشک نگه داشتن محیط انبار تا حد زیادی جلوی رشد میکروارگانیسم‌ها را می‌گیرد.

۷-۷- جوانه زنی

در زمان برداشت، محصولات در حالت خواب‌رفتگی بسر می‌برند، یعنی غده‌ها بدون اجرای یک رشته عملیات ویژه جوانه نخواهند زد. طول این دوره خواب‌رفتگی به عوامل متعددی چون گونه محصول، شرایط رشد محصول، زمان برداشت و دمای انبار پس از برداشت محصول بستگی دارد. بر این اساس طول دوره خواب‌رفتگی محصول پس از یک فصل گرم و خشک به طور قابل ملاحظه‌ای کوتاه‌تر از طول این دوره پس از یک فصل سرد و مرطوب می‌باشد. دمای انبار پس از برداشت محصول عامل بسیار موثری در تعیین این دوره است. اگر دمای انبار در حد 20°C باشد، طول دوره خواب‌رفتگی بسته به نوع محصول بین چند هفته تا چند ماه خواهد بود. اگر دمای انبار پس از برداشت محصول پایین باشد، دوره خواب‌رفتگی محصول طولانی‌تر خواهد شد. پس از گذشت مدتی می‌توان دمای انبار را کاهش داد. در هنگامی که دمای انبار در حدود 5°C برای

سیبزمینی مصرفی و $3-4^{\circ}\text{C}$ برای سیبزمینی بذری و صفر درجه سانتیگراد برای پیاز باشد، بعد از گذشت حتی ۶-۸ ماه از دوره انبارداری به دشواری می‌توان جوانه‌ای را بر روی غده‌ای پیدا کرد. پس از پایان یافتن دوره خواب‌رفتگی، اگر دمای انبار از حد تعیین شده بالاتر رود، غده‌ها شروع به جوانه‌زنی خواهند کرد. به هیچوجه توصیه نمی‌شود که دمای انبار پس از برداشت محصول پایین‌تر از حد تعیین شده نگاه داشته شود، چرا که این امر باعث می‌گردد که پوست محصولات به تدریج حالت چوب‌پنبه‌ای پیدا کند. همچنین دمای نگهداری پایین‌تر از 3°C در مورد سیبزمینی باعث تبدیل نشاسته سیبزمینی به گلوکز و نتیجتاً باعث شیرین شدن غده‌های سیبزمینی مصرفی می‌گردد. لذا بهترین دما برای نگهداری سیبزمینی بذری که در عین شیرین نشدن از جوانه‌زدن محصول نیز جلوگیری شود، دمای $3-4^{\circ}\text{C}$ و برای نگهداری پیاز در حدود صفر درجه سانتیگراد است.

عمل جوانه‌زنی همواره باعث ضایعات زیادی در محصول می‌گردد. سبز شدن جوانه‌ها باعث نرم شدن غده‌ها و نتیجتاً فساد قابل توجهی در محصولات می‌گردد. افزایش میزان تنفس محصولات و نیز افزایش میزان تبخیر از آنها افت وزنی محصولات را افزایش می‌دهد. برای جلوگیری از جوانه‌زدن محصولات می‌توانیم از مواد بازدارنده جوانه‌زنی استفاده کنیم. این مواد شیمیایی بوده و برای پرهیز از تأثیرات سوء آنها نباید از آنها برای سیبزمینی بذری استفاده کرد. جدول شماره ۶ میزان جوانه‌زنی سیبزمینی را در دماهای متفاوت نشان می‌دهد.

جدول ۶- تأثیر درجه حرارت بر میزان جوانه‌زنی سیبزمینی

Storage temp.in c	10	15	20	25
Storage growth(g/tuber)	1.17	3.07	4.70	2.45
Storage growth(%total wt)	1.18	2.74	4.45	2.50

۷-۸- تنفس محصولات

تنفس و جوانه‌زنی اعمالی هستند که ثابت می‌کنند محصولات کشاورزی مانند سیبزمینی یک موجود زنده هستند و انرژی مورد نیاز خود را برای زنده ماندن از طریق تنفس به دست می‌آورند. از ترکیب اکسیژن جذب شده از طریق هوای پیرامون با هیدروکربورها (قندها) دی‌اکسیدکربن و آب پدید می‌آید و دی‌اکسیدکربن ایجاد شده در فضای انبار به صورت آزاد باقی می‌ماند. این فرآیند با تولید گرما همراه می‌باشد. میزان تنفس محصول بستگی به دمای انبار دارد و می‌توان آن

را با اندازه‌گیری میزان افزایش دی‌اکسیدکربن در محیط انبار تخمین زد. جدول شماره ۷ رابطه میان میزان تنفس محصول سیب‌زمینی و دمای انبار را نشان می‌دهد.

جدول ۷- تنفس سیب‌زمینی در درجه حرارت‌های مختلف

Storage temperature in c	2	5	7	10
oxygen consumption in gr/ton/24 hrs	67	46	56	107
Production of carbon dioxide in gr/ton/24 hrs	92	63	76	147
Heat production in k.cal /ton/24 hrs	236	162	195	375
loss of dry matter in gr/ton/24 hrs	63	43	52	100

به طور تخمینی می‌توان حرارت ایجاد شده در اثر تنفس سیب‌زمینی را در حدود ۲/۵ کیلوکالری به ازای هر گرم افزایش دی‌اکسیدکربن در نظر گرفت. با اجرای آزمایش‌های گوناگون با گونه‌های مختلف سیب‌زمینی و در دماهای متفاوت از ۱°C تا ۲۵°C جدول شماره ۸ بدست آمده است.

جدول ۸- رابطه میان تنفس محصول و میزان دی‌اکسیدکربن و حرارت ایجاد شده

Storage temperature in c	0	5	10	15	20	25
production of carbon dioxide in gr/ton/24 hrs	192	80	100	113	192	264
heat production in k.cal/ton /24 hrs	480	200	250	282	480	660

جدول مذکور رابطه میان تنفس و میزان حرارت تولید شده در دماهای مختلف انبار برای محصول سیب‌زمینی را نشان می‌دهد.

از هر دو جدول فوق مشاهده می‌گردد که در دمای ۵°C سیب‌زمینی کمترین میزان تنفس را دارد. در دماهای بالاتر این میزان افزایش می‌یابد. در دماهای پایین‌تر به همان اندازه که دما کاهش یابد، میزان قند محصول نیز افزایش خواهد یافت. میزان حرارت تولید شده توسط غده‌های رسیده و سالم در دماهای ۵ تا ۱۵ درجه سانتیگراد و در اولین ماه پس از برداشت، به طور تقریبی برابر (kcal/t/h) ۸-۱۲ می‌باشد. بلافاصله پس از برداشت، میزان حرارت تولیدی توسط یک غده رسیده ممکن است به حدود (kcal) ۴۰ برسد، در حالیکه حرارت تولید شده توسط غده‌های نارس سیب‌زمینی ممکن است به حدود (kcal) ۶۰ نیز برسد. در حدود یک ماه پس از برداشت، میزان تنفس سیب‌زمینی تقریباً نرخ ثابتی می‌یابد. قابل ذکر است که آسیب‌دیدگی غده‌ها تاثیر زیادی بر میزان تنفس آنها می‌گذارد. با وجود این، تنفس دلیل اصلی کاهش وزن محصولات

نیست، چرا که در طی مدت ۶-۸ ماه انبارداری، کاهش میزان هیدروکربورها در محصول به ندرت از ۱٪ وزن ماده اصلی تجاوز می‌کند.

۷-۹- جلوگیری از جوانه‌زنی

اگر دمای انبار سیب‌زمینی مصرفی از 5°C بالاتر برود، باعث جوانه‌زدن سیب‌زمینی می‌گردد. لیکن می‌توان به کمک مواد بازدارنده جلوی جوانه‌زنی را گرفت. مواد بازدارنده هیچگاه نباید برای سیب‌زمینی بذری به کار رود و تنها از آنها می‌باید برای سیب‌زمینی مصرفی و تا حد کمی برای سیب‌زمینی صنعتی استفاده کرد. توصیه می‌شود که برای حصول اطمینان نسبت به تأثیر مثبت این مواد، سیب‌زمینی‌ها خشک بوده و پوست آنها به قدر کافی حالت چوب‌پنبه‌ای پیدا کرده باشد. سیب‌زمینی‌های فاسد را باید پیش از انبار کردن کاملاً جدا کرد، به طوری که در سیب‌زمینی‌های انبار شده، هیچ سیب‌زمینی خراب یافت نشود، و نیز مواد بازدارنده را باید به شکلی پخش کرد که تمام محصول به طور یکنواخت و به مدت کوتاهی پس از برداشت در معرض آن قرار گیرد. در کشورهای دیگر هم از پودر خشک (با ترکیب ۱٪ مواد موثر) و هم از مواد مایع به صورت اسپری (۲۵-۳۰٪) استفاده می‌شود. حداکثر مقدار مجاز برای استفاده از مواد بازدارنده به صورت پودر، (ppm) ۱۰ و یا به عبارت دیگر، ۱ کیلوگرم از مواد به ازای هر تن محصول و برای مواد بازدارنده به صورت مایع، (ppm) ۲۰ یا به عبارت دیگر، ۸۰-۶۵ میلی‌لیتر از مایع به ازای هر تن سیب‌زمینی می‌باشد. مواد بازدارنده پودری در هنگام انبار کردن محصولات بر روی آنها پاشیده می‌شود. این کار ممکن است توسط دست انجام گیرد و یا برای انجام آن، از یک استوانه سوراخدار که در بالای تسمه نقاله حامل قرار گرفته باشد، استفاده شود.

مواد پودری تنها در هنگامی قابل استفاده هستند که غده‌های سیب‌زمینی سالم بوده و بافت پوست آنها به خوبی چوب‌پنبه‌ای شده باشد. در مورد سیب‌زمینی‌هایی که پوست آنها چوب‌پنبه‌ای نشده باشد، این احتمال وجود دارد که این مواد پوست آنها را تحریک کند. به بیان دیگر در روی پوست آنها نوعی سوختگی ایجاد نماید. این مسأله بخصوص در مورد سیب‌زمینی صنعتی مصداق دارد. برای استفاده از مواد بازدارنده پودری بهتر است که در حدود یک هفته پس از برداشت محصول منتظر ماند. مواد بازدارنده مایع توسط تجهیزات مخصوص به صورت قطرات ریز درآمده و سپس توسط بادزن به درون توده محصول دمیده می‌شود. مواد بازدارنده جوانه‌زنی بسیار موثر و

ارزان است و در صورتی که مطابق دستورالعمل مربوطه به کار رود هیچگونه زیانی برای سلامت انسان ندارد. سیب‌زمینی‌های بذری هیچگاه نباید در مجاورت و یا در تماس با مواد بازدارنده قرار گیرد. همچنین کیسه‌ها و جعبه‌هایی که برای بسته‌بندی سیب‌زمینی بذری به کار می‌رود باید دور از مواد بازدارنده نگهداری شود. در حال حاضر در ایران از مواد بازدارنده جوانه‌زنی برای هیچ نوع سیب‌زمینی استفاده نمی‌شود.

۱۰-۷- استفاده از قارچ‌کش بنزیمیدازول (Benzimidazole)

بنزیمیدازول‌ها (Benymol , carbendazim, thiabendazole, methyl thiofanate) جزو قارچ‌کشهای سیستمی^۱ بوده و ثابت شده است که تاثیر بسیار زیادی در کنترل بیماریهای سیب‌زمینی‌های انبار شده مانند Silverscurf, skin spot, dry rot و gangrene دارد. بهترین نتیجه را می‌توان با سم‌پاشی محصولات به میزان ۲ لیتر به ازای هر تن سیب‌زمینی شامل سم مایع با غلظت ۲۵ تا ۷۰ گرم از ماده موثر (g.a.i)^۲ مطابق جدول شماره ۹^۲ در حین بارگیری انبار بدست آورد. در جایی که تجهیزات لازم برای پاشیدن سم مایع موجود نباشد، می‌توان از روش گردپاشی به میزان ۱ تا ۱/۵ کیلوگرم سم به ازای هر تن محصول استفاده کرد. در حال حاضر از بنزیمیدازول برای سیب‌زمینی بذری و مصرفی استفاده نمی‌شود. بعد از پاشیدن سم مایع بر روی سیب‌زمینی، باید محصول را به خوبی خشک کرد. این کار را می‌توان با عبور هوای گرم انجام داد. در صورتی که امکان چنین کاری فراهم نباشد می‌توان مواد پودری را به طور منظم و یکنواخت با دست پاشید. در ضمن لازم است بدانیم که بنزیمیدازول‌ها بر روی بیماریهای ناشی از باکتریها اثری ندارند.

جدول ۹- مشخصات و میزان مصرف انواع قارچ‌کشهایی که در انبارهای سیب‌زمینی از آنها استفاده می‌شود

نام سم	فرمولاسیون	مقدار مصرف بر حسب گرم ماده موثر بازای هر تن ماده
THIABENDAZOLE	مایع، گرد قابل حل در آب، گرد، گرد به اضافه IPC+IPC/CIPC	۳۰
CARBENDAZIM	مایع، گرد قابل حل در آب	۳۰
BENOMYL	گرد قابل حل در آب	۲۵
THIOFANATE-METHYL	مایع، گرد قابل حل در آب	۷۰

۱- قارچ‌کش سیستمی، قارچ‌کشی است که در تمام اندام گیاه منتشر می‌شود.

۲- gram active ingredient

۷-۱۱- روشهای نگهداری محصولات در انبار

محصولات را می‌توان به یکی از روشهای زیر نگهداری کرد:

الف- به صورت فله

در این روش تمام محصول انبار شدنی بدون تفکیک در سطح انبار بر روی هم ریخته می‌شود. در این حالت برای هوادهی از کانالهای چوبی رو زمینی یا کانالهای زیرزمینی استفاده می‌شود. حسن نگهداری محصولات به صورت فله ارزانی این روش می‌باشد، لیکن بزرگترین عیب آن این است که کنترل قارچها و بیماریهای گیاهی در این روش تقریباً غیرممکن است، چرا که اگر محصولی آلوده باشد، این آلودگی در اثر هوادهی به سایر محصولات مجاور نیز سرایت می‌کند.

ب- استفاده از کیسه

روش دیگر نگهداری، استفاده از کیسه یا گونی می‌باشد، در این روش محصول را داخل گونی کرده و کیسه گونی‌ها را در بلوکهایی به ابعاد 3×3 مترمربع قرار می‌دهند. در این حالت یک فضای خالی به اندازه 40×30 سانتیمتر بین بلوکها برای عبور هوای آزاد باقی می‌ماند. در صورتی که از کیسه برای نگهداری محصولات در انبار استفاده شود، باید دقت کرد که بافت کیسه‌ها بیش از حد ریز نباشد. به عبارت دیگر سوراخهای کیسه باید آنقدر درشت باشد تا هوا بتواند به سادگی از میان محصولات عبور کند. در این روش از سیستم هوادهی از طریق کانالهای زیرزمینی برای خنک کردن محصولات استفاده می‌شود. این روش تا حد زیادی فاقد عیوب روش پیشین می‌باشد، لیکن بزرگترین عیب آن این است که حمل و نقل کیسه‌ها توسط لیفتراک به سختی انجام خواهد گرفت و احتمال ضربه خوردن به محصولات نیز وجود دارد.

ج- استفاده از جعبه

در سالهای اخیر، نگهداری محصولات در جعبه بسیار متداول گردیده است. علت این امر آن است که درعین حال که سرمایه‌گذاری اولیه آن بیش از سرمایه‌گذاری در سایر حالات مورد بررسی است، لیکن عمر جعبه‌ها طولانی بوده و نیز به محصولات کمتر آسیب می‌رسد. انواع جعبه‌ها به شرح زیر می‌باشند:



- جعبه‌های فلزی
- جعبه‌های پلاستیکی
- جعبه‌های چوبی

برای نگهداری سیبزمینی و پیاز، به دلیل وجود رطوبت نسبی بالا در محیط انبار و احتمال بروز فرآیند تقطیر بر روی محصولات، نمی‌توان از جعبه‌های فلزی استفاده کرد. در عین حال جعبه‌های پلاستیکی را نیز به دلیل عدم استحکام کافی نمی‌توان بکار برد. لذا بهترین روش که می‌توان برای نگهداری محصولاتی مانند سیبزمینی و پیاز توصیه کرد، استفاده از جعبه‌های چوبی می‌باشد.





omoorepeyman.ir

فصل هشتم - مشخصات کلی انبارها

۸-۱- سیستم توزیع هوا

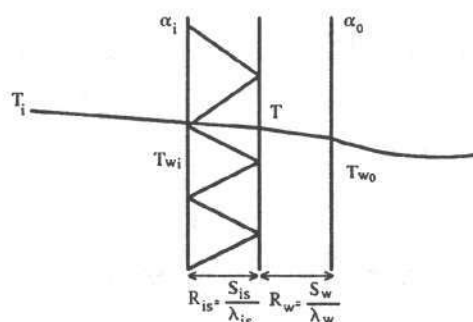
در انبارها سیستم توزیع هوایی مورد نیاز است که بتواند جریان ثابت و یکنواختی از هوای سرد را به درون توده محصول هدایت کند. معمولاً این سیستم توزیع شامل یک کانال اصلی و چند کانال جنبی که در زیر یا روی کف انبار قرار می‌گیرد، می‌باشد. ابعاد کانالها باید بر اساس ظرفیت بادزن مورد نیاز محاسبه شود. سیستم توزیع هوا باید به شکلی طراحی شود که فشار استاتیک در تمام طول کانالها یکسان باشد. در هنگامی که محصول بصورت فله انبار می‌شود، باید کانالهای هوا پایین‌تر از سطح انبار قرار گیرد و هوای گرم از سمت بالا مکیده شود. لیکن از این سیستم برای حالتی که محصولات در کیسه یا جعبه نگهداری می‌شوند نیز می‌توان استفاده کرد. باید دقت شود که جریان هوا کاملاً از میان توده محصول عبور کند و مسیری برای فرار هوا وجود نداشته باشد.

۸-۲- انتقال حرارت از سطوح انبار

در اکثر مواقع دمای مورد نظر برای نگهداری محصولات داخل انبار (T_i) با دمای محیط (T_o) متفاوت است و این اختلاف دما موجب ایجاد یک جریان حرارتی بین داخل و خارج انبار می‌شود. اگر مقدار حرارت تولید شده توسط محصولات برابر مقدار این جریان حرارتی باشد، حالت پایدار حرارتی^۱ به وجود می‌آید. در این حالت، دمای تمام نقاط ثابت بوده، با زمان تغییر نمی‌کند. میزان جریان حرارتی فقط بستگی به اختلاف دمای داخل و خارج انبار ($T_i - T_o$) و مقاومت حرارتی مسیر انتقال حرارت (R) دارد. شکل شماره ۱۴ نحوه توزیع دما را در لایه‌های دیوار در حالت پایدار حرارتی نشان می‌دهد.



1- Steady - state condition



شکل ۱۴- توزیع درجه حرارت در لایه‌های دیوار

برای بررسی دقیق‌تر، ابتدا پارامترهای مورد نظر به شرح زیر معرفی می‌شوند:

T_i = دمای محیط داخل انبار

T_o = دمای محیط خارج

T_{wi} = دمای داخلی جداره

T = دمای بین عایق دیوار

T_{wo} = دمای خارجی جداره

α_i = ضریب انتقال حرارت (جابجایی) هوای داخل انبار

S_{is} = ضخامت عایق به کار رفته در جداره انبار

λ_{is} = ضریب انتقال حرارت در عایق

S_w = ضخامت دیوار

λ_w = ضریب انتقال حرارت در دیوار

α_o = ضریب انتقال حرارت (جابجایی) هوای خارج انبار

R_i = مقاومت حرارتی هدایتی هوای داخل انبار که برابر $1/\alpha_i$ است.

R_{is} = مقاومت حرارتی هدایتی در عایق که برابر S_{is}/λ_{is} است.

R_w = مقاومت حرارتی هدایتی در دیوار که برابر S_w/λ_w است.

R_o = مقاومت حرارتی هدایتی هوای خارج انبار که برابر $1/\alpha_o$ است.

K = هدایت حرارتی کل

R = مقاومت حرارتی کل

q = میزان جریان حرارتی



روابط زیر در مورد کمیت‌های فوق برقرار است:

$$R = R_i + R_{is} + R_w + R_o$$

$$R = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{S_{is}}{\lambda_{is}} + \frac{S_w}{\lambda_w} + \frac{1}{\alpha_o}$$

$$q = \frac{T_i - T_o}{R}$$

به علت شرط پایداری حرارتی، دمای تمام نقاط در مسیر انتقال حرارت ثابت است و همچنین چون تمام مقاومتهای حرارتی مذکور به صورت سری می‌باشند، جریان حرارتی در تمام آنها (در کل مسیر) ثابت و یکسان است. به طور مثال:

$$\frac{T_i - T_{wi}}{R_i} = \frac{T_i - T_o}{R}$$

$$\alpha_i (T_i - T_{wi}) = K (T_i - T_o)$$

و یا:

$$T_i - T_{wi} = \frac{K}{\alpha_o} (T_i - T_o)$$

مقادیر α_i و α_o بستگی به سرعت هوا دارد و تحت شرایط عادی، مقادیر زیر برای آنها پیشنهاد می‌گردد:

الف) برای دیوارهای جانبی انبار

$$R_i = \frac{1}{\alpha_i} = 0.12 \text{ (m}^2 \cdot \text{c/w)} \quad \alpha_i = 8.1 \text{ (w/m}^2 \cdot \text{c)}$$

$$R_o = \frac{1}{\alpha_o} = 0.043 \text{ (m}^2 \cdot \text{c/w)} \quad \alpha_o = 23 \text{ (w/m}^2 \cdot \text{c)}$$

ب) برای سقف

$$R_o = 0.043 \text{ (m}^2 \cdot \text{c/w)} \quad \alpha_o = 23 \text{ (w/m}^2 \cdot \text{c)}$$

اگر سقف گرم‌تر از هوای داخل انبار باشد:

$$R_i = 0.17 \text{ (m}^2 \cdot \text{c/w)} \quad \alpha_i = 5.8 \text{ (w/m}^2 \cdot \text{c)}$$

اگر سقف سردتر از هوای داخل انبار باشد:

$$R_i = 0.12 \text{ (m}^2 \cdot \text{c/w)} \quad \alpha_i = 8.1 \text{ (w/m}^2 \cdot \text{c)}$$

۳-۸- تقطیر بخار آب هوا در انبار

اگر دمای هوای محیط انبار کمتر از دمای نقطه شبنم مربوطه شود، بخار آب موجود در آن شروع به تقطیر می‌کند.



جدول زیر دمای نقطه شبنم هوا (TD) را در دماها و رطوبت‌های نسبی مختلف نشان می‌دهد:

اختلاف دمای هوا با نقطه شبنم مربوطه (°C) T-TD	دمای نقطه شبنم TD (°C)	رطوبت نسبی هوا (%)	دمای هوای داخل انبار T (°C)
3.3	6.7	80	10
2.4	7.6	85	10
1.6	8.4	90	10
0.8	9.2	95	10
0.3	9.7	98	10
2.3	4.8	80	8
2.4	5.6	85	8
1.6	6.5	90	8
0.8	7.2	95	8
0.3	7.7	98	8

جدول شماره ۱۰

برای توضیح بیشتر جدول فوق ردیف اول آن را در نظر می‌گیریم. اعداد این ردیف بیانگر آن هستند که اگر هوای داخل انبار دارای دمای ۱۰°C و رطوبت نسبی ۸۰٪ باشد، چنانچه دمای آن ۳/۳°C کاهش یابد و به ۶/۷ درجه سانتیگراد برسد، تقطیر بخار آب در انبار شروع می‌شود. در عمل برای آن که تقطیر در انبار صورت نگیرد میزان عایق‌کاری را به اندازه‌ای در نظر می‌گیرند که در سردترین شرایط محیط، دمای جداره داخلی (T_{wi}) بیشتر از دمای نقطه شبنم (TD) هوای داخل انبار باشد، به عبارت دیگر:

$$T_{wi} > TD$$

$$T_i - T_{wi} < T_i - TD$$

با قرار دادن مقدار $T_i - T_{wi}$ از رابطه $(T_i - T_{wi}) \frac{K}{\alpha_o} T_i - T_o =$ خواهیم داشت:

$$T_i - TD > \frac{K}{\alpha_i^*} (T_i - T_o)$$

$$K < \alpha_i^* \left(\frac{T_i - TD}{T_i - T_o} \right)$$

در معادلات فوق α_i^* تعدیل شده α_i است و از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\alpha_i^* = \alpha_i + \alpha_s$$

که در آن، α_i هدایت حرارتی هدایتی هوای داخل انبار و α_s ضریب هدایت تشعشعی دیوارهای دربرگیرنده محصولات داخل انبار است. α_s بستگی به ضریب تشعشعی E دارد که مقدار آن به شرح زیر است:

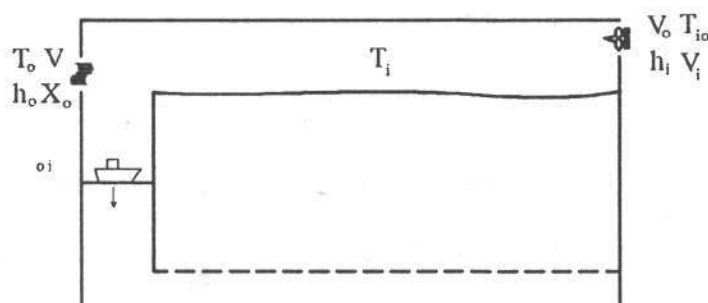


اگر سقف از جنس مواد آلی باشد: $E = 5 \text{ (w/m.k)}$

اگر سقف از جنس صفحات فلزی براق باشد: $E = 2 \text{ (w/m.k)}$

با توجه به رابطه $\alpha_i^* = \alpha_i + \alpha_s$ مشخص است که هر قدر E بزرگتر باشد α_s نهایتاً از α_i^* بیشتر می‌شود، و با توجه به رابطه $K < \alpha_i^* \left(\frac{T_i - TD}{T_i - T_o} \right)$ روشن است که با افزایش α_i^* برای یک اختلاف دمای معین $(T_i - T_o)$ ، مقدار K زیاد می‌شود، و به عبارت دیگر، نیاز به عایق‌بندی کمتری وجود دارد. بنابراین، سعی می‌شود که در انبار حتی‌الامکان از الوارهای چوبی و مواد آلی دارای خلل و فرج زیاد استفاده کنند تا مقدار E را افزایش داده، نهایتاً موجب کم شدن مصرف عایق شوند. همچنین از رابطه $\alpha_i^* = \alpha_i + \alpha_s$ مشخص می‌شود که به ازای $T - T_o$ معین، اگر α_i افزایش یابد، K نیز افزایش می‌یابد و به عبارت دیگر، میزان عایق مورد نیاز کاهش می‌یابد. در عمل برای افزایش α_i^* با سیستم هوادهی در زیر سقف، سرعت حرکت هوا را زیاد کرده و بدین ترتیب موجب افزایش α_i^* می‌شوند. شکل این نوع هوادهی در انبار به صورت زیر است: لایه‌های فوقانی محصول که در نزدیک‌ترین فاصله با سقف قرار دارند، بر اثر انتقال حرارت به سقف از طریق تشعشع، به سرعت دمای خود را از دست داده و دمای آنها به دمای انجماد محصول نزدیک می‌شود. این امر موجب وارد شدن خسارت به محصولات می‌گردد. از طرف دیگر، سرد شدن سقف امکان تقطیر بخار آب بر روی آن را تقویت می‌کند. همچنین به علت زیاد بودن چگالی هوای سرد در مجاورت سقف، هوای سرد به سمت پایین و هوای گرم اشباع شده محصول به سمت بالا حرکت می‌کند. بر اثر برخورد این دو توده هوا، مقداری از بخار آب موجود در آنها تقطیر شده، موجب خرابی محصول می‌شود. راه حلی که در این مورد وجود دارد، استفاده از هوادهی داخلی است. بدین ترتیب که از هوای گرم تولید شده، در کل انبار برای گرم نگه داشتن (ثابت نگه داشتن دما) لایه‌های فوقانی محصول استفاده می‌شود. یکی دیگر از عوامل مهم، رطوبت نسبی هوا است. با توجه به جدول شماره ۱۰ با کاهش رطوبت نسبی، کمیت $(T_i - TD)$ افزایش می‌یابد و بر طبق رابطه $K < \alpha_i^* \left(\frac{T_i - TD}{T_i - T_o} \right)$ ، مقدار K زیاد می‌شود و در نتیجه، مقدار عایق مورد مصرف کاهش می‌یابد. بنابراین یکی از مسائل، نگهداری هوای انبار در حداقل رطوبت نسبی قابل قبول و جلوگیری از افزایش آن است. برای جلوگیری از افزایش رطوبت نسبی از هوادهی محیط استفاده می‌شود. در این مورد، هوای محیط که دارای رطوبتی کمتر از رطوبت هوای داخل انبار است، به داخل انبار مکیده شده و هوای دارای رطوبت زیاد از انبار خارج می‌شود. شکل زیر

نشان‌دهنده این روش است:



شکل ۱۵- تهویه با هوای تازه در بالای توده محصول

با توجه به شکل فوق، میزان رطوبت خارج شده از انبار از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$V (\rho_i \cdot X_i - \rho_o \cdot X_o) = V \rho_i (X_i - X_o)$$

که در آن:

ρ_i = جرم مخصوص هوای داخل انبار بر حسب kg/m^3

X_i = رطوبت نسبی هوای داخل انبار بر حسب kg/kg

X_o = رطوبت نسبی هوای محیط خارج از انبار بر حسب kg/kg

ρ_o = جرم مخصوص هوای محیط خارج بر حسب kg/m^3

مقدار رطوبت خارج شده از انبار بر طبق رابطه فوق باید برابر با رطوبت تولید شده توسط محصول در انبار باشد، به عبارت دیگر:

$$MD = V \cdot \rho_i (X_i - X_o)$$

که در آن:

MD = میزان کاهش رطوبت نسبی محصول بر حسب kg/day می‌باشد.

در نتیجه، V از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$V = \frac{MD}{\rho_i (X_i - X_o)} \quad (\text{m}^3/\text{ton.day})$$

در این نوع تهویه، نه تنها مقداری از رطوبت خارج می‌شود، بلکه مقداری حرارت نیز از انبار دفع می‌گردد. مقدار حرارت گرفته شده از انبار به شرح زیر است:

$$Q = V \cdot \rho (i_i - i_o)$$



- که در رابطه فوق I_0 و I_i آنتالپی هوای داخل و خارج انبار می‌باشد.
- نتایج بحث فوق برای محدود کردن میزان تقطیر بخار آب هوا بر روی سطوح انبار در اقلیم سرد به صورت زیر است:
- الف- باید از عایق‌بندی مناسب در انبار استفاده شود.
 - ب- باید از هوای خارج به منظور تهویه هوادهی انبار استفاده شود.
 - ج- عایق‌بندی انبار باید به گونه‌ای باشد که در بدترین شرایط، درجه حرارت دیواره داخلی و سقف انبار به نقطه شبنم نرسد.
 - د- به منظور افزایش ضریب تشعشع بهتر است که از مصالح مناسب در سازه سقف استفاده شود.
 - ه- باید با ایجاد جریان هوا توسط بادزن در زیر سقف انبار، از تقطیر بخار آب موجود در هوا جلوگیری کرد.
 - و- باید از هوادهی داخلی به منظور توزیع مناسب دما در انبار استفاده شود.

۴-۸- معایب عدم عایق‌بندی انبار

الف- افزایش مصرف انرژی برای خنک کردن و گرم کردن انبار

در زمستان، به علت پایین آمدن درجه حرارت محیط، حرارت خارج شده از انبار بیش از حرارت تولید شده در انبار (به علت تنفس محصول و) بوده، دمای محصول کاهش می‌یابد و نهایتاً ممکن است موجب یخ‌زدگی محصول گردد. لذا به منظور جلوگیری از کاهش دما، استفاده از تجهیزات حرارتی (گرمکن) در انبار ضروری می‌باشد. در تابستان به علت بالا بودن درجه حرارت محیط، حرارت زیادی از محیط خارج وارد انبار می‌شود و برای ثابت نگاه داشتن دمای مناسب در انبار، باید از تجهیزات برودتی (خنک کن) استفاده نمود.

ب- افزایش امکان فساد محصول

هنگامی که دمای هوای محیط پایین است، دیواره‌ها بسیار سرد می‌شوند، به گونه‌ای که محصولات در تماس با آنها ممکن است یخ بزنند و از بین بروند. همچنین امکان تقطیر بخار آب موجود در هوا بر روی محصولات پدید می‌آید که این امر نیز منتهی به فساد محصولات داخلی انبار خواهد شد. و نیز بر اثر تقطیر بخار آب موجود در هوای انبار، رطوبت نسبی محیط انبار

کاهش یافته، این امر موجب افزایش میزان تبخیر آب از محصولات و نهایتاً خشک شدن و کاهش وزن آنها می‌شود.

ج- آسیب دیدن سازه انبار

تقطیر بخار آب موجود در هوای داخل انبار می‌تواند موجب خسارت و زیان بر مصالح بکار رفته در ساختمان انبار گردد.

۵-۸- ترکیب دیوارها و عایق‌بندی

در هنگامی که محصول به صورت فله انبار می‌شود، فشار قابل توجهی به دیوارهای انبار از طرف محصول وارد می‌شود. در این حال مشخص است که محاسبات مربوط به انبار را باید با احتساب این مسأله انجام داد. در هنگامی که محصولات در کیسه نگهداری می‌شوند، این فشار کمتر است و اگر در جعبه نگهداری شوند، هیچگونه فشاری بر دیوارهای انبار وارد نمی‌شود. در گذشته برای ساخت دیوارهای انبار از دو ردیف دیوار آجری به فاصله اندکی از یکدیگر استفاده می‌شد که فضای بین آنها نیز به وسیله چوب پر می‌شد. در حال حاضر، می‌توان از بتون یا پانل‌های پیش‌ساخته نیز استفاده کرد. برای کاهش انتقال حرارت از میان دیوار و سقف باید از عایق‌های حرارتی استفاده شود. مواد عایق‌کننده متفاوتی با جنس‌های مختلف موجود می‌باشد. از خصوصیات ضروری مواد عایق‌کننده این است که باید به خوبی در مقابل رشد میکروارگانیسم‌ها مقاومت کنند. همچنین نباید از مواد جذب‌کننده رطوبت به عنوان عایق استفاده کرد و نیز این مواد نباید قابلیت فاسد شدن را داشته باشند و نباید آفات انباری در آنها رسوخ کنند. مواد عایق در شکلهای گوناگون قابل دسترسی بوده و به طرق مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مواد معمولاً از چوب پنبه، پلاستیک، پلی‌استایرین، پشم شیشه و پلی‌اورتان ساخته می‌شود. ضریب انتقال حرارت مواد عایق با حرف K مشخص می‌گردد و واحد آن کیلووات بر مترمربع بر ساعت بر درجه سانتیگراد ($\text{kw/m}^2/\text{h}^\circ\text{C}$) است. در مناطق گرمسیری توصیه می‌گردد که مواد عایق به گونه‌ای انتخاب شوند که ضریب K آنها در حد $0/3$ باشد. باید دقت کرد که عایق‌های بکار رفته در قسمتهای مختلف انبار با محصول در تماس نباشد.



۸-۶- عایق‌های رطوبتی

وجود رطوبت در ماده عایق موجب کاهش ظرفیت عایق کنندگی آن می‌شود، زیرا ظرفیت عایق بستگی زیادی به منافذ موجود در آن دارد و در صورتی که این منافذ توسط آب پر شود، ظرفیت عایق‌کنندگی کاهش می‌یابد. از طرفی، باید توجه داشت که تقطیر آب در داخل مواد عایق بر اثر انتشار بخار آب در آنها وجود دارد. انتشار بخار آب به علت اختلاف فشار جزئی بخار هوا در دو طرف جداره و سقف می‌باشد. شدت نفوذ بخار و به عبارت دیگر، مقدار بخار عبوری از یک مترمربع سطح بر واحد زمان بستگی به اختلاف فشار جزئی در دو طرف دیوار و میزان مقاومت مصالح دیوار در برابر عبور بخار دارد. از آنجا که فشار بخار هوای گرم معمولاً "بیشتر از فشار بخار هوای سرد می‌باشد، بخار از هوای گرم به سوی هوای سرد جریان می‌یابد. شدت نفوذ بخار از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

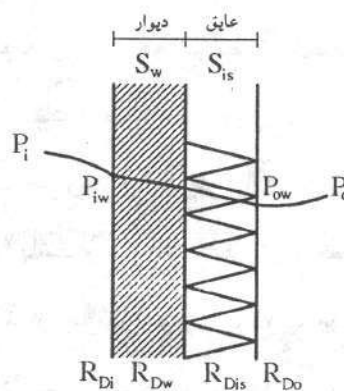
$$m = \frac{\Delta P}{R_D} \text{ (kg/s.Pa. m}^2\text{)}$$

که در آن:

ΔP = اختلاف فشار جزئی بخار

R_D = مقاومت مصالح در مقابل نفوذ بخار

به علت مقاومت مصالح در نشر بخار، فشار بخار در مسیر جریان آن به تدریج کاهش می‌یابد. تغییرات فشار بخار در داخل مصالح، در حالت پایدار، در شکل شماره ۱۶ نشان داده شده است.



شکل ۱۶- فشار در لایه‌های مختلف دیوار

با در نظر گرفتن مصالح مورد استفاده در ساختمان دیواره‌ها و سقف انبارهای محصول، مقاومت داخلی (R) در مقایسه با مقاومت مصالح بسیار ناچیز بوده و می‌توان در محاسبات از آنها

صرف نظر کرد. بنابراین، مقاومت کل عبارت خواهد بود از:

$$R = 5/10^9 \times \sum \mu_i \cdot S_i$$

اگر شرایط داخل و خارج انبار مشخص باشد، می توان میزان بخار عبوری از هر مترمربع سطح سازه در واحد زمان را بدست آورد. با توجه به شکل شماره ۱۶ می توان افت فشار بخار را در هر قسمت از سازه توسط روابط زیر بدست آورد.

$$P_i - P = \frac{R}{R_w} (P_i - P_o)$$

$$P - P_o = \frac{R_{Dis}}{R_D} (P_i - P_o)$$

با توجه به مطالب بیان شده، مشخص می گردد که درجه حرارت در داخل دیواره در جهت انتقال حرارت کاهش می یابد. فشار اشباع بیشترین فشاری است که در این فشار و در درجه حرارت معین مایع می تواند بصورت فاز بخار وجود داشته باشد. این فشار بستگی به درجه حرارت دارد. از آنجا که کاهش دما در عایق حرارتی بیش از کاهش فشار بخار در آن می باشد، در داخل عایق حرارتی فشار بخار به فشار اشباع در آن دما رسیده و تقطیر صورت خواهد گرفت. جهت جلوگیری از این پدیده لازم است در دو طرف عایق حرارتی، عایق رطوبتی نیز قرار داده شود تا فشار بخار کاهش یافته و عمل تقطیر در زمستان و تابستان صورت نگیرد.

۷-۸- وضعیت ساختمانی سقف انبار

وضعیت سازه سقف باید به گونه ای باشد که شرایط زیر را فراهم آورد:

الف- سازه باید بارهای ناشی از باد، برف، آب و وزن انبار را تحمل نماید.

ب- سازه باید در برابر تبدلات حرارتی و رطوبتی با هوای محیط عایق شود.

ج- سازه باید دایم (غیرموقت) باشد و نیاز به نگهداری و تعمیر کمی داشته باشد.

ساختمانی اصلی سقف می تواند از چوب (الوار)، فولاد یا مواد دیگر باشد و ترجیحاً با موادی

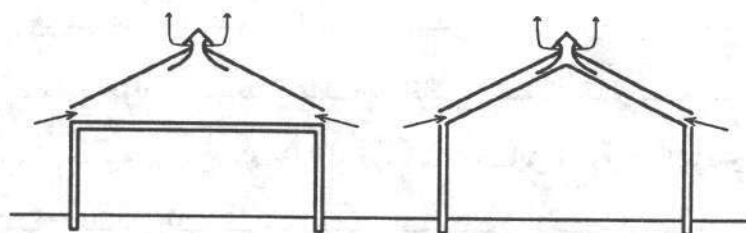
که ضریب تشعشع حرارتی کمی دارند پوشانده شود. مواد مورد استفاده باید در برابر نفوذ آب مقاوم باشد. موادی مانند پنبه نسوز (آزبست) و فلزات برای پوشش سقف بسیار مناسب است.

به منظور محدود کردن میزان تقطیر بخار آب در هوای سرد، باید فضایی برای هوادهی بین

سقف و پوشش عایق کننده آن در نظر گرفته شود. فضای توصیه شده بین صفحات عایق و سقف

برای تهویه مناسب، بین ۵۰ تا ۱۵۰ میلیمتر می باشد. عایق سقف باید در برابر عبور آب مقاوم باشد

تا از ریختن قطرات آب ایجاد شده از سقف بر روی محصولات داخل انبار جلوگیری شود. دو نمونه مناسب برای ساختمان سقف در شکل شماره ۱۷ مشاهده می شود.



شکل ۱۷

۸-۸- وضعیت ساختمانی کف انبار

برای پوشش کف انبارها معمولاً از بتن و یا کیف زمین استفاده می شود. هر گاه از سیستم کانال کشی زیرزمینی استفاده شود، باید کف انبار را بتن ریزی کرد. برای استفاده از "کف زمین" باید آن را قبل از ذخیره سازی محصول در انبار آماده سازی نمود. برای آماده سازی کف، زمین را مرطوب می کنند و آن را متناوباً به مقدار زیاد می کوبند. این عملیات در سالهای اول، دوم و سوم تکرار می شود تا یک سطح محکم بدست آید. سیستم زهکشی نیز باید در کف زمین در نظر گرفته شود. کف باید قادر به تحمل بار ناشی از تجهیزات و ماشین آلات و محصولات انبار شده باشد. بیشترین بار متمرکز توسط لیفتراکها ایجاد می شود و مقدار آن حداقل ۱۵۰۰ کیلوگرم می باشد. کف انبارهای محصولات به ندرت عایق کاری حرارتی می شود، ولی در شرایطی که سطح سفره های آب زیرزمینی در یک متری سطح کف انبار و دمای آب زیرزمینی ۲۰ درجه سانتیگراد یا بیشتر باشد، عایق کاری کف توصیه می شود. استفاده از فوم پلی استایرن^۱ به ضخامت ۴۰ تا ۶۰ میلیمتر غالباً مناسب است. اگر کف عایق کاری نشود، عایق کاری دیوار باید ترجیحاً ۰/۶ تا ۱ متر پایین تر از سطح کف انبار ادامه پیدا کند. این امر موجب محدود شدن تبادل حرارت و جلوگیری از یخ زدن محصول می شود.



۹-۸- ضخامت عایق مورد نیاز

عایق کردن انبار بر روی قیمت ساخت انبار، میزان انرژی مصرفی در طول دوره ذخیره‌سازی و ارزش مصرفی محصولات ذخیره شده، اثر می‌گذارد. استفاده بیش از حد ضرورت از مواد عایق موجب افزایش هزینه انبار می‌شود و استفاده ناکافی از آنها موجب افزایش قیمت و ابعاد دستگاه‌های خنک‌کننده خواهد شد. بدین سبب در اقلیم مختلف، مقدار بهینه ضریب کلی انتقال حرارت به گونه‌ای محاسبه می‌شود که حداکثر استفاده از عایق صورت گیرد و هزینه طرح به حداقل ممکن تقلیل یابد. در اقلیم گرم و خشک به منظور بدست آوردن مقدار عایق مناسب توصیه می‌شود که جریان حرارتی برابر $q = 6-8 \text{ (w/m}^2\text{)}$ از دیوارها و سقف در نظر گرفته شود. در این مورد، بر طبق اطلاعات استخراج شده از استاندارد ایران، مقدار ضریب انتقال کلی مناسب از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$9/5 < K\Delta T < 11/5 \text{ (w/m}^2\text{)}$$

با توجه به مقادیر فوق، میانگین $K\Delta T$ برای دیوارهای خارجی برابر $10/5 \text{ (w/m}^2\text{)}$ در نظر گرفته می‌شود.

۱۰-۸- محاسبه ضخامت عایق حرارتی

با در نظر گرفتن پلاستوفوم به عنوان عایق حرارتی مناسب و رایج، مقدار لازم به شرح زیر محاسبه می‌گردد.

ضخامت فرضی اجزای دیوار انبار:

- آجرچینی ۳۵ سانتیمتر
- عایق حرارتی پلاستوفوم ۷ سانتیمتر
- قیرگونی ۲/۵ سانتیمتر
- پلاستر سیمان ۲/۵ سانتیمتر
- آجرچینی ۲۲ سانتیمتر

ضخامت عایق حرارتی از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$bE = \lambda E \left[\frac{1}{K} - \left(\frac{b_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_o} \right) \right]$$

که در آن:

λ_E = ضریب هدایت حرارتی عایق مورد نظر

K = ضریب هدایت حرارتی کل

b_i = ضخامت مصالح به کار رفته

λ_i = ضریب هدایت حرارتی مصالح بکار رفته

α_i = ضریب هدایت برای هوای داخل

α_o = ضریب هدایت برای هوای خارج

بنابر مفروضات در رابطه فوق، خواهیم داشت:

$$b_E = 0.03 \left[\frac{1}{0.35} - \left(\frac{0.35}{0.189} + \frac{0.0015}{0.17} + \frac{0.22}{0.87} + 0.43 + 0.11 + \frac{0.25}{0.93} \right) \right] \Rightarrow b_E = 6 \text{ سانتیمتر}$$





🌐 omorepeyman.ir

فصل نهم - برآورد فضای مورد نیاز و تجهیزات، تاسیسات و مصالح مناسب انبارها

در این طرح تلاش گردید تا با استفاده از یک مدل ریاضی و با تکیه بر میزان تولید و مصرف برآورد شده برای سالهای آینده، نحوه تعیین ظرفیت و احجام بدست آمده برای ذخیره‌سازی محصولات مورد بررسی قرار گیرد.

۹-۱- مفروضات

- در این تحلیل چند فرض زیر در نظر گرفته شده است.
- (الف) تولید متوسط محصولات در هر دهستان برابر است با مقدار تولید محصولات در هر استان تقسیم بر تعداد دهستانهای آن استان
- (ب) تولید سیب‌زمینی و پیاز در هر دهستان، در انبارهای همان دهستان ذخیره و بتدریج بر اساس میزان مصرف و طی ۸ تا ۱۰ ماه تخلیه مداوم و با سیستمهای حمل و نقل مناسب راهی نقاط یا مراکز مصرف می‌گردد.
- (ج) هزینه ساخت هر انبار از فرمول زیر بدست می‌آید:
- $$\text{تعداد سلول} \times \text{هزینه ساخت یک سلول} = \text{هزینه ساخت انبار}$$
- (د) ظرفیت هر سلول برای انبارهای سیب‌زمینی در حدود ۳۰۰ تن و برای انبارهای پیاز در حدود ۲۰۸ تن در نظر گرفته شد.
- (ه) بر اساس برآورد سازمان برنامه و بودجه جمعیت کشور در سال ۱۳۷۶ در حدود ۶۰,۰۰۰,۰۰۰ نفر بوده است.
- (و) بر اساس برنامه‌های وزارت کشاورزی، مصرف سرانه سیب‌زمینی در سال ۱۳۷۶ برای هر نفر ۵۵ کیلوگرم تخمین زده شده است.
- (ز) مقدار محصول قابل ذخیره‌سازی عبارت است از میزان تولید محصول در استان منهای مصرف دو ماه آن استان. فرض بر این است که مراکز مصرف در استان، در ابتدای برداشت، مصرف دوماه محصول خود را از کل تولید استان تأمین می‌کنند.
- (ح) مصرف محصولات بر اساس میزان جمعیت و مصرف سرانه برآورد می‌شود.
- (ط) استانهایی که با کمبود محصولات مواجه هستند، احتیاجات خود را از استانهایی که دارای

اضافی تولید می‌باشند، تامین می‌کنند.

ی) بارگذاری انبارها از ابتدای دوره برداشت به مدت دو ماه طول می‌کشد (طول دوره برداشت نیز حدوداً دو ماه است)

۹-۲- معرفی مدل تعیین ظرفیت مطلوب بر اساس حداقل هزینه

تعریف متغیرهای مدل

V_j = ظرفیت انبار سلول بر حسب تن ۱۰ و و ۴ و ۳ و ۲ و ۱ j

$V_j = [500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000]$

$C(u_j) =$ هزینه احداث سوله برای سلول با ظرفیت $V(j)$

$I(v_j) =$ هزینه تاسیسات سلول با ظرفیت $V(j)$

$P(i) =$ تولید محصول هر دهستان از استان i ام ۲۶ و ... و ۳ و ۲ و ۱ i

$Co(i) =$ مصرف دو ماهه محصول در استان i ام

$N(i) =$ تعداد دهستان در استان i ام

$AFS(i) =$ مقدار محصول قابل ذخیره‌سازی در هر دهستان از استان i ام

$BC(i) =$ جمع هزینه ظرفیت اضافی در استان i ام

$SCC(i) =$ جمع هزینه ظرفیت اضافی در استان i ام

$Tc(j) =$ جمع کل هزینه در استان i ام به ازاء سلول با ظرفیت $V(j)$

$PoP(i) =$ جمعیت استان i ام

$Nc(i) =$ تعداد سلول در هر دهستان از استان i ام

روش محاسبه:

$$Co(i) = PoP(i) \times 0.0045 \times 2$$

به عنوان مثال $Co(i)$ بر اساس مصرف سرانه سیب‌زمینی معادل با ۵۵ کیلوگرم در سال محاسبه

شده است.

$$AFS(i) = [P(i) \times N(i) - Co(i)] / N(i)$$

$$Nc(i) = [AFS(i) / V(j)] + 1 = \text{تعداد سلول در هر دهستان از استان } i \text{ ام}$$

در محاسبه $Nc(i)$ علامت [] معرف جزء صحیح بدون در نظر گرفتن رقم اعشاری است.

$$Bc(i) = Nc(i) \times [c(u_j) + I(u_j)] \times N(i)$$

$$SCC(i) = [(U(i) \times Nc(i) - AFS(i)) / NC(i) \times U(i) + AFS(i) / 2] \times N(i) \times BC(i)$$

$$Tc(ij) = Bc(i) + SCC(i)$$

مقدار $Tc(ij)$ جمع هزینه احداث انبارها را به ازاء سلولی با ظرفیت $U(j)$ به ما می‌دهد. $Tc(ij)$ را به ازای ۱۰ و و ۲ و ۱ = جذبت می‌آوریم و سلولی که دارای حداقل $Tc(ij)$ می‌باشد، مناسبترین سلول در هر دهستان از استان i ام می‌باشد.

۳-۹- بررسی ویژگیهای معماری و سازه انبارها

الف- ویژگیهای معماری

این انبارها از تعدادی سلول تشکیل شده که در هر سلول در حدود ۳۰۰ تن سیب‌زمینی و ۲۰۸ تن پیاز انبار می‌شود. بسته به ظرفیت انبار تعداد سلولها را می‌توان کم و زیاد کرد. برای مثال هر انبار ۳۰۰۰ تنی سیب‌زمینی از ۱۰ سلول و برای پیاز از ۱۴ تعداد سلول تشکیل می‌شود. مساحت هر سلول در حدود $۱۴/۷ \times ۱۷/۶$ مترمربع می‌باشد که در هر سلول محصولات در داخل جعبه‌ها نگهداری می‌شوند. در کنار سلولها و در طول آنها نیز راهرویی به عرض ۱/۲ متر و ارتفاع ۴/۵ متر در نظر گرفته شده که بادزن‌ها در این راهرو نصب می‌شوند. این راهروها در کف به کانالهای زیرزمینی که در زیر جعبه و به جهت هوادهی محصولات در کف زمین تعبیه شده‌اند، متصل می‌شوند.

محوطه‌ای نیز در وسط انبار برای نصب تجهیزات جداسازی و بسته‌بندی محصولات در نظر گرفته شده. در بخش بعدی درباره این قسمت‌ها بطور مفصل صحبت خواهد شد.

ب- ویژگیهای سازه انبارها

طراحی عمومی، بارگذاری، طراحی سازه، ساخت و اجرای بخشها و قطعات مختلف انبارهای سیب‌زمینی و پیاز می‌باید با در نظر گرفتن شرایط خاص حاکم بر این انبارها، مطابق ضوابط زیر صورت پذیرد.



- بارگذاری انبار

۱-۳-۹- بار مرده

بار مرده شامل وزن سقف، دیوارها، اسکلت باربر و تجهیزات ثابت انبار می‌باشد که جهت تعیین مقادیر آنها از آیین‌نامه "حداقل بار وارده بر ساختمانها و ابنیه فنی" استاندارد شماره ۵۱۹ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و وزن ماشین‌آلات و لوازم تاسیساتی داده شده در دفترچه مشخصات آنها (کاتالوگ) استفاده خواهد شد.

۲-۳-۹- بار زنده

بار زنده شامل بار برف و سربارهای بهره‌برداری می‌باشد که با توجه به استاندارد ۵۱۹ انتخاب خواهد شد.

۳-۳-۹- بارهای افقی

۱-۳-۳-۹- بار باد

مقادیر و نحوه عملکرد باد بر روی انبارهای مختلف با استفاده از فصل ۷ استاندارد ۵۱۹ در نظر گرفته می‌شود. طبق این آیین‌نامه فشار مبنای باد برای انبار تا ارتفاع ۱۰ متر، ۷۵ کیلوگرم بر مترمربع و از ارتفاع ۱۰ تا ۲۰ متر ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع در نظر گرفته می‌شود. فشار باد در مورد سطوح قائم ساختمان به صورت نیروی افقی اثر می‌کند که باید با کمک اسکلت ساختمان و عناصر مقاومت در برابر نیروی افقی (بادبندها، دیوار برشی و یا قاب) تحمل شود. این فشار در مورد سقف‌ها بر حسب مقدار و جهت شیب سقف، بصورت مکش و یا فشار عمل می‌کند که نیروی مکشی باید به وسیله وزن سقف تحمل گردد.

۲-۳-۳-۹- بارهای ناشی از زلزله

در طراحی ساختمان برای پایداری در مقابل نیروهای جانبی، از بین بارهای ناشی از باد و زلزله، باری که بحرانی‌تر باشد، انتخاب می‌شود. معمولاً برای ساختمان با ارتفاع زیاد و وزن کم (نظیر انبارها) نیروی افقی ناشی از باد و در مورد ساختمانهای با وزن زیاد و ارتفاع کم نیروی افقی ناشی از زلزله تعیین‌کننده می‌باشد. برای تعیین نیروی افقی پایه زلزله، از آیین‌نامه شماره ۲۸۰۰ مرکز تحقیقات ساختمان و وزارت مسکن و شهرسازی ایران استفاده می‌شود. بر طبق آیین‌نامه مذکور

برای طراحی (استاتیکی) ساختمانها در برابر زلزله حداقل نیروی افقی پایه از رابطه $V = CW$ به دست می‌آید که در آن:

W = وزن ساختمان که شامل تمام بار مرده و درصدی از بار زنده می‌باشد.

C = ضریب زلزله که از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$C = ABI / R$$

A = شتاب مبنای طرح که با توجه به منطقه اجرای پروژه بین 0.1 تا 0.35 تغییر می‌کند.

B = ضریب بازتاب ساختمان که از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$B = 2.0 (T_0 - T)^{2/3}$$

$$0.6 < B < 2.0$$

T_0 = عددی است که بر حسب نوع زمین بین 0.3 تا 0.7 تغییر می‌کند.

T = زمان تناوب اصلی ساختمان که از یکی از روابط موجود به دست می‌آید.

I = ضریب اهمیت ساختمان که بر حسب نوع ساختمان یکی از اعداد 0.8 ، 1 و 1.2

انتخاب می‌شود.

R = ضریب رفتار ساختمان که بر حسب نوع اسکلت و قسمت مقاوم در برابر نیروی زلزله بین

4 تا 8 تغییر می‌کند.

۳-۳-۹- بارهای جانبی دیوارها

بارهای جانبی دیوارها ممکن است بر اثر فشار خاک و یا فشار ناشی از مواد انبار شده در پشت

دیوار باشد:

- فشار خاک

در مواردی که کل ساختمان و یا قسمتی از آن در زیرزمین قرار گرفته باشد و به عللی پشت

دیوار خاکریز شود، دیوارهای خارجی این قسمت در معرض فشار خاک قرار خواهند گرفت.

مقدار فشار بستگی به خصوصیات خاک از قبیل وزن مخصوص (γ)، زاویه اصطکاک داخلی (ϕ)،

مقدار چسبندگی (C)، ارتفاع خاک پشت دیوار (h) و سربار روی خاک (q) دارد.

برای محاسبه فشار در عمق h روابط متفاوتی مانند تئوری رانکین^۱ و تئوری کولن^۲ است.

رایج‌ترین رابطه‌ای که در مورد خاکریز پشت دیوار به کار می‌رود، رابطه ساده شده رانکین، به

1- Rankines Theory

2- Columbs theory

شرح زیر است:

$$q_a = \gamma h k_a$$

که در این رابطه: q_a فشار در عمق h بر حسب کیلوگرم بر مترمربع و γ وزن مخصوص خاک بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب و K_a ضریب فشار اکتیو خاک که در ساده‌ترین حالت از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right)$$

در مواردی که روی خاک پشت دیوار، سرباری قرار بگیرد و یا خاک دارای آب باشد، روابط فوق باید بر حسب مورد اصلاح گردند.

بدلیل آنکه در این مجموعه، روش نگهداری محصولات استفاده از جعبه می‌باشد، لذا توضیحی درباره فشار ناشی از مواد انبار شده که مربوط به روش نگهداری محصولات بصورت فله می‌باشد، ارائه نمی‌شود.

۴-۳-۹- اثر حرارت بر روی سازه انبارها

بر اثر تغییرات دما در طول شبانه‌روز و یا تغییر دمای روزهای مختلف سال نسبت به دمای ساخت، امکان دارد که اعضای مختلف ساختمان انبار دچار تغییر طول شوند. مقدار این تغییر طول برای انبارهای با طول کم، قابل چشم‌پوشی بوده و نیروی قابل توجهی ایجاد نمی‌کند، ولی برای انبارهای طویل مقدار آن قابل ملاحظه می‌باشد و چون معمولاً "ساختمان اجازه تغییر طول زیاد را به اعضای خود نمی‌دهد، نیروهای نسبتاً بزرگی در اعضای طول انبار ایجاد می‌شود. برای جلوگیری از ایجاد این گونه نیروهای داخلی، معمولاً طول اعضای مختلف انبارها محدود در نظر گرفته می‌شود و در صورتی که اجباری به استفاده از انبار با طول زیاد باشد، از درز انبساط در فواصل مناسب استفاده می‌شود. برای برخی از سازه‌ها نظیر انبارها و یا سیلوها، تغییر دمای دو طرف ساختمان (تفاوت دمای قسمتی که در معرض تابش آفتاب می‌باشد با قسمت سایه) نیرو و تغییر شکل‌هایی در جهت اختلاف دما ایجاد می‌کند که باید مورد توجه قرار بگیرد. در مورد انبارها به علت نگهداری مواد با درجه حرارتی متفاوت با دمای خارج، سطوح داخلی و خارجی دیوارها دارای دمای متفاوتی خواهند بود که این امر برای دیواره‌های بتونی اهمیت بیشتری داشته و در محاسبات باید در نظر گرفته شود.

۵-۳-۳-۹- تحلیل سازه انبار

برای طراحی اعضاء مختلف سازه، در مورد هر عضو، نیروهای موثر بر آن در بدترین حالت محاسبه و انتخاب می‌شوند. به این منظور سازه بر اثر بارگذاری‌های مختلف و با ترکیبات مختلف بارگذاری، که بر حسب نوع اسکلت در آیین‌نامه‌های مربوطه مشخص شده است تحلیل می‌شود. تحلیل سازه معمولاً در دو مرحله انجام می‌گردد، در مرحله اول برای تعیین حدود ابعاد مقاطع قسمت‌های باربر، از تحلیل‌های تقریبی (نظیر روش گانی^۱ یا پرتال^۲ برای قاب‌ها) استفاده می‌شود. پس از بدست آوردن حدود ابعاد مقاطع برای تحلیل سازه از روش‌های دقیق‌تر استفاده می‌شود. با توجه به نوع سازه‌ها، برای تحلیل آنها از نرم‌افزارهای کامپیوتری نظیر STRESS-2 و SAP 80 و SUPER SAP و یا نرم‌افزارهای مشابه استفاده می‌شود.

۶-۳-۳-۹- انتخاب نوع اسکلت باربر انبار

وظایف و عملکرد انبار، شرایط اقلیمی و جغرافیایی منطقه، بارهای وارده، معماری ساختمان انبار و توجه به مسایل اقتصادی با توجه به مصالحی که دسترسی به آنها ساده‌تر باشد، عواملی هستند که در انتخاب نوع اسکلت باربر باید مورد توجه قرار گیرند.

الف- اسکلت با مصالح بنایی

مصالح رایج بنایی برای ساخت اسکلت انبارها شامل سنگ، آجر، بلوک سیمانی و ماسه آهکی می‌باشند که انتخاب هر یک بستگی به قابل تهیه بودن در منطقه اجرای طرح دارد. انبارهای ساخته شده با دیوار باربر در مقابل نیروهای ناشی از زلزله ضعیف می‌باشند، از این رو این نوع انبارها باید با ارتفاع کم ساخته شوند. برای افزایش مقاومت این نوع انبارها در مقابل زلزله می‌توان کلافهای افقی پایین و بالا را با کمک کلافهای قائم به یکدیگر وصل کرد. برای طراحی این نوع انبارها از ضوابطی که در آیین‌نامه شماره ۲۸۰۰ مرکز تحقیقات ساختمان وزارت مسکن در ارتباط با شکل هندسی انبارها آمده است، استفاده می‌شود. در صورتی که در انبار ساخته شده با مصالح بنایی امکان نگهداری مواد به صورت توده باشد و یا پشت دیوار آن خاکریز شود، دیوار باید به طریق مناسبی این فشارها را تحمل کند، برای اینکار باید ضخامت دیوار را تا حد مناسب افزایش



داد و یا از پشت‌بند استفاده کرد و یا از روش‌های دیگر مثل در نظر گرفتن کلاف‌های افقی و قایم استفاده نمود.

ب- اسکلت بتن مسلح

عوامل مثبتی که باعث انتخاب بتن مسلح به عنوان اسکلت انبار می‌شود به شرح زیر می‌باشند:

- قابلیت شکل‌پذیری بتن در قالب
 - مقاومت خوب در مقابل عوامل جوی
 - مقاومت خوب در مقابل آتش‌سوزی
 - در دسترس بودن مصالح اصلی شامل شن، ماسه و سیمان در اکثر مناطق
 - مقاومت فشاری خوب
 - مقاومت کششی و خمشی خوب با به کارگیری فولاد به میزان مناسب و در محل مناسب
 - مقاومت خوب برای بارهای ضربه‌ای
 - عدم احتیاج به نگهداری در طول مدت عمر انبار
- عواملی که به عنوان مشخصات منفی بتن می‌توانند در نظر گرفته شوند به شرح زیر می‌باشند:
- وزن مرده زیاد به خصوص برای دهانه‌های بزرگ که یکی از عوامل محدودکننده استفاده از این نوع اسکلت در انبارها می‌باشد. البته برای کاهش وزن مرده، روش پیش‌تندگی را می‌توان بررسی نمود.

- سرعت کم ساخت به علت مراحل مختلف قالب‌بندی، میل‌گردگذاری و بتن‌ریزی.
 - احتیاج به تخصص‌های متعدد مانند قالب‌بند، آرماتوربند و بتن‌ریز
 - احتیاج به مراقبت از بتن ریخته شده در روزهای مشخص اولیه مخصوصاً در هوای گرم و یا هوای سرد. برای طراحی بتن مسلح از آیین‌نامه‌های مربوطه استفاده می‌شود. تا موقعی که آیین‌نامه بتن مسلح ایران کامل نشده است، می‌توان از یکی از آیین‌نامه‌های رایج نظیر آیین‌نامه انجمن بتن آمریکا^۱ ACI و یا آیین‌نامه بتن انگلستان^۲ BS-CP 110 یا آیین‌نامه‌های مشخص دیگر استفاده نمود.
- بهرحال مفاهیم این آیین‌نامه‌ها نباید با آیین‌نامه "طرح و اجرای ساختمانهای بتنی" تهیه شده توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی با شماره ۱-۱۹۰۰ الی ۵-۱۹۰۰ و بخش اول آیین‌نامه



1- American Concrete Institute

2- British Standard Code of Practice 110

بتن ایران (نشریه شماره ۱۲۰ معاونت فنی - دفتر امور فنی و تدوین معیارهای سازمان برنامه و بودجه) مغایرت داشته باشد.

ج- اسکلت فولادی

از مزایای مهم فولاد بالا بودن نسبت مقاومت به وزن در مقایسه با بتن مسلح می‌باشد که باعث کاهش فوق‌العاده وزن مرده ساختمان می‌شود. مزیت دیگر فولاد زیاد بودن سرعت اجراء، مخصوصاً به علت امکان تهیه قسمتهای مختلف ساختمان به صورت پیش‌ساخته نظیر خرپاهای پیش‌ساخته و یا قابهای پیش‌ساخته (سوله) می‌باشد.

اشکال عمده استفاده از فولاد به عنوان اسکلت، احتیاج به نگهداری در طول مدت استفاده از ساختمان می‌باشد، (حداقل رنگ‌آمیزی با ماده ضدزنگ). آیین‌نامه‌های رایج در سطح دنیا نظیر آیین‌نامه‌های انجمن فولاد آمریکا (AISC)، ^۱ آیین‌نامه فولاد آلمان (DIN 4141) ^۲ و یا آیین‌نامه فولاد انگلستان (BS - 449) می‌باشد. جهت تطبیق با وضع کشور ما، آیین‌نامه‌های فوق باید با نشریه شماره ۷۴ دفتر امور فنی و تدوین معیارهای معاونت فنی سازمان برنامه و بودجه تحت عنوان "ضوابطی برای طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی" هماهنگ گردد.

۹-۴- سازه انبارهای فنی سیب‌زمینی و پیاز

۹-۴-۱- اسکلت باربر

جهت اسکلت باربر این انبارها می‌توان انواع زیر را مورد بررسی قرار داد:

- قاب فلزی (سوله)

- ستونهای فلزی خرپا و یا تیرهای شیب‌دار

- ستونهای فلزی و سقف مسطح

- ستونهای بتنی و سقف شیب‌دار (قاب بتنی و یا ستونهای بتنی با خرپاهای فلزی)، که در مراحل بعدی و با توجه به امکانات محلی و ابعاد لازم (مخصوصاً دهانه انبار) و موقعیت قرارگیری از نظر آب و هوا نوع اسکلت مشخص می‌شود.



1- American Institute of Steel Construction

2- Deutsche Industrie Norm

۲-۴-۹- دیوار

روشهای زیر جهت ساخت دیوار قابل بررسی می باشد:

- دیوار از مصالح بنایی با ضخامت مناسب به علاوه کلافهای قائم افقی بتنی یا فولادی
 - دیوار از پانل های پیش ساخته ساندویچی نظیر فایبس با اسکلت فولادی لازم
 - دیوار بتن مسلح
 - دیوار از ورقهای موجدار گالوانیزه با اسکلت فولادی
- در مراحل بعدی طرح با توجه به مشخص شدن دقیق ارتفاع، طول و عرض و موقعیت جغرافیایی محل ساخت انبار و امکانات محلی و بررسی های اقتصادی، نوع دیوار انتخاب می شود.

۳-۴-۹- سقف

انتخاب نوع سقف بستگی به انتخاب اسکلت دارد و پس از انتخاب نوع اسکلت باربر، نوع سقف انتخاب می شود.

۵-۹- سیستم های خنک کننده در انبارها

محصولات انبار شده لازم است خنک شوند تا درجه حرارت آنها در حد مورد نیاز بماند. چرا که در غیر این صورت حرارت داخل انبار بخاطر تنفس محصولات افزایش خواهد یافت. درجه حرارت یکی از مهمترین عوامل موثر در حفظ کیفیت محصول در طی دوران انبارداری است. بنابراین خنک کردن همیشه برای حفظ کیفیت محصول امری ضروری است. بدلیل آنکه خنک کردن همیشه با کاهش وزن محصول بخاطر تبخیر آب محصول همراه می باشد، این کاهش وزن در طی مدت خشک شدن را می باید به حداقل ممکن رساند. برای این که راندمان عمل خنک سازی در حد مطلوب باشد رعایت موارد زیر ضروری است.

الف- نگهداشتن درجه حرارت در حد مورد نیاز و جلوگیری از تغییر آن در محصولات انبار شده.

ب- محدود کردن کاهش وزن در طی فرآیند تبخیر آب محصول. این مسأله معمولاً با محدود نگهداشتن اختلاف درجه حرارت در توده محصول تا حد $1/5 - 1^{\circ}\text{C}$ انجام می گیرد. شکل شماره ۱۸ نشان دهنده این مسأله می باشد. از هوا نیز معمولاً برای خنک کردن محصول انبار شده استفاده می شود. لیکن طبیعی است که درجه حرارت هوای خنک می باید در حین انجام تهویه تا حدی

پایین‌تر از درجه حرارت محصول باشد. بنابراین میزان خنک شدن توده محصول ارتباط مستقیم با میزان هوای عبوری از انبار و مدت هوادهی دارد.

حداکثر درجه حرارت سیب‌زمینی (c) $+0/75$ تا $+0/5$

درجه حرارت مطلوب سیب‌زمینی

حداقل درجه حرارت سیب‌زمینی (c) $-0/75$ تا $-0/5$

شکل ۱۸- اختلاف درجه حرارت مجاز برای سیب‌زمینی

هرچه میزان و حجم هوای تازه ورودی بیشتر باشد، خنک شدن محصول سریع‌تر و مدت زمان انجام آن کوتاه‌تر خواهد بود. از آنجایی که کاهش میزان تبخیر آب محصول بطور مستقیم با مدت خنک‌سازی محیط انبار ارتباط دارد و این مسأله تا حدی بر روی سرعت جریان هوا و یا حجم هوای مورد استفاده جهت تهویه موثر است، با بالا بردن میزان و حجم هوای ورودی مقدار تبخیر آب محصول را نیز می‌توان کاهش داد. از اینرو افزایش سرعت عبور هوای خنک از میان محصولات برای بالا بردن راندمان خنک کردن محصولات ضروری است. و نیز رطوبت نسبی هوای خنک باید در حدی باشد که کاهش آب محصولات را در حداقل ممکن در طول مدت خنک کردن نگه دارد. خنک کردن محصولات در داخل انبار را می‌توان با روشهای زیر انجام داد:

الف- استفاده از هوای خنک محیط بیرون

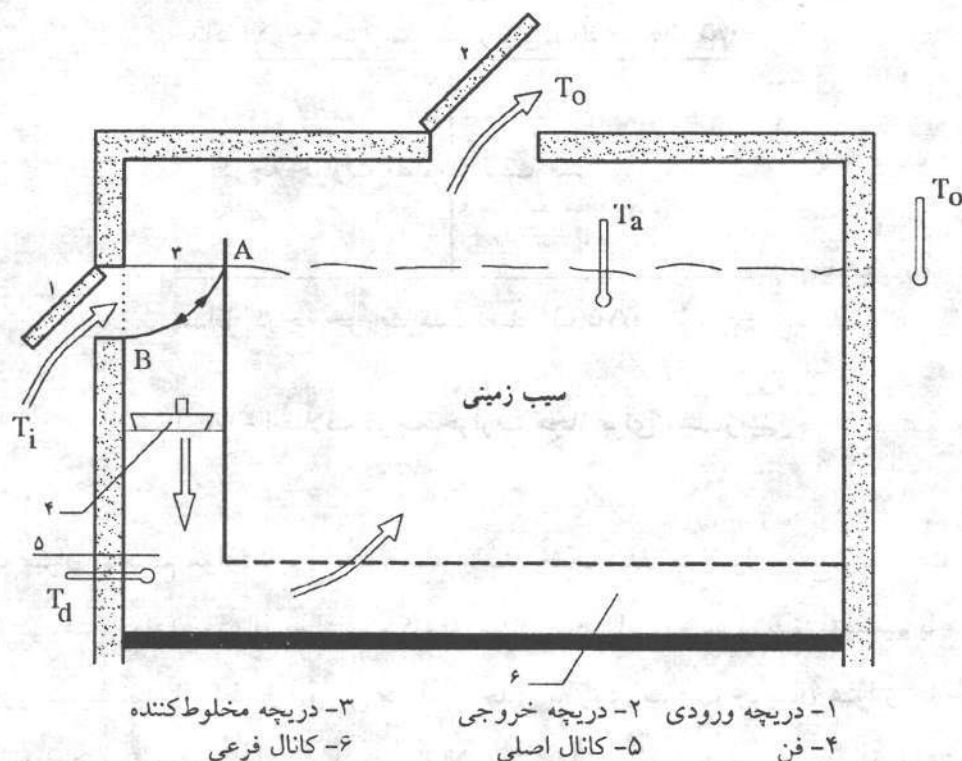
ب- استفاده از سیستم مکانیکی ایجاد برودت

از هر دو این روشها در خنک کردن انبارهای سیب‌زمینی استفاده می‌شود، در ادامه این بحث این دو روش مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

- خنک کردن با استفاده از هوای آزاد محیط بیرون انبار

خنک کردن با استفاده از هوای آزاد یکی از روشهای موثر و نسبتاً ارزان در تهویه انبارهای محصولات کشاورزی است. هر چند این روش تنها در مواقعی کاربرد دارد که درجه حرارت هوای آزاد پایین‌تر از درجه حرارت مورد نیاز انبار باشد. در مناطق سردسیر معمولاً هوای آزاد بیرون

خنک‌تر از هوای داخل انبار است که این هوا قابل استفاده برای هوادهی انبار می‌باشد. نمای شماتیک یک حالت از هوادهی مستقیم توسط هوای آزاد در شکل شماره ۱۹ نشان داده شده است.



شکل ۱۹- سیستم هوادهی با استفاده از هوای آزاد

در زیر لیست تجهیزات استاندارد مورد استفاده در سیستم هوادهی توسط هوای آزاد آورده شده است:

- ۱- بادزن
- ۲- دریچه‌های هوا شامل:
 - دریچه ورود هوای تازه
 - دریچه خروج هوای گرم داخل انبار
 - دریچه مخلوط‌کننده هوا
- ۳- کانالهایی برای توزیع یکسان هوای عبوری از میان توده محصول
- ۴- سیستم کنترل و ابزار دقیق



اصول خنک سازی توسط هوای آزاد بدین شرح است، اگر درجه حرارت محصول از درجه حرارت مناسب برای نگهداری بالاتر رفت، محصولات می باید خنک شوند. لذا یک دماسنج همواره دمای داخل انبار محصولات را اندازه گیری می کند. بنابراین استفاده از هوای آزاد برای خنک کردن تنها زمانی امکان دارد که درجه حرارت هوای بیرون از درجه حرارت محصول پایین تر باشد. از این رو لازم است که درجه حرارت هوای بیرون نیز کنترل شود که این امر با قرار دادن یک دماسنج دیگر در محیط بیرون انجام می گیرد. هرگاه درجه حرارت هوای بیرون از درجه حرارت محصول پایین تر بود، خنک کردن را می توان با باز کردن دریچه های ورود و خروج هوا و بکار انداختن بادزن آغاز کرد. تا زمانی که درجه حرارت محیط بیرون برای انجام عمل هوادهی مطلوب و قابل استفاده باشد، دریچه مخلوط کننده در حالت بالا قرار خواهد گرفت. (حالت A در شکل ۱۹) در این حالت هوای تازه بیرون به وسیله بادزن به داخل مکیده شده و از داخل کانالها و از میان محصولات عبور خواهد کرد. سپس هوای داخل انبار از دریچه خروجی محیط انبار را ترک می کند و به دلیل آن که درجه حرارت هوای ورودی پایین تر از درجه حرارت محصول است، محصول خنک خواهد شد. در یک دوره خنک کردن پایان عملیات هنگامی است که محصول به درجه حرارت مورد نیاز و مطلوب برسد. دریچه های ورودی و خروجی در اغلب مواقع بسته می باشند. هوادهی (خنک کردن) باید به صورت پیوسته و در مواقعی که درجه حرارت محیط بیرون پایین تر از درجه حرارت محصول است صورت گیرد. در صورتی که درجه حرارت هوای بیرون پایین تر از حداقل درجه حرارت قابل قبول برای تهویه انبار باشد باید برای جلوگیری از خطر سرمازدگی یا یخ زدگی از هوای مخلوط استفاده کرد. درجه حرارت هوای مخلوط بستگی به نسبت حجمی دو هوای مخلوط شده دارد. به عنوان یک راه حل برای افزایش درجه حرارت هوای بیرون، از مخلوط کردن هوای گرم حاصل از تنفس محصولات با هوای آزاد استفاده می کنند. تعیین میزان و حجم هوای مخلوط شده توسط دریچه مخلوط کننده تعیین می شود، بطوریکه اگر دریچه در حالت "A" قرار بگیرد فقط هوای تازه بیرون توسط بادزن به داخل انبار مکیده خواهد شد و اگر در حالت "B" قرار بگیرد، تنها هوای داخل انبار گردش خواهد کرد. در فاصله میان دو حالت A و B از دریچه مخلوط کننده، درصدی از هوا توسط بادزن مکیده می شود. موقعیت مناسب قرار گرفتن دریچه مخلوط کننده بستگی به میزان درجه حرارت هوای عبوری از کانال اصلی که بعد از بادزن قرار گرفته دارد، که درجه حرارت این هوای عبوری را می توان با قرار دادن یک دماسنج در داخل کانال اصلی اندازه گیری کرد. بنابراین وظیفه اصلی دریچه مخلوط کننده ثابت

نگهداشتن درجه حرارت هوای عبوری از کانال می‌باشد. به همین خاطر در طول مدت هوادهی لازم است که موقعیت این دریچه تنظیم گردد و مطابق با تغییرات درجه حرارت هوای بیرون میزان باز و بسته بودن این دریچه نیز تغییر نماید. بدینوسیله می‌توان دمای هوای عبوری از کانال را پیوسته ثابت نگه داشت.

باید توجه داشت که استفاده از هوای آزاد برای هوادهی بدون مخلوط کردن با هوای داخل انبار تنها در صورتی امکان‌پذیر است که درجه حرارت هوای بیرون معادل حداقل درجه حرارت برای خنک کردن محصول مطابق شکل شماره ۱۸ باشد، در عین حال که درجه حرارت هوای بیرون در ساعات مختلف روز ثابت نبوده و تغییر می‌کند که این مسأله را در دوره‌های هوادهی انبارها می‌باید در نظر گرفت. بنابراین مخلوط کردن هوا امکان انجام دوره‌های طولانی‌تر خنک‌کردن (هوادهی) در داخل انبار را ممکن می‌سازد. پس از آن که هوای داخل انبار به دلیل تنفس محصول گرم شد، لازم است که مقداری از هوای داخل به بیرون منتقل شود. میزان حرارت دفع شده به وسیله محاسبه میزان جریان هوای عبوری از میان توده محصول در طی دوره هوادهی و افزایش دمای هوای عبوری از داخل انبار اندازه‌گیری می‌شود. هر چند در طول دوره انبارداری دمای هوای عبوری محدود خواهد بود به میزان قابل قبولی از تغییرات درجه حرارت توده محصول. میزان تاثیر عمل خنک کردن منحصرًا بستگی به میزان هوای عبوری از میان توده محصول و یا ظرفیت بادزن و نیز طول مدت کارکرد بادزن دارد. برای یک بار سرمایشی مورد نیاز قدرت بادزن باید طوری انتخاب شود که در کوتاهترین مدت بتواند بار سرمایشی مورد نیاز را تامین کند. به دلیل آن که می‌توان عمل هوادهی را با مخلوط کردن هوا در یک دوره طولانی نسبت به حالتی که صرفًا از هوای آزاد بیرون استفاده شود انجام داد، برای سیستم هوای مخلوط یک بادزن با ظرفیت پایین نیز کافی خواهد بود. برای محاسبه میزان خنک کردن هوا به مقدار مورد نیاز می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$Q = V \times \Delta i \times \rho \times t \quad (\text{kJ/day}) \quad (1)$$

اختلاف آنتالپی محیط داخل و خارج انبار (Δi) را می‌توان از معادله زیر بدست آورد.

$$\Delta i = C_p \times \Delta t \quad (\text{kJ/day}) \quad (2)$$

بنابراین رابطه (۱) بصورت زیر در خواهد آمد:

$$Q = V \times \rho \times C_p \times \Delta T \times t \quad (\text{kJ/day}) \quad (3)$$

که در آن خواهیم داشت:

$$V = \text{ظرفیت بادزن بر حسب (m}^3/\text{s)}$$

$$\rho = \text{جرم مخصوص هوا در دمای طبیعی انبار معادل (kg/m}^3\text{) } 1/26$$

$C_p = \text{گرمای ویژه هوا. به عبارت دیگر گرمای حاصل از تبخیر آب محصول در هنگامی که توسط هوا خنک می‌شود. بر حسب (kJ/kg.c)}$

$$\Delta T = \text{اختلاف دمای بین درجه حرارت هوای تازه و دمای محصول}$$

$$t = \text{دوره زمانی کارکرد بادزن بر حسب (s/day)}$$

به عنوان مثال معادله ۳ در مورد سیب‌زمینی بصورت زیر درخواهد آمد:

$$C_p = 2 \text{ (kJ/kg.c) برای سیب‌زمینی}$$

$$Q = 2/52 \times V \times \Delta T \times t \quad (\text{kJ/day}) \quad (4)$$

با توجه به آنکه ΔT از رابطه $T_{\max} - T_{\min} = 1-1/5^\circ\text{C}$ (شکل شماره ۱۸) محاسبه می‌شود، رابطه میزان مورد نیاز خنک کردن انبار بصورت زیر درخواهد آمد:

$$2/52 \times 1/5 \approx 3/7$$

$$Q = 3/7 \times V \times t \quad (\text{kJ/day}) \quad (5)$$

در سیستم خنک کردن با هوای آزاد میزان خنک شدن محیط انبار بوسیله ظرفیت بادزن و دوره زمانی کارکرد بادزن محاسبه می‌شود. برای آن که خنک کردن محصول از راندمان مناسبی برخوردار باشد لازم است که جریان هوا بطور یکنواخت در انبار توزیع شده و از میان محصولات عبور کند. لذا باید دریچه‌های ورودی و خروجی هوا متناسب با هم انتخاب شوند تا باعث افت فشار در جریان هوای عبوری نگردند. سرعت هوای عبوری از دریچه‌ها معمولاً در حدود ۵-۸ (m/s) در نظر گرفته می‌شود. مساحت دریچه‌های عبور هوا از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$A = \frac{V}{w} \text{ (m}^2\text{)} \quad (6)$$

که در آن خواهیم داشت:

$$V = \text{ظرفیت بادزن بر حسب (m}^3/\text{s)}$$

$$w = \text{سرعت هوای عبوری معادل (m/s) } 5-8$$

$$A = \text{مساحت دریچه‌های عبور هوا بر حسب (m}^2\text{)}$$

مثال: ظرفیت بادزن و ابعاد دریچه‌های ورود و خروج هوا را بر اساس داده‌های زیر محاسبه

کنید:



حرارت تولید شده در انبار $Q = 800,000 \text{ (kJ/day)}$

دوره زمانی قابل دسترس جهت تهویه هوا $t = 2 \text{ (h/day)}$ (الف)

$t = 10 \text{ (h/day)}$ (ب)

$t = 2 \times 3600 \text{ (s/day)} = 7200 \text{ (s/day)}$ (الف)

$t = 10 \times 3600 \text{ (s/day)} = 36000 \text{ (s/day)}$ (ب)

میزان ظرفیت مورد نیاز بر اساس رابطه (۵) می شود:

$$V = \frac{Q}{\rho \times t} = \frac{800,000}{\rho \times 7200} = 30 \text{ (m}^3 \text{ / s)}$$

ابعاد دریچه ها با فرض $w = 5 \text{ (m/s)}$ می شود:

$$A = \frac{V}{w} = \frac{30}{5} = 6 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$V = \frac{800,000}{\rho \times 36000} = 6 \text{ (m}^2\text{)}$$

ابعاد دریچه ها با فرض $w = 5 \text{ (m/s)}$ می شود:

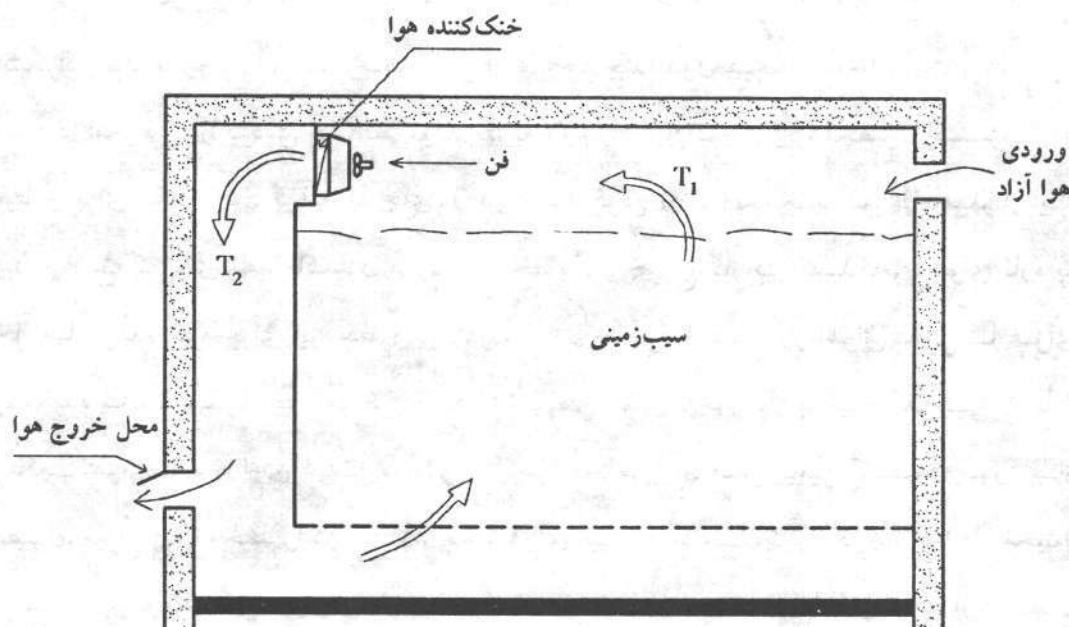
$$A = \frac{V}{w} = \frac{6}{5} = 1.2 \text{ (m}^2\text{)}$$

دریچه های ورود و خروج هوا می باید در جای خود جاسازی و محکم شده باشند تا در هنگامی که بادزن ها کار نمی کنند و دریچه ها بسته شده اند هوایی جریان پیدا نکند. این دریچه ها نیز مانند دیوارها و سقف می باید بخوبی عایق بندی شوند. بنابراین تنها عامل محدودکننده در سیستم خنک کردن با هوای آزاد، عامل تغییرات جوی محیط بیرون خواهد بود. عایق بندی مناسب انبار در کنترل راندمان نگهداری محصول بسیار موثر است، چرا که از تغییر درجه حرارت داخل انبار جلوگیری می نماید.

- خنک کردن با استفاده از سیستم مکانیکی ایجاد برودت در انبار

بر خلاف سیستم خنک سازی با استفاده از هوای آزاد، سیستم خنک سازی به طریق مکانیکی هیچگونه وابستگی به دمای هوای محیط خارج از انبار ندارد. به عبارت دیگر با بکارگیری این سیستم می توانیم بدون توجه به دمای محیط خارج، دمای محیط داخل انبار را در هر سطح که مایل باشیم نگه داریم. در این سیستم هزینه های سرمایه ای و نیز هزینه های جاری (انرژی مصرف شده) بیش از هزینه های سیستم تهویه با استفاده از هوای آزاد می باشد. به همین خاطر ساخت انبارهایی با سیستم تهویه مکانیکی بسیار گران تمام می شود. لیکن این سیستم برای انبار کردن محصولات به مدت طولانی و نیز برای مناطق گرمسیری که دمای هوا هیچگاه تا حد مورد قبول

پایین نمی‌آید و هم چنین برای مناطقی که دوره انبارداری محصول مصادف با فصل تابستان می‌باشد، بسیار مفید است. در این سیستم برخلاف سیستم قبلی، از یک حجم معین هوای خنک به طور مرتب و پی‌درپی برای سرد کردن توده محصول استفاده می‌شود. شکل شماره ۲۰ این مطلب را به خوبی نشان می‌دهد.



شکل ۲۰- سیستم مکانیکی سرمادهی انبار

استفاده چندباره و گردش دایم هوا در انبار اولین اصل در خنک‌سازی انبارها به طریق مکانیکی است. در ابتدا هوای خنک از میان توده محصول عبور کرده و گرمای حاصل از تنفس محصول را جذب می‌کند. بنابراین محصول خنک می‌شود. سپس این هوا که مقداری گرم شده است، از میان یک شبکه خنک‌کننده (کولر) عبور کرده، مجدداً خنک می‌شود. دمای این شبکه باید از دمای مورد نیاز انبار پایین‌تر باشد. این سیکل به طور پی‌درپی تکرار شده، هوا مرتباً گردش می‌کند. از سوی دیگر هنگامی که محصول خنک می‌شود مقداری از آب درون آن تبخیر می‌گردد. این بخارات آب توسط ذرات هوا جذب می‌شود و لذا رطوبت نسبی محیط افزایش می‌یابد. این هوای مرطوب سپس با دستگاه مبدل حرارت (خنک‌کننده یا کولر) برخورد می‌کند. اگر نقطه شبنم هوای بازگشتی به کولر بالاتر از درجه حرارت سطح کولر باشد رطوبت جذب شده به صورت مایع بر سطح شبکه کولر می‌نشیند. در این حالت میزان آب ایجاد شده در سطح کولر با میزان آب تبخیر

شده از محصول برابر می‌باشد. بنابراین، در سیستم مکانیکی هم تعادل دما و هم تعادل رطوبت نسبی محیط انبار کنترل می‌شود. لذا می‌توان میزان آب تبخیر شده از محصول را با اندازه‌گیری مقدار آب منتقل شده از محیط انبار به سطح کولر محاسبه کرد. میزان رطوبت‌گیری کولر از هوا بستگی به اختلاف دمای سیال مبرد و هوای سلول دارد و هر چه این اختلاف دما کمتر باشد مقدار رطوبت نسبی داخل سلول بیشتر خواهد بود، به طوریکه برای داشتن رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵ درصد برای سب‌زمینی و ۶۰ تا ۶۵ درصد برای پیاز این اختلاف دما باید در حدود ۶ درجه سانتیگراد باشد. با وجود این یک حجم معین از هوا هر چند بدون هیچگونه محدودیت و به طور پیوسته در محیط انبار گردش کند، نمی‌تواند تهویه لازم را تامین نماید، زیرا محصول اکسیژن (O_2) محیط را برای تنفس خود گرفته، به جای آن دی‌اکسید کربن (CO_2) به محیط پس می‌دهد. از این رو لازم است که برای تامین اکسیژن مورد نیاز محصول و خروج گاز دی‌اکسیدکربن، هوای تازه به داخل انبار دمیده شود. برای این منظور باید در ساعات خاصی از شبانه‌روز، هوای داخل با هوای تازه مکیده شده توسط بادزنها تعویض گردد. با تعویض هوای داخل انبار به میزان تقریبی ۳ تا ۵ مترمکعب هوای تازه به ازای هر تن محصول در هر روز، می‌توان ضمن تامین اکسیژن مورد نیاز محصول، میزان CO_2 محیط را در حد ۱٪ حجم هوای انبار نگه داشت. کنترل درجه حرارت محیط در سیستم تهویه مکانیکی بسیار مهم‌تر از کنترل آن در سیستم تهویه با استفاده از هوای آزاد است و برای بالا بردن راندمان خنک‌سازی لازم است که هوای خنک از میان توده محصول عبور کند، نه از اطراف آن. برای هوادهی مطلوب لازم است که در محیط انبار همواره یک جریان مثبت هوا وجود داشته باشد. اگر به این مسأله در هنگام طراحی و ساخت انبار توجه کافی نشود، سیستم تهویه مکانیکی نتایج مطلوبی نخواهد داشت. اگر چه در هر دو سیستم محصول توسط هوا خنک می‌شود، میزان جریان هوا در سیستم مکانیکی کاملاً با جریان هوا در سیستم استفاده از هوای آزاد متفاوت است. در حالت دوم میزان جریان هوا با اندازه‌گیری ظرفیت خنک‌سازی سیستم محاسبه می‌شود، زیرا در سیستم استفاده از هوای آزاد، گرمای انبار همراه با جریان هوا به خارج منتقل می‌گردد، لیکن در سیستم مکانیکی، گرمای محیط با هوای خنک کولر جایگزین می‌شود. بدیهی است که میزان خنک‌سازی کلی سیستم به وسیله محاسبه حجم هوای خنک یا تعداد ادوات خنک‌کننده تعیین می‌شود. به عبارت دیگر، میزان هوای خنک با محاسبه ظرفیت بادزن و نیز افت درجه حرارت هوای عبوری از سطح کولر بدست می‌آید. میزان افت دمای هوای عبوری از سطح کولر را می‌توان از طریق رابطه زیر بدست آورد:

$$\Delta T = \frac{Q^*}{\dot{V} \cdot C_p \cdot \rho}$$

که در آن:

ΔT = افت دما بر حسب درجه سانتیگراد

Q = گرمای جذب شده بر حسب کیلوژول بر ثانیه (کیلووات)

$\dot{V}$ = ظرفیت بادزن بر حسب مترمکعب بر ثانیه

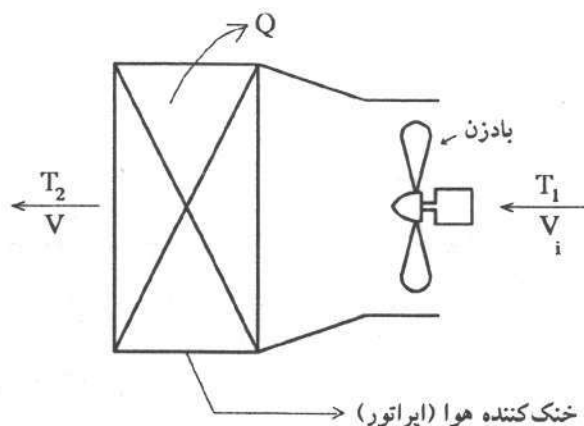
C_p = گرمای ویژه هوا بر حسب کیلوژول بر کیلوگرم بر درجه سانتیگراد

شکل شماره ۲۱ ارتباط بین اجزای این فرمول را بهتر نشان می‌دهد.

در این شکل داریم:

$$T_1 - T_2 = \frac{Q}{\dot{V} \cdot C_p \cdot \rho}$$

که در آن ρ عبارت است از وزن مخصوص هوا.



شکل ۲۱- چگونگی عبور هوای گرم از میان سیستم خنک کننده هوا

با وجود آن که ظرفیت خنک سازی کولر ثابت است، باید توجه داشت که هر چه میزان جریان هوای عبوری از کولر افزایش یابد، به همان نسبت از میزان درجه حرارت هوای عبوری کاسته خواهد شد. ظرفیت بادزن یعنی مقدار جریان هوای موثر در سیستم تهویه مکانیکی تنها با تغییر درجه حرارت تغییر می‌کند. هر چند که بر اساس شکل شماره ۱۸ این تغییر دما نمی‌تواند از حد $1-1/5^\circ\text{C}$ تجاوز کند. ظرفیت بادزن که میزان جریان هوای سرد را مشخص می‌کند، می‌تواند از

رابطه زیر بدست آید:

$$\dot{V} = \frac{Q}{\Delta T \cdot C_p \cdot \rho}$$

اگر مقادیر زیر را داشته باشیم:

$$\Delta T_{\max} = 1/5^\circ\text{C}, C_p = 2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}, \rho = 1/26 \text{ kg/m}^3$$

ظرفیت بادزن مورد نیاز بر اساس مقدار Q به ترتیب زیر محاسبه خواهد شد.

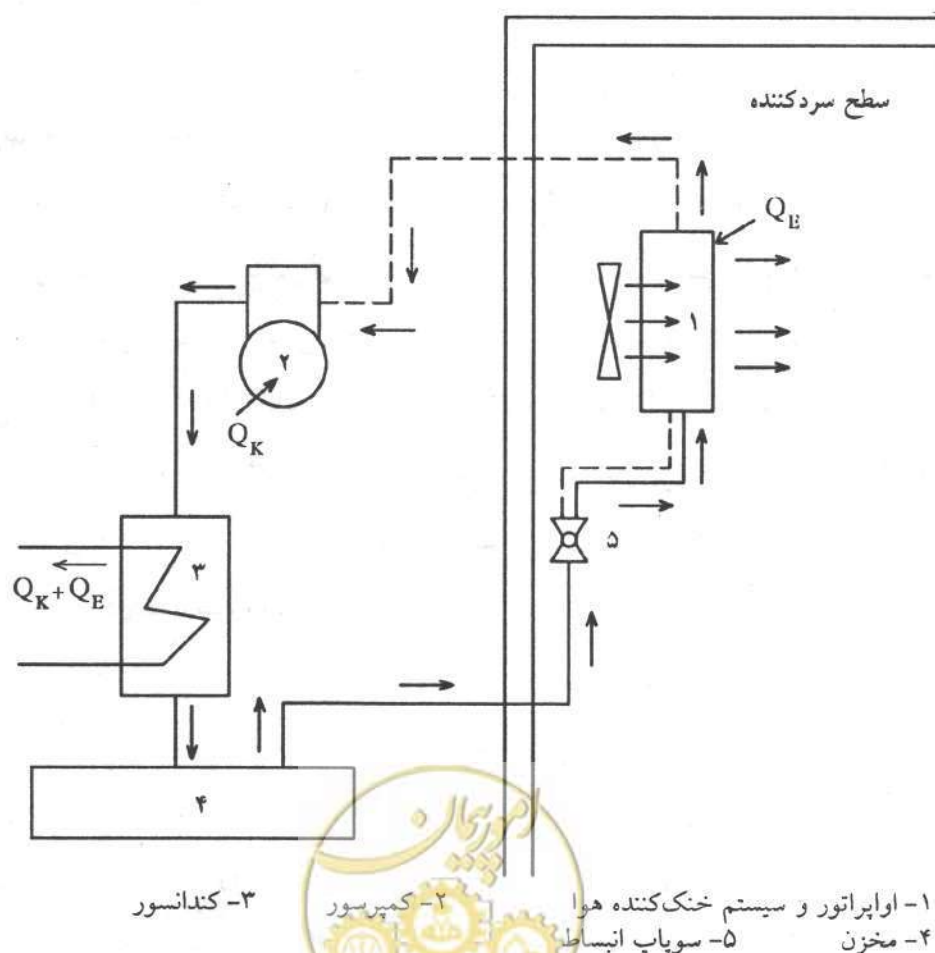
$$\dot{V} = 0.27 Q \text{ (m}^3/\text{s)}$$

بنابراین ظرفیت بادزن در سیستم تهویه مکانیکی انبار بر اساس میزان سرمادهی مورد نیاز محاسبه می‌شود.

۹-۶- سیستم سرمادهی

در سیستم سرمادهی سعی در پایین نگه داشتن دمای انبار می‌باشد و این هدف تنها با انتقال گرمای تولید شده توسط محصول تامین می‌گردد. این گرما برای تبخیر سیال سرد که مایعی با خصوصیات ویژه می‌باشد به کار می‌رود. تمام مایعات سرد با گرفتن حرارت از محیط تبخیر می‌شوند. دمایی که در آن تبخیر اصلی صورت می‌گیرد، درجه جوش مایع است که آن هم به فشار مایع بستگی دارد. به عنوان نمونه آب در فشار یک اتمسفر (۹۸/۱ کیلوپاسکال) و دمای 100°C شروع به جوش آمدن می‌کند. اگر فشار به $49/1 \text{ kPa}$ تقلیل یابد، آب در دمای 81°C به جوش خواهد آمد. همچنین در فشار 196 kPa ، آب در دمای 120°C به جوش می‌آید. بنابراین مشاهده می‌شود که نقطه جوش با افزایش فشار افزایش یافته و با کاهش آن کاهش می‌یابد. اگر دمای آب به 119°C افزایش یابد، در حالی که فشار آن 196 kPa باشد، آب نخواهد جوشید. اما اگر فشار ناگهان به $98/1 \text{ kPa}$ کاهش یابد، مقداری از آب تبخیر خواهد شد و دما در 100°C باقی خواهد ماند. یعنی نقطه جوش آب به $98/1 \text{ kPa}$ منتقل می‌گردد. بنابراین، آب نمی‌تواند در دمای بالا در حدود نقطه جوش و فشار مناسب به مدت طولانی باقی بماند. بر این اساس دمای حالت مایع (فازمایع) می‌تواند با تغییر فشار تغییر کند. اگر حرارت آب در فشار $98/1 \text{ kPa}$ و دمای 100°C را افزایش دهیم، آب شروع به جوش آمدن می‌کند، اما دمای آن تا تبخیر آخرین قطره آب افزایش نخواهد یافت. مقدار حرارتی که ۱ کیلوگرم از مایعی را تبخیر می‌کند، گرمای نهان تبخیر آن مایع نامیده می‌شود. گرمای نهان تبخیر آب در فشار $98/1 \text{ kPa}$ معادل 2258 kJ/kg می‌باشد. بنابراین، آب می‌تواند بر اثر تبخیر، مقدار نسبتاً زیادی حرارت را جذب کند بدون آن که تغییری در دمای آن

بوجود آید. پس از آن که آب تبخیر شد، دوباره در روی یک سطح سرد، حرارت آن گرفته شده، مجدداً به مایع تبدیل می‌شود. بنابراین مقدار کمی آب می‌تواند مقدار زیادی حرارت را از طریق فرآیندهای تبخیر و میعان جذب کرده، از درون سیستم خارج کند، بدون آنکه درجه حرارت آن تغییر کند. اکثر مایعات به همین شکل عمل می‌کنند. با استفاده از حرارت حاصل از تبخیر در سیستم سرمادهی، دمای مواد سرمازا در طی فرآیند انتقال حرارت ثابت مانده، تنها مقدار محدودی از این مواد از سیستم خارج می‌شود. کنترل درجه حرارت در این حالت چندان دشوار نبوده، اجازه می‌دهد که سیستم در یک حالت پایدار باقی بماند. مواد سرمازایی که اغلب برای انبارهای محصولات کشاورزی به کار می‌رود عبارت است از آمونیاک (R-717) و فریون R-12 و R-22. این مایعات سرمازا در درجه حرارت بسیار پایین و فشار نسبتاً پایین تبخیر می‌شوند و همچنین در دماهای نسبتاً بالا و فشار نسبتاً پایین می‌توانند مجدداً به مایع تبدیل شوند. سیستم سرماسازی در شکل شماره ۲۲ تشریح گردیده است.



شکل ۲۲- سیستم مکانیکی سرمادهی

این مواد سرمازا مرتباً در درون سیستم سرمادهی گردش می‌کنند و در هر سیکل (چرخش) فرآیندهای زیر را به ترتیب طی می‌نمایند:

تبخیر - تراکم - میعان و انبساط

پدیده تبخیر در دستگاه تبخیرکننده (اوپراتور) که در اغلب سیستم‌های سرمازا استفاده می‌شود، رخ می‌دهد. اغلب، مایعات سرمازا همراه با مقدار کمی از بخار خود در داخل اوپراتور قرار می‌گیرند. در اوپراتور، فشار در حدی پایین‌تر از نقطه جوش مواد سرمازا قرار دارد. در کنار اوپراتور یک سیستم جابجاکننده (بادزن) قرار می‌گیرد که هوا را از میان اوپراتور عبور داده، باعث خنک شدن آن می‌گردد. خلاء (فشار پایین) جهت تبخیر مایع در اوپراتور با عمل مکش کمپرسور به وجود می‌آید. کمپرسور فشار بخار خروجی از خود را افزایش می‌دهد. در فشار بالا نقطه جوش مایع نیز افزایش می‌یابد. بنابراین مواد سرمازای تبخیر شده در دمایی بالاتر از دمای محیط می‌تواند به مایع تبدیل شود. کمپرسور بخار با فشار بالا را به کندانسور می‌فرستد و در آنجا، با استفاده از هوای محیط یا آب، بخار سرد شده و به صورت مایع درمی‌آید. در این حالت، دما و نقطه جوش ماده سردکننده بالاست. لذا حرارت حاصل از این بخارات در کندانسور توسط آب و یا هوای محیط گرفته می‌شود و به این ترتیب، عمل میعان یا تقطیر (کندانسه شدن) بخار مواد سرمازا انجام می‌گیرد. مایع سرمازا، تحت فشار بالا از کندانسور خارج شده، در یک مخزن جمع می‌شود و سپس از مخزن به شیر انبساط منتقل می‌گردد. این شیر مایع سرمازا را به وسیله کاستن فشار آن منبسط می‌کند. کاهش فشار باعث می‌گردد که مقدار کمی از ماده سرمازا تبخیر شود، به طوریکه دمای مایع سرمازا در اثر کاهش فشار به نقطه جوش مایع می‌رسد. این مخلوط مایع و بخار از ماده سرمازا مجدداً به اوپراتور بازگشته، سیکل تکرار می‌گردد. بنابراین می‌توان گفت که یک سیستم سرمادهی، هوای گرم را از درون محیط انبار به محیط بیرون منتقل می‌کند. در طی فرآیند متراکم کردن مواد سرمازا در کمپرسور، مقداری انرژی به مصرف می‌رسد که این انرژی صرف بالا بردن فشار و دمای بخار مواد سرمازا می‌شود. نیروی مکانیکی بکار رفته برای حرکت درآوردن کمپرسور نیز ایجاد حرارت می‌کند که این حرارت نیز باید توسط کندانسور منتقل گردد تا عمل میعان بخار ماده سردکننده انجام گیرد. مقدار حرارتی که توسط کندانسور از سیستم منتقل می‌گردد را می‌توان با جمع کردن حرارت منتقل شده از محیط سرد شده (QE) و حرارت ایجاد شده به خاطر عملکرد مکانیکی کمپرسور (QK) به دست آورد. ظرفیت سرمادهی یک سیستم سرمازا بستگی به دمای تبخیر در اوپراتور و میعان آن در کندانسور یا به عبارت دیگر، به فشار تبخیر و

میعان در اوپراتور و کندانسور دارد. ظرفیت سرمادهی را همچنین می‌توان با محاسبه اختلاف دمای بین اوپراتور و کندانسور بدست آورد. به همین دلیل است که هر سیستم سرماساز دارای دماهای خاصی در اوپراتور و کندانسور خود می‌باشد. انرژی مصرف‌شده در این سیستم را می‌توان با محاسبه ظرفیت سرمادهی سیستم و تفاوت بین دمای اوپراتور و کندانسور بدست آورد. انرژی مصرف شده جهت افزایش اختلاف درجه حرارت بین اوپراتور و کندانسور می‌باشد.

درجات حرارت در اوپراتور و کندانسور به شدت به دمای مورد نیاز در محیط سردشده و درجه حرارت محیط خارج سیستم و یا دمای هوا یا آب سرد مصرفی در کندانسور وابسته است و این مسأله بخاطر آن است که انتقال حرارت از محیط تنها هنگامی امکان‌پذیر است که دمای اوپراتور پایین‌تر از درجه حرارت هوای محیط اطراف یا آب سرد مصرفی باشد. اختلاف دمای مورد نیاز بستگی به اندازه اوپراتور و کندانسور و نحوه طراحی آنها دارد. سرعت جریان آب یا هوا در روی سطح تبادل حرارت نیز از عوامل مهم در سیستم سردکننده می‌باشد. به طور کلی می‌توان گفت که هر چه سطح سردکننده بزرگتر شود و یا سرعت جریان آب یا هوای عبوری از روی این سطح افزایش یابد، اختلاف دمای مورد نیاز کمتر خواهد شد. این مسأله از روی معادله انتقال حرارت به شرح زیر روشن می‌گردد:

$$Q = A.K.\Delta T \quad (J/s)$$

بر طبق این معادله، اختلاف دمای مورد نیاز عبارت خواهد بود از:

$$\Delta T = \frac{Q}{A.K} \quad (^\circ C)$$

که در آن:

ΔT = اختلاف دمای عمل تبخیر یا میعان با دمای آب یا هوای محیط بر حسب $(^\circ C)$

Q = ظرفیت سیستم سرماساز بر حسب وات (W)

A = مساحت سطح تبادل گرما بر حسب مترمربع (m^2)

K = ضریب انتقال حرارت بر حسب وات بر مترمربع بر درجه سانتیگراد $(W/m^2.^\circ C)$

در رابطه فوق مقدار K به سرعت جریان آب یا هوا بستگی دارد و با افزایش آن افزایش می‌یابد. بزرگی نسبی سطح اوپراتور یا کندانسور و سرعت گردش آب یا هوا در روی این سطح باعث کاهش مصرف انرژی و افزایش قیمت آن خواهد شد.

از سوی دیگر، اوپراتور به طور نسبی بر روی کاهش وزن محصول هم موثر می‌باشد. در انبارهای محصولات، در قسمت اوپراتور سیستم سرمادهی، معمولاً برای تبادل حرارت از هوای

خنک استفاده می‌شود. وقتی که هوای مرطوب حاصل از تهویه محصول خنک شود، بر روی سطح دستگاه خنک‌کننده (کولر) پدیده میعان (ایجاد شبنم) رخ می‌دهد، به شرط آن که درجه حرارت سطح کولر پایین‌تر از نقطه شبنم هوا باشد. بنابراین با محاسبه میزان میعان انجام گرفته، مقدار اتلاف آبی محصول بدست می‌آید. به این ترتیب، می‌توان کاهش وزنی محصول را در طول مدت انبارداری با استفاده از یک اوپراتور بزرگ کاهش داد. به این دلیل توصیه می‌شود که اختلاف بین دمای محیط انبار و دمای اوپراتور در سیستم سرمادهی در حدود 7°C باشد. میزان سرمادهی در این سیستم با محاسبه حرارت تولید شده در انبار به دست می‌آید. بنابراین ظرفیت سرمادهی مورد نیاز عبارت خواهد بود از:

$$Q = \frac{Q_{\text{tot}}}{t \times 1000} \text{ (kw)}$$

که در آن:

Q_{tot} = حرارت تولید شده بر حسب ژول بر روز (J/day)

t = زمان سرمادهی در روز بر حسب ثانیه بر روز (s/day)

در رابطه فوق، Q_{tot} از معادله زیر بدست می‌آید:

$$Q_{\text{tot}} = \frac{Q_k}{1/2} \text{ (J/day)}$$

Q_k = ظرفیت سیستم خنک‌کننده انبار بر حسب ژول بر روز (J/day) می‌باشد.

هر چه ظرفیت سیستم سرمادهی بیشتر باشد، زمان سرمادهی کوتاه‌تر شده و کاهش وزن محصولات نیز تقلیل خواهد یافت. اما چون یک سیستم سرماده بزرگ، گران تمام می‌شود، باید یک سیستم سرماده را که از نظر ظرفیت و هزینه مطلوب باشد طراحی و نصب کرد. معمولاً ظرفیت یک سیستم سرماده را بر اساس ۲۰ ساعت کار در روز (۷۲۰۰۰ ثانیه بر روز) محاسبه می‌کنند. به عبارت دیگر:

$$Q = \frac{Q_{\text{tot}}}{72000} \text{ (kw)}$$



فصل دهم - بادزن‌ها

۱-۱-۱- خصوصیت بادزن

برای خنک کردن، گرم کردن و خشک کردن مطلوب محصولات کشاورزی، به یک جریان هوا که از میان توده محصول عبور کند نیاز داریم. بادزن‌ها برای ایجاد این جریان هوا به کار می‌روند. از این رو نصب بادزن از جمله نیازهای اساسی در انبار محصولات است.

البته، هر جریان هوا در مسیر خود با مقاومت روبرو می‌گردد. این مقاومت باعث کاهش فشار هوا می‌شود و چنین کاهشی مبین اتلاف انرژی (head loss) در مسیر می‌باشد. بنابراین برای آنکه جریان هوای مطلوب و مورد نیاز را داشته باشیم، لازم است که ظرفیت بادزن به اندازه انرژی تلف شده بیش از ظرفیت مورد نیاز جهت تهویه انتخاب شود. در نتیجه باید بین طرف مکش و طرف فشار بادزن اختلاف فشاری معادل میزان تلفات در سیستم تهویه بر اساس میزان جریان هوای مطلوب ایجاد گردد. این اختلاف فشار، اختلاف فشار استاتیک و یا فشار استاتیک بادزن (P_s) نامیده می‌شود. هوایی که بادزن را ترک می‌کند دارای سرعتی است که ایجاد آن نیاز به فشار مثبت یا به عبارت دیگر، اختلاف فشار در دو طرف بادزن دارد. بنابراین می‌توان سرعت جریان هوا را نظیر فشار دانست که در این صورت به آن بار حاصل از سرعت (Velocity head) یا فشار دینامیک (P_d) می‌گویند. هر دو فشار استاتیک و دینامیک بر اثر عبور از بادزن افزایش می‌یابند. مجموع فشارهای استاتیک و دینامیک را فشار کل جریان هوا (P_{tot}) می‌نامند. یعنی،

$$P_{tot} = P_s + P_d$$

فشار دینامیک بر اساس رابطه زیر به سرعت جریان هوا بستگی دارد:

$$P_d = \frac{\rho}{\gamma} \times V^2 \quad (P_a)$$

که در آن:

ρ = جرم مخصوص هوا بر حسب kg/m^3

V = سرعت هوا بر حسب m/s

بنابراین فشار کل بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$P_{tot} = P_s + \frac{\rho}{\gamma} \times V^2 \quad (P_a)$$



سرعت جریان هوا (V) در داخل کانال عموماً به دو عامل زیر بستگی دارد:

اول: مقدار هوای عبوری (دبی هوا)

دوم: سطح مقطع کانال جریان هوا

این وابستگی مطابق رابطه زیر است:

$$V = \frac{\dot{V}}{A} \quad (\text{m/s})$$

که در آن:

$$\dot{V} = \text{دبی هوا بر حسب } \text{m}^3/\text{s}$$

$$A = \text{مساحت سطح مقطع کانال بر حسب } \text{m}^2$$

مثال: اختلاف فشار استاتیک یک بادزن، $\Delta p_s = 150 \text{ Pa}$ و دبی هوا $\dot{V} = 6 \text{ (m}^3/\text{s)}$ و سطح

مقطع مجرای خروجی بادزن $A = 1 \text{ m}^2$ فرض می‌شود. سرعت عبور هوا از مجرا برابر خواهد بود با:

$$V = \frac{\dot{V}}{A} = \frac{6}{1} = 6 \text{ (m/s)}$$

اگر جرم مخصوص هوا معادل $1/26 \text{ kg/m}^3$ باشد، افزایش فشار کل هوا بر اثر عبور از بادزن

برابر خواهد بود با:

$$P_{\text{tot}} = \Delta P_s + \frac{\rho}{2} \times V^2 = 150 + \frac{1/26}{2} \times 6^2 = 172/68 \text{ (Pa)}$$

فشار نظیر سرعت یعنی P_{st} را در اصل می‌توان به فشار استاتیک تبدیل کرد. برای مثال می‌توان

این کار را با قراردادن یک صفحه مشبک در جلوی بادزن و کاستن از سرعت هوای ورودی انجام

داد. قسمت عمده فشار حاصل از سرعت در اثر تلاطم تلف می‌شود. لذا تنها از فشار استاتیک

بادزن می‌توان برای ایجاد جریان هوا در سیستم تهویه استفاده کرد. بنابراین پارامترهای اساسی در

یک بادزن عبارت خواهند بود از:

$$\dot{V} = \text{ظرفیت بادزن بر حسب } \text{m}^3/\text{s}$$

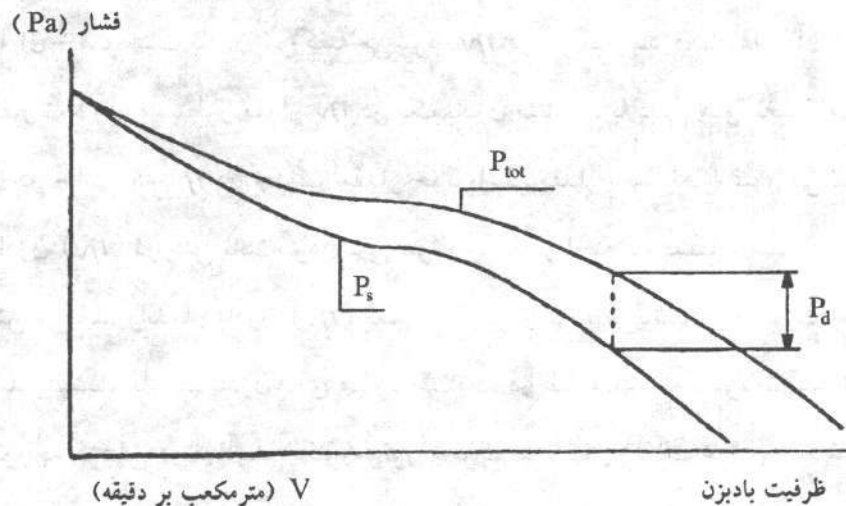
$$P_s \text{ یا } \Delta P_s = \text{اختلاف فشار استاتیک یا فشار استاتیکی بر حسب } P_a$$

$$N_{\text{m}} = \text{قدرت موتور محرک بر حسب } \text{kw}$$

باید توجه داشت که ظرفیت بادزن با تغییر اختلاف فشار (ΔP_s) یا (ΔP_{tot}) تغییر می‌کند. نسبتی

که بین ظرفیت بادزن و اختلاف فشار پدید آمده در بادزن، در شکل شماره ۲۳ مشاهده می‌گردد،

خصوصیت بادزن نامیده می‌شود.



شکل ۲۳- منحنی خصوصیات بادزن

محاسبه خصوصیت بادزن به صورت تجربی انجام می‌گیرد. هر نوع بادزن دارای خصوصیات ویژه خود می‌باشد. لیکن بیشترین اختلاف فشار را هنگامی خواهیم داشت که دارای کمترین ظرفیت برای بادزن باشیم، چرا که ظرفیت بادزن همواره از خصوصیت آن پیروی می‌کند. این نکته در هنگام انتخاب یک بادزن که خصوصیت آن را داشته باشیم، بسیار اهمیت دارد. خصوصیت بادزن توسط کارخانه سازنده در جداول یا منحنی‌های خاصی شبیه منحنی شکل شماره ۲۳ مشخص می‌گردد. خصوصیت یک بادزن، با سرعت چرخش و قطر پروانه‌های آن تغییر می‌کند. هم دبی هوا و هم اختلاف فشار، اغلب با افزایش قطر پروانه‌های بادزن و یا افزایش سرعت چرخش آن، افزوده می‌گردد. قدرت یا انرژی مورد نیاز جهت حرکت بادزن بستگی شدیدی به دبی هوا و افزایش فشار در بادزن دارد. افزایش انرژی جریان هوا در اثر عبور از بادزن از طریق فرمول زیر محاسبه می‌گردد.

$$N_{th} = \dot{V} \times \Delta P_{tot} \quad (w)$$

البته N_{th} در این حالت، میزان تئوریک افزایش انرژی است و قدرت بادزن در این حالت ناشی از انرژی هوا ($\dot{V}$) در فشار P_{tot} می‌باشد. باید توجه داشت که در بادزن همواره تلفات انرژی وجود دارد و بر این اساس، میزان انرژی مورد نیاز برای به حرکت درآوردن بادزن از فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$N_a = \frac{N_{th}}{\eta_v} = \frac{\dot{V} \times \Delta P_{tot}}{\eta_v} \quad (w)$$

در فرمول بالا N_a قدرت روی شافت یا محور بادزن نامیده می‌شود. η_v نیز راندمان بادزن نام

دارد که به آن خصوصیت بادزن نیز گفته می‌شود. η_v در هر نوع بادزن با مقدار آن در سایر انواع بادزن‌ها تفاوت دارد. همینطور مقدار η_v در یک بادزن متناسب با دبی هوا تغییر می‌کند. در هر نوع بادزن در حالتی که η_v در حداکثر مقدار خود باشد، مقدار معینی هوا عبور می‌کند. با افزایش راندمان بادزن (η_v) در عین ثابت بودن دبی هوا و یا مقدار اختلاف فشار، میزان انرژی مصرف شده کاهش می‌یابد. راندمان بادزن (η_v) معمولاً کمتر از ۷۵٪ می‌باشد و به ندرت امکان دارد که از این مقدار بیشتر باشد. بادزن‌های مورد استفاده در انبارهای محصولات کشاورزی توسط الکتروموتور به گردش در می‌آیند. الکتروموتور محرک نیز دارای تلفات انرژی می‌باشد. به همین دلیل لازم است که قدرت موتور الکتریکی بیش از قدرت مورد نیاز بر روی شافت بادزن در نظر گرفته شود. قدرت الکتروموتور را می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$N_m = \frac{Na}{\eta_m} = \frac{\dot{V} \times \Delta P_{tot}}{\eta_m \times \eta_v} = \frac{\dot{V} \times \Delta P_{tot}}{\eta}$$

N_m عبارت از مقدار انرژی مصرف شده توسط موتور برقی و η_m راندمان موتور است. راندمان کل یا راندمان مجموعه بادزن و موتور (η) از طریق محاسبه انرژی واقعی مصرف شدنی جهت هوادهی محاسبه می‌شود و ظرفیت بادزن و میزان تلفات سیستم هوادهی را نشان می‌دهد. راندمان موتور برقی (η_m) معمولاً کمتر از ۸۰٪ است و به ندرت از این مقدار تجاوز می‌کند. اما میزان آن به ویژه در بارهای کم از ۸۰٪ پایین‌تر خواهد بود. بنابراین، راندمان کل (η) معمولاً در حد ۳۰٪ بوده و به ندرت تا حد ۶۰٪ می‌رسد. اگر مقادیر V ، ΔP_{tot} و N_m برای یک بادزن مشخص باشد، می‌توان راندمان کل را بر اساس رابطه زیر محاسبه کرد:

$$\eta = \frac{\dot{V} \times \Delta P_{tot}}{N_m}$$

انرژی مصرف شدنی توسط موتور گرداننده بادزن به طور قابل ملاحظه‌ای بیش از انرژی لازم جهت ایجاد جریان هوا می‌باشد و این انرژی مازاد بر اثر اصطکاک در بادزن و موتور به حرارت تبدیل می‌گردد. به همین خاطر درجه حرارت هوای عبور کرده از بادزن بالاتر از درجه حرارت هوای مکیده شده می‌باشد. از این رو می‌توان از تفاوت N_{th} و N_m برای محاسبه گرمای افزوده شده به هوای عبوری از بادزن استفاده کرد. به دلیل وجود اصطکاک در کانالهای هوا و در میان توده محصول، مقداری از انرژی N_{th} نیز به حرارت تبدیل می‌گردد و چون بخشی از انرژی مصرف شده برای حرکت موتور به حرارت تبدیل می‌شود و این حرارت باعث بالا رفتن دمای هوای عبوری می‌گردد، در هنگام تعیین تعادل حرارتی

انبار باید این انرژی‌های مصرفی را که خود از عوامل تولید گرما در سطح انبار می‌باشند، در نظر گرفت.

بر این اساس می‌توان هزینه‌های مربوط به مصرف انرژی در مدت انبارداری و نیز ظرفیت سرمادهی مورد نیاز انبار را مستقیماً از روی مقدار انرژی مصرف شده محاسبه کرد. استفاده از سیستم مکانیکی با ظرفیت سرمادهی بالا بسیار گران تمام می‌شود، در حالی که سیستم خنک کردن با استفاده از هوای آزاد نیاز چندانی به وسایل و تجهیزات گران قیمت ندارد. هر قدر که دمای هوا بیشتر شود، رطوبت نسبی آن کاهش می‌یابد و این مسأله به ویژه در لایه‌های زیرین محصولات باعث کاهش بیشتر وزن محصول در اثر تهویه می‌گردد. افزایش درجه حرارت رابطه مستقیم با اختلاف فشار (ΔP_{tot}) و رابطه معکوس با راندمان کل (η) دارد. به همین دلیل در هنگام انتخاب بادزن باید به راندمان آن توجه کرد. در عین حال باید سیستم را طوری طراحی کرد که دارای حداقل تلفات حرارتی باشد. به دلیل آنکه قسمت اعظم فشار دینامیکی بادزن تلف می‌شود، یک بادزن بزرگ عموماً انرژی کمتری صرف تأمین مقدار معینی هوا با فشار استاتیکی مشخص می‌کند. در عین حال خرید و نصب بادزن بزرگ هزینه زیادی را در بر دارد. بنابراین ظرفیت بادزن باید پاسخگوی کنترل مطلوب درجه حرارت و خشک کردن محصولات مرطوب باشد.

۲-۱۰- تلفات انرژی در سیستم تهویه

اختلاف فشار استاتیکی بادزن باید معادل تلفات انرژی در سیستم تهویه به ازای میزان جریان هوای عبوری مطلوب باشد. تلفات انرژی در سیستم تهویه بستگی زیادی به سرعت جریان هوا و یا دبی هوای سیستم دارد. اتلاف انرژی هم در داخل کانال و هم در توده محصول صورت می‌گیرد. تلفات انرژی در داخل کانال به دلیل وجود اصطکاک در دیواره کانال و بر اثر تغییر در سرعت و جهت جریان هوا ایجاد می‌گردد. این اتلاف انرژی را می‌توان از روی فرمول زیر محاسبه کرد:

$$E = \zeta \frac{\rho}{2} \times V^2$$

که در آن:

ζ = ضریب اصطکاک بدنه کانال می‌باشد.

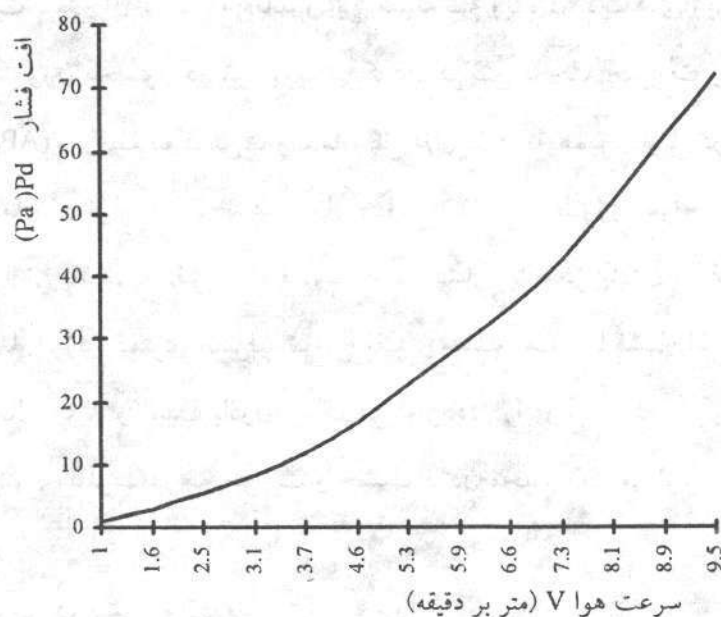


تعیین ضریب اصطکاک بدنه کانال به صورت تجربی صورت می‌گیرد و در گزارش‌های گوناگون علمی از جمله در نشریات زیر درج شده است:

VDI - Waermeatlas (1963)

Sprenger (1964)

معادله فوق به خوبی نشان می‌دهد که تلفات انرژی به سرعت و فشار دینامیک جریان هوا بستگی بسیار دارد.

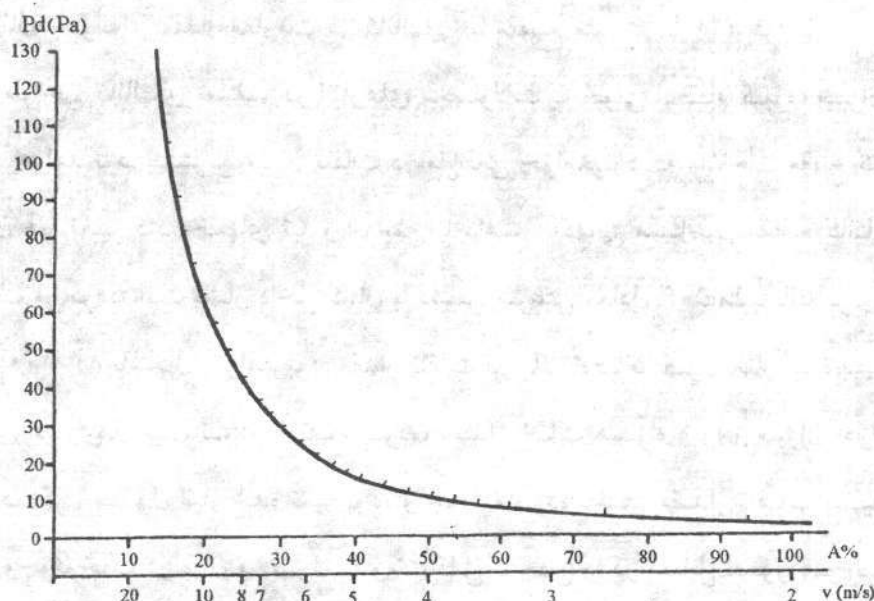


شکل ۲۴- منحنی فشار دینامیکی هوا

رابطه بین سرعت هوا و فشار دینامیک یا افت فشار در منحنی شماره ۲۴ نشان داده شده است. سرعت جریان هوا همچنین در تعیین ابعاد کانال موثر می‌باشد. مساحت مقطع کانال را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد.

$$A = \frac{\dot{V}}{V} \text{ (m}^2\text{)}$$

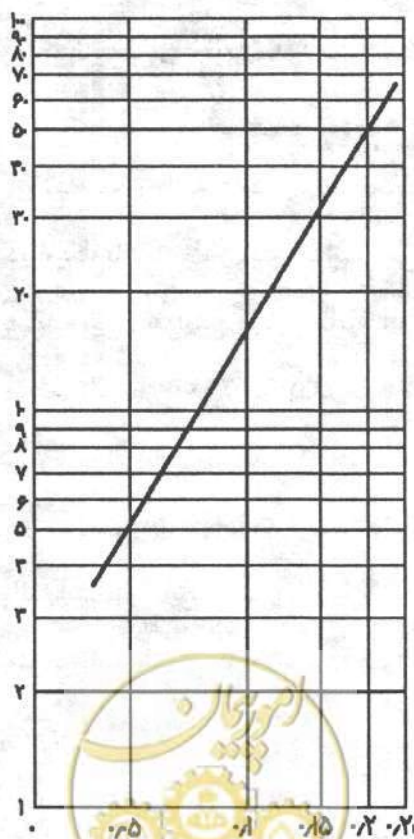
از این معادله مشخص می‌شود که هر چه سرعت جریان هوا بیشتر باشد ابعاد کانال کوچکتر شده و لذا ارزانتر می‌گردد. از طرف دیگر همان‌طور که در منحنی شماره ۲۴ مشاهده می‌شود مقدار تلفات با افزایش سرعت هوا افزایش می‌یابد. بطوریکه اگر سرعت هوا دو برابر گردد، مساحت مقطع کانال نصف می‌شود اما مقدار تلفات انرژی چهاربرابر می‌گردد. رابطه میان مقدار تلفات و مساحت مقطع کانال در شکل شماره ۲۵ نشان داده شده است.



شکل ۲۵- منحنی رابطه میان میزان تلفات و سطح مقطع کانال

در این نمودار، بر روی محور افقی مساحت مقطع کانال و سرعت جریان هوا و بر روی محور قائم فشار دینامیک مشخص گردیده است. بر طبق نمودار مقدار $A = 10\%$ برای سطح مقطع کانال، منطبق بر سرعتی معادل ۲ متر بر ثانیه برای جریان هوا می‌باشد. همچنین مشاهده می‌شود که کاهش مساحت مقطع کانال از ۱۰۰٪ به ۳۵٪ با افزایش تدریجی و اندک فشار دینامیک همراه می‌باشد، و سرعت جریان هوا در این فاصله از ۲ به ۶ متر بر ثانیه افزایش یافته است. با کاهش بیشتر مساحت مقطع کانال، فشار دینامیک با سرعت زیادی افزایش می‌یابد. برای مثال اگر مساحت مقطع کانال از ۳۵٪ به ۲۵٪ کاهش یابد، میزان افزایش فشار دینامیک در این فاصله بسیار بیشتر از افزایش آن بر اثر کاهش مساحت مقطع کانال از ۱۰۰٪ به ۳۵٪ می‌باشد. در این فاصله، سرعت جریان هوا از ۶ متر بر ثانیه به ۸ متر بر ثانیه افزایش می‌یابد. اگر سرعت جریان هوا به ۱۰ m/s برسد، فشار دینامیک به ۳ برابر مقدار آن در سرعت ۶ m/s خواهد رسید. در این فاصله، مساحت مقطع کانال تنها از ۳۵٪ به ۲۰٪ کاهش یافته است. بر این اساس ارجح خواهد بود که سرعت جریان هوای عبوری از کانال بین ۵ تا ۶ متر بر ثانیه باشد. اگر سرعت هوا مشخص باشد، می‌توان با استفاده از معادله $\eta = \frac{\dot{V} \times \Delta P_{tot}}{N_m}$ میزان تلفات را محاسبه کرد. البته در صورتی که مقدار مقاومت (η) نیز مشخص باشد. مقدار مقاومت در یک کانال مستقیم بستگی به طول کانال، زبری دیواره‌های کانال، اندازه و شکل مقطع کانال دارد. مقطع گرد بهترین حالت برای کانال می‌باشد. در

مقایسه با کانال استوانه‌ای مقدار مقاومت در کانالهایی با مقطع مثلث تا ۴۰٪ افزایش می‌یابد. در مجموع اگر طراحی کانالهای مستقیم در انبارهای محصولات به خوبی انجام گیرد، میزان تلفات نسبتاً اندک خواهد بود. بیشترین میزان تلفات در مقاطعی خواهد بود که مساحت مقطع کانال و یا جهت جریان هوا تغییر کند. خمهای تیز و افزایش یا کاهش ناگهانی مساحت مقطع کانال باعث افزایش تلفات می‌گردد. افت فشار داخل کانال با داشتن سرعتی معادل ۵-۶ متر بر ثانیه برای جریان هوا حداکثر ۸۰-۱۰۰ پاسکال خواهد بود. مقدار تلفات در یک توده محصول انبار شده بستگی به سرعت هوای عبوری از میان توده، ارتفاع توده، مقدار خاک همراه هوا و میزان جوانه‌زدگی محصول دارد. اگر محصول انبار شده تمیز بوده و جوانه نزده باشد، مقدار تلفات بسیار اندک خواهد بود. وجود خاک در میان محصول مقاومت قابل توجهی را در مقابل عبور هوا به وجود می‌آورد. لذا باید از جمع کردن خاک محصول در نقاط مختلف به صورت کپه‌ای خودداری کرد. میزان تلفات ناشی از افت فشار در توده محصول به طرق تجربی تعیین می‌گردد. برای نمونه شکل شماره ۲۶ میزان افت فشار در یک توده تمیز و بدون جوانه سیب‌زمینی را نشان می‌دهد.



شکل ۲۶- منحنی میزان افت فشار به ازای یک متر ارتفاع سیب‌زمینی تمیز شده و بدون جوانه

چگال جریان هوا [زمان (S) × مساحت کف انبار (m^2) / حجم هوای عبوری (m^3)]

بر روی محور افقی نمودار فوق نشان داده شده است. میزان افت فشار به ازای لایه‌ای به عمق ۱ متر از سیبزمینی در صورتی که حجم مخصوص جریان هوا $0.1 m^3/m^2.s$ یا $360 m^3/m^2.h$ باشد، معادل $18 Pa/m^2$ خواهد بود و نیز در مقدار $0.27 m^3/m^2.s$ ($100 m^3/m^2.h$) از حجم مخصوص جریان هوا، میزان تلفات برابر $2/5 Pa/m^2$ خواهد بود. چگالی جریان هوا در انبار سیبزمینی به ندرت از $0.1 m^3/m^2.s$ یا $360 m^3/m^2.h$ تجاوز می‌کند. البته میزان تلفات در صورتی که توده سیبزمینی تا حد زیادی جوانه زده باشد و یا مقدار زیادی خاک به آن چسبیده باشد افزایش خواهد یافت. در صورتی که در انبار سیبزمینی از سیستم تهویه با هوای آزاد استفاده شود. میزان تلفات سیستم تهویه یعنی تلفات فشار در کانالها و در توده سیبزمینی به طور طبیعی بین ۱۰۰ تا ۱۶۰ پاسکال خواهد بود. در سیستم تهویه مکانیکی میزان تلفات بیشتر خواهد بود، چرا که در این سیستم در قسمت اوپراتور (خنک‌کننده سیستم تبخیرکننده) نیز تلفات خواهیم داشت. بنابراین میزان افت در سیستم مکانیکی سرمادهی در حدود ۲۵۰-۲۰۰ پاسکال خواهد بود.

۳-۱۰- محاسبه ظرفیت بادزن

ظرفیت بادزن تا حد زیادی به میزان خنک کردن و خشک کردن هوای انبار بستگی دارد و لذا نمی‌توان بادزن را به طور دلخواه برگزید. ظرفیت بادزن باید متناسب با میزان مورد نیاز خنک‌سازی یا خشک کردن محیط انبار در نظر گرفته شود. دبی هوای مورد نیاز در انبار محصولات کشاورزی با توجه به درجه حرارت مطلوب را می‌توان از معادله زیر بدست آورد:

$$V = \frac{Q}{3700 \times t} \quad (m^3/s)$$

که در آن:

Q = گرمای تولید شده در انبار بر حسب ژول بر روز (J/day)

t = مدت انجام عمل تهویه بر حسب ثانیه بر روز (S/day)

در رابطه بالا میزان افزایش دمای هوا در حدود $1/5^\circ C$ در نظر گرفته شده و نیز فرض شده است که نیمی از گرمای پراکنده شده در انبار، گرمای لازم برای تبخیر آب محصول (معادل گرمای نهان تبخیر) می‌باشد، لیکن این فرض هنگامی صحیح است که میزان رطوبت نسبی در حد مورد نظر و مشخص شده باشد. در صورتی که رطوبت نسبی هوا کاهش یابد، مقدار نسبی گرمای نهان

افزایش می‌یابد. بر این اساس درجه حرارت محیط و میزان سرمادهی مورد لزوم (جذب گرما) توسط جریان هوا نیز افزایش می‌یابد. اگر هوا خشک باشد، مدت زمان تهویه نیز کاهش خواهد یافت و یا با جریان هوای کمتری می‌توان عمل تهویه را انجام داد. چرا که در این حالت محصول آب خود را آسان‌تر پس می‌دهد و زودتر خشک می‌شود. در صورت افزایش رطوبت نسبی و درجه حرارت هوای عبوری از میان توده محصول، دبی هوای مورد نیاز بر اساس گرمای تولید شده در انبار و زمان مقدور برای تهویه و خنک کردن محاسبه خواهد شد. البته بادزن و موتوربرقی گرداننده آن نیز در تولید گرما سهیم می‌باشند و مقدار گرمای تولید شده توسط آنها بستگی به دبی هوای عبوری و مدت روشن بودن بادزن دارد. ظرفیت خنک سازی هوا با گرمای تولید شده فوق‌الذکر در انبار و کاهش می‌یابد. مقدار واقعی گرمای منتقل شونده به محیط انبار را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد:

$$\frac{Q^*}{t} = V \times 3700 - V \frac{\Delta P_{tot}}{\eta}$$

در معاله فوق، Q^* مجموع گرمای تولید شده بر اثر تنفس محصول و گرمای منتقل شده از طریق دیوارها، کف و سقف انبار می‌باشد. دبی هوا را می‌توان از طریق رابطه زیر بدست آورد:

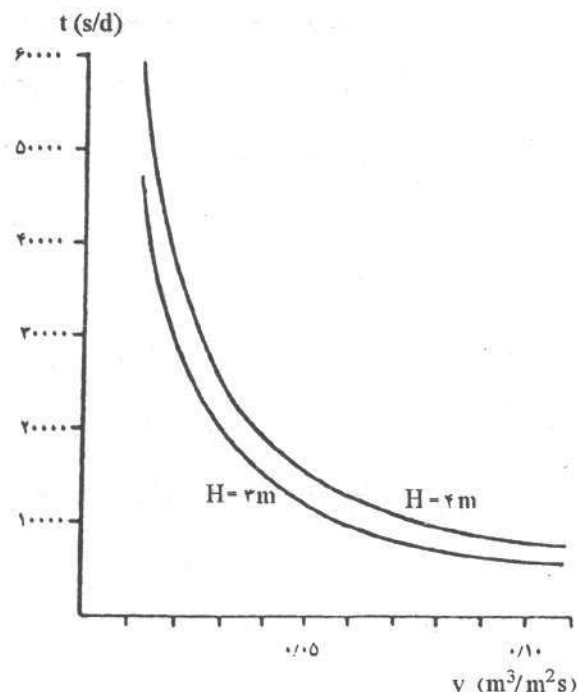
$$V = \frac{Q^*}{t(3700 - \Delta P_{tot} / \eta)} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

دبی هوا (V) با مدت تهویه انبار نسبت عکس دارد. به این معنا که هر چه دبی هوا بیشتر باشد، مدت تهویه را می‌توان کوتاه‌تر کرد. به عنوان مثال در منحنی شماره ۲۷ رابطه بین این دو عامل به ازای حرارت تولید شده (Q^*) معادل 1000 kJ برای هر تن از سیب‌زمینی در هر روز ($Q^*=1000 \text{ kJ/day.tonne}$) نشان داده شده است.

این نمودار نشان می‌دهد که مدت خنک کردن یا تهویه بستگی به دبی هوا دارد. با فرض مقادیر $\eta = 0.5$ و افت داخل کانال معادل $P_k = 100 \text{ Pa}$ و $Q = 1000 \text{ kJ/day.tonne}$ می‌توان رابطه میان مدت تهویه و دبی هوا را بدست آورد. میزان افت فشار هوا در توده سیب‌زمینی به ارتفاع ۳ و ۴ متر را می‌توان از روی نمودار شماره ۲۷ محاسبه کرد. افزایش میزان دبی هوا از $0.1 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{s}$ به $0.5 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{s}$ باعث کاهش مدت هوادهی از ۱۶ ساعت در روز به ۳ ساعت در روز برای توده‌ای از محصول به ارتفاع ۳ متر می‌گردد.

اگر دبی هوا برای تهویه در حد $0.1 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{s}$ باشد، مدت برابر ۱/۶ ساعت در روز نیز برای تهویه کافی خواهد بود.





شکل ۲۷- منحنی رابطه مدت زمان هوادهی و میزان جریان هوای عبوری

این مطلب بخوبی مشخص می‌کند که اگر از هوای آزاد برای تهویه استفاده شود، در نقاط مختلف جهان به مقادیر متفاوتی از دبی هوا برای خنک کردن محصول نیاز خواهد بود. این مسأله به نوع آب و هوای مناطق بستگی دارد. برای نمونه اگر دمای محیطی برای مدت ۱۱ تا ۱۲ ساعت در طی روز پایین‌تر از درجه حرارت مطلوب برای انبارداری باقی بماند جریان هوایی به میزان $0.15 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ (معادل $55 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$) برای نگهداشتن درجه حرارت محیط انبار در همان حد مطلوب کافی خواهد بود.

با کاهش شدت جریان هوا لزوماً باید زمان هوادهی را افزایش داد. در غیر اینصورت دمای محیط انبار و به تبع آن درجه حرارت محصول افزایش خواهد یافت. البته باید توجه داشت که سیستم تهویه تنها برای خنک کردن محیط به کار نمی‌رود، بلکه برای خشک کردن محصولات هم مورد استفاده قرار می‌گیرد. خشک کردن مشروط به آن است که تمام آبهای آزاد که در سطح محصول و نیز خاکهای چسبیده به آنها وجود دارند و نیز تمام رطوبت حاصل از جوانه‌زدن محصول، تبخیر شود. در هر حال خشک کردن مطلوب محصول کمک بسیاری به جلوگیری از انتشار بیماریها می‌کند. خشک کردن نیز مانند خنک کردن به دبی هوای عبوری از میان توده محصول بستگی دارد.

در مورد تهویه با هوای آزاد، هم در مورد خنک کردن و هم در مورد خشک کردن محصول

لازم است که جریان هوای زیادی با سرعت از میان توده محصول عبور کند، به طوری که جریان هوای عبوری باید آنقدر قوی باشد که نه تنها بتواند درجه حرارت را در حد مطلوب نگه دارد، بلکه بتواند رطوبت محصول‌ها را هم منتقل کند. در صورتی که بخشی از محصولات، در عین حال که درجه حرارت در حد مطلوب نگه داشته شده است شروع به فاسد شدن کند، رطوبت این محصولات فاسد نیز آلوده به عوامل و میکروارگانیسم‌های فاسدکننده خواهد بود. این رطوبت در صورت برخورد با محصول‌های سالم، آنها را نیز آلوده می‌کند و بدین ترتیب، آلودگی پخش می‌گردد. برای جلوگیری از پخش این آلودگی، باید رطوبت حاصل از محصولات فاسد را هر چه سریعتر از محیط انبار خارج کرد. در چنین حالتی مقدار هوای مورد نیاز بسیار بیشتر از مقدار هوایی است که تنها برای ثابت نگه داشتن درجه حرارت محیط در حد مطلوب به آن نیاز داریم. بروز این حالت بیشتر در نقاطی محتمل است که درجه حرارت محیط در مدت هوادهی پایین‌تر از حد مورد نیاز باشد. در چنین حالتی میزان خشک کردن محصول به عنوان یک عامل اساسی در تعیین دبی هوای عبوری مطرح می‌گردد. علاوه بر این با افزایش دبی هوا و یا کاهش مدت هوادهی، از میزان کاهش وزن محصول کاسته می‌گردد. با توجه به اینکه در سیستم هوادهی با هوای آزاد، بالا بودن ظرفیت بادزن تاثیر اندکی بر روی افزایش هزینه انبار دارد، کاهش هزینه نمی‌تواند دلیلی برای بکار بردن یک بادزن با ظرفیت پایین باشد. در انبارها اغلب از بادزنهای با ابعاد بزرگتر از میزان محاسبه شده استفاده می‌شود، تا علاوه بر ثابت نگه داشتن درجه حرارت محیط در حد مورد نیاز، با خارج کردن رطوبت احتمال انتشار بیماری نیز کاهش یابد. در سیستم سرمادهی به طریق مکانیکی، دوره زمانی عمل تهویه هیچگونه بستگی به درجه حرارت محیط ندارد و لذا تهویه می‌تواند به مدت طولانی انجام گیرد. به همین دلیل، در این سیستم دبی هوا می‌تواند تا حد نسبتاً زیادی کاهش یابد. دبی هوا یا ظرفیت بادزن به وسیله محاسبه ظرفیت سیستم سرمادهی نصب شده و اختلاف دمای مناسبی که از میان توده محصول عبور می‌کند به شرح زیر بدست می‌آید:

$$\dot{V} = \frac{Q}{\rho \cdot C_L \cdot \Delta T} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

که در آن:

Q = ظرفیت سرمادهی سیستم بکار رفته بر حسب J/s یا W

ρ = جرم مخصوص هوا بر حسب kg/m^3



C_L = گرمای ویژه هوا شامل گرمای حاصل از تبخیر بر حسب $J/kg.^{\circ}C$

ΔT = اختلاف دمای مناسب برای عبور هوا از میان توده محصول بر حسب $^{\circ}K$

برای $\Delta T = 1/5^{\circ} K$ و $\rho = 1/26 kg/m^3$ و $C_L = 2 kJ/kg.^{\circ}C$ ، دبی جریان هوا به شرح زیر محاسبه می‌گردد.

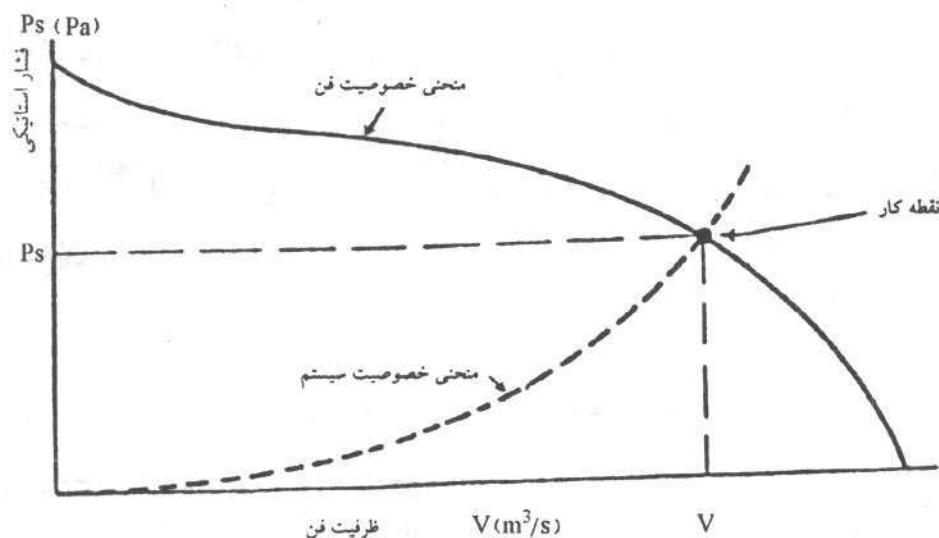
$$\dot{V} = \frac{Q}{3700} = 0.00027Q \text{ (m}^3/\text{s)}$$

بنابراین دبی هوا در سیستم‌های سرمادهی بستگی به تجهیزات بکار رفته دارد. در مقایسه با سیستم هوادهی با استفاده از هوای آزاد، سیستم مکانیکی سرمادهی تاثیر عمده‌ای بر افزایش هزینه انبار دارد. به همین دلیل سعی می‌شود که ظرفیت سرمادهی در این سیستم تا حد امکان کاهش یابد و نیز، از ظرفیت بادزن تاحدی که برای کنترل وضعیت انبار لازم است کاسته شود.

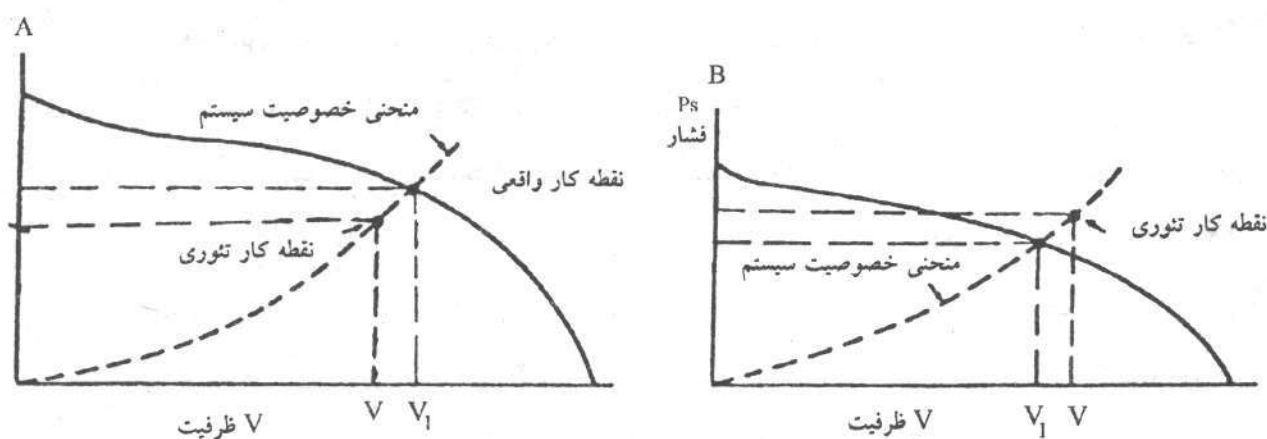
۴-۱۰- انتخاب بادزن

همانطور که بیان شد، هر بادزن دارای ویژگیهایی است که به شکل "منحنی مشخصه بادزن" نمایش داده می‌شود. این ویژگی میزان افزایش فشار هوا را در اثر عبور از بادزن بدست می‌دهد. هر سیستم تهویه نیز دارای یک ویژگی است که به شکل "منحنی مشخصه سیستم" منعکس می‌شود. این ویژگی میزان کاهش فشار هوا در اثر عبور از سیستم را نشان می‌دهد. در شکل شماره ۲۸ نقطه‌ای که در آن منحنی مشخصه بادزن و مشخصه سیستم با هم تلاقی می‌کنند، نقطه کار نامیده می‌شود. اگر فشار ایجاد شده توسط بادزن بیش از میزان افت فشار در سیستم تهویه باشد، حجم هوای ورودی بیش از حجم هوای خروجی خواهد شد و در نتیجه، بخشی از آن بلااستفاده خواهد ماند. برعکس اگر فشار ایجاد شده توسط بادزن کمتر از افت فشار در سیستم تهویه باشد، حجم ورودی کمتر از حجم هوای مورد نیاز تهویه انبار خواهد شد و بادزن قدرت تهویه محیط به میزان مطلوب را نخواهد داشت هر دو این حالات باعث کاهش راندمان هوادهی می‌گردد. شکل شماره ۲۹ قسمت‌های A و B بیانگر این مطلب می‌باشد.

هرگونه تغییر در منحنی مشخصه سیستم باعث تغییر حجم هوادهی توسط بادزن می‌گردد. میزان این تغییرات بستگی به شکل منحنی مشخصه بادزن دارد. مثلاً هر چه شیب منحنی مشخصه بادزن بیشتر باشد، میزان تغییر ظرفیت هوادهی بادزن به مراتب کمتر از میزان تغییر آن در منحنی‌های خوابیده می‌باشد. به عبارت دیگر مقدار $V-V_A$ به نسبت کمتر از میزان $V-V_B$ در شکل شماره ۲۹ می‌باشد.



شکل ۲۸- نقطه کار یک بادزن

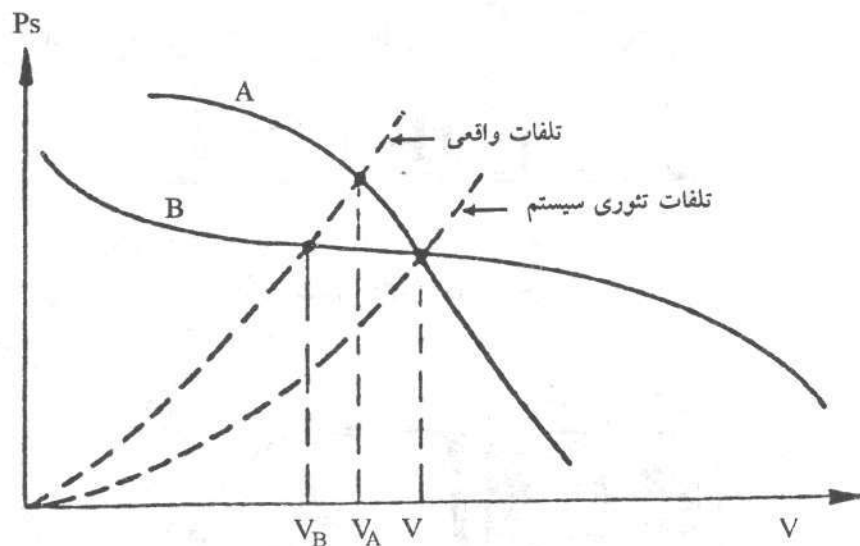


شکل ۲۹- تغییر محل نقطه کار بر اثر تغییر در اندازه بادزن

(A فن با ظرفیت بزرگ، B فن با ظرفیت کوچک)

این مسأله در انتخاب بادزن برای انبار محصولات اهمیت بسیاری دارد. محاسبه دقیق مقدار مقاومت در برابر هوای خروجی سیستم تهویه در انبار کار بسیار دشواری است. مقاومت توده محصول بستگی به درصد سیب‌زمینی‌های جوانه زده و نیز مقدار خاک و سایر زوائدی که به آنها چسبیده است، دارد. همچنین ممکن است که مقاومت محصول در برابر سیستم تهویه به خاطر نشست محصول در طی مدت انبارداری افزایش یابد. مقاومت در کانالها نیز، در صورتی که کانالها بد طراحی شده باشند، افزایش می‌یابد. به خاطر وجود تمام یا تعدادی از عوامل بالا، ممکن است

میزان واقعی مقاومت یا تلفات در سیستم بیش از میزان محاسبه شده باشد. اگر بادزن بر اساس حداقل دبی هوا انتخاب گردد و تلفات نیز در نظر گرفته شده باشند، ممکن است که در عمل ظرفیت بادزن پایین‌تر از حد لازم دیده شود. شکل شماره ۳۰ نشان می‌دهد که چگونه تفاوت در دبی محاسبه شده و واقعی جریان هوا به مشخصه‌های بادزن و سیستم بستگی دارد.



شکل ۳۰- تغییر محل نقطه کار بوسیله تغییر در میزان تلفات سیستم تهویه و تاثیر آن بر منحنی خصوصیت بادزن

بر اساس آنچه گفته شد، برای تهویه انبار باید ظرفیت بادزن را به گونه‌ای انتخاب کرد که نقطه برخورد منحنی مشخص سیستم در قسمت شیب‌دار منحنی مشخصه بادزن به آن برخورد کند، زیرا این امر باعث می‌گردد که اختلاف میان ظرفیت محاسبه شده بادزن و ظرفیت مورد نیاز برای هوادهی به حداقل ممکن برسد. این مسأله بخصوص در مورد انبارهایی که علاوه بر سیب‌زمینی برای انبار کردن سایر محصولات همچون پیاز نیز بکار می‌رود بسیار مهم است. ممکن است که مقدار مقاومت در برابر جریان هوا بیش از مقاومت محصول در برابر جریان هوا باشد.

۵-۱۰- انواع بادزن

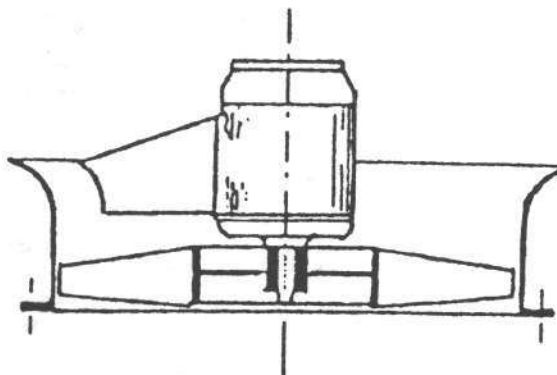
بطور معمول دو نوع بادزن به شرح زیر بیشتر از انواع دیگر بادزن‌ها در انبارهای محصولات استفاده می‌شود.



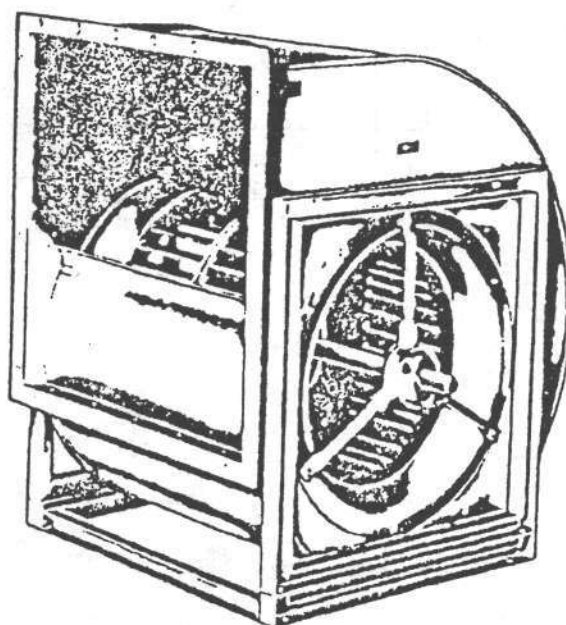
- بادزنهای محوری (Axial)

- بادزنهای گریز از مرکز (Centrifugal)

در بادزنهای محوری (شکل شماره ۳۱) هوا در امتداد شافت یا محور بادزن حرکت می‌کند.



شکل ۳۱- بادزن محوری



شکل ۳۲- فن گریز از مرکز

در بادزنهای گریز از مرکز (شکل شماره ۳۲) هوا به صورت شعاعی (در جهت عمود بر محور بادزن) حرکت می‌کند. بادزنهای محوری برای انتقال حجم زیادی از هوا با فشار نسبتاً پایین مناسب هستند. در صورتی که بادزنهای گریز از مرکز قادر به تولید جریان هوا با فشار بالا می‌باشند. بادزنهای محوری معمولاً دارای راندمان بالاتری نسبت به بادزنهای گریز از مرکز و نتیجتاً مصرف انرژی کمتر می‌باشند. از آنجا که افت فشار در سیستم‌های تهویه انبارهای

محصولات کشاورزی نسبتاً پایین است، در نتیجه از بادزنهای محوری برای انبار استفاده می‌شود. شدت صدای بادزن نیز یکی از عوامل تعیین‌کننده می‌باشد و سر و صدای بادزن معمولاً بستگی به ظرفیت و فشار آن دارد. فشار و ظرفیت بالا در بادزن موجب سر و صدای زیادتری می‌گردد. گوش انسان نسبت به صداهایی با دامنه بالا (دارای فرکانس زیاد) حساس‌تر است. فرکانس صدای بادزن بستگی به سرعت گردش آن دارد. بنابراین ترجیح داده می‌شود که در انبارها از بادزنهایی با سرعت بیش از ۱۴۵۰ دور در دقیقه یا ۲۴ دور در ثانیه استفاده نشود. البته اگر انبار آجری باشد، مسایل خاصی را باید در نظر گرفت. مثلاً باید بتوان از مواد عایق صوت (آکوستیک) استفاده کرد و این مسأله را باید در هنگام طراحی و نصب مورد توجه قرار داد.





omoorepeyman.ir

فصل یازدهم - تعیین سیال مبرد

به طور کلی مبرد ماده‌ای است که در اثر تغییر شکل فیزیکی، ایجاد سرما می‌کند. ماده‌ای که به عنوان مبرد در صنعت سرماسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد باید دارای خاص زیر باشد:

- ۱- دارای قابلیت تولید حداکثر سرما باشد.
 - ۲- دارای فشار کندانسور قابل قبول باشد.
 - ۳- دارای فشار اوپراتور قابل قبول باشد.
 - ۴- خاصیت آن از نظر شیمیایی پایدار باشد.
 - ۵- روی فلزات آثار سوء نگذارد.
 - ۶- روی روغن بی‌اثر باشد.
 - ۷- دمای بحرانی آن کاملاً بالای دمای کندانسور باشد.
 - ۸- سمی نبوده و اثر بدی روی اعضاء بدن نگذارد.
 - ۹- قابل اشتعال نباشد.
 - ۱۰- به ارزانی قابل تهیه باشد.
 - ۱۱- بتوان نشأت آن از سیستم تبرید را با وسایل عادی به آسانی تشخیص داد.
 - ۱۲- حداقل قدرت برای فشردن آن بکار رود.
 - ۱۳- نقطه انجماد آن کاملاً پایین‌تر از دمای اوپراتور باشد.
- مبردهایی که در حال حاضر در صنعت سرماسازی بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. عبارت هستند از آمونیاک، فریون ۱۱، فریون ۱۲ و فریون ۲۲ که جهت آشنایی با خواص آنها، مشخصات هر یک به صورت فشرده در زیر توضیح داده می‌شود.

الف) آمونیاک (R-717)

آمونیاک ماده مبردی است که به صورت فراوان در صنعت سرماسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ماده از ترکیب شیمیایی نیترورژن (ازت) با هیدروژن حاصل از آب بدست می‌آید. آمونیاک چه در حالت مایع و چه در حالت گاز، بی‌رنگ است. از گازهای محرک قوی شناخته می‌شود و در دمای ۲ درجه سانتیگراد و فشار اتمسفر می‌جوشد. اما نکته قابل توجه آن است که

این ماده در هر سیکل کار $2/65$ برابر انیدریدسولفور و یا $1/77$ برابر کلرورمیتیل و $1/69$ برابر فریون ۱۲ تولید سرما می‌کند. فشار کندانسور این ماده بسیار زیاد است (در 30° درجه سانتیگراد برابر با ۱۱ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع یا $1/07$ مگاپاسکال)، و در نتیجه باید دستگاه‌ها را طوری طراحی کرد که تحمل این فشار را داشته باشند. آمونیاک در حالت خشک (بدون رطوبت) بر روی مس و آلیاژهای مس اثر می‌گذارد، اما اثری بر روی فلزات دیگر ندارد. کمپرسورهای آمونیاک باید مجهز به بدنه (پوسته) دو جداره برای عبور آب خنک‌کننده باشند تا دمای گاز خروجی کمتر شود. از نظر مشخصات شیمیایی آمونیاک سمی و تحریک‌کننده پوست است. این موضوع از نقاط ضعف آن به حساب می‌آید. تماس آمونیاک با بدن موجب سوختگی محل تماس می‌شود. شدت سوختگی بستگی به غلظت این ماده و مدت تماس، خصوصاً روی اعضای مرطوب بدن مانند دهان و زبان دارد.

- مزایای آمونیاک

- ۱- با روغن و مواد روغنی مخلوط نمی‌شود. زیرا چگالی روغن خیلی بیشتر از چگالی آمونیاک است و به همین علت به سادگی می‌توان روغن را از آمونیاک جدا کرد.
- ۲- در ظرفیتهای مساوی، کمپرسور آمونیاکی فشرده‌تر از کمپرسورهای فریونی هستند.
- ۳- ضریب گرمایی آمونیاک به اندازه‌ای است که یک کیلوگرم آمونیاک در حدود 300 کیلوکالری (1250 کیلوژول) سرما تولید می‌کند و به طور کلی، قدرت تولید سرمای آن از گاز فریون بیشتر است.
- ۴- اگر آمونیاک نشت کند، به راحتی از طریق شامه (بویایی) قابل تشخیص است.
- ۵- به لایه محافظ کره زمین در برابر پرتوهای زیان‌آور (لایه اوزون) آسیبی وارد نمی‌کند.

معایب آمونیاک

- ۱- گازی سمی است و در صورت وجود آن در هوا به میزان تقریبی ۲ درصد، ایجاد مسمومیت می‌کند.
- ۲- قابل اشتعال و انفجار است و مخلوط ۱۶٪ تا ۲۵٪ آمونیاک با هوا منفجر می‌شود.
- ۳- مس و آلیاژهای مس را در خود حل می‌کند.



ب) فریون ۱۱ (R-11)

فریون ۱۱ دارای فرمول شیمیایی CCL_3F است. چگالی آن نسبت به هوا ۴/۸۵ در فشار اتمسفر می‌باشد، یعنی تقریباً ۵ برابر از هوا سنگین‌تر است. دمای جوشش آن در فشار اتمسفر تقریباً برابر ۲۴ درجه سانتیگراد است و به این علت، برای تولید دمای تبرید باید در خلاء عمل کند. این ماده به آسانی با روغن ترکیب می‌شود و از آن می‌توان در کمپرسورهای گریز از مرکز به صورت رضایت‌بخش استفاده کرد.

- مزایای فریون ۱۱

- ۱- سمی نیست.
- ۲- قابل اشتعال نیست.
- ۳- هیچ فلزی را در خود حل نمی‌کند.
- ۴- قابل انفجار نیست.
- ۵- بر روی عناصر دیگر اثر کمی دارد.

- معایب فریون ۱۱

- ۱- با روغن مخلوط می‌شود و تشکیل امولسیون می‌دهد. چون چگالی فریون بیشتر از چگالی روغن است.
- ۲- گران است.
- ۳- در مقابل شعله به عناصر سمی تجزیه می‌شود.
- ۴- نشأت آن فقط توسط چراغهای هالوژنه مشخص می‌شود.
- ۵- به لایه اوزون آسیب وارد می‌کند.

ج- فریون ۱۲ (R-12)

فرمول شیمیایی فریون ۱۲، CCL_2F_2 است. این ماده متداول‌ترین ماده در دسته فریونهاست. فریون ۱۲ با هوا ترکیب می‌شود، گاز آن بدون رنگ است و در دمای تقریباً ۳۰- درجه سانتیگراد و فشار اتمسفر می‌جوشد. فشار تبخیر آن در ۱۵- درجه سانتیگراد، ۰/۸۳ کیلوگرم بر سانتیمترمربع (۸۱ کیلوپاسکال) است. فریون ۱۲ بر روی فلزات اثری ندارد، دمای بحرانی آن ۱۱۴ و نقطه

انجماد آن ۱۵۸- درجه سانتیگراد است. بنابراین هیچگونه محدودیتی برای کاربرد آن در اوپراتورها و کندانسورهای معمولی وجود ندارد. این عنصر برای کاربردهای ویژه (بیش از ۱۰۰ درجه سانتیگراد زیر صفر) نیز به کار می‌رود.

- مزایای فریون ۱۲

- ۱- سمی نیست.
- ۲- قابل اشتعال نیست.
- ۳- قابل انفجار نیست.
- ۴- هیچ فلزی را در خود حل نمی‌کند.
- ۵- در مناطق گرم (تا ۶۰ درجه سانتیگراد) کاربرد دارد.

- معایب فریون ۱۲

- ۱- با روغن ایجاد امولسیون می‌کند.
- ۲- شامه در مقابل آن حساس نیست و نشت آن فقط با مشعل هالید قابل تشخیص است.
- ۳- گران است.
- ۴- حجم زیادی نسبت به آمونیاک اشغال می‌کند.
- ۵- در شرایط کاری یکسان، نیاز به توان برقی بیشتری نسبت به آمونیاک دارد.
- ۶- به لایه اوزون آسیب می‌رساند.

(د) فریون ۲۲

فرمول شیمیایی این عنصر CHCl_2F_2 است و مشخصاتی نظیر آمونیاک دارد. ولی دارای حجم بیشتری به ازای هر تن سرمازایی نسبت به آمونیاک است. در دمای پایین‌تر حجم فریون ۲۲ کمتر از حجم آمونیاک و فشار کندانسور آن کمی بالاتر از فشار آمونیاک است. دمای خروجی گاز فریون ۲۲ از کمپرسور خیلی بالاتر از دمای خروجی آمونیاک است، به طوریکه در دمای پایین و ضریب تراکم بالا موجب بروز اشکالاتی مانند اشکالات روغن کاری کمپرسور آمونیاک در دمای زیاد نمی‌شود. دمای انجماد فریون ۲۲ برابر ۱۶۰- درجه سانتیگراد و سایر مشخصات آن از جمله سمی نبودن و غیرقابل اشتعال بودن مانند مشخصات سایر فریونهاست. بنابراین، گاز مزبور فاقد

معایب گاز آمونیاک در ارتباط با سمی بودن و اشکالات روغن‌کاری در دمای زیاد است. لیکن در مقایسه با آمونیاک، قیمت آن خیلی زیاد و نگهداری از آن نیز سخت‌تر است. در عین حال که این گاز نیز اثرات سوء بر لایه اوزون می‌گذارد.

در مجموع با توجه به معایب مبردهای مذکور، به ویژه این نکته که بر اساس مصوب کنفرانس لندن در ژوئن ۱۹۹۰ میلادی مقرر شده است که تا سال ۲۰۰۰ میلادی، کلیه مبردهای زیان‌بخش به لایه اوزون با مبردهای مناسب جایگزین گردد. منطقی به نظر می‌رسد که آمونیاک (NH_3) با کد R-717 را به عنوان ماده مبرد برای سیستم برودتی مورد نیاز انتخاب کنیم، و تجهیزات مورد نیاز را بر این اساس برگزینیم.

۱-۱۱- سایر تجهیزات مورد نیاز

در یک مدار برودتی به جز کمپرسور، کندانسور و اوپراتور، اجزاء اصلی دیگری مانند سپراتور، رسیور، پمپهای آمونیاکی، لوله‌ها، شیرآلات و کنترلرها نیز وجود دارد.

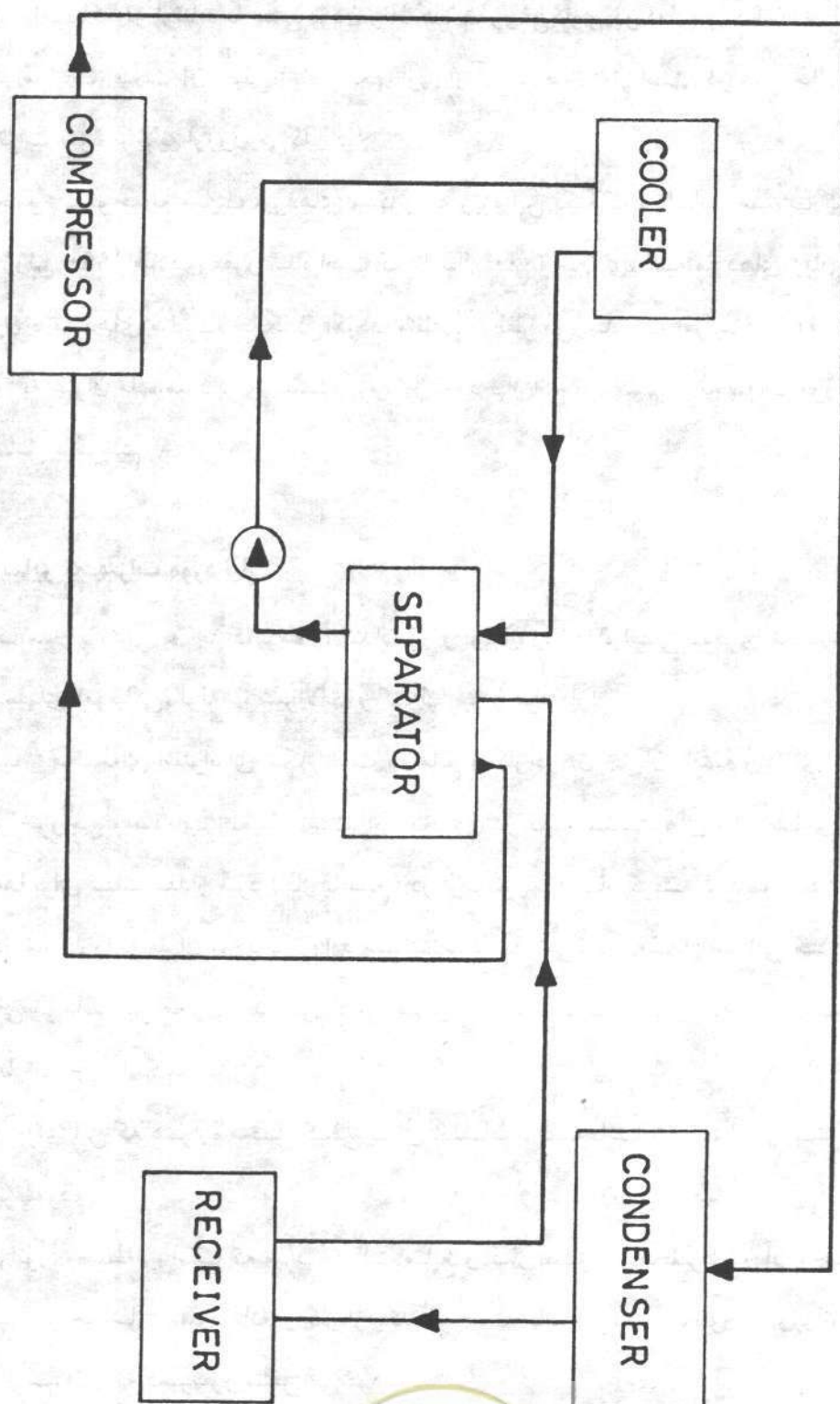
- رسیور: محفظه‌ای استوانه‌ای شکل است که مایع و گاز در آن جریان یافته و دارای شیرهای ورودی و خروجی و سوپاپ اطمینان است. این مخزن در کلیه سیستم‌های سرماسازی از قبیل سردخانه‌ها برای تنظیم مقدار مبرد (گاز یا مایع) در اوپراتور به کار گرفته شده و مبرد همیشه موجود در مخزن را به میزان مورد نیاز وارد سیستم سردکننده می‌کند. مقدار اضافی مبرد نیز در مخزن باقی می‌ماند. این مخزن باید بطور کامل عایق‌بندی شود، به نحوی که هیچگونه ارتباط حرارتی با خارج پیدا نکند.

ضمناً برای این که همواره محل کافی برای انبساط داشته باشد، نباید آن را بیش از ۸۰٪ ظرفیت پر نمود.

- سپراتور: محفظه‌ای است که مبرد بحالت مایع و گاز بصورت مخلوط در آن وجود دارد. وظیفه سپراتور جداسازی مبرد مایع و گاز از یکدیگر است. مایع مبرد از سپراتور به اوپراتور و گاز مبرد نیز از سپراتور به کمپرسور منتقل می‌شود.

- پمپ آمونیاکی: پمپی است که پس از سپراتور قرار گرفته و وظیفه آن انتقال مایع مبرد از سپراتور به اوپراتور می‌باشد. نمای شماتیک یک مدار آمونیاکی سیستم تبرید در شکل شماره ۳۳ نشان داده شده است.





شکل ۳۳- تصویر شماتیک یک مدار تبرید آمونیاکی



فصل دوازدهم - تامین گرما و رطوبت در انبارهای محصولات کشاورزی

- لزوم گرمایش در انبار

وجود تجهیزات گرمایش در انبارهای سیب‌زمینی و نیاز ضروری به نظر می‌رسد و دلایل عمده آن عبارت است از:

الف) ثابت نگهداشتن درجه حرارت انبار در دمای مناسب ذخیره‌سازی هنگامی که درجه حرارت محیط خارج انبار بسیار پایین بوده و امکان یخ‌زدگی محصول وجود داشته باشد، می‌باید به نحوی انرژی حرارتی به انبار داده شود.

ب) جلوگیری از ایجاد برخی ضایعات در محصول هنگام خروج محصول از انبار، به منظور جلوگیری از ضایعات ثانویه محصول، درجه حرارت آن را افزایش می‌دهند. به منظور ایجاد حرارت لازم برای بالا رفتن دما می‌توان از حرارت تولید شده در اثر تنفس محصول استفاده نمود ولی این حرارت کافی نبوده و نیاز به انرژی حرارتی بیشتری می‌باشد که باید از طریق گرمایش تامین شود. روشهای گرمایش انبارهای محصولات کشاورزی عبارتند از:

- گرمایش توسط هوای گرم خارج

- گرمایش توسط دستگاه‌های گرم‌کن

۱-۱۲- گرمایش توسط هوای گرم خارج انبار

راحت‌ترین و ارزان‌ترین روش گرم کردن محصول، استفاده از هوای گرم محیط است. از این روش می‌توان در زمانی که درجه حرارت محیط خارج ۴ الی ۵ درجه سانتیگراد بیش از دمای محصول داخل انبار باشد، استفاده کرد. مشابه حالت سرمایش، درجه حرارت لایه‌های تحتانی محصول به سرعت به دمای مورد نظر می‌رسند و لایه‌های فوقانی به تدریج گرم می‌شوند.

۲-۱۲- گرمایش توسط دستگاه‌های گرم‌کن

در فصل زمستان که هوای خارج انبار سرد است، نمی‌توان از آن در گرمایش انبار استفاده نمود و می‌باید از حرارت دهی مصنوعی استفاده کرد. در انبارهای سیب‌زمینی و پیاز، گرم‌کن‌های



الکتریکی و گرم‌کن‌هایی که نفت و گاز مصرف می‌کنند به کار گرفته می‌شوند. گرم‌کن‌های الکتریکی برای گرمایش انبار بسیار مناسب بوده و مقدار حرارت تولید شده توسط آنها قابل کنترل می‌باشد و هیچ گونه آلودگی در محیط ایجاد نمی‌کنند. ولی هزینه انرژی مصرفی آنها نسبتاً زیاد است. این گرم‌کن‌ها در راهروی هوادهی و در پایین دست بادزن‌ها کار گذاشته می‌شود و لذا در زمان گرمایش انبار جریان هوا ابتدا از روی گرم‌کن عبور کرده و دمای آن افزایش می‌یابد و سپس وارد کانالهای توزیع هوا می‌شود. برای صرفه‌جویی در میزان انرژی مصرفی، کل هوا یا حجم زیادی از آن چندین بار در انبار گردش می‌یابد. گرم‌کن‌هایی که حرارت مورد نیاز انبار را از احتراق نفت و گاز فراهم می‌آورند غالباً به گونه‌ای طراحی می‌شوند که محصولات ناشی از احتراق نظیر بخار آب و دی‌اکسیدکربن همراه با جریان هوا وارد انبار نشوند. با این وجود برای جلوگیری از کاهش میزان اکسیژن و افزایش دی‌اکسیدکربن داخل انبار می‌باید از مقدار زیادی هوای تازه استفاده شود.

۳-۱۲- نرخ گرمایش

ظرفیت گرم‌کن هوا را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد:

$$C_H = V \cdot C_A \cdot \rho \cdot \Delta T \text{ (kw)}$$

که در آن:

V = دبی حجمی جریان هوا بر حسب مترمکعب در ثانیه

C_A = ظرفیت گرمای ویژه هوا بر حسب کیلوژول بر کیلوگرم درجه کلوین که تقریباً برابر ۱ است.

ρ = جرم حجمی هوا بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب

ΔT = افزایش دمای هوا به علت عبور از گرم‌کن

با توجه به شرایط و امکانات مناطق ایجاد انبار، بهترین گزینه تجهیزات گرمایشی، استفاده از گرم‌کن‌های الکتریکی است.

۴-۱۲- تجهیزات رطوبت‌زنی در انبارها

فرآیند تهویه در انبارها، با تبخیر آب از محصول همراه است، و مقدار تبخیر که بستگی به اختلاف فشار بخار بین محصول و هوا دارد، با استفاده از مقادیر زیر محاسبه می‌شود:

الف) درجه حرارت محصول

ب) اختلاف درجه حرارت بین محصول و هوا

ج) رطوبت نسبی هوا

اگر اختلاف درجه حرارت بین محصول و هوا قابل ملاحظه باشد، رطوبت هوا تاثیر کمی بر اختلاف فشار جزئی بخار دارد. ولی اگر درجه حرارت محصول و هوا یکسان باشد، رطوبت نسبی تنها عامل موثر در محاسبه اختلاف فشار بخار است. اگر محصول و هوا در دمای یکسانی باشند، اختلاف فشار بخار، در رطوبت نسبی ۱۰۰٪ به صفر می‌رسد. با کم شدن رطوبت نسبی از میزان ۱۰۰٪، اختلاف فشار جزئی بخار و نیز میزان تبخیر افزایش می‌یابد. بطور مثال اگر رطوبت نسبی از ۹۹٪ به ۹۶٪ کاهش یابد، اختلاف فشار جزئی چهار برابر می‌شود و میزان تبخیر به همان نسبت افزایش می‌یابد. و از طرفی اگر مقداری رطوبت به هوای $RH = 96\%$ افزوده شود، بطوری که رطوبت نسبی آن به $RH = 99\%$ برسد، میزان تبخیر به نسبت یک چهارم تقلیل می‌یابد. هنگام تهویه محصول، لایه‌های پایینی که قبل از قسمت‌های دیگر با هوای خنک تماس می‌یابند، به سرعت سرد شده و به دمای هوا می‌رسند، و پس از آن مدت زمان نسبتاً زیادی طول می‌کشد که همه توده محصول به دمای مناسب برسند. در این مدت درجه حرارت لایه‌های پایین محصول برابر درجه حرارت هوا بوده و مقدار آب تبخیر شده از آنها، بستگی زیادی به رطوبت نسبی هوا دارد. میزان تبخیر آب از این لایه‌ها را می‌توان با استفاده از هوای اشباع (یا خیلی مرطوب) به حداقل رساند. هوای خارج انبار که به منظور هوادهی استفاده می‌شود، غالباً خشک است و می‌باید مرطوب شود. رطوبت‌زنی به هوا با افزودن بخار آب و یا تبخیر آب به هوا امکان‌پذیر است. در حالت اول به دلیل افزایش آنتالپی هوا، درجه حرارت آن افزایش کمی می‌یابد ولی در حالت دوم درجه حرارت هوا کاهش می‌یابد. اگر هوا با تبخیر آب (حالت دوم) به حالت اشباع برسد، دمای آن به درجه حرارت مرطوب می‌رسد و نتیجه این کاهش دما، افزایش ظرفیت سرمایش هوا خواهد بود. لذا در انبارها معمولاً رطوبت‌زنی با تبخیر آب انجام می‌شود. برای تسریع عمل تبخیر، هوا می‌باید با سطح زیادی از آب تماس پیدا کند، چون درجه تبخیر مستقیماً متناسب با سطح تماس آب با هوا است. افزایش سطح به دو صورت امکان‌پذیر است:

الف) اتمیزه کردن آب به قطرات بسیار ریز و کوچک

ب) تقسیم آب به لایه‌های بسیار نازک

روش اول در اتمایزرها و روش دوم در ستون‌های رطوبت‌زن استفاده می‌شود.

- اتمایزر آب

این دستگاه آب را به ذرات بسیار ریز تقسیم نموده و سطح تماس آب با هوا را دهها هزار برابر می‌کند. این ذرات به راحتی در داخل جریان هوا تبخیر می‌شوند. اتمایزر در راهروی هوادهی و پایین‌تر از بادزن قرار می‌گیرد، با توجه به اتمایزیهایی که دارای کنترل درصد رطوبت می‌باشند، می‌توان از آنها مستقیماً درون انبار در قسمت زیر سقف نیز استفاده کرد. اگر آب به میزان کافی تبخیر شود. هوا اشباع شده و قبل از ورود به توده محصول به دمای مرطوب می‌رسد. مقدار آب لازم برای اشباع هوا با توجه به درجه حرارت و رطوبت نسبی هوا محاسبه می‌شود. در صورتی که آب اتمیزه شده بیش از مقدار لازم برای اشباع هوا باشد، مابقی بصورت ذرات ریز همراه با هوا وارد انبار شده و موجب خیس شدن محصول و نهایتاً فاسد شدن آن می‌شود. بنابراین می‌باید در مدت زمان تهویه مقدار آب اتمیزه شده در هوا کنترل شود. اتمایزهای آب، تجهیزات نسبتاً ساده و با بازدهی بالا می‌باشند ولی نمی‌توان مقدار آب اتمیزه شده را بخوبی کنترل کرد.

- ستون‌های تبخیری

این دستگاه‌ها با تقسیم آب به لایه‌های نازک، سطح تماس آب با هوا را افزایش می‌دهند. عملکرد این دستگاه‌ها بدین ترتیب است که در یک محفظه تعداد زیادی المان نظیر استوانه که نسبت سطح به حجم‌شان زیاد است، قرار گرفته‌اند و در داخل آن آب در جریان است و سطح خارجی آنها خیس است. جریان هوا از روی این لایه‌ها عبور کرده و موجب تبخیر شدن مقداری از آب می‌شود و بدین ترتیب رطوبت نسبی هوا افزایش می‌یابد.



فصل سیزدهم - مبانی محاسبات سیستم هوادهی

در فصول گذشته مطالبی درباره نحوه نگهداری محصولات کشاورزی در انبار و شرایط انبارسازی این محصولات و نیز طرز عمل سیستم‌های خنک‌کننده بیان گردید. در این فصل نحوه محاسبه و طراحی سیستم هوادهی برای محصولات مختلف بیان می‌گردد.

اصولا عمل تهویه انبارهای سیب‌زمینی و پیاز به یکی از سه روش زیر انجام می‌گیرد:

(الف) تهویه و خنک‌سازی با استفاده از هوای تازه بیرون انبار (تهویه طبیعی)

(ب) تهویه و خنک‌سازی با استفاده از سیستم برودتی مکانیکی (تهویه مصنوعی)

(ج) تهویه و خنک‌سازی بصورت تلفیق هوای تازه خارج از انبار و سیستم برودتی

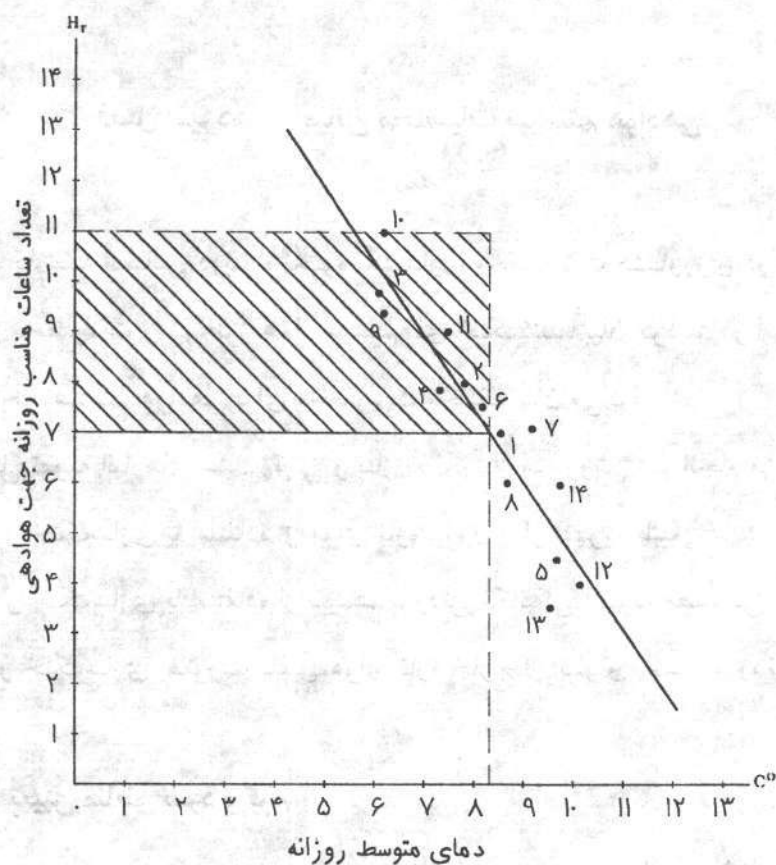
۱-۱۳- نحوه تعیین مناطق سرد و گرم

برای تعیین مناطق سرد و گرم، ابتدا بر اساس اطلاعات مندرج در منابع هواشناسی و با توجه به دوره انبارداری که از اواسط آبان ماه آغاز می‌شود و تا اواسط اردیبهشت ماه سال بعد ادامه می‌یابد، منحنی تغییرات درجه حرارت روزانه شهرهای مختلف رسم گردید. سپس بر اساس این منحنی‌ها، شهرها به سه دسته کلی تقسیم شدند.

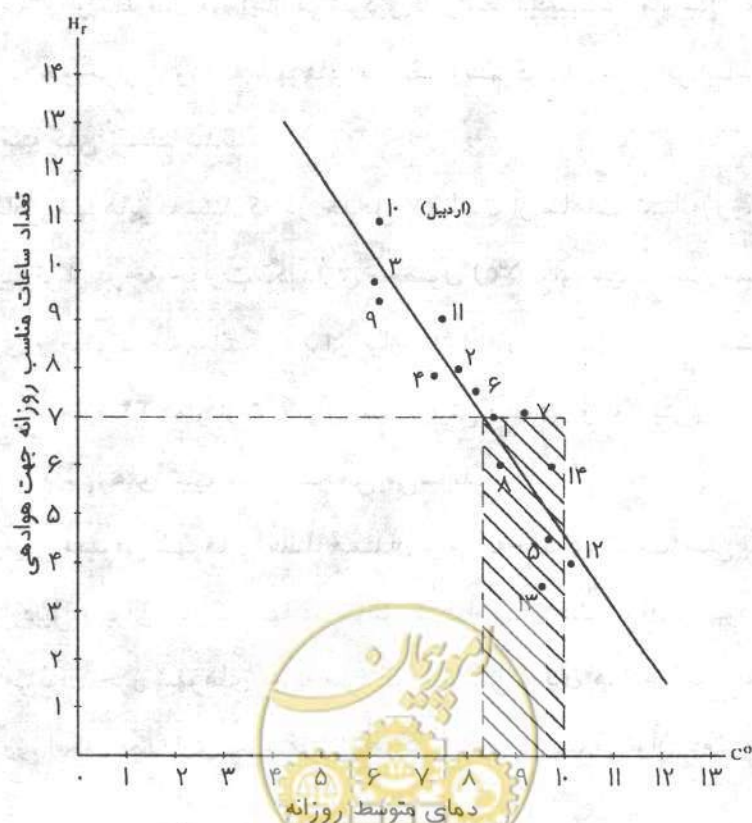
دسته اول شامل شهرهایی هستند که در حداقل ۷ ساعت از ساعات شبانه‌روز، درجه حرارت محیط بیرون پایین‌تر از درجه حرارت نگهداری محصول (5°C) برای سیب‌زمینی مصرفی، 3°C برای سیب‌زمینی بذری و صفر درجه سانتیگراد برای پیاز) باشد. به عبارت دیگر متوسط دمای روزانه آنها مطابق منحنی شماره ۳۴ کمتر از 8°C برای سیب‌زمینی مصرفی و 6°C برای سیب‌زمینی بذری است. این دسته بنام شهرهای تیپ سرد مشخص می‌شوند.

برای سیب‌زمینی مصرفی شهرهایی مانند همدان و میانه- برای سیب‌زمینی بذری شهرهایی مانند همدان و اردبیل و برای پیاز که تنها در مناطق سرد امکان کشت آن وجود دارد، شهرهایی مانند سراب را می‌توان جزو شهرهای دسته سرد که با داشتن امکان هوادهی در حداقل ۷ ساعت از مدت شبانه‌روز، امکان نگهداری با استفاده از هوای آزاد را دارند، می‌توان نام برد.





شکل ۳۴- منحنی رابطه متوسط دمای روزانه و ساعت روز در شهرهای مختلف

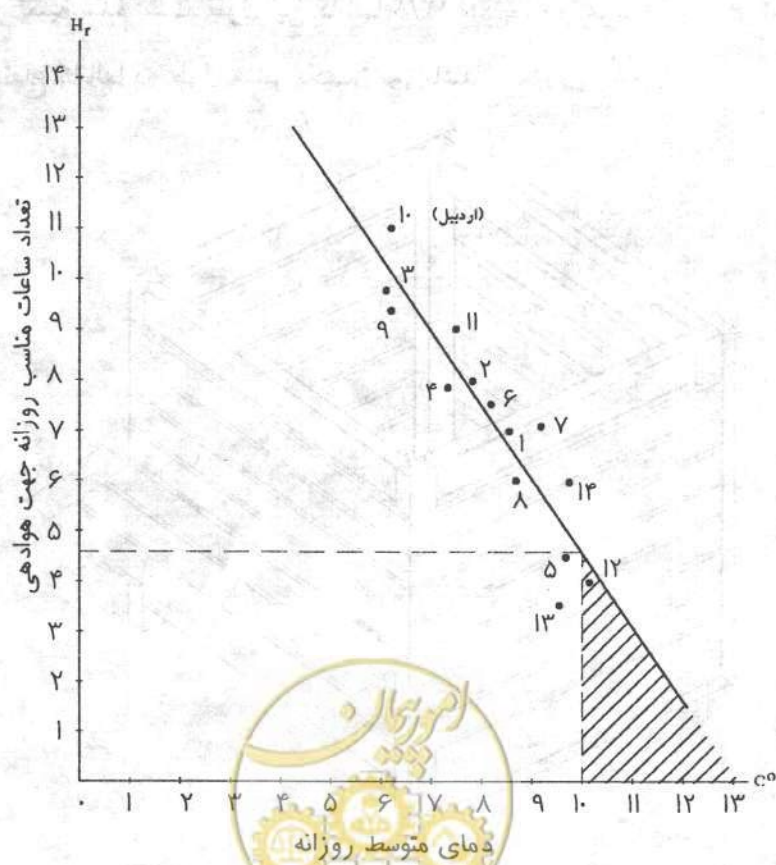


شکل ۳۵- منحنی رابطه متوسط دمای روزانه و ساعت روز در شهرهای مختلف

دسته دوم شامل شهرهایی است که مدت مطلوب برای انجام عمل هوادهی در آنها بین ۴/۵ تا ۷ ساعت در شبانه‌روز می‌باشد. به عبارت دیگر مطابق منحنی شماره ۳۵ متوسط دمای روزانه آنها برای سیب‌زمینی مصرفی بین 10°C و 8°C و برای سیب‌زمینی بذری بین 8°C و 6°C می‌باشد.

این دسته بنام شهرهای تیپ نیمه سرد مشخص می‌شوند. شهرهایی مانند ملایر و کرمان برای سیب‌زمینی مصرفی و مراغه و ابهر برای سیب‌زمینی بذری را می‌توان جزو این دسته از شهرها در نظر گرفت. لازم به ذکر است که نگهداری پیاز در این دسته از مناطق بدلیل عدم کشت مناسب، اقتصادی نمی‌باشد.

دسته سوم شامل شهرهایی است که در کمتر از ۴/۵ ساعت در طول شبانه‌روز درجه حرارت محیط بیرون مناسب برای انجام عمل هوادهی انبار می‌باشد. به عبارت دیگر مطابق منحنی شماره ۳۶ متوسط درجه حرارت آنها بالاتر از 10°C برای سیب‌زمینی مصرفی و بالاتر از 8°C برای سیب‌زمینی بندی می‌باشد. این دسته نیز بنام شهرهای تیپ گرم مشخص می‌شوند. شهرهایی مانند ورامین و قزوین برای سیب‌زمینی مصرفی و میانه و ملایر برای سیب‌زمینی بذری از جمله شهرهای این دسته می‌باشند.



شکل ۳۶- منحنی رابطه متوسط دمای روزانه و ساعت روز در شهرهای مختلف

در شهرهای دسته اول عمل هوادهی را می‌توان با استفاده از هوای آزاد محیط بیرون انجام داد. در مورد شهرهای دسته دوم نیز با افزایش ظرفیت بادزن می‌توان از هوای آزاد محیط بیرون برای تهویه استفاده کرد. لیکن در مورد شهرهای دسته سوم لازم است از سیستم‌های مکانیکی برای ایجاد برودت مورد نیاز استفاده کرد.

۱۳-۲- مشخصات سلولهای انبار

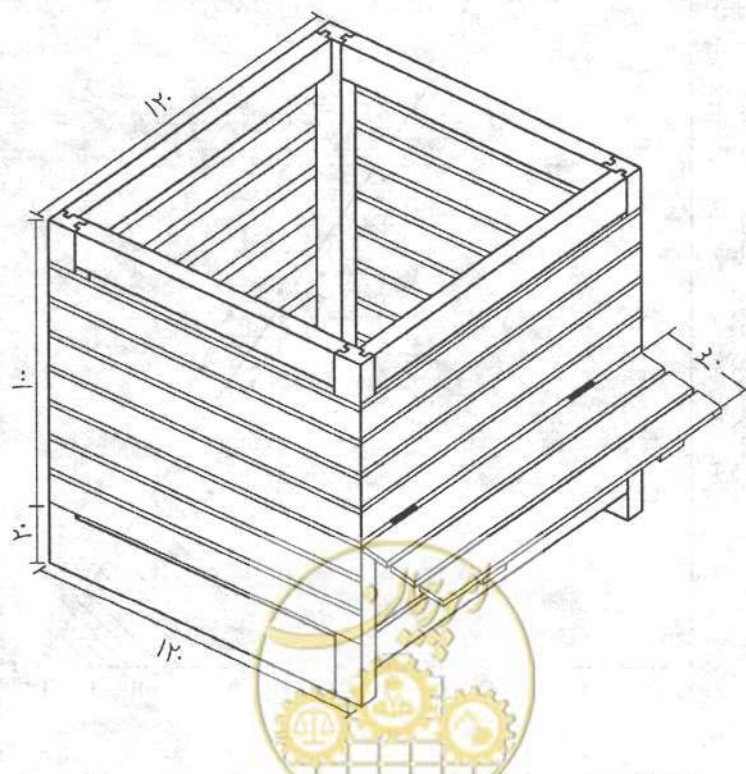
هر انبار سیب‌زمینی و پیاز از تعدادی سلول تشکیل می‌گردد که این سلولها در دو طرف یک راهرو قرار می‌گیرند. ابعاد هر سلول به این شرح می‌باشد:

طول هر سلول در حدود $17/5 \text{ m}$

عرض هر سلول در حدود $14/5 \text{ m}$

ارتفاع هر سلول در حدود $4/5 \text{ m}$

دیوارها و سقف هر سلول توسط عایق‌های حرارتی و کف هر سلول نیز توسط عایق‌های رطوبتی کاملاً پوشیده می‌شود. در کف هر سلول نیز دوازده کانال برای هوادهی محصولات از طریق کف انبار تعبیه شده است. طول این کانالها $13/8$ متر بوده و عرض آنها در تمام طول $0/5$ متر می‌باشد. ارتفاع کانالها در طول میسر یکسان نمی‌باشد.

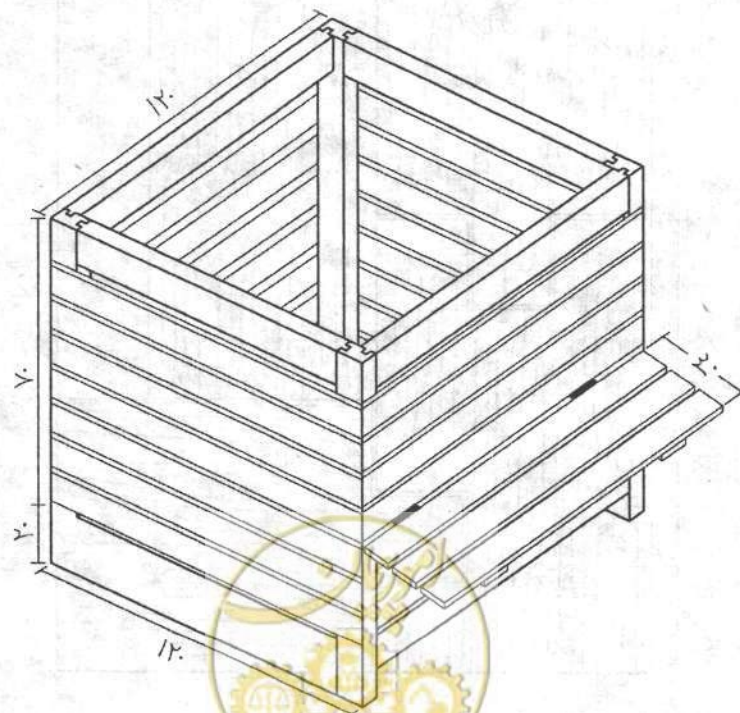


شکل ۳۷- تصویر یک جعبه همراه با دریچه تعبیه شده در جعبه برای تخلیه محصول

(تقریباً به همین مقیاس می‌باشد)

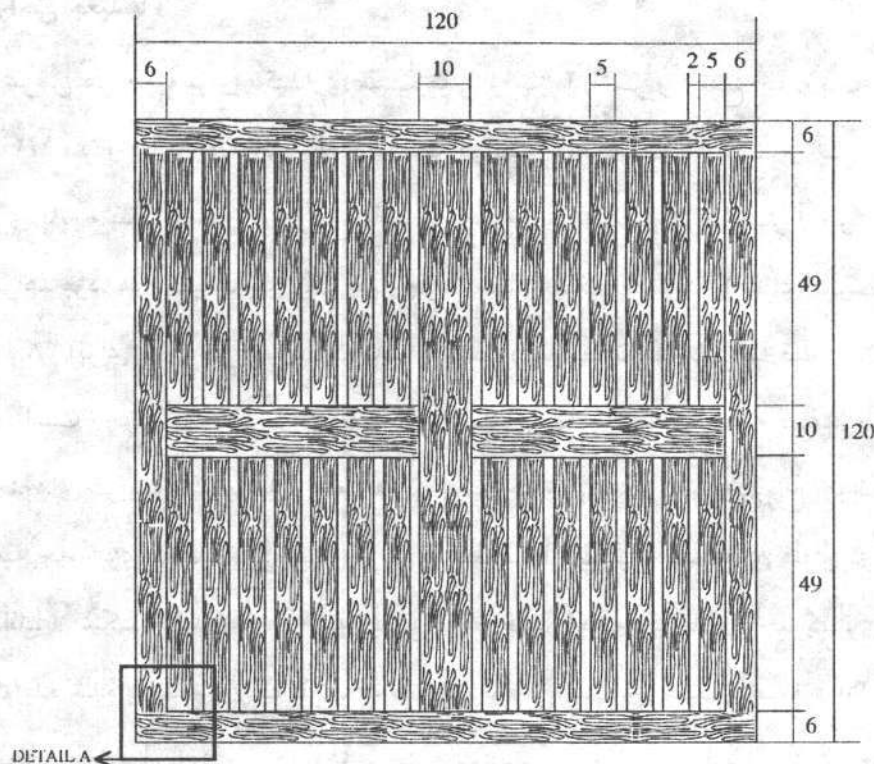
۳-۱۳- طراحی جعبه‌ها

طول و عرض هر جعبه برای نگهداری سیب‌زمینی و پیاز $1/2$ متر و ارتفاع جعبه برای نگهداری سیب‌زمینی $1/2$ متر و برای نگهداری پیاز $0/9$ متر در نظر گرفته شده است. از این ارتفاع ۲۰ سانتیمتر برای پایه منظور شده و لذا ارتفاع مفید هر جعبه برای سیب‌زمینی ۱ متر و برای پیاز ۷۰ سانتیمتر خواهد بود. هر جعبه دارای یک چهارچوب مطابق شکل شماره ۳۷ (برای سیب‌زمینی) و شکل شماره ۳۸ (برای پیاز) خواهد بود که بدنه و کف آن توسط تخته‌هایی با ضخامت مناسب پوشیده شده است (چوبها از جنس راش بوده، ضخامت چوبهای کوبیده شده به کف جعبه ۲cm می‌باشد. تخته‌های کوبیده شده به بدنه جعبه‌ها نیز یکپارچه می‌باشد تا از خروج جریان هوا از دیوارها جعبه جلوگیری نماید). این چهارچوب که قطعات آن بوسیله تسمه‌های فلزی به یکدیگر محکم شده‌اند، از شکسته شدن بدنه جعبه زیرین در اثر فشار جعبه‌های بالایی جلوگیری می‌کند. تخته‌های کوبیده شده به بدنه از یک طرف به صورت لولایی مطابق اشکال شماره ۳۷ و ۳۸ باز می‌شود تا تخلیه محصول از درون جعبه‌ها بر راحتی صورت گیرد. فاصله ۱۰ سانتیمتری تعبیه شده در زیر چهارچوب جعبه برای آن است که در هنگام حمل و نقل، لیفتراک بتواند تیغه‌های خود را در زیر جعبه قرار دهد. لیکن دو طرف از چهار چوب هر جعبه توسط تخته پوشیده می‌گردد. این امر علاوه بر کاهش هدر رفتن جریان هوا، باعث تقویت چهارچوب جعبه نیز می‌گردد.

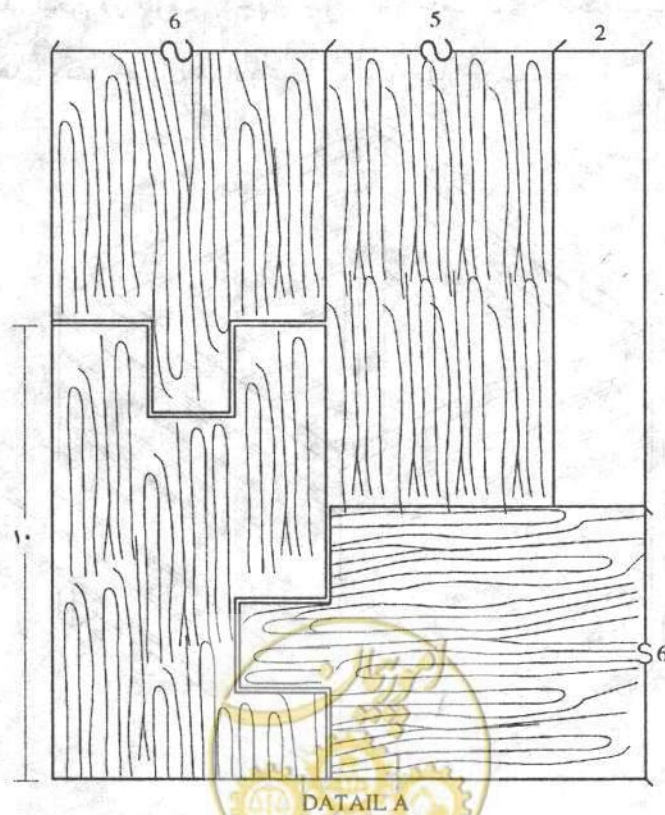


شکل ۳۸- تصویر یک جعبه همراه با درپچه تعبیه شده در جعبه برای تخلیه محصول

(ترسیم بدون مقیاس می‌باشد)



شکل ۳۹- پلان معکوس از نحوه اتصال تخته‌های کف به دیوارهای جعبه
(ترسیم بدون مقیاس می‌باشد)



شکل ۳۹- جزئیات اتصال تخته‌های بدنه و کف به چهارچوب جعبه
جزئیات A (ترسیم بدون مقیاس می‌باشد)

کف جعبه‌ها نیز از یک چهارچوب تشکیل شده که دو قطعه چوب با سطح مقطع $100 \times 100 \text{ mm}^2$ (چهارتراش) به صورت متقاطع و به شکل فاق و زبانه مطابق شکل شماره ۳۹ در وسط آن قرار می‌گیرند. سطح کف جعبه نیز از طرف داخل به وسیله تخته‌هایی به عرض ۵cm و به فاصله ۲cm از یکدیگر پوشیده می‌گردد.^۱ بنابراین مجموع فضای شکاف‌های بین تخته‌ها یا فضای عبوری برای جریان هوای کانال به داخل جعبه‌ها معادل 0.27 m^2 بازای هر جعبه می‌گردد. بدین صورت:

$$2 \times 14 = 28 \text{ cm}$$

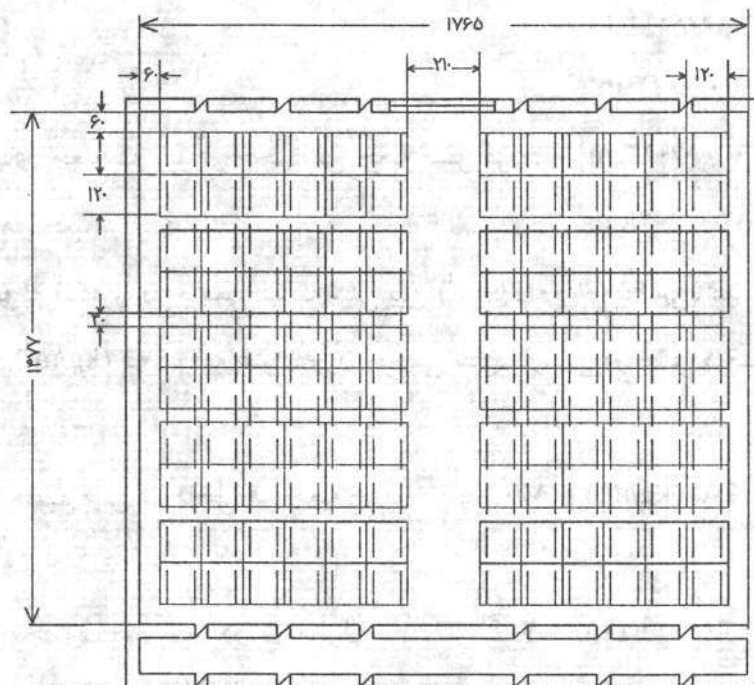
فضای عرضی هوادهی در زیر هر جعبه

$$49 \times 2 = 98 \text{ cm}$$

فضای طول هوادهی در زیر هر جعبه

$$98 \times 29 = 2842 \text{ (cm}^2\text{)} \approx 0.27 \text{ m}^2 \text{ جعبه}$$

کل فضای موجود جهت هوادهی به ازای هر جعبه



شکل ۴۰- نحوه آرایش جعبه‌ها در داخل هر سلول

(ترسیم بدون مقیاس می‌باشد)

۴-۱۳- آرایش جعبه‌های در انبار

پس از بررسی حالات گوناگون در نحوه آرایش جعبه‌ها، آرایشی مطابق شکل شماره ۴۰ مطلوب تشخیص داده شد. در این نحوه آرایش تعداد جعبه‌ها در هر سلول نگهداری سیبزمینی

۱- توصیه می‌شود که اتصال قطعات مختلف با پیچ انجام شود. پیچ‌ها از نوع استاندارد استفاده نشود.

۳۶۰ جعبه و در هر سلول نگهداری پیاز ۴۸۰ عدد خواهد بود. ظرفیت هر جعبه نیز از طریق زیر محاسبه می‌گردد.

الف) ظرفیت سلولهای نگهداری سیبزمینی

$$\text{سطح هر جعبه} \quad 1/2 \times 1/2 = 1/44 \text{ m}^2$$

بدلیل آنکه ارتفاع هر جعبه ۱۰۰ cm می‌باشد، اما در هنگام پر کردن ۸ cm از سر هر جعبه خالی نگه داشته می‌شود، لذا ارتفاع مفید هر جعبه معادل ۰/۹ m یا ۹۰ cm خواهد بود:

$$\text{حجم کلی هر جعبه} \quad 1/44 \times 0/9 = 1/296 \text{ m}^3$$

از سوی دیگر لازم است که حجم ستونهای چهارطرف جعبه از حجم کلی جعبه کسر گردد تا حجم مفید هر جعبه بدست آید:

$$0/06 \times 0/06 = 0/0036 \text{ m}^2$$

$$0/0036 \times 4 = 0/0144 \text{ m}^2$$

$$\text{حجم ستونهای جعبه که باید از حجم کلی جعبه کسر گردد.} \quad 0/0144 \times 0/9 = 0/013 \text{ m}^3$$

$$\text{حجم مفید هر جعبه} \quad 1/296 - 0/013 \approx 1/28 \text{ m}^3$$

حال با توجه به آنکه وزن حجمی سیبزمینی بین $(700-650 \text{ kg/m}^3)$ می‌باشد، می‌توان میانگین این مقدار یعنی (675 kg/m^3) را به عنوان وزن حجمی سیبزمینی در نظر گرفت. لذا خواهیم داشت:

$$\text{مقدار وزنی سیبزمینی در داخل هر جعبه} \quad 1/28 (\text{m}^3) \times 675 (\text{kg/m}^3) \approx 850 \text{ kg}$$

از آنجا خواهیم داشت:

$$\text{مقدار وزنی محصول انبار شده در هر سلول} \quad 850 \times 360 = 306000 (\text{kg}) \approx 306 \text{ تن}$$

ب) ظرفیت سلولهای نگهداری پیاز

$$\text{سطح کف هر جعبه} \quad 1/2 \times 1/2 = 1/44 \text{ m}^2$$

به دلیل آنکه ارتفاع مفید هر جعبه معادل ۷۰ cm می‌باشد، خواهیم داشت:

$$\text{حجم کلی هر جعبه} \quad 1/44 \times 0/7 = 1/008 \text{ m}^3$$

از سوی دیگر لازم است که حجم ستونهای چهارطرف جعبه از حجم کلی کاسته گردد تا حجم مفید هر جعبه بدست آید:

$$\text{سطح مقطع هر ستون} \quad 0/06 \times 0/06 = 0/0036 \text{ m}^2$$



سطح مقطع چهارستون $۰/۰۰۳۶ \times ۴ = ۰/۰۱۴۴ \text{ m}^2$

حجم هر چهارستون $۰/۰۱۴۴ \times ۰/۷ = ۰/۰۱۰۰۸ \text{ m}^3$

حجم مفید هر جعبه $۱/۰۰۸ \times ۰/۰۱۰۰۸ = ۰/۹۹ \text{ m}^3$

حال با توجه به آنکه وزن حجمی پیاز در حدود $۴۵۰ \text{ (kg/m}^3\text{)}$ می‌باشد، لذا خواهیم داشت:

مقدار وزنی پیاز در داخل هر جعبه $۰/۹۹ \times ۴۵۰ \approx ۴۴۰ \text{ (kg)}$

از آنجا خواهیم داشت:

مقدار وزنی محصول انبار شده در هر سلول $۴۴۰ \times ۴۸۰ = ۲۱۱۲۰۰ \text{ (kg)} \approx ۲۱۱ \text{ تن}$

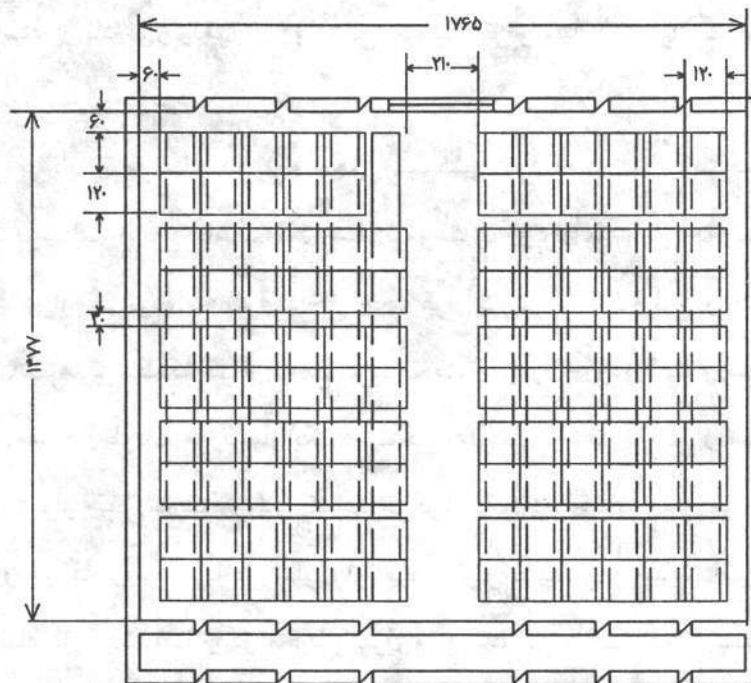
در زیر هر جعبه یک دریچه به ابعاد $۵۰ \times ۵۰ \text{ (cm}^2\text{)}$ قرار داده می‌شود تا هوا از طریق این

دریچه‌ها به داخل جعبه‌ها جریان یابد و در سایر قسمت‌ها سطح کانالهای کف سلولها می‌باید کاملاً

پوشیده گردد تا امکان حرکت لیفتراک در تمام سطح سلول وجود داشته باشد. فاصله بین دریچه‌ها

توسط بلوکهای سیمانی به ابعاد $۳۵ \times ۵۰ \text{ (cm}^2\text{)}$ و $۴۰ \times ۵۰ \text{ (cm}^2\text{)}$ به ضخامت ۱۰ (cm) پوشانده

می‌گردد.



شکل ۴۱- نحوه آرایش جعبه‌ها در هر سلول

(ترسیم بدون مقیاس می‌باشد)

لازم به ذکر است که محاسبه بارهای سرمایه‌گذاری بر مبنای ظرفیت ۳۰۶ تن یا ۳۶۰ جعبه برای

سیب‌زمینی و ۲۱۱ تن یا ۴۸۰ جعبه برای پیاز در هر سلول انجام گرفته است. لیکن در صورتیکه

حرکت لیفتراک برای جابجا کردن جعبه‌های جلوی درب ورودی سلول با دشواری انجام پذیرد، می‌توان ۲ ردیف از جعبه‌ها را مطابق شکل شماره ۴۱ حذف کرد. بدین ترتیب تعداد جعبه‌ها در هر سلول سیب‌زمینی به ۳۵۴ عدد کاهش خواهد یافت و ظرفیت هر سلول نیز از ۳۰۶ تن به ۳۰۰/۹ تن خواهد رسید. در مورد پیاز تعداد جعبه‌ها در هر سلول به ۴۷۲ عدد کاهش خواهد یافت و ظرفیت هر سلول نیز از ۲۱۱ تن به ۲۰۸ تن خواهد رسید.

۵-۱۳- نحوه استفاده از ترموستات‌ها و دستگاه رطوبت زن

با توجه به آنکه هوادهی از طریق کف سلول‌ها انجام می‌گیرد، لذا در هر ستون از جعبه‌ها، بالاترین جعبه گرمترین جعبه خواهد بود. بنابراین اگر بالاترین ردیف جعبه‌ها توسط ترموستات کنترل شود، می‌توان اطمینان داشت که تمام جعبه‌ها کنترل شده‌اند. از سوی دیگر با توجه به یکسان بودن شرایط نگهداری برای تمام جعبه‌ها در هر سلول، نیازی به کنترل تمام جعبه‌ها نمی‌باشد، منطقی‌ترین راه آن است که به ازای هر بادزن یک جعبه از دورترین ردیف جعبه‌ها نسبت به محل استقرار بادزن و راهروی هوادهی، توسط ترموستات کنترل گردد. یعنی در هر سلول تنها ۶ جعبه کنترل می‌گردد.

بر این اساس می‌باید ترموستات‌ها را به شکلی سیم‌کشی کرد که در بالای هر کدام از ۶ جعبه فوق‌الذکر یک ترموستات آویزان باشد. طول سیم ترموستات آویزان شده باید به اندازه‌ای باشد که ترموستات بتواند در وسط توده محصول داخل جعبه قرار گیرد. در هنگام نقل و انتقال این جعبه‌ها باید ابتدا ترموستات‌ها توسط کارگر از داخل توده محصول بیرون آورده شده و سپس جعبه‌ها را جابجا کرد. برای تامین رطوبت مورد نیاز یک دستگاه رطوبت زن در داخل راهروی وسط هر سلول و بر روی دیوار مقابل درب ورودی نصب می‌گردد. این دستگاه بر روی میزان رطوبت مورد نیاز تنظیم شده و هر گاه رطوبت داخل سلول از حد مطلوب پایین‌تر بیاید، این دستگاه بطور اتوماتیک بکار افتاده و ذرات آب را در محیط سلول می‌پاشد، این ذرات آب توسط بادزن مکیده شده و در محیط سلول سیرکوله می‌شود. پس از رسیدن میزان رطوبت هوای سلول به حد مطلوب، دستگاه به طور خودکار خاموش می‌گردد.



۶-۱۳- نحوه نظافت سلول‌ها

با وجود استفاده از سیستم خاک‌گیر در قسمت آمادگاه در آغاز هر دوره انبارداری، هنوز

مقداری خاک به محصولات چسبیده خواهد بود که این مقدار خاک در اثر جابجایی و انتقال جعبه‌ها به تدریج در کف سلولها و نیز از طریق دریچه‌های زیر جعبه‌ها در داخل راهروهای هوادهی خواهد ریخت. به همین خاطر در پایان هر دوره انبارداری پس از خروج محصولات از داخل سلولها لازم است که کف سلولها و داخل کانالهای هوادهی به خوبی تمیز شود. برای این کار ابتدا باید توسط جارو تمام کف سلول و داخل کانالها را تا حد امکان تمیز نمود، سپس با استفاده از شیرآب تعبیه شده در محیط سلول تمام سطح سلول و داخل کانالها را شست. آب حاصل از شستشو از طریق کانالهای کف و به دلیل شیبدار بودن آنها به سمت کانال اصلی هوادهی حرکت خواهد کرد. این کانال نیز از دوسو به سمت وسط اندکی شیبدار است، به همین خاطر آب در قسمت وسط این کانال جمع شده و از طریق یک لوله به خارج انبار منتقل می‌گردد. به دلیل جلوگیری از خروج هوا در طول دوره انبارداری و ورود احتمالی حیوانات موزی به داخل انبار لازم است که دهانه لوله دارای درپوش باشد. این درپوش تنها در هنگام شستشوی انبار برداشته خواهد شد.

۷-۱۳- محاسبه بار گرمایشی هر سلول

بار گرمایشی در سلولهای نگهداری محصولات کشاورزی عمدتاً ناشی از ۶ منبع می‌باشد. برای محاسبه ظرفیت هوادهی بادزن لازم است که تمام این بارهای گرمایشی محاسبه شوند: منابع این بارهای گرمایشی در انبار به ترتیب عبارتند از:

- ۱- بار گرمایشی ناشی از کاهش درجه حرارت محصول پس از برداشت تا حد مطلوب برای انبارداری
- ۲- بار گرمایشی ناشی از تنفس محصول
- ۳- بار گرمایشی ناشی از اختلاف درجه حرارت میان محیط بیرون و محیط انبار که از طریق دیوارها و سقف وارد انبار می‌شود.
- ۴- بار گرمایشی ناشی از کار الکتروموتور بادزن‌ها
- ۵- بار گرمایشی ناشی از کار ماشین‌آلات، سیستم‌روشنایی، رفت و آمد پرسنل و باز و بسته شدن درب سلول
- ۶- بار گرمایشی ناشی از تعویض هوا جهت خروج دی‌اکسید کربن حاصل از تنفس محصول و تامین اکسیژن مورد نیاز



هر یک از بارهای گرمایشی فوق‌الذکر به ترتیب زیر محاسبه می‌شود:

۱-۷-۱۳- بار گرمایشی محصول پس از برداشت

پس از برداشت به منظور خنک کردن محصول و رسانیدن دمای آن از حد موجود به دمای مناسب برای ذخیره‌سازی می‌باید مقداری از حرارت محصول گرفته شود (به میزان یک درجه سانتیگراد در هر روز). این عمل در طی مدت ۱۴ روز برای پیاز (از نیمه تا پایان مهرماه) و مدت ۱۰ روز برای سیب‌زمینی (از ۱۰ تا ۲۰ آبان) انجام خواهد گرفت و میزان بار گرمایشی گرفته شده

از محصول در این مدت از طریق روابط زیر محاسبه می‌گردد:

$$Q = m \cdot C_A \cdot (T_i - T_s) \quad (J)$$

که در این رابطه:

Q = گرمایش گرفته شده از محصول بر حسب (J)

m = جرم محصول انبار شده در هر سلول بر حسب (kg)

C_A = ارزش حرارتی محصول در بالای صفر درجه سانتیگراد معادل $3/785 (kJ/kg \cdot ^\circ C)$ برای پیاز

و $3/6 (kJ/kg \cdot ^\circ C)$ برای سیب‌زمینی

T_i = دمای اولیه بر حسب $(^\circ C)$

T_s = دمای مناسب برای انبارداری بر حسب $(^\circ C)$

با توجه به تعاریف فوق‌الذکر میزان بار گرمایشی در طی مدتی که صرف کاهش دما جهت

آماده‌سازی محصول برای انبار کردن می‌شود، از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$Q_1 = \frac{Q}{n} = \frac{m \cdot C_A \cdot (T_i - T_s)}{n} \quad (J/day)$$

که در این رابطه:

n = تعداد روزهایی است که صرف کاهش دمای محصول از حد T_i به حد T_s می‌گردد.

۲-۷-۱۳- بار گرمایشی حاصل از تنفس محصول

در اثر تنفس محصولات مقداری حرارت بطور پیوسته تولید می‌گردد که میزان آن از رابطه زیر

بدست می‌آید:

$$Q_2 = m \times q_r \times (24 \times 3600) \quad (J/day)$$

که در این رابطه:

m = جرم محصول انبار شده بر حسب تن



qr = حرارت حاصل از تنفس محصولات بر حسب (J/Tons). مقدار qr برای سیب زمینی در 15°C (حرارت اولیه محصول در ابتدای دوره انبارداری) بر اساس جدول شماره ۱۱ استخراج شده از فصل هفتم کتاب Storage of potato و برای پیاز بر اساس جدول شماره ۱۲ استخراج شده از کتاب Hand book of Fundamentals از سری کتابهای Ashrae بدست آمده است.

جدول ۱۱- میزان تنفس سیب زمینی

دما		۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵
میزان دی اکسید کربن دهی	10^{-3}mg/kg.s	۲/۶۴	۱/۲۷	۱/۳۸	۱/۶۹	۱/۶۴	۳/۵
میزان اکسیژن گیری	10^{-3}mg/kg.s	۱/۹۲	۰/۹۲	۱/۰	۱/۲۳	۱/۹۲	۲/۵۵
میزان گرمایی	10^{-3}w/kg	۰/۱	۹/۷	۱۰/۹	۱۲/۹	۲۰/۱	۲۶/۶

۷-۱۳- بارگرمایشی انتقال یافته از محیط خارج

در اکثر مواقع در طول روز دمای خارجی انبار بیش از دمای مناسب جهت ذخیره سازی محصول می باشد، که این امر باعث انتقال حرارت از محیط خارج به داخل انبار از طریق دیوارها و سقف می گردد. مقدار این دمای انتقال یافته از طریق روابط زیر محاسبه می گردد:

$$Q_3 = U.A. \Delta T . ۸۶۴۰۰ \text{ (J/day)}$$

مقادیر مورد محاسبه باید بر اساس نقشه های معماری، سازه و کاتالوگهای عایق مربوطه (پانل ساندویچی) و جداول محاسباتی کتاب Carrier در نظر گرفته شود. لذا خواهیم داشت:

سقف شیبدار:

$$h_o = ۰/۲۵ \quad \text{فیلم هوای خارج}$$

$$h_i = ۰/۹۲ \quad \text{فیلم هوای داخل}$$

$$R_{w.G} = ۶/۶۶ \quad \text{مقاومت حرارتی پشم شیشه}$$

$$R_{eq} = h_o + h_i + R_{w.G} \text{ (m}^2\text{.F}^{\circ}\text{. h}_r \text{ / B.T.U.)} \quad \text{مقاومت حرارتی معادل}$$

$$U = \frac{1}{R_{eq}} \text{ (B.T.U / m}^2\text{.F}^{\circ}\text{. h}_r \text{)} \quad \text{قابلیت هدایت حرارتی سقف شیبدار}$$



جدول ۱۲- میزان تنفس پیاز

	Average Point F	Water	Spht,Btu/ (lb) (Fdeg)		Latent Of Fusion	Heat Of Btu Per (24 hr)
			Above	Below		
Cauliflower	30.1	91.7	0.93	0.47	132	40 4500
Celery	29.7	93.7	0.95	0.48	135	32 1600 40 2400
Corn(green)	28.9	75.5	0.79	0.42	106	32 7200-11300 40 10600-13200
Corn(dried)		10.5	0.28	0.23	15	
Cucumbers	30.5	96.1	0.97	0.49	137	
Eggplant	30.4	92.7	0.94	0.48	132	
Endive(escarole)	30.9	93.3	0.94	0.48	132	
Horseradish	26.4	73.4	0.78	0.42	104	
Kale	30.7	86.6	0.89	0.46	124	
Kohlrabi	30	90	0.92	0.47	128	
Lettuce	31.2	94.8	0.96	0.48	136	32 2300 40 2700
Mushrooms	30.2	91.1	0.93	0.47	130	32 6200 50 22000
Olives	28.5	75.2	0.80	0.42	108	
Onions	30.1	87.5	0.90	0.46	124	32 700-1100 40 1800
Parsnips	28.9	78.6	0.84	0.46	112	
Peas(green)	30	74.3	0.79	0.42	106	40 13200-16000
Peas(dried)		9.5	0.28	0.22	14	
Peppers(sweet)	30.1	92.4	0.94	0.47	132	40 4700
Potatoes(white)	28.9	77.8	0.82	0.43	111	40 1300-1800
Potatoes(sweet)	28.5	68.5	0.75	0.40	97	40 1710
Pumpkin	30.1	90.5	0.92	0.47	130	
Radishes	30.1	93.6	0.95	0.48	134	
Rhubrib	28.4	94.9	0.96	0.48	134	
Sauerkraut	26	89	0.92	0.47	129	
Spinach	30.3	92.7	0.94	0.48	132	40 8000
Squash	30.1	90.5	0.92	0.47	130	
Tomatoes(green)	30.4	94.7	0.95	0.48	134	60 6230
Tomatoes(ripening)	30.4	94.1	0.95	0.48	134	40 1260
Turnips	30.5	90.9	0.93	0.47	130	32 1900 40 2200
Vegetables	30	90	0.90	0.45	130	
MEATS AND FISH						
Bacon		20	0.50	0.30	29	
Beef(dried)		5-15	0.22-0.34	0.19-0.26	7-22	
Beef(fresh-lcan)	29	68	0.77	0.40	100	
Beef(fresh-fat)	28		0.60	0.35	79	
Brined meats			0.75			
Cod fish(fresh)	28		0.90	0.49	119	
Cut meats	29	65	0.72	0.40	95	
Fish (frozen)	28	70	0.76	0.41	101	
Fish(iced)		70	0.76	0.41	101	
Fish(dried)			0.56	0.34	65	
Hams and loins	27	60	0.68	0.38	86.5	
Lamb	29	58	0.67	0.30	83.5	
Livers	29	65.5	0.72	0.40	93.3	
Oyster(shell)	27	80.4	0.83	0.44	116	

- سقف کاذب:

$h_o = 0.92$ فیلم هوای خارج

$h_i = 0.92$ فیلم هوای داخل

$R_p = 11/94$ مقاومت حرارتی پانل ساندویچی سقفی به ضخامت ۶ سانتیمتر

$R_{eq} = h_o + h_i + R_p \text{ (m}^2 \cdot F^\circ \cdot h_r / \text{B.T.U.)}$ مقاومت حرارتی معادل

$U = \frac{1}{R_{eq}} \text{ (B.T.U./m}^2 \cdot F^\circ \cdot h_r)$ قابلیت هدایت حرارتی سقف کاذب

دیوار:

$h_o = 0.25$ فیلم هوای خارج

$h_i = 0.68$ فیلم هوای داخل

$R_{C.B} = 1/6$ دیوار آجری

$R_{F.C} = 0.44$ آجر نما

$R_p = 18/31$ مقاومت حرارتی پانل ساندویچی دیواری

$R_{eq} = h_o + h_i + R_{C.B} + R_{F.C} + R_p \text{ (m}^2 \cdot F^\circ \cdot h_r / \text{B.T.U.)}$ مقاومت حرارتی معادل

$U = \frac{1}{R_{eq}} \text{ (B.T.U./m}^2 \cdot F^\circ \cdot h_r)$ قابلیت هدایت حرارتی معادل

در این قسمت بر اساس اطلاعات فوق و در نظر گرفتن طول، عرض و ارتفاع جغرافیایی شهر مبناء برای هر کدام از محصولات (همدان برای سیبزمینی بذری، میانه برای سیبزمینی مصرفی در منطقه سرد، سراب برای پیاز و ورامین برای سیبزمینی مصرفی در مناطق گرم) و با استفاده از نرم افزار Carrier می توان میزان بار سرمایشی انتقال یافته از محیط خارج به داخل انبار را محاسبه نمود.

۴-۷-۱۳- بار گرمایشی ناشی از کار موتورهای بادزن

محاسبه میزان بار گرمایشی ناشی از کار موتور بادزن ها (Q_4) به روش سعی و خطا و پس از انتخاب بادزن انجام می گیرد.



۵-۷-۱۳- بار گرمایشی ناشی از کارموتور الکتریکی دریچه‌ها، سیستم روشنایی، رفت و آمد

پرسنل و باز و بسته شدن درب سلول

برای محاسبه بار گرمایشی Q_s با استفاده از آیین کار موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به روش زیر عمل می‌گردد:

الف) بار گرمایشی ناشی از روشنایی (q_L)

$$q_L = A \cdot L \cdot T \text{ (kJ/day)}$$

که در این رابطه :

A = مساحت هر سلول بر حسب (ft^2)

L = میزان استاندارد روشنایی به ازای هر فوت مربع بر حسب (w/ft^2)

T = مدت زمان روشنایی بر حسب ثانیه (s)

ب) بار گرمایشی حاصل از رفت و آمد پرسنل (q_P)

مقدار این بار گرمایشی را بر حسب مدت حضور هر کارگر در محیط سلول می‌توان از روی جدول آیین کار موسسه استاندارد بدست آورد.

ج) بار گرمایشی ناشی از باز و بسته شدن درب سلول

به دلیل محدود بودن تعداد دفعات باز و بسته شدن درب سلول و با توجه به این نکته که درب سلولها به محیط آزاد بیرون باز نمی‌شود بلکه به داخل راهروها باز می‌شود، لذا از این بار می‌توان صرفنظر نمود.

د) بار گرمایشی ناشی از کار موتور دریچه‌ها (q_M)

با توجه به آنکه در هر سلول تعدادی دریچه وجود دارد و هر دریچه نیز توسط یک موتور الکتریکی عمل می‌کند می‌توان میزان این بار گرمایشی را از رابطه زیر بدست آورد:

$$q_M = N \cdot P \cdot T \text{ (kJ/day)}$$

که در آن :

N = تعداد دریچه‌ها در هر سلول



$P =$ قدرت هر موتور دریچه بر حسب (hp)

$T =$ مدت کارکرد هر موتور دریچه در مدت یک شبانه‌روز بر حسب (s/day)

بر این اساس مقدار بار گرمایشی Q5 از رابطه زیر قابل حصول خواهد بود:

$$Q_5 = q_L + q_P + q_M \quad (\text{kJ/day})$$

۶-۷-۱۳- بار گرمایشی ناشی از لزوم تعویض هوا جهت خروج دی‌اکسیدکربن

به جهت خروج دی‌اکسید کربن تولیدشده بر اثر تنفس محصول لازم است که در طی شبانه‌روز چند نوبت هوای داخل سلولها تعویض گردد، که این امر خود موجب ایجاد بار گرمایشی در محیط سلول می‌گردد. میزان این بار گرمایشی از طریق زیر بدست می‌آید:

الف) برای انبارهای سیب‌زمینی

بر اساس جدول شماره ۱۱ میزان دی‌اکسید کربن حاصل از تنفس سیب‌زمینی در درجه حرارت نگهداری (5°C برای سیب‌زمینی مصرفی و 3°C برای سیب‌زمینی بذری) بر حسب mg/kg.s محاسبه می‌گردد. سپس با در نظر گرفتن مدت زمانی که عمل تعویض هوا صورت نمی‌گیرد و مسأله انباشت دی‌اکسیدکربن انجام می‌شود، کل میزان دی‌اکسید کربن انباشته شده در غیرساعات هوادهی بدست می‌آید. سپس حجم دی‌اکسیدکربن را در هر سلول در غیر ساعات هوادهی می‌توان با در نظر گرفتن وزن هر مول دی‌اکسیدکربن بدست آورد.

حال باید حجم هوای موجود در هر سلول را با کم کردن فضای اشغال شده توسط جعبه‌ها از کل فضای سلول بدست آورد. بر اساس توصیه کتاب Storage of potato در زمانیکه حجم دی‌اکسیدکربن موجود در هر سلول از ۱٪ حجم هوای سلول بیشتر شود، لازم است هوادهی صورت گیرد، تا غلظت دی‌اکسیدکربن کاهش یابد. در این صورت علاوه بر دفعات هوادهی جهت خنک کردن محصول باید در دفعات دیگری نیز عمل تعویض هوا جهت خروج دی‌اکسیدکربن صورت گیرد. بدلیل آنکه این هوادهی در ساعات روز انجام می‌پذیرد، لذا مقداری بار گرمایشی نیز از این طریق به کل میزان بارگرمایشی موجود در انبار افزوده می‌شود. مقدار این بار به طریق زیر محاسبه می‌شود.

$$Q = m.C.\Delta T = \rho.V.C.\Delta T$$

که در این رابطه داریم:



ρ = جرم مخصوص هوا معادل $(1/26 \text{ kg/m}^3)$

$\dot{V}$ = میزان هوایی که توسط بادزن در مدت زمان هوادهی جهت خروج دی اکسیدکربن وارد انبار می گردد، بر حسب m^3

C = ارزش حرارتی هوایی که در مجاورت محصول قرار دارد. معادل $(2 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C})$

ΔT = اختلاف دمای محیط بیرون و داخل انبار در ساعات انجام هوادهی.

دمای محیط بیرون در ساعات مختلف را می توان از روی منحنی های تغییر دما در مدت شبانه روز برای هر شهر بدست آورد.

ب) برای انبارهای پیاز

در این قسمت ابتدا با استفاده از جداول کتاب آیین نامه استاندارد، تعداد دفعات لازم هوادهی جهت خروج دی اکسیدکربن بدست می آید. سپس با مشخص کردن ساعات لازم جهت هوادهی در حین روز و بر اساس منحنی تغییرات درجه حرارت روزانه شهر مینا، متوسط درجه حرارت هوای ورودی به داخل سلولها بدست خواهد آمد و در نهایت مقدار Q_6 از رابطه زیر قابل محاسبه خواهد بود.

$$Q_6 = m.C.\Delta T = \rho . \dot{V} . C. \Delta T \quad (\text{kJ/day})$$

در این جا می توان مقدار بار گرمایشی کل (Q_t) تا این مرحله را در محیط سلول از رابطه زیر بدست آورد:

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_5 + Q_6$$

لازم به ذکر است که بار گرمایشی ناشی از کار موتور بادزن ها (Q_4) در ادامه محاسبه خواهد شد.

۸-۱۳- محاسبه و گزینش سیستم برودتی در مناطق گرم

ابتدا میزان تن برودتی مورد نیاز از طریق روابط زیر بدست می آید:

$$\text{kJ/day} / 4185 = \text{kcal / day}$$

$$\text{kcal/day} \times 4 = \text{B.T.U. / day}$$

$$\text{B.T.U./day} / 24 = \text{B.T.U./h}$$

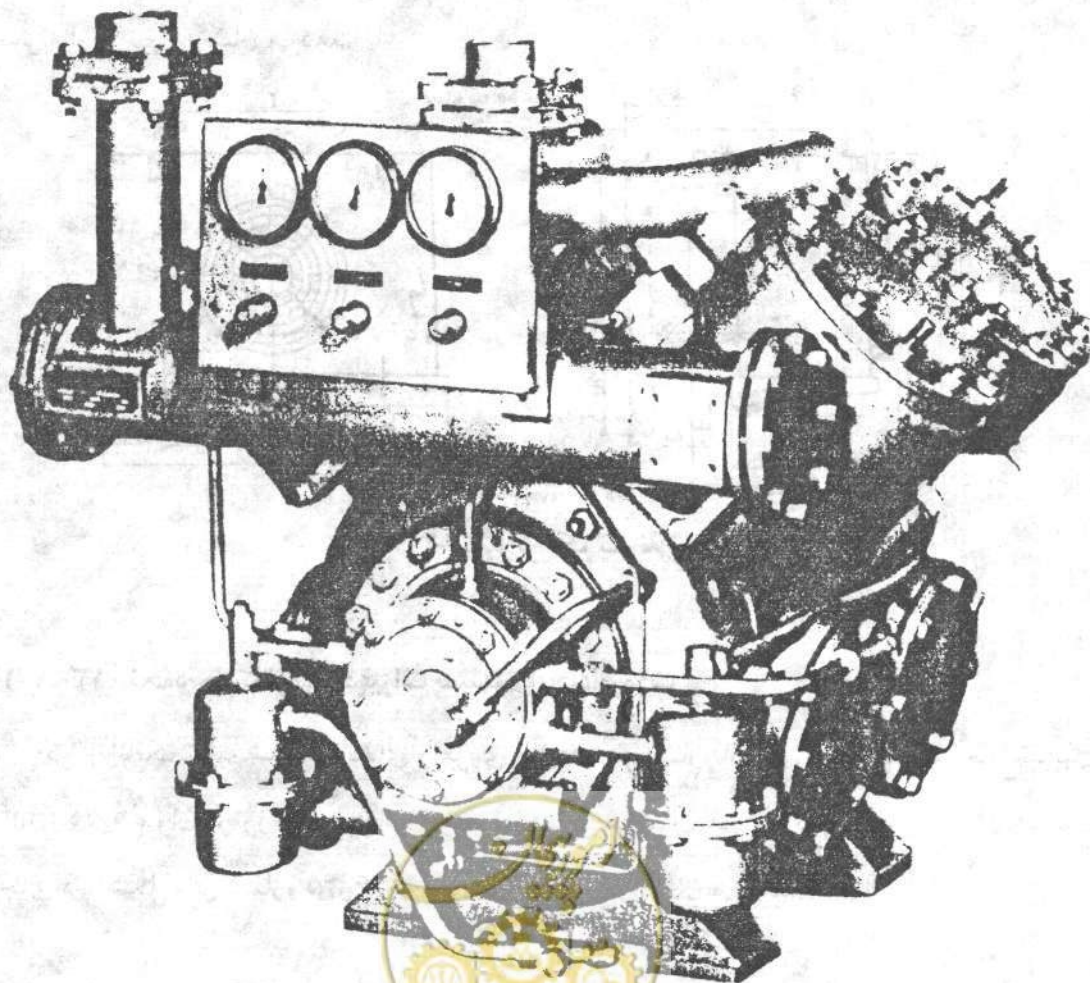


$$\text{B.T.U./h} / 12000 = \text{R.T.}$$

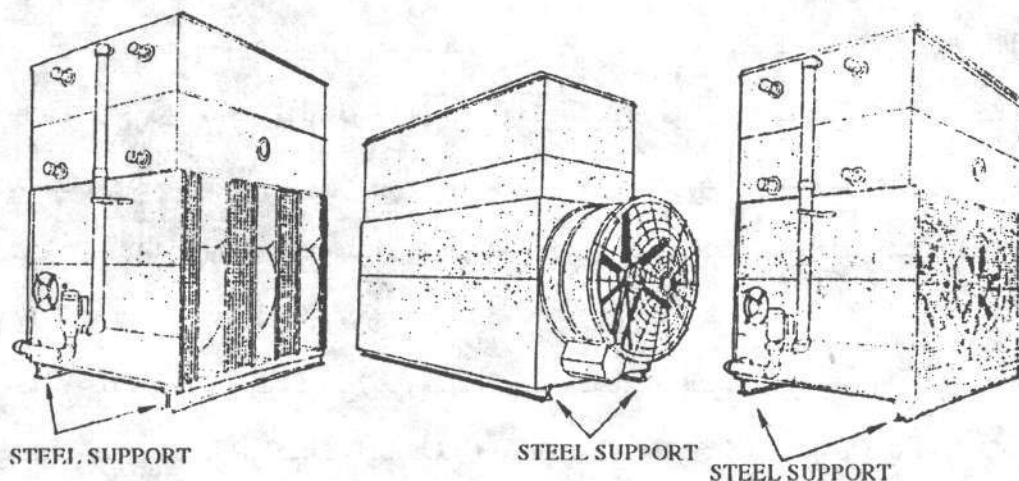
میزان تن برودتی مورد نیاز برای هر سلول

با ضرب کردن تعداد سلولها در میزان تن برودتی می توان میزان تن برودتی لازم برای کل انبار را بدست آورد. حال بر اساس این میزان تن برودتی می توان تعداد کمپرسورهای مورد نیاز را بدست آورد. باید توجه داشت بهتر آن است که ظرفیت مجموع کمپرسورها درصدی (در حدود ۱۰٪) بالاتر از میزان تن برودتی مورد نیاز باشد.

در مرحله بعد با در نظر گرفتن مفروضاتی نظیر، دمای مرطوب هوای ورودی، دمای سیال ورودی و دمای تقطیر (تراکم، کندانسه شدن) به تعداد کمپرسورها کندانسور برگزیده می شود تا هر کمپرسور با یک کندانسور عمل کند. در عین حال باید توجه داشت که به دلیل قرار گرفتن این دسته از انبارها در مناطق گرم و خشک، بهتر است که از کندانسورهای تبخیری استفاده شود. تصاویر شماره ۴۲ و ۴۳ اشکال یک نمونه کمپرسور و چند نمونه کندانسور را نشان می دهد.

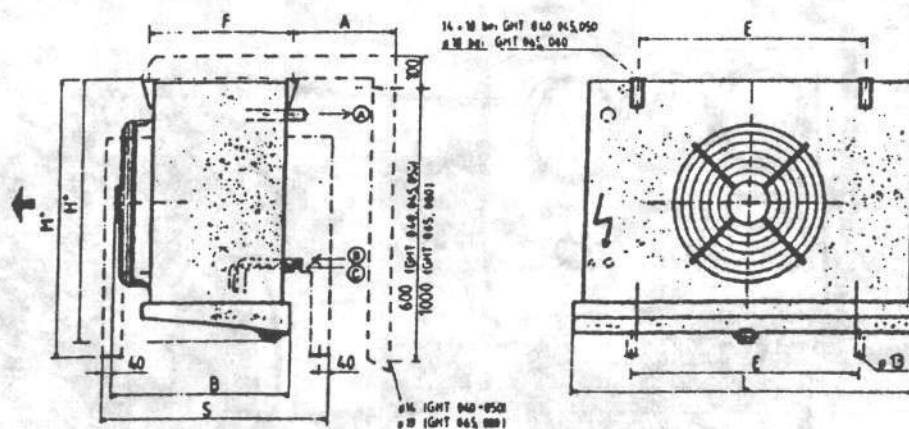


شکل ۴۲- تصویر یک نمونه کمپرسور



شکل ۴۳- تصویر چند نمونه کندانسور

در مورد استفاده از اواپراتور نیز بهترین گزینه آن است که در هر سلول ۲ دستگاه نصب شود تا هر یک از آنها نیمی از بار برودتی مورد نیاز سلول را تامین کند. شکل شماره ۴۴ تصویر یک نمونه اواپراتور را نشان می‌دهد.

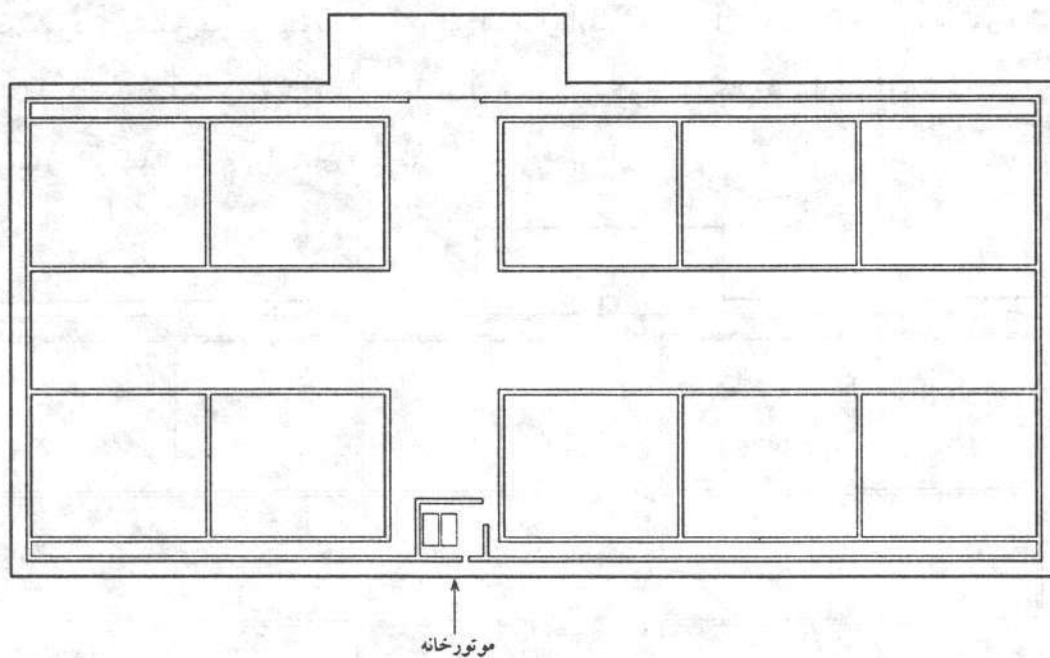


شکل ۴۴- تصویر یک نمونه اواپراتور

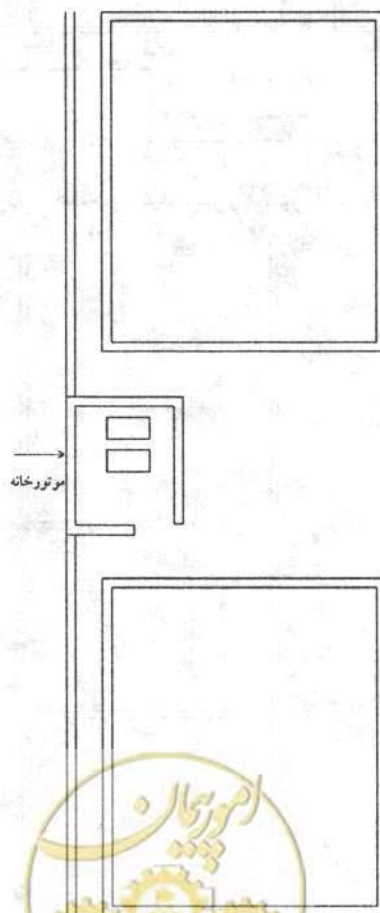
۱-۸-۱۳- نحوه جایگذاری تجهیزات سیستم ایجاد برودت

اگر از اتاقک تعبیه شده در انتهای راهروی ورودی هر انبار (انتهای آمادگاه) با ابعاد تقریبی $6 \times 4 \text{ m}^2$ به عنوان موتورخانه استفاده شود، به آسانی می‌توان هر دو کمپرسور را در آن قسمت جای داد. شکل‌های شماره ۴۵ و ۴۶ موقعیت موتورخانه را نشان می‌دهد.





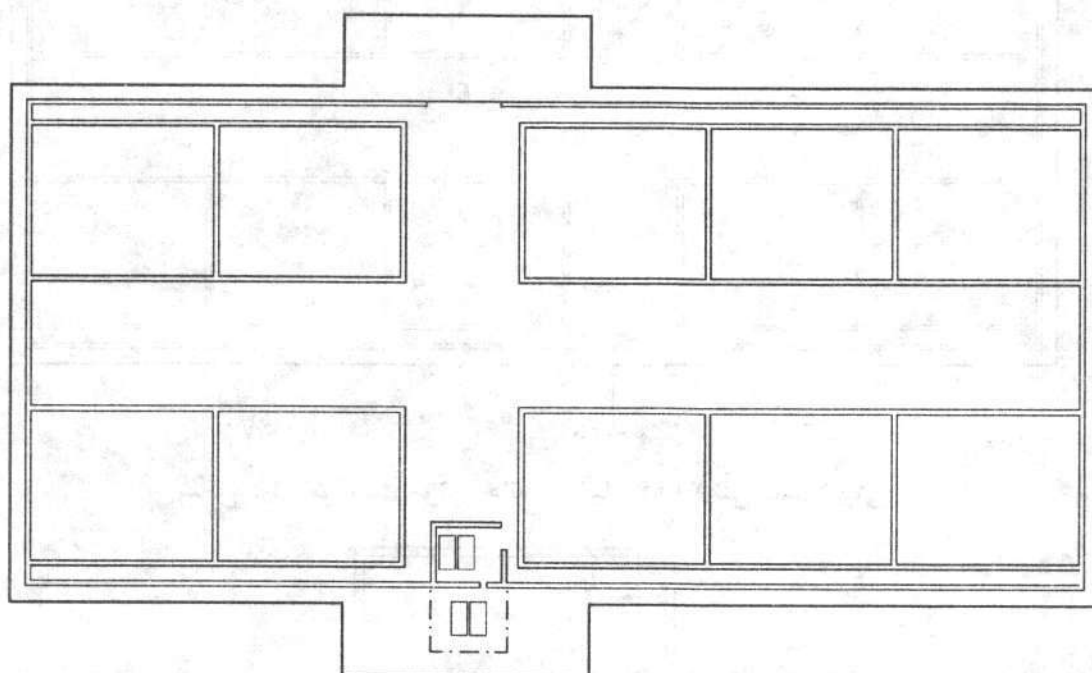
شکل ۴۵- موقعیت موتورخانه در انبار ۳۰۰۰ تنی سیب زمینی



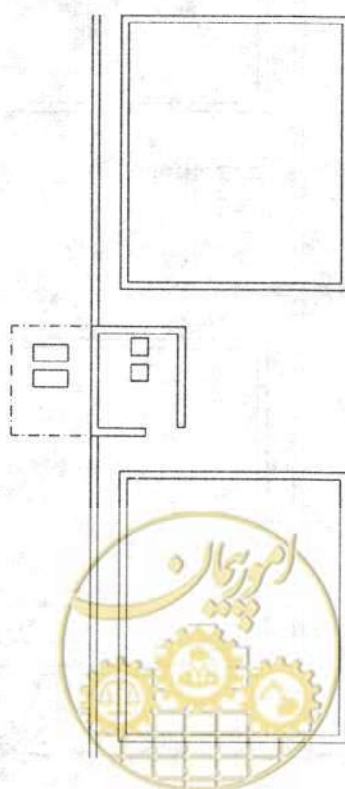
شکل ۴۶- موقعیت موتورخانه نسبت به سلولهای جانبی



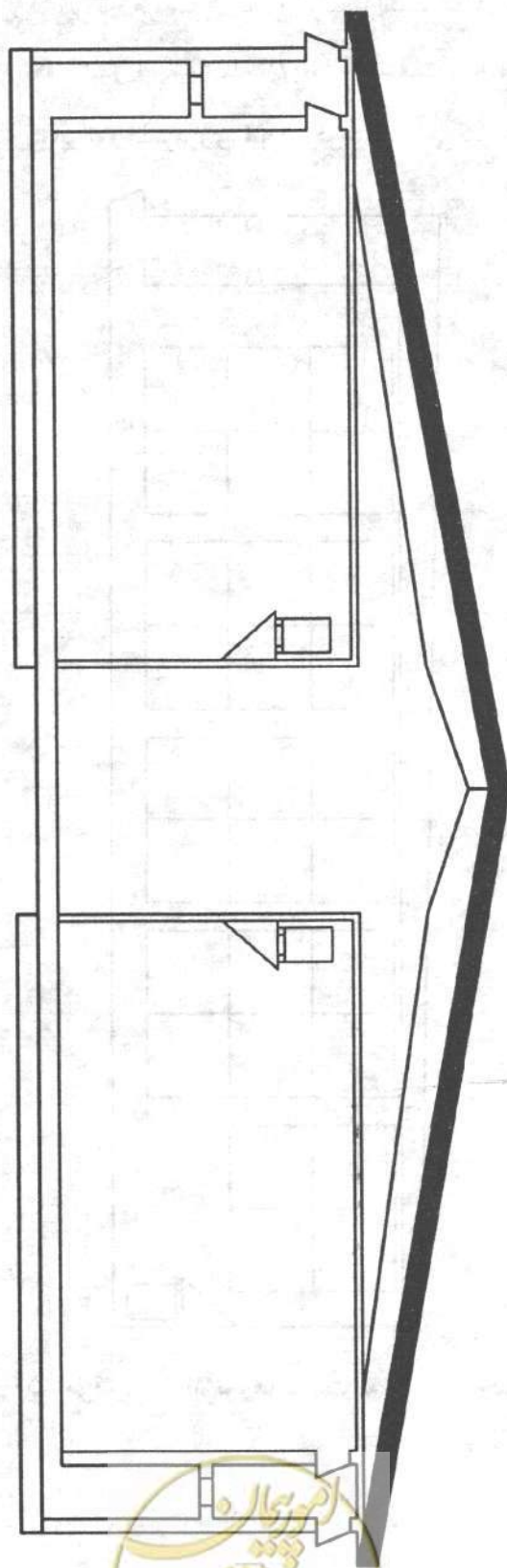
در مورد کندانسورها نیز بهترین مکان برای استقرار آنها، محوطه آزاد قسمت پشت موتورخانه می باشد. این قسمت را می توان توسط نرده محصور کرد. اشکال شماره ۴۷ و ۴۸ جانمایی کمپرسورها و کندانسورها را نشان می دهد.



شکل ۴۷- موقعیت موتورخانه و کندانسورها در انبار ۳۰۰۰ تنی سیب زمینی



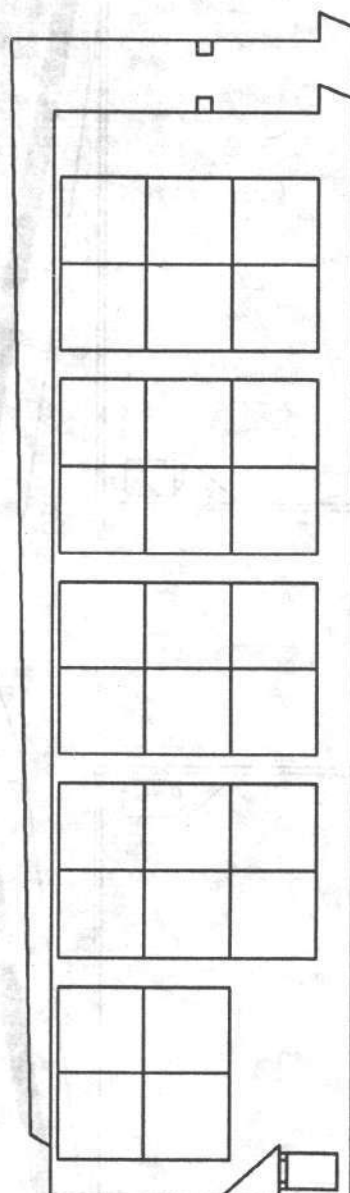
شکل ۴۸- موقعیت موتورخانه و کندانسورها نسبت به سلولهای جانبی



شکل ۴۹- موقعیت اویز تورها در هر سلول

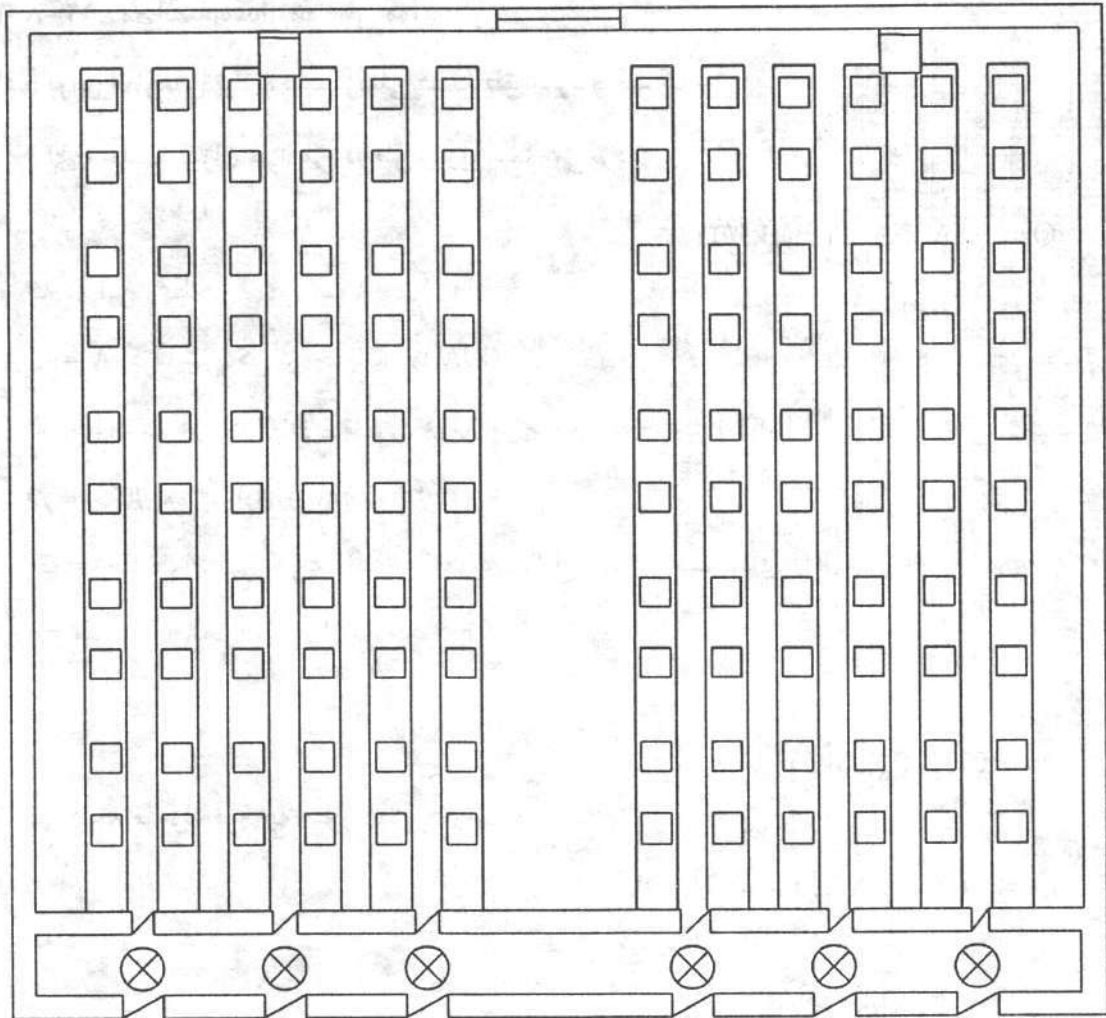


نحوه جایگیری اوپراتورها نیز در هر سلول بدین ترتیب است که در دو طرف سلول سکوهایی فلزی به ارتفاع ۳/۳۰ متر از کف انبار و به فاصله ۰/۲ متر از سقف و ۱ متر از دیوار مطابق شکل شماره ۴۹ ساخته می‌شود و اوپراتورها بر روی این سکوها قرار می‌گیرند.

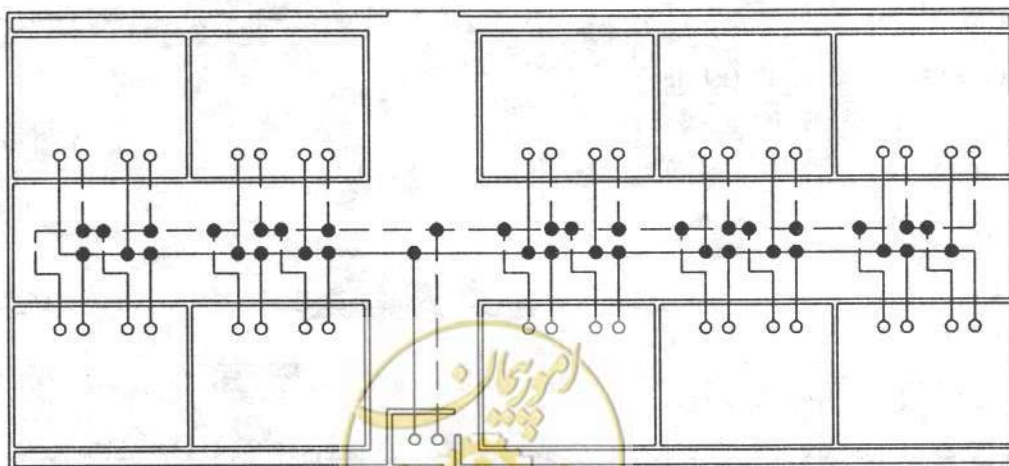


شکل ۵۰- موقعیت اوپراتورها نسبت به پالتهای چیده شده

برای آنکه هوادهی بخوبی انجام پذیرد، می‌توان در صورت لزوم، مطابق شکل شماره ۵۰ چهار عدد از جعبه‌های جلوی هر اوپراتور را برداشت. شکل شماره ۵۱ نحوه جانمایی اوپراتورها را نسبت به کانالهای هوادهی نشان می‌دهد. نحوه لوله‌کشی سیستم سرمازایی در داخل یک انبار ۱۰ سلولی بطور مثال در شکل شماره ۵۲ نشان داده شده است.



شکل ۵۱- موقعیت اوپرتورها نسبت به دریچه‌ها و کانالهای هوادهی



شکل ۵۲- نحوه لوله‌کشی سیستم تبرید در داخل انبار ۳ هزار تنی سیب‌زمینی

۲-۸-۱۳- محاسبه مقدار هوادهی مورد نیاز

الف) برای انبارهای پیاز و سیب زمینی در مناطق سرد و خشک

برای محاسبه میزان هوادهی به طریق زیر عمل می‌گردد:

$$Q = \rho \cdot \dot{V} \cdot \Delta i \cdot t \quad (\text{kJ/day})$$

که در این رابطه :

Q = بار گرمایشی کل بر حسب (kJ/day)

$\dot{V}$ = ظرفیت هوادهی بادزن یا دبی هوای مورد نیاز بر حسب (m^3/s)

ρ = چگال هوا معادل (kg/m^3) ۱/۲۶

Δi = اختلاف آنتالپی هوای خارج با هوای داخل انبار بر حسب (kJ/kg)

t = مدت زمان هوادهی انبار بر حسب (s/day)

از طرف دیگر Δi برابر است با:

$$\Delta i = C \cdot \Delta T \quad (\text{kJ/kg})$$

در نتیجه فرمول فوق به صورت زیر درخواهد آمد:

$$Q = \rho \cdot \dot{V} \cdot C \cdot \Delta T \cdot t \quad (\text{kJ/day})$$

که در آن:

C = ارزش حرارتی هوایی که در مجاورت محصول قرار داد. معادل ($\text{kJ}/\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}$) ۲

ΔT = اختلاف دمای مجاز بین درجه حرارت هوای داخل انبار و درجه حرارت مطلوب برای

نگهداری محصول که مقدار آن بین $1/5^\circ\text{C}$ - 1°C می‌باشد. بر اساس مقادیر فوق رابطه محاسبه میزان

هوادهی بصورت زیر درخواهد آمد.

$$Q = 3/V \times \dot{V} \times t \quad (\text{kJ/day})$$

و از آنجا خواهیم داشت:

$$\dot{V} = \frac{Q}{3/V \times t}$$

حال با فرض داشتن ۷ ساعت هوادهی در روز خواهیم داشت:

$$\dot{V} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6}{3/V \times 7 \times 3600} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

با داشتن مقادیر Q_1 تا Q_6 از روابط قبل به راحتی می‌توان ابتدا دبی کل مورد نیاز برای هر

سلول و سپس با تقسیم این میزان دبی بر تعداد بادزن‌های هر سلول، میزان دبی مورد نیاز برای هر

بادزن را بر حسب (m^3/s) محاسبه نمود.

ب) برای انبارهای سیب‌زمینی در مناطق گرم

برای محاسبه مقدار هوادهی مورد نیاز یا به عبارت دیگر محاسبه قدرت بادزن در این حالت، ابتدا باید مراحل کار بادزن را تشریح کرد. در سیستم مکانیکی ایجاد سرما، بادزن در دو مرحله زیر به کار می‌افتد:

- مرحله اول: در این مرحله به محض اینکه دمای سیب‌زمینی در هر یک از جعبه‌ها از 5°C بالاتر رود، بادزن مربوط به همان ردیف جعبه به کار می‌افتد. این امر سبب همدمایی در فضای سلول می‌گردد. لیکن تا هنگامی که دمای محیط سلول به 6°C درجه سانتیگراد نرسیده است تنها بادزن کار خواهد کرد و اوپراتورها خاموش خواهند ماند. به بیان دیگر هوا تنها سیرکوله می‌شود (در داخل سلول گردش می‌کند).

- مرحله دوم: این مرحله زمانی است که دمای محیط سلول به 6°C درجه سانتیگراد برسد. در این مرحله، اوپراتورها روشن شده، بخشی از هوای محیط را از میان شبکه خود عبور داده و خنک می‌کنند. این هوای خنک با باقیمانده هوای گرم مخلوط شده، توسط بادزن‌ها مکیده می‌شود، بادزن‌ها این مخلوط هوا را سیرکوله کرده و دمای هوای محیط سلول را تدریجاً به حد مطلوب (5°C) می‌رسانند. بنابراین بادزن‌ها در یک مرحله تنها برای سیرکوله کردن هوا و ایجاد همدمایی و در مرحله دیگر برای سیرکوله و خنک کردن تدریجی هوا با کمک اوپراتورها به کار می‌روند. در نتیجه، مجموعه بادزن‌ها باید قدرت آن را داشته باشند که هم هوای عبوری از شبکه اوپراتورها و هم هوای گرم باقیمانده در محیط را به سمت خود بکشند. به بیان دیگر اگر دبی بادزن را با (q_F) نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$q_F = q_1 + q_2$$

که در آن:

q_1 = مقدار هوایی که بدون عبور از شبکه اوپراتور توسط بادزن مکیده می‌شود.

q_2 = مقدار هوایی است که پس از عبور از شبکه اوپراتورها توسط بادزن مکیده می‌شود.

در این جا با داشتن مقدار q_2 (بر اساس ظرفیت اوپراتور گزینش شده) و مقادیر دمای محیط

سلول در هنگام شروع به کار بادزن اوپراتور (T_1)، دمای هوای عبور کرده از روی شبکه اوپراتور

(T_2) و دمای مطلوب برای هوای عبوری از کانال (T_3) خواهیم داشت:

$$q_F \times T_3 = (q_1 \times T_1) + (q_2 \times T_2)$$

$$q_F = q_1 + q_2 \rightarrow (q_1 + q_2) \times T_3 = (q_1 \times T_1) + (q_2 \times T_2)$$

$$(q_1 \times T_3) + (q_2 \times T_3) = (q_1 \times T_1) + (q_2 \times T_2)$$

$$(q_1 \times T_3) - (q_1 \times T_1) = (q_2 \times T_2) - (q_2 \times T_3)$$

$$q_1 (T_3 - T_1) = q_2 (T_2 - T_3)$$

در این قسمت با داشتن q_2 ، مقدار q_1 مشخص شده و از روی این مقادیر نیز می‌توان مقدار q_F کل را محاسبه نمود. سپس با تقسیم مقدار q_F کل بر تعداد بادزن‌های هر سلول می‌توان میزان دبی مورد نیاز برای هر بادزن را بدست آورد.

۸-۱۳- طراحی کانالهای هوادهی کف انبار

در طراحی و محاسبه ابعاد کانال دو عامل نقش اساسی دارد.

۱- دبی هوا

۲- سرعت هوا

بر اساس این دو عامل ابعاد دو انتهای کانال به طریق زیر محاسبه می‌گردد.

ابتدا بر اساس توصیه کتاب Storage of potato مبنی بر اینکه سرعت هوا در کانال باید بین ۶ تا ۱۰ متربرثانیه باشد، سرعت هوا در کانال را معادل ۶ متربرثانیه انتخاب می‌کنیم تا جریان هوا یکنواخت‌تر و کم تلاطم‌تر باشد. حال با داشتن میزان دبی هوای عبوری از هر کانال (با نصف کردن دبی مورد نیاز برای هر بادزن) و سرعت هوای عبوری از کانال (6m/s) و بر مبنای منحنی شماره ۵۳ استخراج شده از فصل ۱۶ کتاب، Heating and Airconditioning of Building می‌توان قطر معادل دهانه ورودی کانال را بدست آورد. حال با استفاده از رابطه می‌توان

بستگی به میزان دبی عبوری هوا و نیز عرض جعبه‌ها خواهد داشت و بر اساس رابطه زیر می‌توان

ارتفاع کانال در محل ابتدای آن را بدست آورد.

$$h_1 = A_1 / w \quad (m)$$

بر اساس محاسبات کتاب Carrier رابطه بین عمق ابتدا و انتهای کانال به شرح زیر می‌باشد.

$$A_2 = 0.165 A_1 \quad (m^2)$$

لذا برای محاسبه ارتفاع انتهای کانال خواهیم داشت:

$$A_2 = 0.165 (h_1/w) \quad (m^2)$$

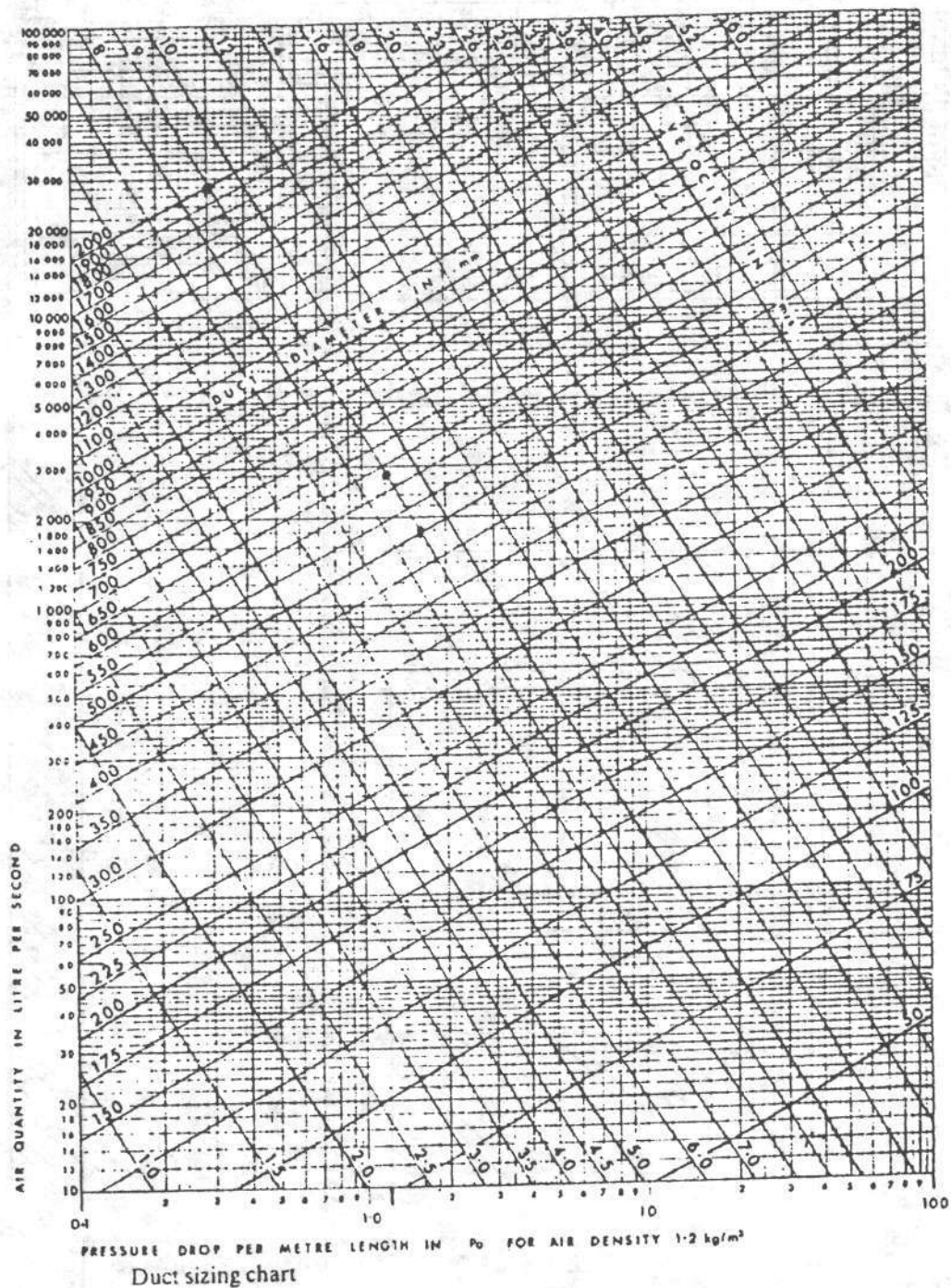
$$h_2 = (A_2/w) \quad (m)$$

سطح مقطع انتهای کانال

عمق انتهای کانال

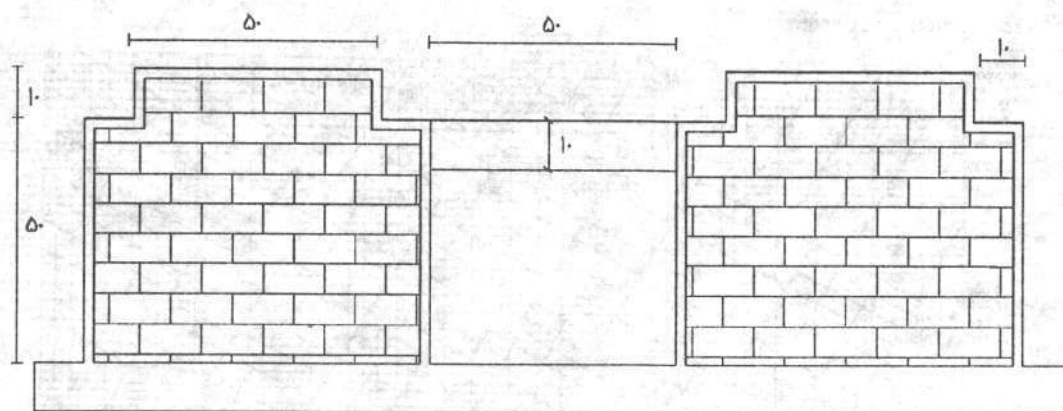


412 Ductwork design

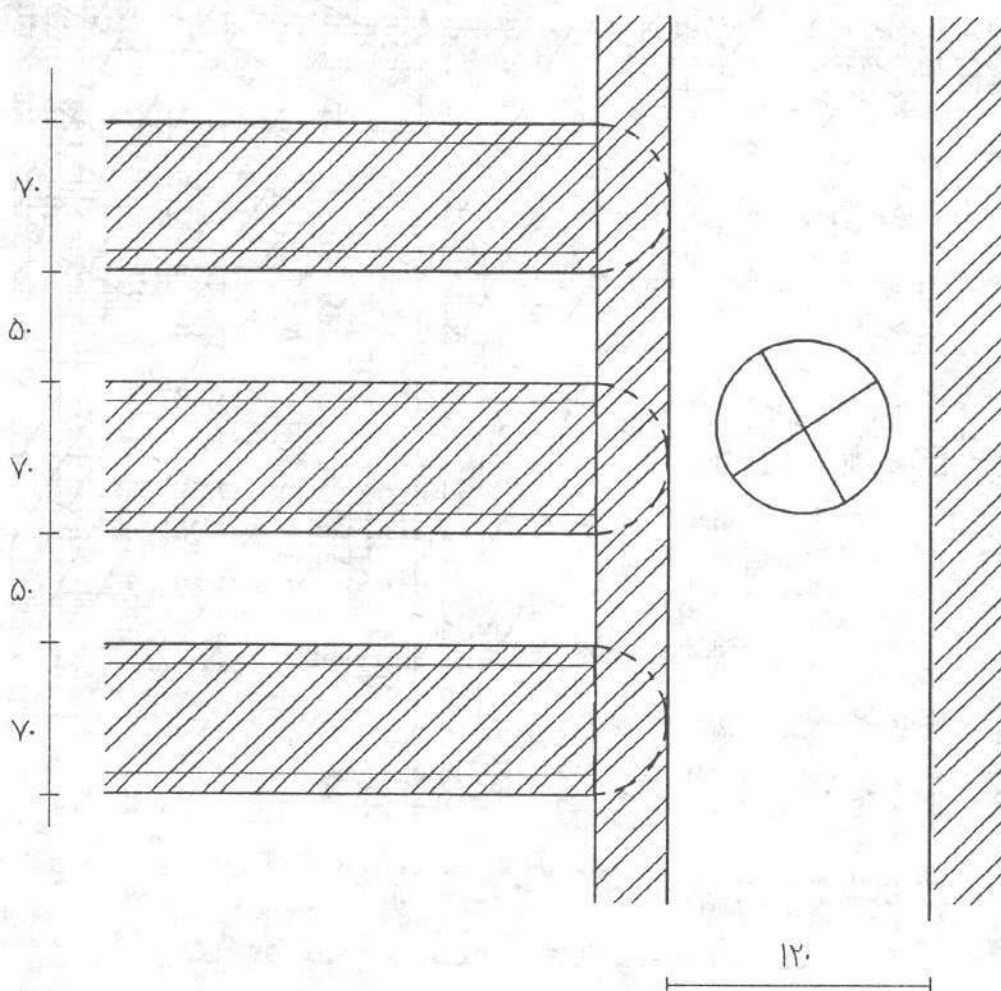


شکل ۵۳- منحنی محاسبه ابعاد کانال و میزان افت فشار

اشکال شماره ۵۴ تا ۵۷ نشان‌دهنده کانالهای اصلی و فرعی هوادهی در هر انبار هستند. شکل شماره ۵۴ برش یک کانال فرعی را از مقطع روبرو در محل ابتدای ورود هوا همراه با دیواره‌های بین کانالها نشان می‌دهد.



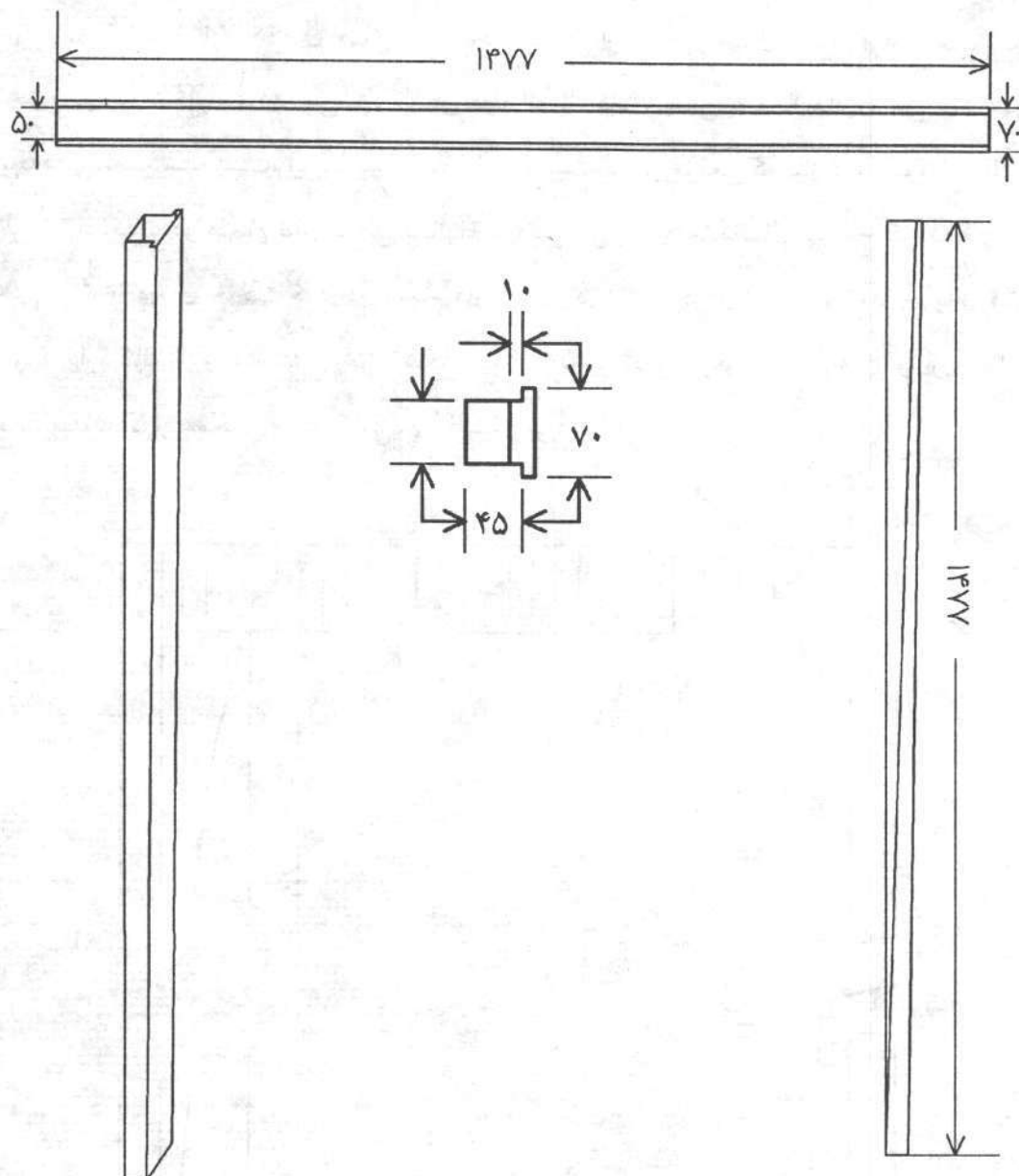
شکل ۵۴- برش کانالهای هوادهی کف سلول (ترسیم بدون مقیاس می باشد)



شکل ۵۵- نحوه اتصال کانالهای فرعی به کانال اصلی هوادهی (ترسیم بدون مقیاس می باشد)

شکل شماره ۵۵ نیز نحوه اتصال دیواره های بین کانالهای فرعی به کانال اصلی هوادهی (محل استقرار بادزن) را از سمت بالا نشان می دهد. شکل شماره ۵۶ نشان دهنده برش طولی یک کانال

شکل ۵۶- طرح کانالهای هوادهی کف سلول (ترسیم بدون مقیاس می باشد)



شکل ۵۷- طرح کانالهای هوادهی کف سلول (ترسیم بدون مقیاس می باشد)

۴-۸-۱۳- محاسبه افت فشار

بطور کلی در سه قسمت افت فشار خواهیم داشت:

۱- در داخل کانال

۲- کف جعبه

۳- داخل توده محصول

این افت فشارها به طریق زیر محاسبه می شوند.



- افت فشار در داخل کانال (ΔP_d)

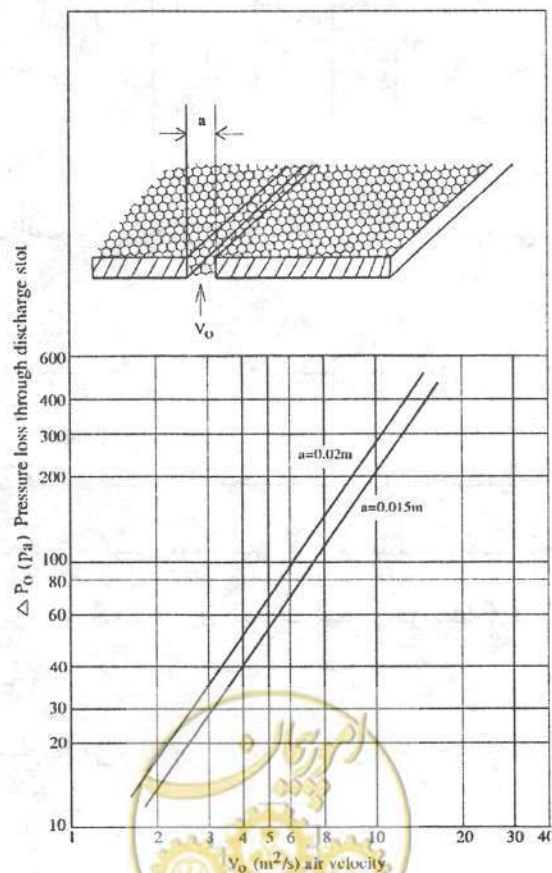
با داشتن سرعت جریان هوا و قطر معادل سطح ورودی کانال می‌توان میزان افت فشار در داخل کانال را از روی منحنی شماره ۵۳ بدست آورد. این میزان، افت فشار به ازای هر متر از کانال است. با ضرب کردن طول کانال در مقدار بدست آمده، میزان افت فشار در کل طول کانال بدست خواهد آمد. بخاطر وجود زانویی‌ها و دریچه‌ها، مقدار فوق باید ۱/۵ برابر گردد.

- افت فشار در جعبه (ΔP_B)

ابتدا با محاسبه میزان سطح هوادهی در کف جعبه و با داشتن میزان دبی عبوری به درون جعبه‌ها می‌توان سرعت هوای ورودی به جعبه‌ها را از طریق رابطه زیر بدست آورد.

$$V = \frac{\dot{V}}{A} \text{ (m/s)}$$

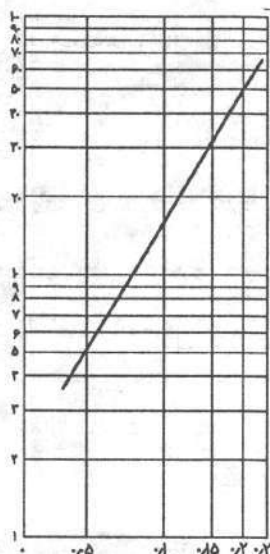
حال بر اساس منحنی شماره ۵۸ و با داشتن سرعت جریان هوا در درون جعبه‌ها می‌توان افت فشار در داخل جعبه‌ها را بدست آورد. این مقدار افت بدست آمده لازم است در تعداد جعبه‌هایی که روی هم چیده شده‌اند ضرب شود تا افت فشار کل بدست آید.



شکل ۵۸- منحنی میزان افت فشار جریان هوای عبوری از میان شکافهای کف جعبه

- افت فشار در توده محصول (ΔP_p)

ابتدا با داشتن مقدار دبی عبوری از هر جعبه بر حسب m^3/s و سطح مفید کف جعبه بر حسب m^2 مقدار دبی عبوری از واحد سطح مفید کف جعبه ($m^3/m^2.s$) را بدست می‌آوریم. سپس بر اساس نمودار شماره ۵۹ و با داشتن میزان دبی فوق‌الذکر می‌توان میزان افت فشار را در توده محصول بازای هر متر ارتفاع توده محصول بدست آورد. اینک با ضرب کردن این عدد در ارتفاع توده محصول در جعبه‌های روی هم چیده شده می‌توان میزان افت فشار را در داخل توده محصول بدست آورد.



شکل ۵۹- منحنی میزان افت فشار به ازای یک متر ارتفاع سیب‌زمینی تمیز شده و بدون جوانه

اینک با جمع کردن مقادیر بالا می‌توان کل افت فشار سیستم را به شرح زیر محاسبه کرد:

$$\Delta P_t = \Delta P_d + \Delta P_B + \Delta P_p \quad (P_p)$$

اینک می‌توان با داشتن دبی و افت فشار محاسبه شده و با استفاده از کاتالوگهای مربوط به بادزن، بادزن مناسبی را که دبی و فشار مورد نیاز را برای ما تامین کند، انتخاب کنیم. همچنین با توجه به میزان هوادهی بادزن انتخاب شده و در نظر گرفتن ابعاد $60 \times 60 \text{ cm}^2$ برای دریچه‌های ورود و خروج هوا و قرار دادن یک دریچه به ازای هر بادزن (۶ دریچه خروج و ۶ دریچه ورود هوا در هر سلول) می‌توان میزان سرعت هوای عبوری از هر دریچه را از طریق رابطه زیر بدست آورد.

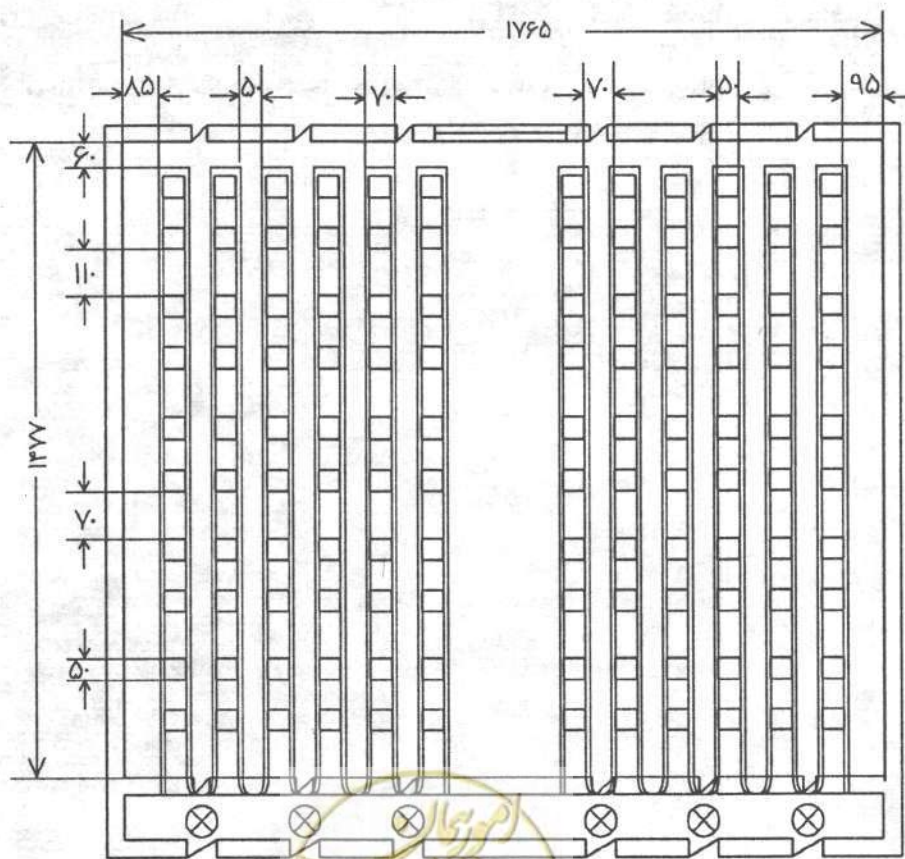
$$V = \frac{\dot{V}}{A} \quad (m/s)$$



$\dot{V}$ = میزان دبی هوای عبوری از هر دریچه بر حسب (m^3/s)

A = سطح هر دریچه بر حسب (m^2)

باید توجه داشت که سرعت عبور هوا از دریچه‌ها نباید خیلی زیاد بوده و حداکثر برابر $10 m/s$ باشد. قرار دادن ۶ دریچه ورود هوا و ۶ دریچه خروج هوا و ۶ دریچه مخلوط‌کننده در هر سلول (جمعاً ۱۸ دریچه در هر سلول) باعث بالا رفتن کیفیت عمل هوادهی گردیده و مطلوب‌ترین حالت را از جهت تامین هوای مورد نیاز بادزن‌ها ایجاد می‌کند. در نهایت هوای گرم پس از خارج شدن از دریچه‌های خروجی به سمت سقف انبار حرکت کرده و در آنجا توسط بادزن‌های طبیعی (Natural Fan) به محیط خارج منتقل می‌گردد. شکل شماره ۶۰ آرایش قرار گرفتن بادزن‌ها، دریچه‌های ورود و خروج هوا و دریچه‌های تعبیه شده بر روی کانالها برای عبور هوا به داخل جعبه‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۶۰- نحوه قرار گرفتن فن‌ها، دریچه‌ها و کانالهای کف هر سلول (ترسیم بدون مقیاس می‌باشد)

۵-۸-۱۳- بررسی افت حرارتی در داخل سلولها در فصل زمستان

برای بررسی این نکته لازم است میزان افت حرارتی در هر سلول را در سردترین ایام دوران انبارداری توسط نرم افزارهای کامپیوتری محاسبه کرد. سپس می باید این افت حرارتی را با حرارت تولید شده بر اثر تنفس محصولات مقایسه کرد. اگر مشاهده گردد که میزان این افت حرارتی بیش از میزان حرارت تولید شده توسط محصولات می باشد آنگاه نیاز به نصب یک سیستم گرم کننده (مانند المنت های برقی) در مسیر عبور جریان هوا خواهد بود. به این منظور افت حرارتی در بدترین شرایط ممکن (-30°C درجه سانتیگراد دمای محیط بیرون) و کمترین میزان تولید حرارت در داخل انبار (انبار خالی) در نظر گرفته شده و محاسبه مربوط به نیاز یا عدم نیاز به سیستم گرمکن بر این اساس انجام خواهد گرفت.

سپس میزان افت حرارتی محاسبه شده بر حسب kW را با توجه به وجود شش بادزن در هر سلول بر ۶ تقسیم می کنیم، بنابراین قدرت مورد نیاز برای هر دستگاه گرمکن بر حسب kW بدست خواهد آمد.

بهترین محل نصب گرمکن در محل کانال اصلی هوادهی و در زیر بادزن می باشد.



فصل چهاردهم - مبانی طراحی سیستم کنترل دما در انبارهای محصولات

۱۴-۱- سیستم کنترل دما و خنک‌سازی محصول

در هر سلول، برای خنک‌سازی و تهویه محصول ذخیره شده

- ۶ دریچه ورود هوای آزاد

- ۶ دریچه خروج هوای گرم

- ۶ دریچه مخلوط‌کننده

- ۶ عدد بادزن

- و سیستم تبرید مکانیکی برای مناطق گرمسیر تعبیه می‌شود.

هرگاه دمای محصول انبار شده از دمای مطلوب بیشتر شود، باید عملیات لازم برای

خنک‌سازی محصول انجام گیرد.

از طرفی فرآیند خنک‌سازی با استفاده از هوای محیط بیرون بستگی زیادی به دمای هوای آزاد

دارد. به طور کلی برای دمای هوای آزاد سه حالت زیر متصور است:

الف- دمای هوای آزاد در حدود دمای مطلوب باشد (حداکثر تا ۲ درجه کمتر از دمای نگهداری محصول): در این صورت چنانچه نیازی به خنک‌سازی باشد، دریچه‌های ورود و خروج باز می‌شوند. در چنین حالتی دریچه‌های مخلوط‌کننده باید بسته باشند. به این ترتیب هوای خنک و تازه از طریق دریچه‌های ورودی وارد شده و توسط بادزن‌ها و از طریق کانالهای توزیع هوا به زیر توده محصول هدایت می‌شود و با عبور از میان توده محصول آن را خنک می‌کند.

ب- دمای هوای آزاد کمتر از حداقل قابل قبول باشد:

در این حالت در صورت نیاز به خنک‌سازی، مخلوطی از هوای آزاد بیرون و هوای گرم داخل مورد استفاده قرار می‌گیرد. چرا که در صورت سرد شدن بیش از حد، محصول ذخیره شده دچار سرمازدگی می‌گردد. برای این منظور دریچه‌های مخلوط‌کننده باز می‌شوند و هوای گرم داخل سلول با هوای سرد ورودی مخلوط شده، این مخلوط هوا به کمک بادزن‌ها از طریق کانال به درون توده محصول هدایت می‌شود. در این حالت نیز دریچه‌های ورود و خروج هوا باز می‌مانند.

پ- دمای هوای آزاد بیش از دمای هوای مطلوب باشد:

در این حالت دریچه‌های ورود و خروج بسته می‌شود تا هوای گرم خارج نتواند وارد شود. این

وضعیت حتی در شرایط بالا بودن دمای محصول تا زمانی که دمای هوای آزاد بیرون به مقادیر ذکر شده در حالات قبل برسد، ادامه می‌یابد.

با توجه به اینکه گردش و جابجایی هوای درون توده محصول و دفع گرمای ایجاد شده در اثر تنفس امری ضروری است، لذا در صورتیکه دمای توده محصول از مقدار مطلوب افزایش یابد. مستقل از آنکه دمای هوای بیرون چه باشد، می‌باید بادزن‌ها روشن شده و در جابجایی هوا و هم دما کردن محیط کمک کنند.

علاوه بر این میزان باز بودن دریچه‌های ورود هوا و مخلوط‌کننده به دمای هوای عبوری در داخل کانال بستگی دارد.

عامل دیگری که باید در مورد باز و بسته بودن دریچه‌ها به آن توجه کرد، میزان تراکم دی‌اکسیدکربن در هوای داخل سلول است که نباید از ۱ درصد حجم هوای داخل سلول بیشتر شود. در صورت افزایش دی‌اکسیدکربن از حد مجاز در محیط سلول، دریچه‌های ورود و خروج باز می‌شوند تا هوای تازه با هوای داخل سلول جایگزین گردد. پس از تامین هوای تازه مورد نیاز برای تنفس محصول، دریچه‌های ورود و خروج مجدداً به وضعیت قبلی باز می‌گردند. پس می‌توان نتیجه گرفت که بطور کلی عوامل زیر در کنترل وضعیت دریچه‌ها و بادزن‌ها دخالت دارند:

- دمای توده محصول (T1) (رابطه مستقیم با باز شدن دریچه‌های ورود و خروج هوا دارد)
- دمای هوای آزاد (To) (رابطه معکوس با باز شدن دریچه‌های ورود و خروج هوا دارد)
- دمای هوای کانال اصلی هوادهی (TD) (رابطه معکوس با باز شدن دریچه‌های مخلوط‌کننده دارد)
- درصد دی‌اکسیدکربن هوای محیط سلول (رابطه مستقیم با باز شدن دریچه‌های ورود و خروج هوا دارد)

۱۴-۲- نقش سیستم کنترل

سیستم کنترل در انبارهای مورد نظر وظیفه دارد که به تجهیزات بکار رفته (مانند بادزن‌ها، موتوردریچه‌های هوادهی و ...) به موقع لزوم فرمان شروع یا خاتمه کار بدهد. در هر شرایط سیستم کنترل باید ترکیب حالات متفاوت را در بین تجهیزات فوق‌الذکر ایجاد نماید. حالات متفاوتی که در درون سلول اتفاق می‌افتد و سیستم کنترل می‌باید بر اساس این حالات طراحی

گردد به شرح زیر می‌باشند:

۱-۲-۱۴- سیستم کنترل دما

۱-۱-۲-۱۴- مناطق سردسیر

محل قرار گرفتن سنسورهای حرارتی:

S-1: درون جعبه‌ها (به ازای هر دو ردیف جعبه یک سنسور) - (تعداد ۶ عدد)

S-2: درون محیط سلول (تعداد ۲ عدد)

S-3: درون کانال هوادهی و در زیر محل نصب بادزن (تعداد ۲ عدد)

S-4: در محیط آزاد بیرون از سلول (تعداد ۲ عدد)

الف: همدمایی درون سلول - دمای یک یا چند ردیف از جعبه‌ها از حد بحرانی گذشته است. (S-1)

A - بادزن ردیفهای جعبه‌های مربوطه روشن می‌شود.

B - دریچه‌های ورود هوا بسته هستند.

C - دریچه‌های مخلوط‌کننده هوا باز می‌شوند.

D - دریچه‌های خروج هوا بسته هستند.

ب: هوادهی درون سلول - دمای محیط سلول از حد بحرانی گذشته است. (S-2)

ب-۱- در حالتی که هوای محیط بیرون برای هوادهی مناسب باشد (S-3)

A - تمام بادزن‌ها روشن می‌شوند.

B - تمام دریچه‌های ورود هوا باز می‌شوند.

C - تمام دریچه‌های خروج هوا باز می‌شوند.

D - تمام دریچه‌های مخلوط‌کننده هوا بسته می‌شوند.

ب-۲: اگر هوای محیط بیرون سردتر از حد مجاز باشد (S-4)

A - تمام بادزن‌ها روشن می‌شوند. (S-3)

B - تمام دریچه‌های ورود هوا به نسبت مشخص باز می‌شوند. (S-3)

C - تمام دریچه‌های خروج هوا باز می‌شوند. (تغلی)



D - تمام دریچه‌های مخلوط‌کننده هوا به نسبت مشخص باز می‌شوند. (S-3)

ب-۳: اگر هوای محیط بیرون گرمتر از حد مجاز باشد. (S-4)

سیستم تا مناسب شدن هوای بیرون عمل نخواهد کرد.

ب-۴: اگر سرمای بیرون به درون نفوذ کرده و گرمای داخل پاسخگو نباشد. (S-2)

A - هیترهای قرار گرفته در زیر بادزن‌ها روشن می‌شوند.

B - تمام بادزن‌ها به کار می‌افتند.

C - تمام دریچه‌های ورود هوا بسته می‌شوند.

D - تمام دریچه‌های خروج هوا بسته می‌شوند.

E - تمام دریچه‌های مخلوط‌کننده هوا باز می‌شوند.

۲-۱-۲-۱۴- مناطق گرمسیر

محل قرار گرفتن سنسورهای حرارتی: مانند حالت قبل

الف: هم‌دمایی درون سلول (S-1): مانند حالت قبل

ب: هوادهی درون سلول (S-2):

ب-۱: در حالتی که هوای بیرون برای هوادهی مناسب باشد: (S-3) مانند حالت قبل

ب-۲: در حالتی که هوای محیط بیرون سردتر از حد مجاز باشد: (S-4) مانند حالت قبل

ب-۳: در حالتی که هوای محیط بیرون گرمتر از حد مجاز باشد: (S-4)

A - تمام بادزن‌ها روشن می‌شوند.

B - تمام دریچه‌های ورود هوا بسته می‌شوند.

C - تمام دریچه‌های مخلوط‌کننده هوا باز می‌شوند.

D - تمام دریچه‌های خروج هوا بسته می‌شوند.

E - سیستم کولر روشن می‌شود.

۲-۲-۱۴- سیستم کنترل رطوبت (در هر دو منطقه گرم و سرد)

A - رطوبت سنج کاهش رطوبت را احساس می‌کند. (S-M)

B - به دستگاه رطوبت‌زن فرمان پاشش آب را می‌دهد.

C- دستگاه رطوبت زن که در راهروی وسط هر سلول نصب شده آب را به صورت قطرات ریز پاشش می کند.

D- تمام دریچه های ورود هوا بسته می شوند.

E- تمام دریچه های مخلوط کننده هوا باز می شوند.

F- تمام دریچه های خروج هوا بسته می شوند.

G- تمام بادزن ها روشن می شوند (تا ذرات آب با هوا مخلوط شده و رطوبت هوا بالا رود).

H- پس از مدت زمانی بعد از عمل کردن رطوبت زن، بادزن ها خاموش شده و سیستم قطع می شود.

۱۴-۲-۳- سیستم کنترل CO₂

A- میزان CO₂ محیط از حد مجاز بالاتر می رود.

B- سنسور مربوطه میزان CO₂ را احساس کرده و عمل می کند.

C- تمام بادزن ها روشن می شوند.

D- تمام دریچه های ورود هوا باز می شوند.

E- تمام دریچه های خروج هوا باز می شوند.

F- تمام دریچه های مخلوط کننده هوا بسته می شوند.

(این عمل در هر شرایط آب هوایی انجام خواهد گرفت)

نمودار نحوه عمل سیستم کنترل (Logic Chart) در پایان گزارش ارائه گردیده است.

۱۴-۳- تجهیزات مورد نیاز

جهت کنترل دما و سایر پارامترهای محیطی، یک سیستم کنترل الکتریکی و الکترونیکی مورد نیاز است تا بتواند بدون نیاز به حضور دائم اپراتور، اطلاعات موجود درباره پارامترهای مورد کنترل را (نظیر دما و دی اکسید کربن و ...) از محیط انبار گرفته و پس از پردازش کافی با اعمال فرمانهای لازم شرایط را به وضعیت مطلوب برگرداند.

کل سیستم کنترل از اجزای زیر تشکیل می گردد:

- سنسورهای دما و دی اکسید کربن

- کنترل کننده الکترونیکی سیستم (PLC) PROGRAMABLE LOGIC CONTROLLERS

- تابلوی فرمان قدرت
- موتورهای الکتریکی جهت باز و بسته کردن دریچه‌ها
- گرمکن‌های الکتریکی
- سیستم مبرد (در مناطق گرمسیر)
- بادزن‌ها یا دمنده‌های هوا
- کابل‌کشی‌های لازم جهت ایجاد اتصالات الکتریکی بین اجزای فوق
- حال به بررسی دقیقتر موارد ذکر شده فوق می‌پردازیم.

۱-۳-۱۴- مشخصات سنسورها

در سیستم کنترل دمای محیط سلول‌ها، چهار دسته سنسور دما به شرح زیر بکار می‌رود.

الف: سنسور برای سنجش دمای توده محصول

مهمترین عامل برای فرآیند خنک‌سازی، دمای توده محصول است که توسط سنسورهای داخل جعبه‌ها اندازه‌گیری می‌شود. به دلیل حرکت گرما به سمت بالا همواره بالاترین ردیف جعبه‌ها، گرمترین جعبه‌ها خواهند بود. لذا اگر سنجش دما در بالاترین ردیف صورت گیرد، می‌توان نسبت به صحت عملکرد این اندازه‌گیری مطمئن بود. با توجه به این نکته می‌توان نتیجه گرفت که جعبه‌های بالایی در هر ردیف دارای بیشترین دما خواهند بود. علاوه بر این معمولاً اختلاف دمای چندانی میان جعبه‌های مجاور وجود ندارد. با عنایت به ملاحظات فوق و برای ساده‌تر شدن سیستم کنترل، سنسورهای فوق‌الذکر به صورت یک ردیف در میان (به ازای هر بادزن یک سنسور) و در انتهای هر ردیف قرار می‌گیرند. به این ترتیب در هر سلول ۶ سنسور دما برای کنترل دمای درون جعبه‌ها (TA1 تا TA6) به کار می‌روند.

ب: سنسور برای سنجش دمای هوای آزاد

همانطور که گفته شد، در صورتی می‌توان از هوای آزاد برای خنک‌سازی محصولات استفاده کرد که درجه حرارت هوای آزاد در حد مطلوبی باشد. آگاهی از این مسأله مستلزم استفاده از یک سنسور دما (TO) در خارج از انبار و در محیط آزاد است. برای صرفه‌جویی، استفاده از دو سنسور در هوای آزاد برای کل انبار کفایت می‌کند. یک سنسور در هر سمت انبار، زیرا ممکن است هوای یک سمت انبار به دلیل تابش آفتاب در طول روز و وجود سایه در سمت دیگر و یا وزش باد در

یک طرف اختلاف دمایی را با دیواره طرف دیگر پدید آورد.

پ: سنسور دما برای سنجش میانگین دمای سلول

در صورت گرم شدن هر یک از جعبه‌ها به دستور سیستم کنترل، بادزن همان ردیف به کار افتاده و گرمای درون توده محصول را به محیط انبار منتقل می‌کند.

لذا پس از مدتی دمای محیط سلول به بالاتر از حد مجاز خواهد رسید و لازم خواهد بود هوای داخل سلول تعویض شود. این سنسور در چنین زمانی انجام وظیفه خواهد نمود.

تذکر: اگر دمای هوای آزاد با توجه به اطلاعات دریافتی از سنسور مورد "ب"، برای خنک‌سازی مناسب باشد، چنانچه سنسورهای داخل محیط سلول (مورد "پ") دمایی بیش از دمای مطلوب را نشان دهد. سیستم کنترل باید فرمان‌های مناسب برای تغییر وضعیت دریچه‌ها را صادر کند.

ت: سنسور برای سنجش دمای کانال

همانطور که گفته شد، در مواردی که هوای آزاد دمایی پایین‌تر از حداقل قابل قبول را داشته باشد، برای جلوگیری از سرمازدگی محصول، باید هوای آزاد با بخشی از هوای گرم داخل سلول مخلوط شود. این کار در کانال اصلی هوادهی و توسط بادزن‌ها صورت می‌گیرد. برای آگاهی سیستم کنترل از دمای کانال جهت تعیین وضعیت دریچه‌های مخلوط‌کننده، باید سنسورهای دما در کانال مذکور تعبیه شوند. با توجه به یکنواختی دمای هوای داخل کانال و برای صرفه‌جویی در تعداد سنسورها، دو سنسور دما برای این منظور کافی است و این سنسورها (TD1 و TD2) بعد از بادزن‌ها قرار می‌گیرند.

تذکر: چنانچه هر یک از این سنسورها، دمایی کمتر از حداقل قابل قبول را نشان دهد، سیستم کنترل باید فرمان لازم را برای تغییر وضعیت دریچه‌های ورود هوا صادر کند.

۲-۳-۱۴- مشخصات کنترل‌کننده‌ها

برای هر سلول از انبار محصولات، یک تابلوی کنترل مورد نیاز است که قسمت اصلی آن را یک کنترلر الکترونیک تشکیل می‌دهد. این کنترلر همراه با سایر قطعات در داخل تابلو نصب خواهد گردید.

در گذشته استفاده از تابلوهای کتاکتوری به نحوی که اینترلاک (INTERLOCK) سیستم



صرفاً توسط کنتاکتورها بسته می‌شد، بسیار معمول بود. ولی با گسترش و تکامل سیستمهای الکترونیکی و کامپیوتری، امروزه بندرت از آنها استفاده می‌گردد.

در علم کنترل و اتوماسیون صنعتی (INDUSTRIAL AUTOMATION) به کنترلرهایی که به منظور کار در خطوط تولید کارخانجات و سایر محیطهای صنعتی و یا نظامی ساخته می‌شوند، اصطلاحاً "PROGRAMMER LOGIC CONTROLLER" یا به اختصار PLC گفته می‌شود. این نام‌گذاری از این جهت است که این نوع کنترل کننده‌ها قابلیت برنامه‌پذیری را کاملاً نظیر یک کامپیوتر دارا می‌باشند.

از مزایای این سیستمها نسبت به سیستمهای کنتاکتوری قدیمی می‌توان به نکات ذیل اشاره کرد:

الف- کاهش قابل توجه هزینه: خصوصاً در اینترلاک‌های پیچیده با تعداد زیادی ورودی و خروجی که در آنها تعداد بسیار زیادی کنتاکتور بکار می‌رود. در حالیکه یک PLC کوچک می‌تواند یک اینترلاک پیچیده را درون نرم‌افزار خود بدون نیاز به وسایل اضافی شبیه‌سازی نموده و انجام وظیفه کند.

در این صورت از کنتاکتورها فقط در خروجی‌های قدرت استفاده می‌شود.

ب- سهولت قابلیت تغییر در اینترلاک در صورت لزوم: تغییر در تابلوهای کنتاکتوری مستلزم صرف هزینه و وقت فراوان و عملاً طراحی مجدد تابلو از ابتدا می‌باشد. در حالیکه این کار در PLC ها به ساده‌ترین شکل ممکن، یعنی فقط با تغییر چند سطر از نرم‌افزار PLC روی صفحه مونیتور کامپیوتر PROGRAMMER در کوتاهترین زمان ممکن انجام می‌پذیرد. در عین حال که این کار هزینه سخت‌افزاری چندانی در بر نداشته و نیازی به تغییر در کابل کشیهای تابلوها ندارد.

ج- قابلیت اطمینان بالا: نگاه اولیه به عنوان مقایسه دو سیستم، ممکن است این تصور را در ذهن مقایسه‌گر ایجاد کند که کنتاکتورها مطمئن‌تر از PLC ها کار می‌کنند. زیرا کار آنها را می‌توان به وضوح مشاهده و لمس کرد. در صورتیکه عملاً این تصور باطلی است. خصوصاً در اینترلاک‌های پیچیده‌تر که تعداد کنتاکتورها بسیار زیاد می‌شود، همواره این خطر وجود دارد که یک کنتاکت فرسوده و اکسید شده در رله‌ای درست عمل نکند. در این حالت هیچ ضامن اجرایی و یا نظارت خودکاری بر کارکرد آنها وجود ندارد. در یک سیستم PLC به دلیل آنکه دستگاه از المانهای الکترونیکی بجای المانهای مکانیکی استفاده می‌کند، ضریب استهلاک در آن به حداقل ممکن گاهی می‌یابد. چنانچه در طراحی اولیه یک PLC چه از نظر سخت‌افزاری و چه از نظر

نرم افزاری ملاحظات و دقت های کافی بکار رفته باشد و اجرای آن توسط متخصصین مجرب و کارآموده ای صورت گرفته باشد، احتمال خرابی در سیستم الکترونیکی بسیار ناچیز می باشد. استفاده مستمر و گسترده طی بیش از دو دهه در محیط های صنعتی و رشد روزافزون این سیستم ها، بهترین دلیل بر این مدعا است.

۱-۲-۳-۱۴- مشخصات سخت افزاری PLC

معمولا هر PLC از یک سری اجزاء اصلی تشکیل شده است که بصورت یکپارچه (COMPACT) یا به صورت مدولار (MODULAR) به هم متصل می شوند.

معمولا طراحان و سازندگان، PLC های کوچک با تعداد ورودیها و خروجیهای (I/O) کم را به صورت یکپارچه می سازند. در حالیکه PLC های بزرگتر با تعداد I/O های بیشتر را به صورت مدولار می سازند. اینکار از مزایای بسیاری برخوردار است که ذکر همه آنها از حوصله این بحث خارج است.

بطور خلاصه فقط بیان می گردد که استفاده از PLC های مدولار مزایایی دارد که نسبت به مهمترین عیب آنها یعنی افزایش قیمت ارجحیت فراوان پیدا می کنند، و به همین علت استفاده از آنها بسیار توصیه می گردد.

یک PLC از مدولهای زیر- بصورت حداقل- تشکیل می گردد.

الف- منبع تغذیه (POWER SUPPLY)

ب- واحد پردازشگر مرکزی (CENTRAL PROCESING UNIT (CPU)

ج- مدولهای ورودی و خروجی (I/O) (اعم از دیجیتال یا آنالوگ)

د- بدنه بیرونی PLC (RACK & CASE)

طراحی مکانیکی یک PLC از اهمیت خاصی برخوردار است.

PLC باید یک RACK فلزی داشته باشد تا بتواند مدولهای دیگر را در داخل خود حفظ کند.

این RACK باید قابلیت اتصال به بدنه تابلو را داشته باشد، یا روی ریل های تابلو به راحتی و با استحکام کافی نصب گردد.

معمولا RACK ها را طوری می سازند تا براحتی داخل تابلوهای استاندارد ۱۹ اینچ نصب شوند.

مدولهای دیگر یا روی ریل در داخل RACK نصب می شوند و یا به بدنه آن پیچ می گردند.



بهترین نحوه اتصال مدول‌ها به صفحه پشت (BACK PLANE) استفاده از کانکتورهای صنعتی (CONNECTOR) با قابلیت پیچ شدن است. اگر این کانکتورها روی پایه‌های خود درصدي ناچیز با آب طلا، آبکاری شده باشند به مرور زمان و در مجاورت هوا و رطوبت اکسیده نخواهند شد. اکسیداسیون، شل شدن، رها کردن فنرهای اتصال داخل کانکتورها، لحیم کاریهای نادرست، پایه‌های فشرده و بسیار نزدیک به هم، همگی از عواملی هستند که باعث می‌گردند تا اتصال یک مدول به بخشهای دیگر مختل شده و در کار PLC اختلال ایجاد شود.

به هر صورت در انتخاب و خرید PLC، رعایت این نکته بسیار ضروری است که اتصالات مکانیکی و الکتریکی بین مدول‌ها و یا مدول‌ها به RACK و همینطور مدول‌ها به BACK PLANE و RACK به تابلو از استحکام کافی برخوردار بوده و با حرکات و لرزشهای عادی جابجا نشوند. معمولاً آنها را به صورتی می‌سازند تا مدول‌های مورد نظر کنار هم قرار گرفته و مجموعه کاملی از یک PLC را بسازند. مبنای انتخاب طراح برای قرارگیری مدول‌ها بر حسب نیاز، تعداد و نوع I/O هاست.

شکل شماره ۱۰ در پیوست نشان‌دهنده نمونه‌ای از BACK PLANE و RACK می‌باشد. از مشخصات مهم هر PLC این است که جوابگوی چه تعداد ورودی و خروجی I/O است. I/O ها به دو نوع آنالوگ (ANALOG) و دیجیتال (DIGITAL) تقسیم می‌شوند. تعداد I/O های این پروژه در هر سلول عبارتند از:

- ۲۶ ورودی آنالوگ

- ۱۲ ورودی دیجیتال

- ۱۹ خروجی دیجیتال

چون معمولاً تعداد I/O های PLC ها و مدول‌های مربوطه مضاربی از ۸ است، دستگاه انتخابی باید حداقل به تعداد زیر ورودی و خروجی داشته باشد:

- ۳۲ ورودی آنالوگ

- ۱۶ ورودی دیجیتال

- ۲۴ خروجی دیجیتال

مزیت دیگر انتخاب این تعداد از I/O ها این است که چنانچه در آینده نیاز به تغییر یا گسترش بیشتری در سیستم باشد، به راحتی با استفاده از I/O های RESERVE این کار عملی است.

معمولاً جهت گسترش سیستم در آینده پیش‌بینی می‌گردد که حداقل یک یا دو محل خالی



مدول روی RACK در نظر گرفته شود.

در عین حال چون این بخش از PLC بیش از بخشهای دیگر احتمال آسیب‌پذیری دارد، چنانچه یک بیت از آنها آسیب ببیند، به راحتی توسط اپراتور یا تکنسین ناظر (SUPERVISOR) قابل تشخیص و موقتا تا تعویض کامل مدول، با یک بیت I/O RESERVE قابل جایگزینی است.

مشخصات کلی I/O ها در بخشهای بعدی با تفصیل بیشتری خواهد آمد.

در مورد انتخاب دستگاه PLC - خصوصا از سازندگان ایرانی - ذکر این نکته لازم است که یک سیستم انتقال داده‌ها بین مدول CPU و سایر مدولها باید توسط یک گذرگاه (ASYNCRONIOUS BUS) انجام گیرد.

لیکن متأسفانه بسیاری از سازندگان ایرانی - خصوصا در ساخت دستگاه‌های ارزان قیمت - این نکته مهم و اساسی را رعایت نمی‌کنند. بحث BUS ها و انتقال داده‌ها بین بخشهای مختلف PLC و همینطور استفاده مدول‌های مختلف از CPU و تعیین اولویت‌ها، خود بحث بسیار مفصلی است که شرح آن از حوصله این گزارش خارج است.

ولی آنچه که درک آن در این مختصر ضروری است، آن است که هر ریزپردازنده (MICROPROCESSOR) که قلب سیستم بوده و کار پردازش داده‌ها را بعهده دارد، خود نیاز به حداقل سه نوع خطوط انتقال داده‌های محلی به نامهای ADDRESS BUS, CONTROL BUS و DATA BUS دارد. اینها جهت ایجاد ارتباط با چیپ‌های جانبی، حافظه‌ها، I/O های محلی و ... به صورت SYNCRONIOUS بکار می‌روند. وجود این گذرگاههای ارتباطی برای یک MICROPROCESSOR یا MICROCONTROLLER در حکم سلسله اعصاب در بدن انسان است. بطوریکه دریافت اطلاعات از تمام نقاط مدارات را ممکن و به کلیه بخشهای لازمه، فرمانهای مربوطه را هدایت می‌کند.

بسیاری از سازندگان و طراحان سیستمهای PLC همین BUS های SYNCRON خود MICROPROCESSOR را به تمامی مدولها هدایت کرده و در واقع به همه I/O های اصلی فرمان داده و یا فرمان دریافت می‌کنند. این مسأله ضررهای بسیاری را بدنبال داشته و بهیچ وجه استفاده از آنها در محیطهای صنعتی و با I/O های فراوان توصیه نمی‌گردد.

یک سیستم انتقال داده بصورت ASYNCRONIOUS توسط یک BUS حتی‌الامکان صنعتی و استاندارد می‌تواند BUS محلی را از BUS اصلی سیستم جدا کند، به نحوی که:

- این دو مستقل از هم کار کنند.

- اولویت تعیین مدول‌ها به نحو صحیح تعیین گردد.
- حساسیت به اغتشاشات (نویز پذیری) سیستم به حداقل برسد.
- ضریب اطمینان کار سیستم به بالاترین حد خود برسد.
- در صورت وجود میکروپروسسورهای فرعی و یا جانبی (SLAVE) کار آنها با بقیه تداخل نکند.

- در شرایط بحرانی، سیستم بطور خودکار برای خود تعیین تکلیف کند و
از این رو PLC انتخابی حتماً باید از این نظر اطمینان طراحان و مجریان این پروژه را جلب نماید.

PLC باید دارای سوئیچ‌های بیرونی RUN/STOP, RESET, ON/OFF باشد.
PLC باید دارای یک BATTERY BACKUP برای ذخیره موقت داده‌ها در حافظه‌های موقتی RAM و همینطور امکان ذخیره‌سازی آخرین وضعیت (STATUS) سیستم در لحظه قطع برق باشد.

حداقل مشخصات مورد انتظار برای یک سیستم PLC در این پروژه عبارتند از:

CPU	MIN 8 BIT MICROPROCESSORS
INTERNAL RAM	MIN 4 K BYTE
EPROM (USER ACCESSIBLE)	MIN 16 K BYTE
PROCESSING TIME (FOR IK STATEMENTS)	MAX APPROX. 20 MS
INTERFACING WITH PROGRAMMER	RS 232 / RS 485
PROGRAMMER	IBM PC (COMP.) OR HANDY PROGRAMMER
INTERNAL POWER SUPPLY	230 VAC
OPERATING TEMPERATURE	0 TO 50 °C (UP TO 60 °C FOR HOT WEATHER AREAS)
RELATIVE HUMIDITY	15 TO 95 % (INDOORS)

۲-۲-۳-۱۴- خصوصیات پردازشگر اصلی PLC (CPU)

همانطور که گفته شد هر PLC الزاماً به یک- یا چند - بخش مدول CPU یا CENTRAL PROCESSING UNIT نیاز دارد. قلب اصلی این مدول از یک چیپ پردازشگر MICROPROCESSOR یا MICROCONTROLLER تشکیل شده است. در گذشته از پردازشگرهایی استفاده می‌شد که به صورت گسترده (DISCRET) یعنی از المانهای الکترونیکی و چیپ‌های متعدد تشکیل می‌شد. ولی امروزه با پیشرفت بسیار سریع در علم SOLID STATE و فیزیک نیمه هادیها امکان گردآوری صدها هزار ترانزیستور روی یک چیپ (IC) کوچک ممکن

گردیده است. در هر صورت ما توجه چندانی به محتویات و المانهای مدول CPU و آنچه که در آنها می‌گذرد نخواهیم داشت. برای هر مدول CPU یک پردازشگر حداقل ۸ بیتی نظیر:

ROCKWELL 6502 -

MOTOROLA 6809 -

ZILOG Z80 -

INTEL 8085 و یا

برای اجرای نرم‌افزار و فرامین لازم کافی خواهد بود.

آنچه که مهم است این است که این مدول بتواند حداقل شرایط زیر را پاسخگو باشد:

- پردازشگر باید بتواند حداکثر در مدت 20 MS، ۱۰۲۴ دستورالعمل ساده را انجام دهد.
- CPU حداقل باید ۱۶KBYTE فضای حافظه EPROM یا EEPROM را برای ذخیره‌سازی دستورالعملهای دائمی داشته باشد.

- CPU حداقل باید 4KBYTE فضای حافظه RAM را برای ذخیره‌سازی دستورالعمل‌ها و داده‌های موقت داشته باشد.

- CPU باید قابلیت اتصال به یک PROGRAMMER (از نوع دستی و یا PC) جهت نوشتن INTERLOCK یا LOGIC سیستم و انتقال آن بصورت SERIAL یا PARALLEL به حافظه‌هایش را داشته باشد.

- هر چند وجود یک حافظه CMOS RAM با BATTERY BACKUP الزامی نیست، ولی وجود آنها به سرعت برنامه‌نویسی، تست، عیب‌یابی و راه‌اندازی سیستم کمک فراوانی خواهد نمود.

- CPU حتماً باید به سیستم ایمنی داخلی موسوم به WATCH DOG مجهز باشد. این سیستم به گونه‌ای عمل می‌کند که در صورت بروز اشکال در خود CPU ادامه کار را متوقف کرده و تمامی خروجیها را غیرفعال می‌نماید. در این صورت CPU فرمانهای نادرست و مخرب صادر نخواهد کرد. هشدار به اپراتور نیز از وظایف این سیستم ایمنی است. برای اجرای صحیح تمامی این امور نوع HARDWARE WATCH DOG توصیه می‌گردد. در عین حال وجود یک SOFTWARE WATCH DOG می‌تواند بسیار مفید واقع گردد. ولی هرگز بطور صددرصد جایگزین نوع سخت‌افزاری آن نخواهد شد.



۳-۲-۳-۱۴- مشخصات منابع تغذیه یا POWER SUPPLIERS

در این پروژه هر تابلوی فرمان کلاً به دو نوع منبع تغذیه نیاز دارد:

۱- منبع داخلی جهت تغذیه مدارات الکترونیکی خود PLC

این منبع تغذیه باید به گونه‌ای انتخاب گردد که توان تامین جریان کلیه مدولها را داشته باشد. این عمل به سادگی با جمع جریان ماکزیمم هر مدول و در نظر گرفتن حداقل ۳۰٪ مقدار اضافی (SAFETY FACTOR) قابل محاسبه بوده و یا توسط خود سازنده آن تعیین می‌گردد.

۲- منبع دیگر جهت تامین جریان I/O ها، رله‌های کوچک کمکی و میکروسوییچها و سوئیچ‌های محدودکننده (LIMIT SWITCHES) جریان مصرفی در حالت ماکزیمم خود قرار دارد. این جریان با یک ضریب اضافه (SAFETY FACTOR) ۳۰ درصدی می‌تواند تامین‌کننده انرژی مورد نیاز I/O ها باشد.

آنچه که حائز اهمیت است این است که منبع تغذیه نباید در اثر کار مداوم بیش از اندازه گرم شود و یا بسوزد. این اتفاق در حالیکه از نظر PLC مخفی خواهد ماند، لیکن کار سیستم را کاملاً مختل خواهد کرد.

۴-۳-۲-۱۴- مشخصات ورودی دیجیتال DIGITAL INPUTS

برای ورودیهای دیجیتال، یک مدول مستقل مورد نیاز است. معمولاً تعداد I/O ها در سیستم‌های PLC مضاربی از ۸ می‌باشند. لذا تقسیم‌بندی تعداد ورودی‌ها بر همین اساس تعیین شده است. مثلاً در این پروژه برای هر سلول انبار ما نیاز به ۲۴ ورودی دیجیتال داریم، که این تعداد روی یک یا دو مدول می‌تواند قرار گیرد.

این ۲۴ ورودی به صورت زیر تقسیم خواهند گردید:

- برای سوئیچ‌های محدودکننده (LIMIT SWITCHES) دریچه‌های ورود هوا ۶ سیگنال ورودی (ضروری)

- برای رطوبت سنج ۱ سیگنال ورودی (ضروری)

- برای باز و بسته بودن درب سلول ۱ سیگنال ورودی (ضروری)

- برای توقف یا ایست اضطراری کار PLC ۱ سیگنال ورودی (ضروری)

- برای اطمینان از صحت کارکرد سیستم تبرید ۱ سیگنال ورودی (پیشنهادی)

- برای اطمینان از صحت کارکرد بادزنها ۶ سیگنال ورودی (پیشنهادی)

- برای اطمینان از صحت کارکرد گرم کن ها ۶ سیگنال ورودی (پیشنهادی)

- برای توقف یا ایست اضطراری کار PLC ۱ سیگنال ورودی (پیشنهادی)

- ورودی رزرو ۱ سیگنال

توجه به نکات ذیل در مورد انتخاب مدول ها الزامی است.

- تمامی ورودیها باید از نوع ایزوله شده (ISOLATED INPUT) باشند. این ایزولاسیون

می تواند از نوع کوپلرهای نوری (OPTO COUPLERS) یا از نوع رله های مینیاتوری باشند. این

کار برای جداسازی جریانهای الکتریکی مدارات داخل PLC و خارج آن لازم است.

- ولتاژ برای تحریک ورودیها ۲۴ ولت توصیه می گردد.

- چنانچه ولتاژ تحریک ۲۴ ولت انتخاب شده باشد، معمولاً "سیگنال ورودی بیش از ۱۰ ولت

بعنوان یک (ON) و سیگنال کمتر از ۵ ولت بعنوان صفر (OFF) محسوب می گردد. ولی رعایت

دقیق این ارقام الزامی نیست.

- وجود LED های نشانگر روی مدولهای I/O به برنامه نویسی و عیب یابی و نصب سیستم

کمک شایانی خواهد کرد.

حداقل مشخصات الکتریکی برای ورودیهای دیجیتال عبارتند از:

NUMBER OF INPUTS	8 OR 16
INPUT VOLTAGE	24 V
ISOLATION VOLTAGE	1000 V
ELECTRICAL ISOLATION	RELAY OR OPTO COUPLER
INPUT CURRENT	MAX 20 mA
INPUT POLARITY	ACTIVE LOW OR HIGH

۵-۲-۳-۱۴- مشخصات خروجیهای دیجیتال (DIGITAL OUTPUTS)

بسیاری از مطالبی که در مورد ورودیهای دیجیتال بیان گردید، در مورد خروجیهای دیجیتال نیز

عیناً صادق است. به همین دلیل از ذکر مجدد آن مطالب خودداری می شود.

در هر PLC ما نیاز به ۲۴ خروجی دیجیتال داریم که ممکن است در یک، دو یا سه مدول قرار

گرفته باشند.

این ۲۴ خروجی به سیگنالهای زیر تقسیم خواهند شد:

- فرمان چپ گرد و راست گرد برای موتور مشترک هر دریچه ۶ (۲×۳) سیگنال خروجی

- فرمان روشن شدن بادزنها ۶ سیگنال خروجی



- فرمان روشن شدن سیستم تبرید ۱ سیگنال خروجی
- فرمان روشن شدن گرم‌کنها ۶ سیگنال خروجی
- فرمان روشن شدن رطوبت سنج ۱ سیگنال خروجی
- فرمان آلارم جهت اطلاع از خرابی‌ها ۱ سیگنال خروجی
- خروجی رزرو ۳ سیگنال

حداقل مشخصات الکتریکی خروجیهای دیجیتال عبارتند از:

NUMBER OF OUTPUTS	8 OR 16
OUTPUT VOLTAGE	24 V
ISOLATION VOLTAGE	1000 V
ELECTRICAL ISOLATION	RELAY OR OPTO COUPLER/OPEN COLLECTOR WITH EXTERNAL RELAY
INPUT CURRENT	MAX 20 mA
INPUT POLARITY	ACTIVE LOW OR HIGH

شایان ذکر است که اگر این خروجیها از نوع OPEN COLLECTOR باشند برای ایزولاسیون و تقویت جریان و اطمینان بیشتر، استفاده از رله‌های کمکی در داخل تابلو برای راه‌اندازی کنتاکتورهای قدرت لازم خواهند بود. ولی اگر مدولهای PLC خود دارای رله‌های کوچک باشند دیگر لزومی به این کار نخواهد بود.

۶-۲-۳-۱۴- مشخصات ورودیهای آنالوگ ANALOG INPUTS

اصولاً ورودیهای آنالوگ از نظر سیگنال تحریک به دو دسته تقسیم می‌گردند:

- ورودی‌هایی که با ولتاژ تحریک می‌شوند. مانند 0-5V یا 0-10V

- ورودی‌هایی که با جریان تحریک می‌شوند. مانند 0-20 mA یا 4-20mA

هر دو نوع در این پروژه به دلیل آنکه میزان اغتشاش (NOISE) محیط بسیار بالا نمی‌باشد و یا طول کابل‌های کنترل بسیار طولانی نیستند، قابل استفاده می‌باشند. با این همه استفاده از نوع دوم (4-20mA) نسبت به سایر انواع ارجحیت کامل دارد. چرا که ارتباط الکتریکی سنسورها با مدول آنالوگ ورودی با یک حلقه جریان (CURRENT LOOP) بسته می‌شود و در صورت ازدیاد فاصله و افزایش طول کابل، سیگنال‌های جریانی تضعیف نمی‌شوند. از طرف دیگر اغتشاشات الکتریکی و مغناطیسی ناخواسته در محیط نیز تاثیر کمتری روی سیگنال‌های جریان دارند.

عامل دیگری که در بالا بردن ضریب اطمینان این نوع سیگنال‌ها و کاهش اغتشاشات خارجی

بسیار مهم است استفاده از دو ورودی آنالوگ برای یک سیگنال است که در اصل بصورت تفاضلی (DIFFERENTIAL) عمل می‌کند. در این صورت باید تعداد ورودی‌های آنالوگ دو برابر گردد.

در این حالت طول کابل‌های کنترل را می‌توان تا ۲۰۰ متر هم افزایش داد.

حداقل دقت لازم برای مدار مبدل آنالوگ به دیجیتال (ANALOG TO DIGITAL) داخل مدول باید ۱۲ بیت با حداکثر خطا ± 1 LSB باشد.

در هر PLC ما نیاز به ۳۲ ورودی آنالوگ داریم که این ورودی‌ها به شرح زیر تقسیم می‌شوند:

- سنسورهای حرارتی $24 = 12 \times 2 = 2 \times (2 + 2 + 2 + 6)$ سیگنال ورودی آنالوگ دوبل تفاضلی (DIFFERENTIAL INPUTS)

- سنسورهای دی‌اکسید کربن ۲ سیگنال ورودی آنالوگ

- ورودی آنالوگ رزرو ۲ سیگنال

حداقل مشخصات الکتریکی ورودیهای آنالوگ عبارتند از:

INPUT CURRENT	4 - 20 mA
RESOLUTION	20 BIT
CONVERSION TIME	MIN. 0.1 mS
ISOLATION VOLTAGE	MIN. 1000 V
TYPE OF SENSORS	RESISTIVE OR PT100 OR THERMOCOUPLE
COUPLE INPUT WIRE	YES
COMMON REJECTION	MIN. 100 DB
DIFFERENTIAL MODE	YES

۷-۲-۳-۱۴- مشخصات نرم‌افزاری PLC

هر PLC باید یک نرم‌افزار سیستم عامل (OPERATING SYSTEM) به صورتی داخلی که در حافظه‌های ثابت (EPROM یا ROM) آن ثبت شده است، داشته باشد.

این کار توسط طراح و سازنده PLC قبلاً انجام گرفته است و نیاز به تغییر و تعویض برنامه‌نویس پیمانکار نخواهد داشت.

همانگونه که قبلاً توضیح داده شد، ابتدا برنامه (INTERLOCK OR LOGIC) فرایند عمل در حافظه‌های ثابت (EPROM OR EEPROM) توسط برنامه‌نویس نوشته خواهد شد. این حافظه‌ها بصورتی می‌باشند که قابل برنامه‌ریزی بوده ولی با قطع برق داده‌های خود را حفظ می‌کنند. فقط در زمان برنامه‌نویسی و هنگام عیب‌یابی و تغییرهای مکرر توسط برنامه‌نویس، این امکان وجود دارد که با روشهای خاصی نظیر اشعه ماوراء بنفش و یا اعمال ولتاژهای خاصی آن را

به دفعات پاک کرده و دوباره برنامه‌ریزی کرد. در عین حال حتی استفاده از اینگونه حافظه‌ها بسیاری از مواقع مشکل و دست و پاگیر می‌باشد. در این صورت برای سهولت کار می‌توان از PLC‌هایی که حافظه‌های CMOS RAM دارند استفاده کرد. ولی این کار صددرصد الزامی نیست. به هر حال پس از تغییرات مکرر برنامه و حصول اطمینان از صحت کارکرد آن کل برنامه در حافظه‌های ثابت برنامه‌نویسی شده و بدون تغییر خواهند ماند. توصیه می‌شود حتماً چند نسخه از این برنامه برای اطمینان بیشتر در بایگانی انبار و یا نزد مهندسین مشاور و پیمانکاران باقی بماند تا اگر به احتمال ضعیف در آینده عیبی در IC‌های حافظه پیش آمد. سریعاً از نسخه اولیه کپی‌برداری شده و رفع عیب گردد. در غیر این صورت کار برنامه‌نویسی باید از سر گرفته شود. از اینها گذشته هر PLC نیازمند حافظه‌های موقتی RAM می‌باشد که جهت خواندن و نوشتن سریع و موقتی بکار میرود (همانند یک چرکنویس) ولی با قطع برق کل اطلاعات این حافظه از بین خواهد رفت.

۸-۲-۳-۱۴- مشخصات سیستم عامل PLC (PLG OS)

یک سیستم عامل (PLC OPERATING SYSTEM OR PLC OS) به هر صورتی نوشته شده باشد باید حداقل شرایط زیر را دارا باشد:

PLC OS - باید بتواند دستورالعملهای STL (STATEMENT LIST) استاندارد را پذیرفته و اجرا کند.

برنامه‌نویسی STL دادن یک سری دستورالعملهای ساده بصورت سطر به سطر از طریق دستگاه پروگرامر (PROGRAMMER) به حافظه PLC است. در اکثر PLC‌ها این دستورات (COMMANDS) تقریباً مشابه هم می‌باشند. قدیمی‌ترین و مشهورترین استاندارد روش برنامه‌نویسی سیستم‌های SIEMENS در خانواده SIMATIC می‌باشد. ولی تطابق صددرصد با استانداردهای SIEMENS اجباری نمی‌باشد.

PLC OS - باید دارای حداقل ۱۰۲۴ عدد FLAG قابل دسترس برای برنامه نویس باشد.

PLC OS - باید حداقل ۳۲ شمارنده (COUNTER) با قابلیت شمارش از ۰ تا ۹۹۹ را داشته باشد.

PLC OS - باید حداقل ۳۲ عدد تایمر (TIMER) با قابلیت زمان‌گیری از ۱۰mS تا ۹۹۹۰ S را دارا باشد.



۹-۲-۳-۱۴- مشخصات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری پروگرامر (PROGRAMMER) PLC

برای برنامه‌نویسی، آزمایش و عیب‌یابی یک سیستم PLC، خصوصاً در هنگام نصب و راه‌اندازی و همین‌طور مشاهده وضعیت متغیرهای داخلی در هنگام کار نیاز به سیستم سخت‌افزاری دیگری بنام پروگرامر (PROGRAMMER) هست.

پروگرامرهای سیستم کوچکتر جهت کاهش قیمت تمام شده و پرتابل بودن بصورت دستی (HANDY PROGRAMMER) تقریباً چیزی شبیه به یک ماشین حساب ساخته می‌شوند. ولی در PLC‌های بزرگتر، امروزه از یک دستگاه کامپیوتر PC سازگار با IBM (COMPATIBLE) به همراه یک رابط سخت‌افزاری (HARDWARE INTERFACE) که معمولاً از طریق گذرگاه سریال کامپیوتر (SERIAL PORT RS232) تغذیه می‌شود، استفاده می‌گردد.

نوع کامپیوتر خیلی مهم نیست. یک PC معمولی (حتی 80286 یا بالاتر) با حداقل امکانات نیز جوابگو خواهد بود. مشخصات دقیقتر کامپیوتر باید توسط سازنده PLC مشخص گردد. برای تکمیل کار برنامه‌نویسی از طریق پروگرامر نیاز به نرم‌افزار مخصوصی هست که فقط توسط طراح و سازنده PLC خریداری شده ارائه می‌گردد. این نرم‌افزار یک محیط مناسب را روی کامپیوتر ایجاد می‌کند، به نحوی که برنامه‌نویس بتواند بهره‌مندیهایی لازم ذیل را از آن دریافت نماید:

- محیط مناسب جهت دادن دستورالعمل‌های STL (STL EDITOR)
- امکان ذخیره و فراخوانی فایل داده‌های STL روی دیسک
- دادن گزارش از وضعیت کار ONLINE دستگاه PLC زمانیکه در حال اجرای کامل برنامه و صدور دستورات لازم است. به نحوی که بتوان در هر لحظه وضعیت کلیه ورودیها و خروجیها (I/O)، فلگها (FLAGGS)، تایمرها (TIMERS)، شمارنده‌ها (COUNTERS)، حافظه‌های RAM و را مشاهده کرد.

- آخرین وظیفه پروگرامر پس از نوشتن برنامه و دستورالعملها، وارد کردن آن به حافظه PLC است به نحویکه بتواند آنرا اجرا کند. و هر زمان که لازم شد عکس این کار را انجام دهد، یعنی برنامه قابل اجرای PLC را از حافظه آن فراخواند.

اگر نرم‌افزاری علاوه بر اینها امکاناتی را در اختیار برنامه‌نویس قرار دهد، از مزایای آن محسوب می‌گردند ولی هیچ کدام الزامی نیستند، مثلاً:



- ایجاد محیط مناسب برای نوشتن برنامه با نمادهای لاجیکی (CONTROL SYSTEM FLOWCHART) CSF که یک روش برنامه‌نویسی آسان توسط کنار هم قراردادن سمبل‌های مدارات دیجیتال- در علم الکترونیک- نظیر گیت‌های NOT یا OR یا AND، فلیپ فلاپها (FLIP FLOP) تایمرها (TIMER)، و غیره می‌باشند. این روش برنامه‌نویسی بیشتر برای برنامه‌نویسهای با نگرش سخت‌افزاری و دیجیتالی و یا کسانی که می‌خواهند از دستورالعملهای نامفهوم STL درک و لمس بهتری داشته باشند، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- ایجاد محیط مناسب برای نوشتن برنامه با نمادهای لاجیکی در روش برنامه‌نویسی نردبانی (LADDER) که بسیار شبیه روش CSF می‌باشد.

- ارائه یک محیط (MENU DRIVEN) روی صفحه مونیتر می‌تواند سهولت کار لازم را برای یک برنامه‌نویس فراهم کند.

۳-۳-۱۴- مشخصات سنسورها

مشخصات سنسورها به شرح موارد زیر می‌باشد.

۱-۳-۳-۱۴- مشخصات تکنیکی و فیزیکی سنسورهای حرارتی یا ترمومترها

ترموترها در مدلها و انواع مختلف با خصوصیات و ساختارهای فیزیکی خاصی ساخته می‌شوند. آنچه که برای این پروژه به جهت اندازه‌گیری دمای محیط مناسب است، عبارت است از:

- ترمومترهای نوع ترمیستوری، (THERMISTORS): که حتماً باید از نوع صنعتی انتخاب شوند، چرا که استفاده از نوع آزمایشگاهی اشکالات زیادی را در پی خواهد داشت. نوع صنعتی این ترمومترها بصورت میله‌ای (در طولهای مختلف) ساخته می‌شوند. این سنسورها بر اساس خواص فیزیکی نیمه هادیها ساخته شده و به همین علت دارای یک سری محدودیت‌های فیزیکی و در عین حال مزایای بسیار مفید هستند که در ذیل به آنها اشاره می‌گردد.

- دامنه حرارتی این سنسورها در حدود -80 تا $+200$ درجه سانتیگراد محدود می‌گردد. که این مقدار می‌تواند میزان مورد نظر ما را یعنی بین مقادیر -30 تا $+60$ را شامل گردد.

- حساسیت این سنسورها گاهی حتی تا 0.1 درجه سانتیگراد هم می‌رسد.

- ترمیستورها در مدارات الکتریکی واکنش کاملاً مقاومتی از خود نشان می‌دهند. ولی ضریب تغییرات مقاومت الکتریکی به دما منفی است.

با توجه به مسائل ذکر شده استفاده از این نوع سنسورها خصوصاً در داخل انبار توصیه می‌گردد.

- ترمومترهای PT100: که به راحتی در دامنه حرارتی مورد نظر (30°C تا 60°C درجه سانتیگراد) حساسیت لازم را از خود نشان می‌دهند. هر چند می‌توان آنها را گاهی تا درجه حرارت‌های 300°C درجه سانتیگراد نیز بکار برد.

این نوع سنسورها بدلائیل زیر کاربرد فراوان صنعتی دارند.

- توان تحمل این سنسورها در درجه حرارت‌های بالاتر از نظر ذوب مواد حساس داخل، بیشتر از انواع ترمیستوری است.

- می‌توان حساسیت مطلوب به میزان 0.1°C درجه سانتیگراد را دریافت کرد.

- این سنسورها اصولاً بصورت مقاوم صنعتی و به شکل میله‌ای ساخته می‌شوند.

- اکثر ورودی‌های آنالوگ PLC ها قابلیت اتصال مستقیم به این نوع سنسورها را دارند و این مسئله قبلاً پیش‌بینی شده است.

استفاده از این نوع سنسورها نیز در این پروژه توصیه می‌شود.

۲-۳-۳-۱۴- مشخصات الکتریکی سنسورهای حرارتی یا ترمومترها

آنچه که از دیدگاه ورودیهای PLC مهم است، این است که هر ترمومتر و در اصل هر نوع سنسوری که به آن متصل می‌گردد باید بتواند ولتاژ و یا جریان لازم (بر حسب مدول انتخابی در ورودیهای آنالوگ) را فراهم کند. مثلاً اگر ما از مدولهای ورودی آنالوگ نوع $4-20\text{ mA}$ استفاده کرده‌ایم، حتماً ترمومتر ما باید قادر باشد در حداکثر دامنه تغییرات خود این جریان را تحویل دهد.

اگر یک ترمومتر قادر به چنین عملی نباشد حتماً یک مدار مبدل (یا واسطه) یا ترانسدیوسر (TRANSDUCER) بین سنسور و ورودی آنالوگ نیاز است تا این وظیفه را بهعهده گیرد. این موضوع در بخش مستقلی مورد بحث قرار خواهد گرفت.

ترموترها معمولاً خاصیت خطی (LINEAR) کامل و صددرصدی ندارند و در بعضی از مناطق کار خود - روی منحنی - پاسخهای یکنواخت نمی‌دهند، یا حتی در مورد ترمیستورها ضریب منفی تغییرات می‌باید اصلاح شود.

راحت‌ترین روش برای این منظور استفاده از تکنیکهای خاص برنامه‌نویسی نظیر

(LOOKUP TABLE) در برنامه نرم افزاری می باشد.

همانطور که گفته شد در هنگام استفاده از سنسورها چه از نوع ترمیستوری و یا PT100 توجه به این نکته مفید است که ورودیهای آنالوگ PLC ها توان اتصال مستقیم به سنسور انتخابی را داشته باشند. این امر الزامی نیست ولی در صورت عدم تطابق لازم، استفاده از مدارهای ترانسدیوسر غیر قابل اجتناب خواهند بود.

۳-۳-۱۴- ترموستاتهای با لوله مویی (CAPILLARY)

این ترموستاتها کاربرد گسترده ای در مصارف خانگی، نیمه صنعتی و صنعتی دارند. نامگذاری این المانها بدین علت است که عنصر حساس در آنها یک لوله محتوی گاز یا مایع روغن با ضریب انبساط حرارتی مطلوب می باشد که انتهای آن به یک لوله مویی نازک تر (CAPILLARY) به قطر حدوداً ۲ میلیمتر (یا کمتر) متصل است. سیستم مکانیکی داخل این ترموستاتها بگونه ای است که با اطمینان کافی می توانند درجه حرارت انتهای لوله حساس را دریافت و بر اساس آن تصمیم گیری نمایند. این تصمیم گیری بصورت قطع و یا وصل یک کنتاکت الکتریکی چند آمپری صورت می گیرد.

این ترموستاتها در دامنه های حرارتی مختلفی از ۴۰- تا ۳۰۰+ درجه سانتیگراد با حساسیت های کمتر از یک درجه ساخته می شوند.

استفاده از این نوع ترموستاتها بصورت STANDBY و بطور کاملاً مستقل از سیستم PLC صورت می گیرد. استفاده از آنها باعث خواهد شد تا چنانچه بدلائل پیش بینی نشده ای که بنا به تجربه ندرتاً اتفاق می افتد و باعث از کار افتادن سیستم کنترل PLC می گردد، از ایجاد خسارت شدید به محصولات انبار شده جلوگیری بعمل آید. این ترموستاتها که تعدادی از آنها بصورت یک مدار ساده فرمان، داخل همان تابلو کنترل در کنار مدارات اصلی نصب می گردند بخوبی از عهده این مهم برخوردارند. یا حداقل تا مطلع شدن مسئول انبار تا حدی تصمیم گیری های اساسی را انجام خواهند داد.

۳-۳-۱۴- سنسورهای حساس به غلظت دی اکسید کربن موجود در محیط

این سنسورها از تنوع زیادی نظیر سنسورهای دما برخوردار نیستند. ولی آنچه که مورد نیاز این پروژه می باشد عبارت است از سنسورهای شیمیایی، الکتریکی که می توانند سیگنالهای لازم را بر حسب غلظت دی اکسید کربن (CO_2) موجود در محیط انبارها تولید نمایند.

این سنسورها قادرند تا با دریافت دی‌اکسیدکربن موجود در فضا سیگنالهای مناسبی را که متناسب با غلظت گاز موجود در هوا است ایجاد نمایند.

این سنسورها از هر نوعی که باشند از نظر اتصال الکتریکی به PLC، باید پارامترهای الکتریکی آنها تناسب کامل با مدول آنالوگ ورودی داشته باشد. به نحویکه دامنه تغییرات ولتاژ یا جریان سنسور با تغییرات مدول PLC تطابق کامل داشته باشد تا نتیجه مطلوب حاصل گردد. در غیر اینصورت استفاده از مدارات مبدل (TRANSDUCER) اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.

۵-۳-۳-۱۴- مشخصات مدولهای مبدل (TRANSDUCERS)

همانگونه که در بخش "مشخصات الکتریکی ترمومترها" بدان اشاره گردید، چنانچه مقدار ولتاژ یا جریان تولیدی توسط سنسور به مقدار کافی برای تحریک مدول آنالوگ ورودی PLC نباشد و یا دامنه تغییرات از تطابق کاملی برخوردار نباشد، هیچ چاره‌ای جز استفاده از یک مدول یا واسطه (TRANSDUCER) نخواهد بود.

این مدولها حاوی مدارات الکترونیکی هستند که قادر به دریافت یک سیگنال نامطلوب در ورودی و تحویل یک سیگنال مطلوب در خروجی، برای مدول ورودی آنالوگ PLC است. این مدولها به صورتهای زیر ساخته می‌شوند:

- به صورت اختصاصی: یعنی مدولی که مثلاً "به ترموکوپل نوع K و یا سنسور PT100، متصل و در خروجی خود سیگنالی قوی با دامنه تغییرات مناسب 0-10 V یا 4-20mA ایجاد می‌کند. و در عین حال برای همان نوع سنسور طراحی گردیده است.

- به صورت عمومی (GENERAL PURPOSE): این نوع مدولها معمولاً دارای ورودیها و خروجیهای مختلفی هستند. به نحویکه مصرف‌کننده یا طراح بتواند خود نوع سنسور مصرفی را انتخاب نماید یا در خروجی بتواند انواع خروجیهای استاندارد اعم از ولتاژ و یا جریان را (در دامنه‌های مختلف) انتخاب کند. می‌توان به راحتی با تنظیم چند پتانسیومتر و یا تغییر چند ریزسوییچ (DEEP SWITCH) پارامترهای مختلفی نظیر:

- حساسیت ورودی

- امپدانس ورودی

- ضریب تقویت (یا تضعیف) (GAIN)

- ولتاژ خروجی (یا جریان خروجی)



- دامنه تغییرات ولتاژ خروجی (یا جریان خروجی)
- امپدانس خروجی
- پاسخ فرکانسی کل مدار با استفاده از تنظیم پارامترهای فیلترهای داخلی
- میزان حذف و یا عبور اغتشاشات (NOISE) موجود
- تغییر پارامتر (COMMON MODE REJECTION RATIO- CMRR) در خروجیهای دوبل تفاضلی و را نام برد.
- استفاده از این نوع مدولها در زمانی که نوع سنسور از یک طرف و نوع ورودی آنالوگ در PLC از طرف دیگر، نامشخص باشد لازم خواهد بود. ولی استفاده از این نوع مبدلها حتی در صورت دستیابی در بازارهای ایران صرفاً به دلایل اقتصادی توصیه نمی‌گردد.
- به صورت داخلی در درون سنسور: بسیاری از مواقع خود سنسورها حاوی این مدارات می‌باشند. در صورت دسترسی به این سنسورها استفاده از این نوع مبدلها و سنسورها هم از نظر اقتصادی و هم از نظر مشکلات تطابق، اتصال و کالیبراسیون (در حین راه‌اندازی) مناسب است.
- به صورت داخلی در مدولهای PLC: بعضی از مدولهای آنالوگ ورودی PLC خود به صورت درونی و ذاتی مجهز به این مدارات هستند. برای مثال می‌توان آنها را مستقیماً به سنسورهای PT100 یا ترموکوپل‌های نوع K یا J متصل کرد. استفاده از این نوع PLCها توصیه می‌گردد.
- با توجه به موارد نامبرده فوق می‌توان به وظایف و حساسیت این مدولها در اندازه‌گیری پارامترهای آنالوگ پی برد.

۶-۳-۳-۱۴- مشخصات سویچ‌های محدودکننده (LIMIT SWITCHS)

سوئیچ‌های محدودکننده یا میکروسویچ‌ها المانهایی هستند که می‌توانند موقعیت و وضعیت مکانیکی قطعات را مشخص نمایند. دو نوع اصلی این سویچ‌ها عبارتند از:

- میکروسویچ‌های مکانیکی
- میکروسویچ‌های PROXIMITY
- میکروسویچ‌های مکانیکی در شکلهای و انواع مختلف و به صورت فشاری یا کششی ساخته شده و در صنعت موارد استفاده بیشتری دارند.
- ولی میکروسویچ‌های PROXIMITY هیچ‌المان مکانیکی یا متحرکی نداشته و خود به دو نوع



اصلی:

- خازنی CAPACITANCE LIMIT SWITCH

- سلفی INDUCTANCE LIMIT SWITCH

تقسیم می‌شوند.

این سری از سویچ‌ها قادرند با نزدیک شدن یک قطعه فلزی (و در بعضی از انواع حتی غیرفلزی) به سطح حساس خود، وجود آن را تشخیص دهند.

معمولاً "اتصال الکتریکی توسط دو یا سه پین کوچک تعبیه شده در این المان برقرار شده و می‌تواند درست مانند یک رله کوچک (مینیا توری) جریانی را باز یا بسته (ON/OFF) گرداند. المانهای الکترونیکی و سویچهای نیمه هادی در داخل میکروسویچهای PROXIMITY این وظیفه را برعهده دارند. به همین دلیل است که این میکروسویچها از کمترین میزان استهلاک برخوردار بوده و امروزه در صنعت کاربرد وسیعی پیدا کرده‌اند.

نحوه اتصال این المانها بسیار ساده بوده و در پرورشور نصب قید می‌گردد. استفاده از هر دو نوع نامبرده در این پروژه مناسب است. استفاده از المانی که دارای یک نشاندهنده نوری (LED) روی میکروسویچ باشد و با روشن و خاموش شدن وضعیت سویچ را نشان دهد، نیز توصیه می‌گردد. رعایت این نکته، کار را در مرحله نصب و راه‌اندازی و یا تعمیرات آتی برای کارشناسان راحت‌تر و مطمئن‌تر خواهد کرد.

این سویچها قیمت ارزانی داشته و در ایران با کیفیت خوبی تولید می‌گردند.

وظیفه این سنسورها در این پروژه روی دریچه‌های هوا (I, II) مشخص کردن این مسأله است که آیا دریچه به حداکثر وضعیت باز یا بسته خود رسیده است یا خیر؟ در واقع وجود این سنسورهای دو وضعیتی (ON/OFF) به PLC اطلاع می‌دهد که دریچه در چه وضعیت قرار دارد. هنگامیکه PLC فرمان باز شدن کامل دریچه I را صادر می‌کند، موتور مربوط به دریچه مذکور شروع به کار کرده و دریچه I باز شده و دریچه II همزمان بسته می‌گردد. فرمان حرکت موتور تا جایی ادامه پیدا می‌کند که سوئیچ محدودکننده (LIMIT SWITCH) دریچه II به PLC اطلاع دهد که این دریچه تا آخرین حد امکان حرکت کرده و کاملاً بسته شده است. و دریچه I نیز نمی‌تواند بیشتر باز شود. در این حالت PLC فرمان حرکت موتور را قطع می‌کند.

علت استفاده از این سوئیچهای محدودکننده (LIMIT SWITCHS) این است که در زمانی که دریچه به منتهی الیه وضعیت خود رسیده است، فرمان قطع موتور صادر گردد. در غیراینصورت

همچنان موتور به گردش خود ادامه داده - برحسب قدرت موتور و بار مکانیکی روی شفت - یا به خود صدمه می‌زند و یا به قطعات مکانیکی متصل به شفت. همانگونه که پیشتر نیز بدان اشاره شد، حسن دیگر این المان در این است که همواره PLC از وضعیت قرارگیری دریچه‌ها در هر زمان مطلع است، که این امر به بالا رفتن ضریب اطمینان در کارکرد سیستم کنترل کمک بسیار می‌کند.

محل نصب این سویچ بنا به نظر نصاب روی قاب دریچه است و پایه نگاهدارنده آن باید جای تنظیم دقیق برای محل قرارگیری خود سویچ نسبت به بخش متحرک دریچه را داشته باشد. طوری که با جابجایی محل سویچ به عقب و جلو بتوان حرکت دریچه را طوری تنظیم کرد که دریچه هر بار نه محکم کوبیده شود و نه باز بماند.

جهت اطلاع باید ذکر کرد که PROXIMITY های معمولی از حساسیتی حدود ۱ تا ۱/۵ سانتیمتر برخوردار هستند و می‌توانند نظر ما را در این پروژه تامین نمایند.

۴-۱۴- مکانیزم عملکرد دریچه‌ها و موتورها

همانگونه که در پیش فرضهای تکنیکی اولیه ذکر شده است، دو دریچه I و II مدخلهای ورودی هوا به سلولها هستند. عملکرد دو دریچه وابسته به هم است و نسبت به یکدیگر سه حالت دارند.

۱- دریچه I، باز، دریچه II بسته

۲- دریچه I نیمه باز، دریچه II نیمه باز

۳- دریچه I بسته، دریچه II باز

در حالت ۲ میزان باز و بسته بودن دو دریچه نسبت معکوس با هم دارند. بصورتی که مثلاً "اگر دریچه I به اندازه ۲۰٪ باز باشد دریچه II به اندازه ۸۰٪ باز خواهد بود.

دریچه‌های I و II که توسط موتور باز و بسته می‌گردند باید از جنس محکم و سبکی باشند. همه دریچه‌ها یک لولا در بالا دارند. برای دریچه‌های I و II یک موتور الکتریکی تکفاز کوچک دو جهته (حدود ۱/۶ اسب، بنا به جنس و وزن میله‌ها و دریچه‌ها) در نظر گرفته شده است. این موتور دریچه‌های I و II را بطور معکوس حرکت می‌دهد. هر موتور می‌باید دو دریچه مجاور I و دو دریچه مجاور II را که دو بدو به یکدیگر متصل شده‌اند و هر کدام از این جفت دریچه‌ها بوسیله یک شفت به موتور الکتریکی متصل گردیده‌اند، حرکت دهد. در واقع هر موتور چهار

دریچه را حرکت می‌دهد. نحوه اتصال در نقشه‌های سیستم کنترل ارائه شده است. دریچه III با فشار هوایی که در اثر کارکردن بادزن‌ها ایجاد می‌گردد باز می‌شود که حتماً باید از جنس آلومینیومی سبکی ساخته شود. در غیر اینصورت فشار هوای داخل افزایش یافته و دریچه به اندازه کافی برای تخلیه هوا و کاهش فشار باز نخواهد شد. دریچه‌های I و II توسط یک محور به هم متصل شده‌اند. این محور در واقع یک شفت دندانه‌دار حلزونی است که با شفت گیربکس موتور درگیر خواهد شد. موتور حتماً نیاز به یک گیربکس کوچک دارد که انتخاب آن بنا به دور و قدرت موتور، طول شفت، حداکثر زمان مورد نیاز برای باز و بسته شدن کامل دریچه‌ها و گام چرخ‌دنده حلزونی صورت می‌گیرد. به عنوان نمونه گیربکسی با نسبت تبدیل ۱/۱۰۰ یا ۱/۵۰۰ می‌تواند از عهده این کار برآید. گیربکس هم دور موتور را کاهش می‌دهد، تا دریچه‌ها به نرمی و به آهستگی حرکت کنند و هم قدرت موتور را افزایش می‌دهد که این امر سبب می‌شود تا بتوان موتور کوچکتر و ارزاتر را تهیه کرد و از طرف دیگر در درازمدت روی مصرف انرژی الکتریکی تاثیر مثبت دارد.

دریچه سوم نیازی به موتور و سیستم مکانیکی نداشته و فقط در اثر افزایش فشار هوای داخل سلول باز می‌گردد تا زمانی که هوا را تخلیه کرده و فشار داخل و خارج را متعادل سازد.

۵-۱۴- تابلوی اعلام خطر

این تابلو در داخل راهروی اصلی انبار نصب خواهد شد. از هر تابلو داخل سلول یک خروجی دیجیتال اعلام خطر (FAULT ANNOUNCEMENT) به این تابلو وارد خواهد شد. روی تابلو به ازاء هر PLC محلی یک لامپ سیگنال نصب خواهد گردید به نحوی که این لامپ فرمان خود را از خروجی خراب بودن سیستم PLC (FAULT SIGNAL) دریافت می‌کند. در این صورت به محض این که در نرم‌افزار PLC اشکالی پیش آید این خروجی دیجیتال فعال شده و لامپ را روشن خواهد کرد. با روشن شدن لامپ اپراتور متوجه اشکال در سیستم شده و به سراغ PLC مربوطه خواهد رفت.

کلیه لامپ‌های سیگنال اعلام خرابی بصورت مدار OR به هم متصل شده و یک آژیر اعلام خطر را به صدا درخواهد آورد.





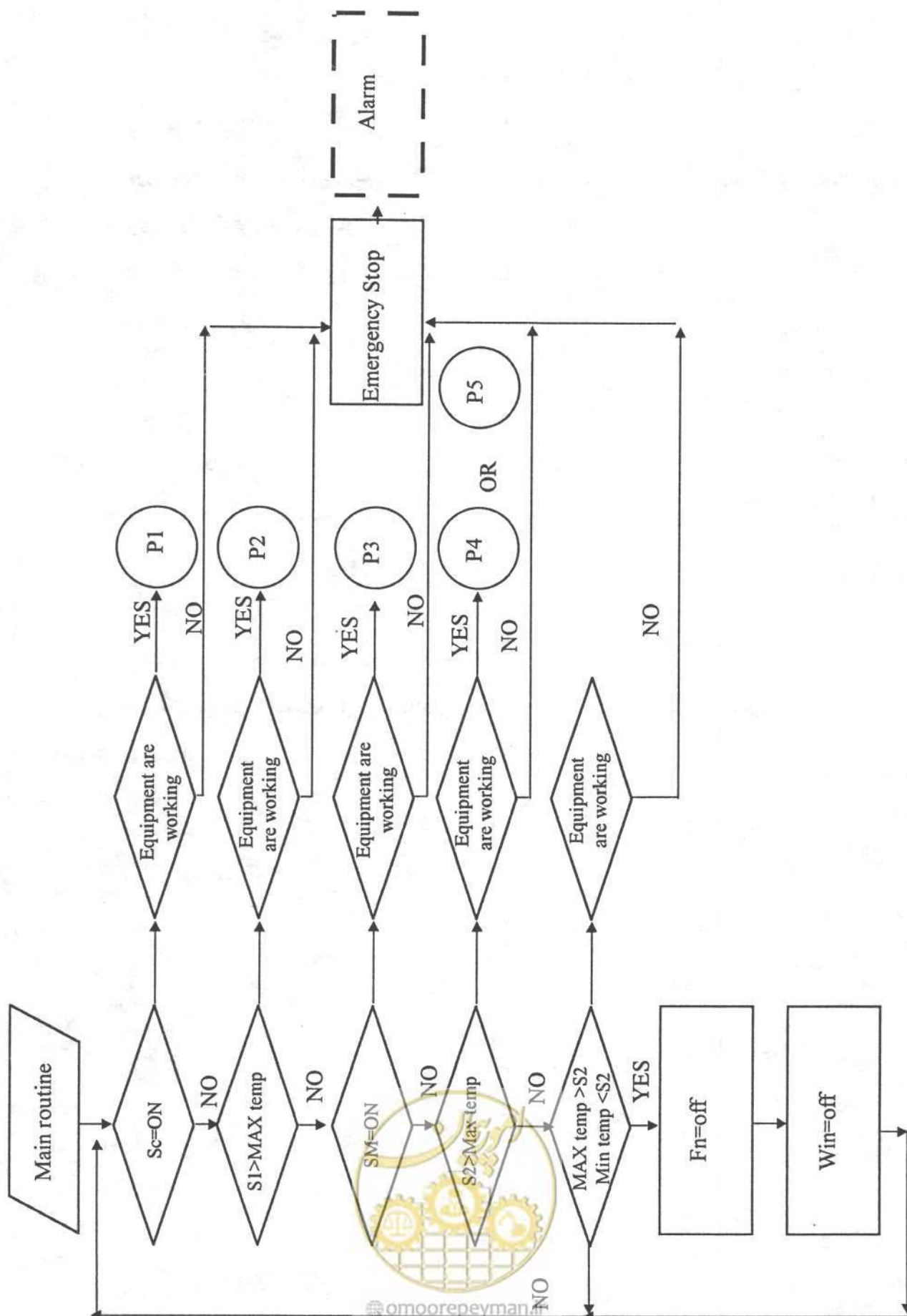
omoorepeyman.ir

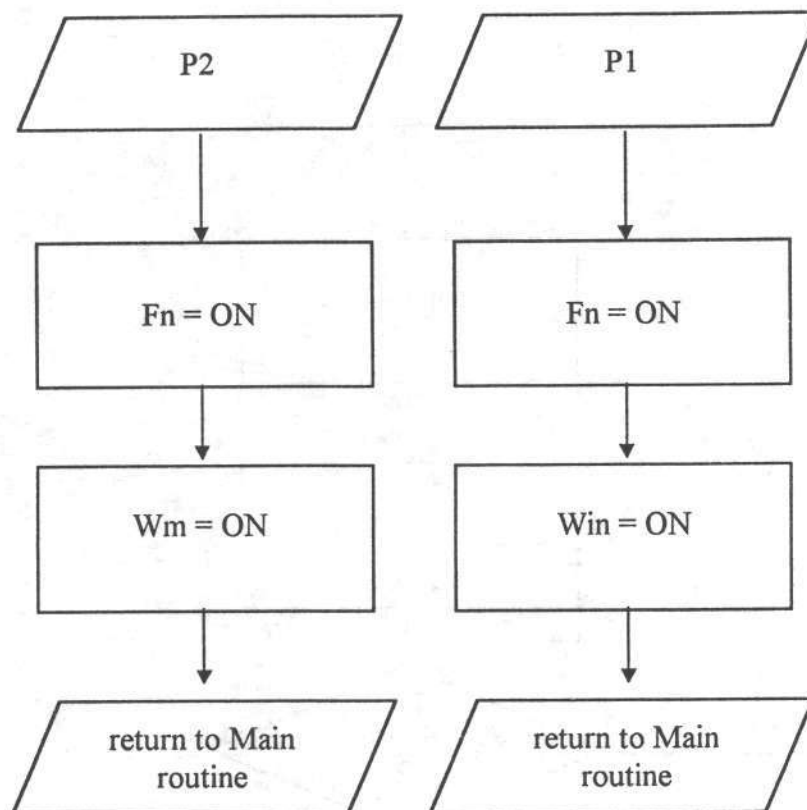
فصل پانزدهم - فهرست تجهیزات مورد نیاز پیشنهادی

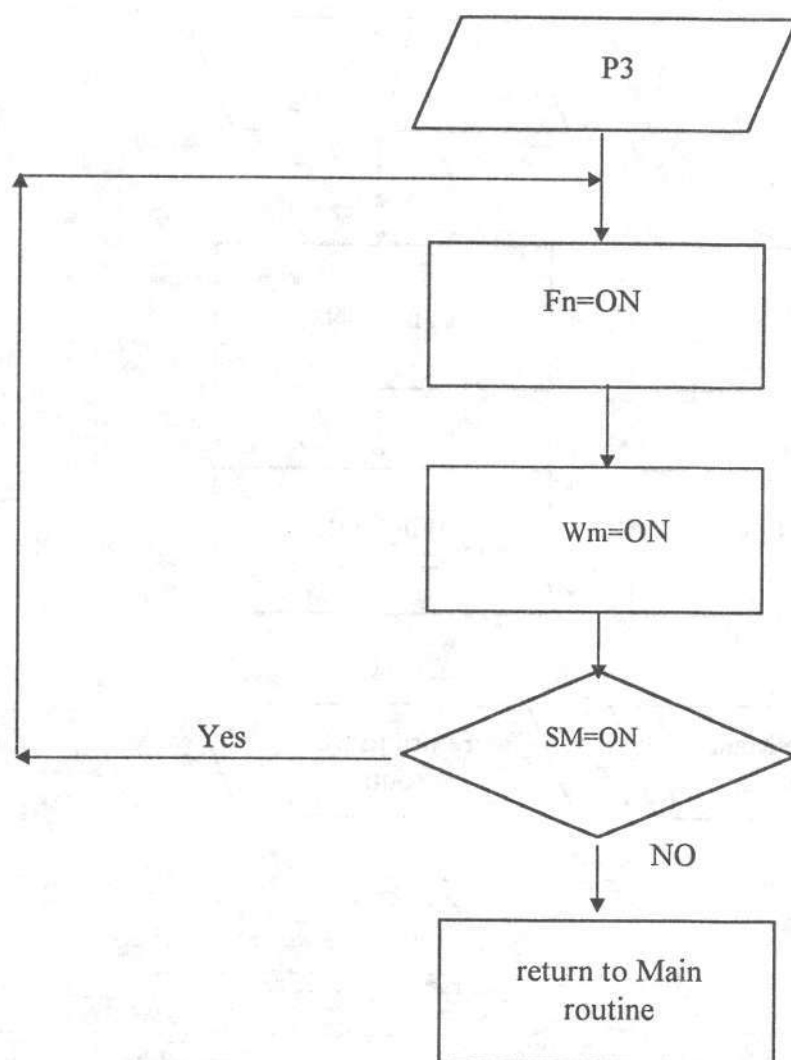
اگر بطور خلاصه بخواهیم لیست تجهیزات مورد نیاز را ذکر کنیم، باید به موارد زیر اشاره کنیم:

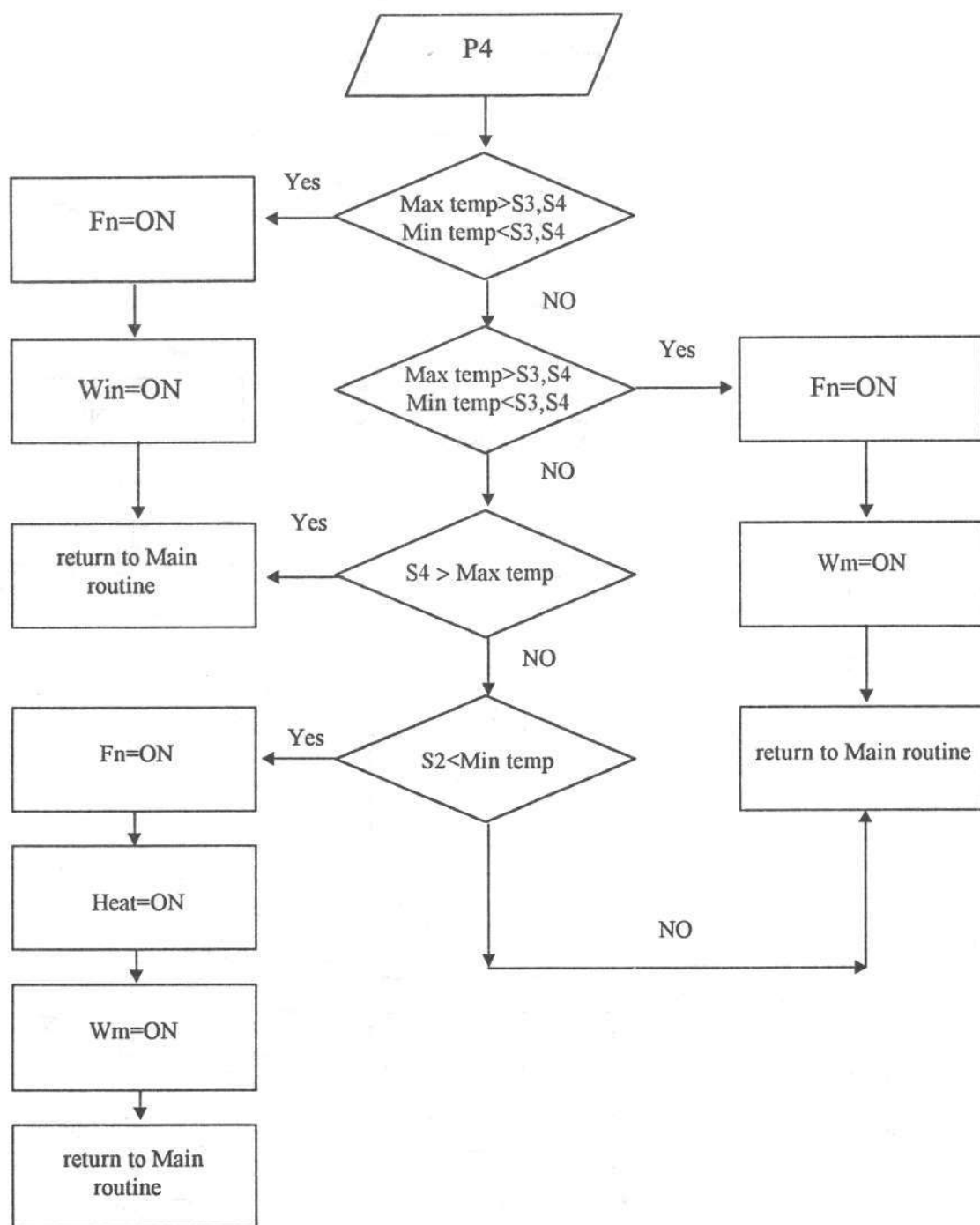
- تابلوی برق و کنترل در هر سلول
- دستگاه PLC (که داخل تابلو نصب خواهد گردید)
- سنسورهای حرارتی
- سنسورهای دی‌اکسیدکربن
- سیستم مبرد (در نقاط گرمسیر)
- موتورهای الکتریکی (به همراه گیربکس و شفت‌های مربوطه)
- مدول‌های واسطه یا ترانسدیوسرها
- کنتاکتورهای قدرت (که داخل هر تابلو و جهت راه اندازی موتورهای الکتریکی و سیستم مبرد استفاده خواهند شد).
- کابل کشیهای لازم جهت ارتباط سیگنالها و فرامین قدرت
- تابلوی مرکزی (که وضعیت کلی و خطاهای سیستم کنترل هر سلول جداگانه در آن نشان داده خواهد شد).

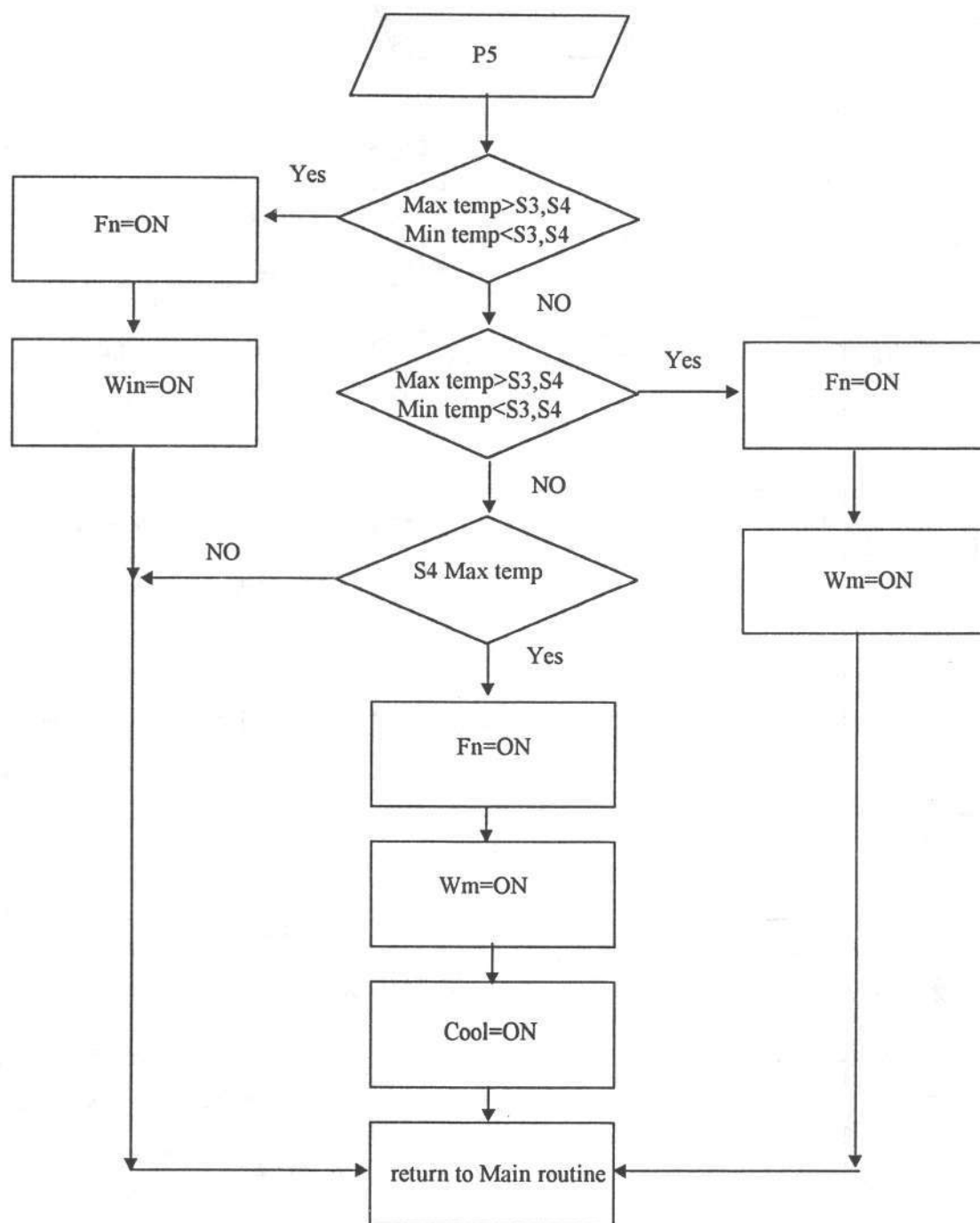












دامنه درجه حرارت برای انبار محصولات کشاورزی
(مربوط به نمودار منطقی سیستم کنترل)

برای انبارهای سببزمینی

Max. Temp.	Min. Temp.	
7	3	S1
7	3	S2
3	3	S3
3	-1	S4

برای انبارهای پیاز

Max. Temp.	Min. Temp.	
+2	-2	S1
+2	-2	S2
-2	-2	S3
-2	-4	S4

توضیحات (مربوط به نمودار منطقی سیستم کنترل)

- حالت P4 مربوط به مناطق سردسیر و نیمه سردسیر و حالت P5 مربوط به مناطق گرمسیر است.
- حالات Main - P1 - P2 و P3 در هر سه منطقه مشترک می باشد.
- Max Temp: بیانگر حداکثر دمای قابل قبول برای هر کدام از سنسورهای حرارتی است.
- Min Temp: بیانگر حداقل دمای قابل قبول برای هر کدام از سنسورهای حرارتی است.
- استفاده از عبارت ON به معنای فعال بودن سیگنال یا روشن بودن فرمان است.
- استفاده از عبارت OFF به معنای غیرفعال بودن سیگنال یا خاموش بودن فرمان است.

اصطلاحات بکاررفته: (مربوط به نمودار منطقی سیستم کنترل)

- S1: ترمومتر درون باکس پالتها (۶ عدد)
- S2: ترمومتر درون محیط سلول (۲ عدد)
- S3: ترمومتر درون کانال اصلی هوادهی (۲ عدد)
- S4: ترمومتر درون محیط آزاد (۲ عدد)
- SC: سنسور حساس به CO₂ در محیط سلول (۲ عدد)
- SM: سنسور حساس به رطوبت در محیط سلول (۱ عدد)
- F1-F6: بادزنها

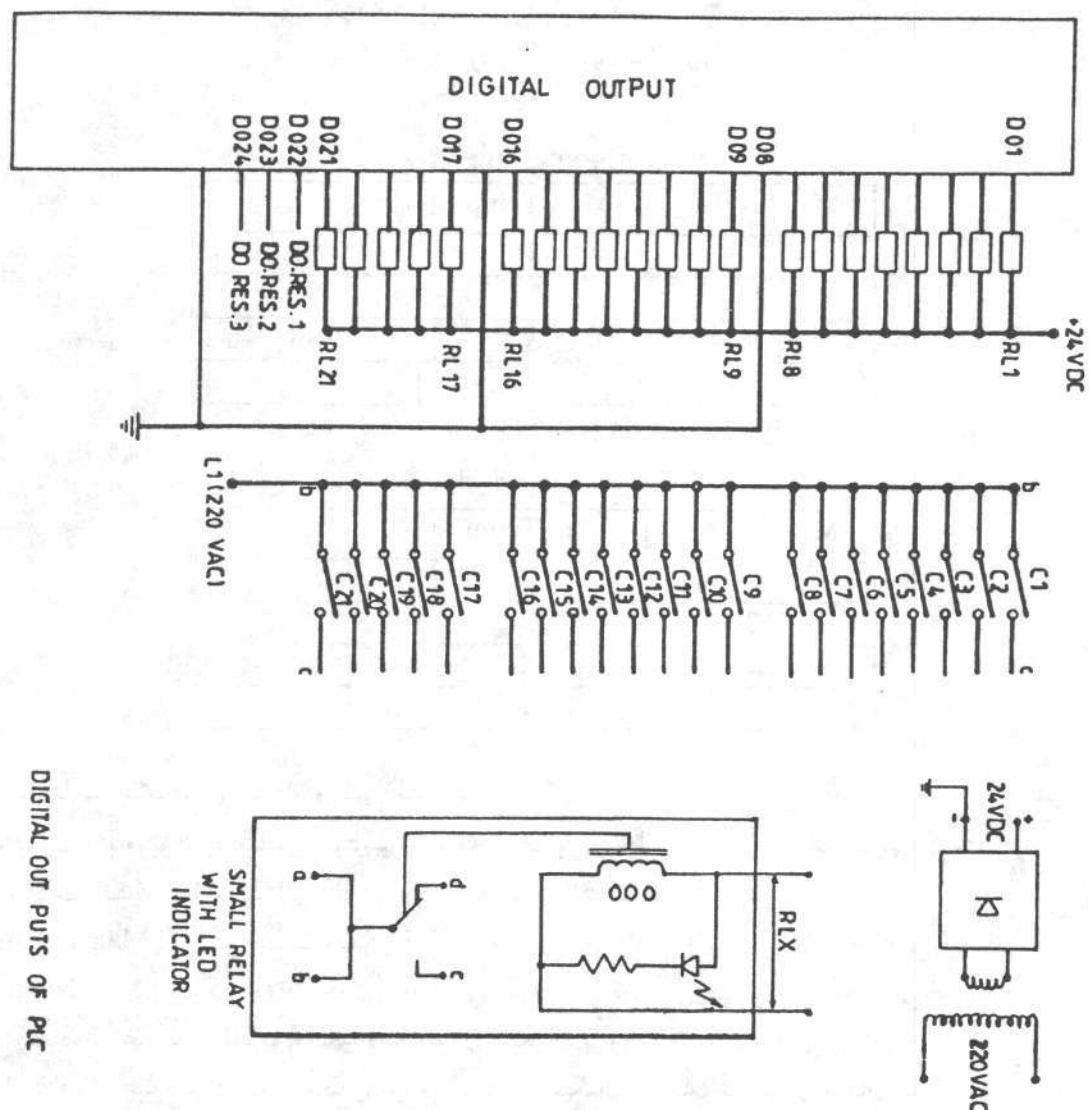
W1-W6: دریچه های ورود هوای تازه

Wm1-Wm6: دریچه های مخلوط کننده هوا

Heat: گرم کن

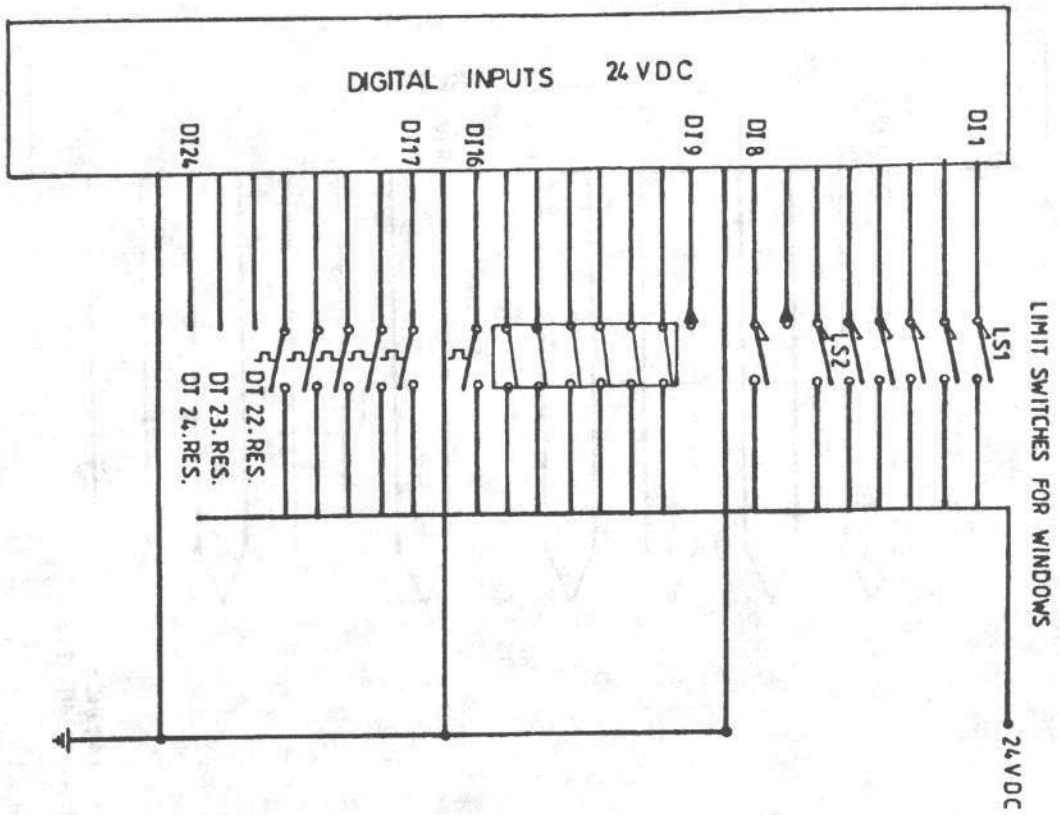
Cool: سیستم تبرید مکانیکی





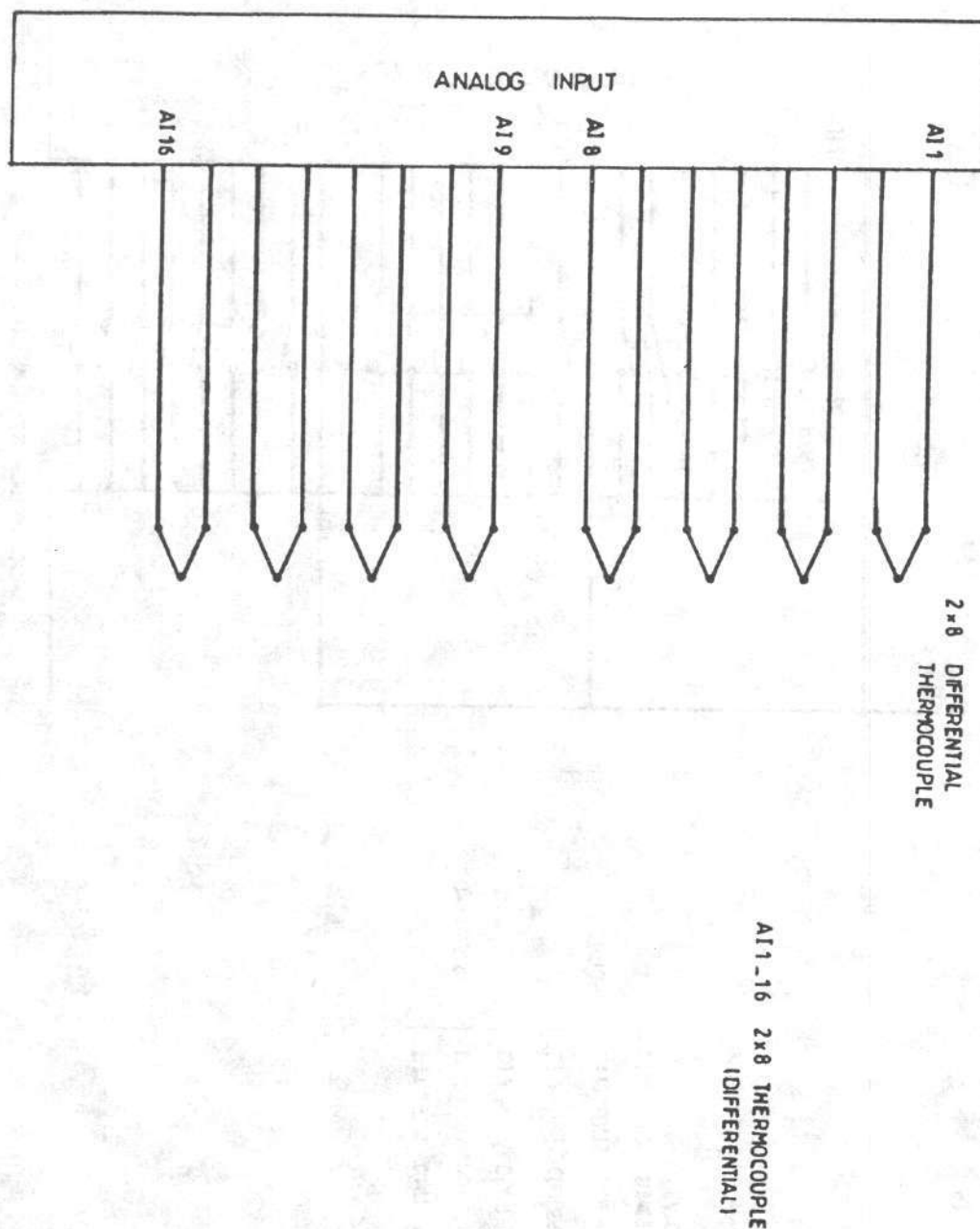
شکل شماره ۱





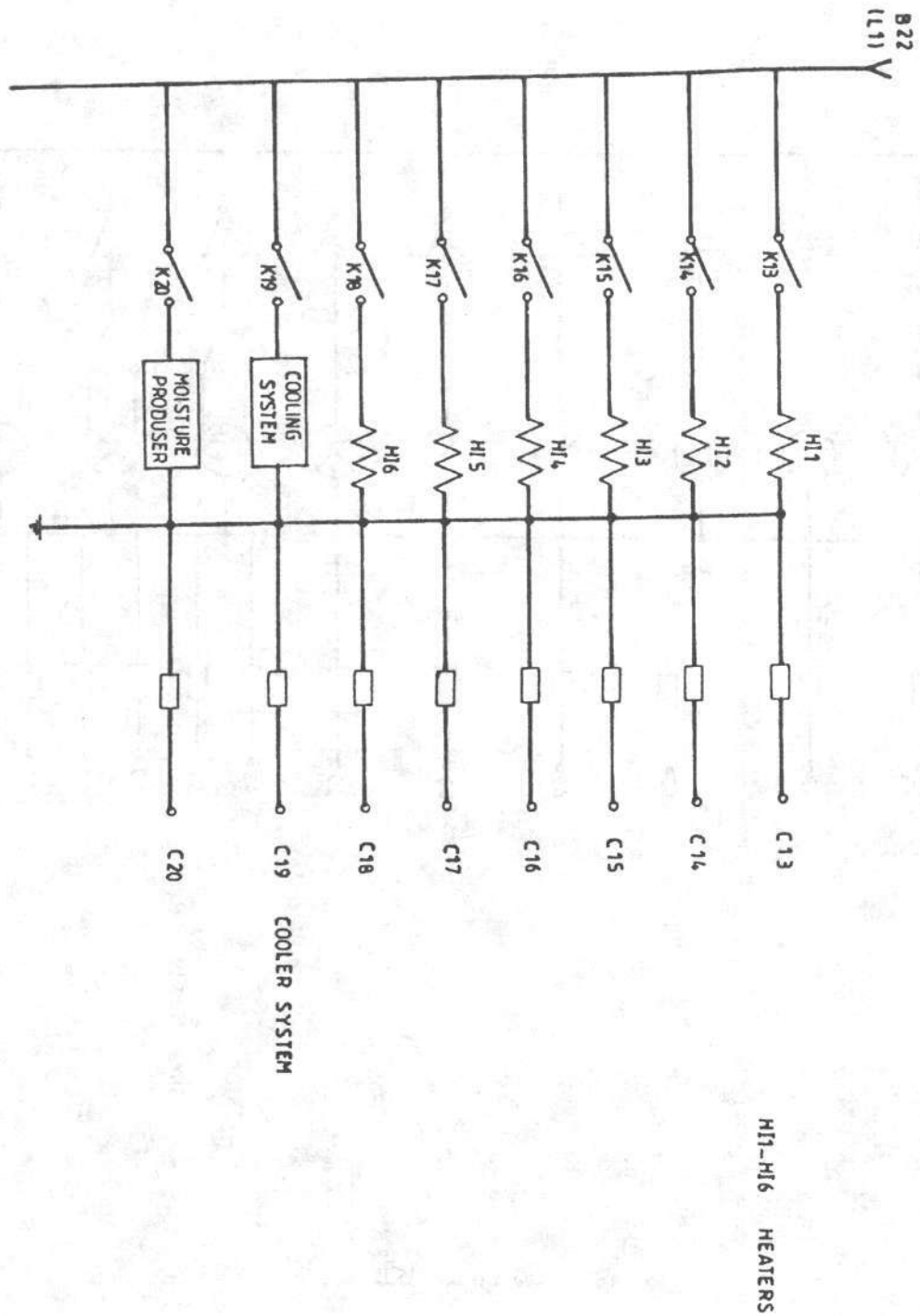
COMPULSORY	DI1 - DI6	LIMIT SW. FOR WINDOWS
	DI7	MOISTURE PRODUSER
OPTIONAL	DI8	DOOR CHECKER
	DI9	COOLER CHECKER
	DI10 - DI15	FAN MOTOR CHECKER
OPTIONAL	DI16 - DI 21	BIMETAL CONTACTOR FOR HEATER CHECKING





شکل شماره ۳

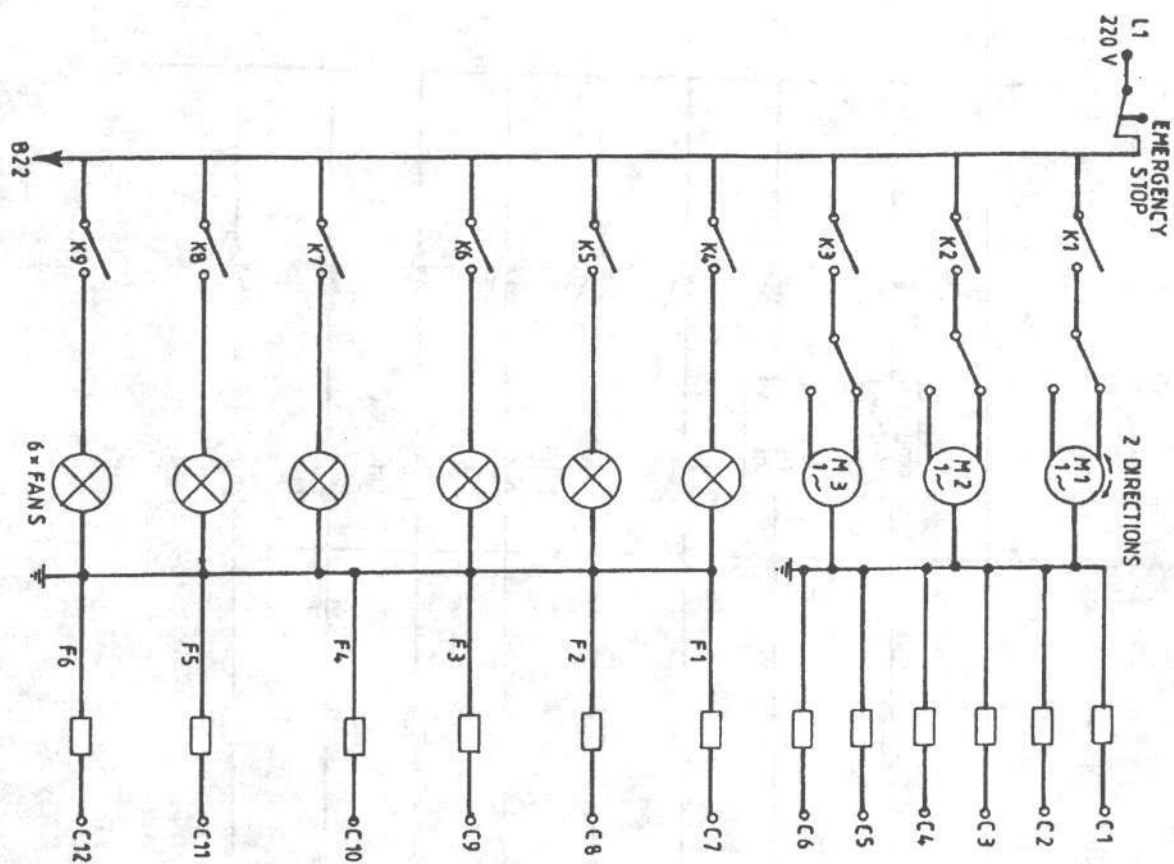




DIGITAL OUT PUTS



شکل شماره ۴

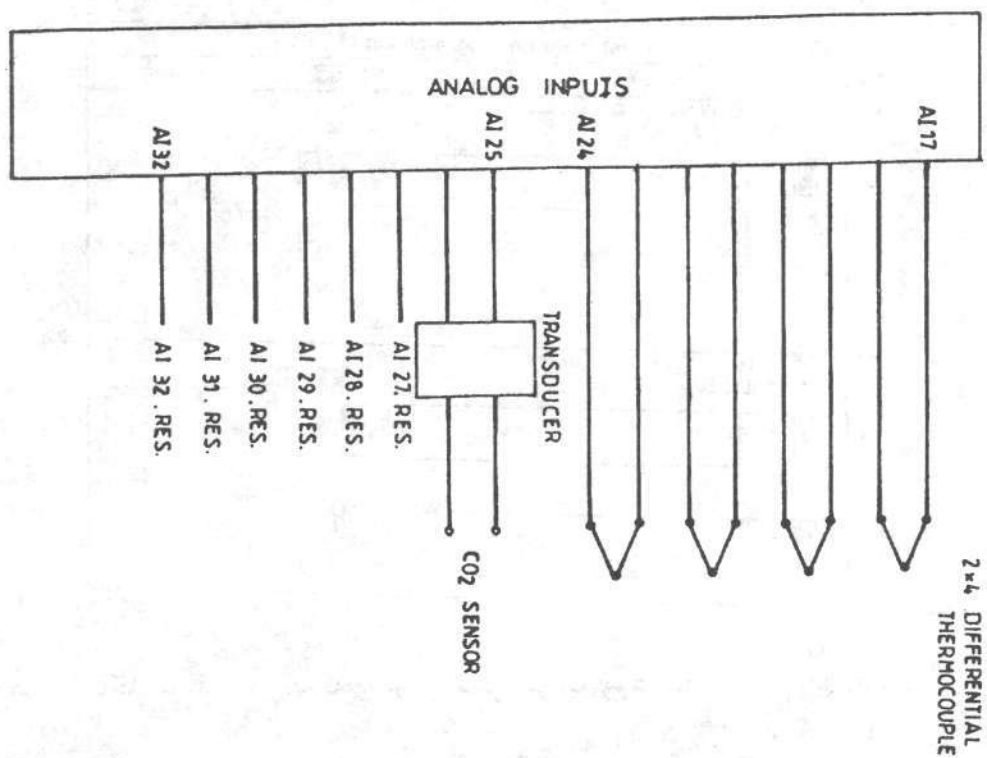


M1 WINDOWS
M2 .
M3 .
F1-F6 FANS

DIGITAL OUTPUTS OF PLC

شکل شماره ۵

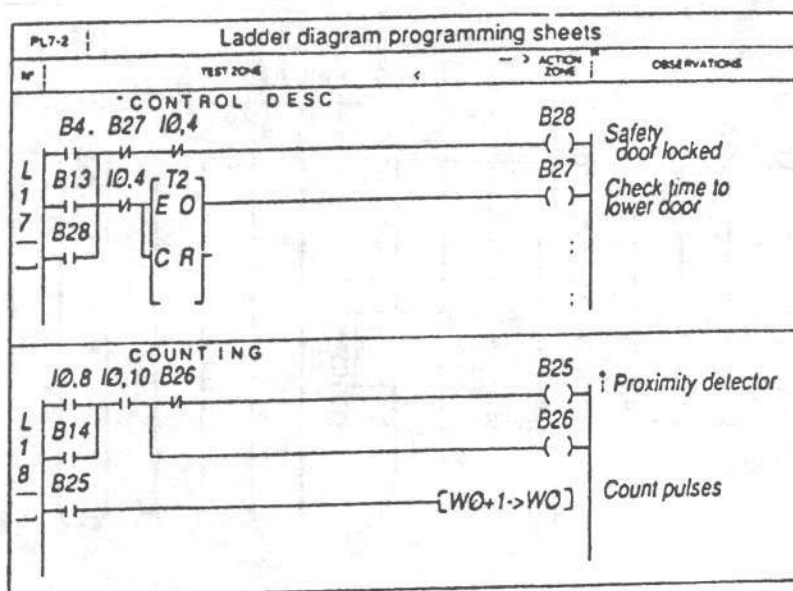




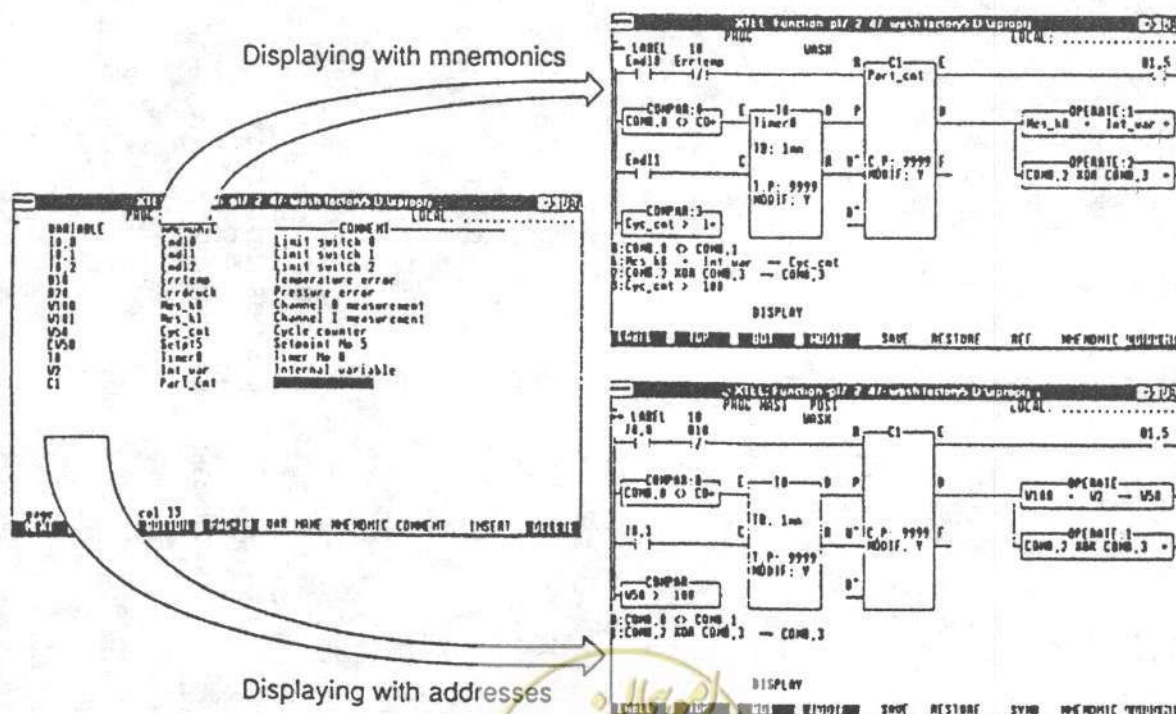
AI 17 - 24 - 2x4 DIFFERENTIAL THERMOCOUPLE
AI 25 - 26 - CO2 SENSOR
AI 27 - 32 RESERVE

شکل شماره ۶



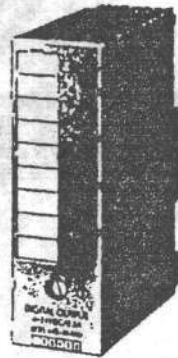


شکل شماره ۷- نمونه‌ای از برنامه‌نویسی به روش Ladder diagram

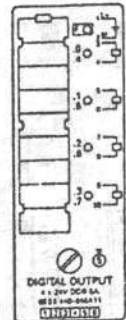


S5-100U Modular Mini PLC Input and Output Modules

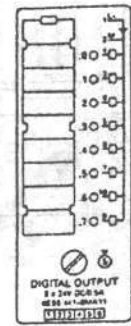
Digital output modules



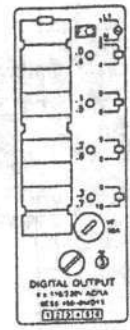
6ES5 2117



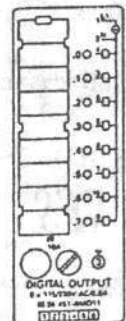
6ES5 440-8MA11
6ES5 440-8MA21
6ES5 450-8MB11



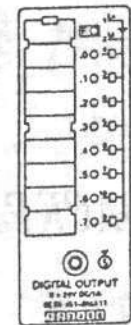
6ES5 441-8MA11



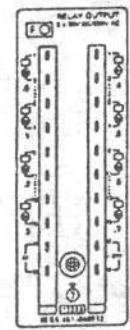
6ES5 450-8MD11



6ES5 451-8MD11

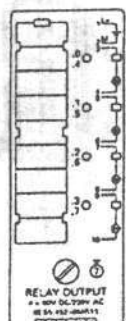


6ES5 451-8MA11

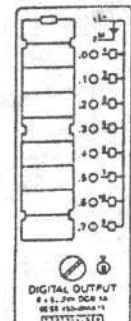


6ES5 451-8MR12

Description	Order No.
Digital output module	
4 outputs, non-floating, 24 V DC; 0.5 A	6ES5 440-8MA11
4 outputs, non-floating, 24 V DC; 2 A	6ES5 440-8MA21
8 outputs, non-floating, 24 V DC; 0.5 A	6ES5 441-8MA11
4 outputs, floating, 24 to 60 V DC; 0.5 A	6ES5 450-8MB11
4 outputs, floating, 115/230 V AC; 1 A	6ES5 450-8MD11
8 outputs, floating, 24 V DC; 1 A	6ES5 451-8MA11
8 outputs, floating, 115/230 V AC; 0.5 A	6ES5 451-8MD11
8 relay contact outputs, floating, 30 V DC/230 V AC; (front connector required, see below)	6ES5 451-8MR12
4 relay contact outputs, floating, 30 V DC/230 V AC	6ES5 452-8MR11
8 outputs, floating, 5 to 24 V DC; 0.1 A	6ES5 453-8MA11
Front connectors	
for digital output module 6ES5 451-8MR12	
40-pin for crimp snap-in connection	
• with crimp contacts	6ES5 490-8MA12
• without crimp contacts	6ES5 490-8MA02
40-pin for screw connection	6ES5 490-8MB11
20-pin for screw connection	6ES5 490-8MB21
Fuse (10 A FF):	
Replacement fuse for digital output modules	6ES5 980-3BC41
6ES5 450-8MD11 and	
6ES5 451-8MD11	



6ES5 452-8MR11

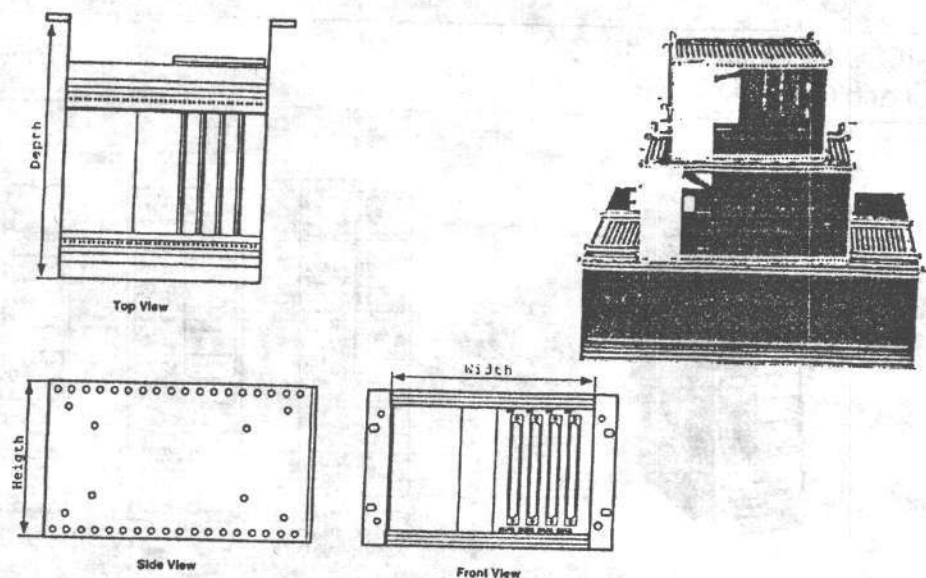


6ES5 453-8MA11

Front plates of the digital output modules

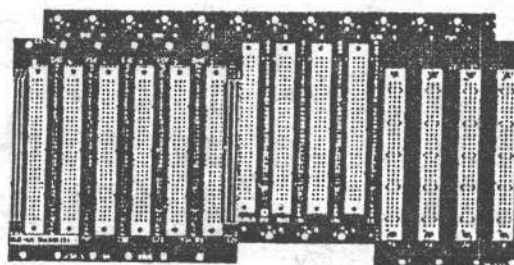
شکل شماره ۹- تصویر شماتیک مدولهای کوچک ورودی و خروجی





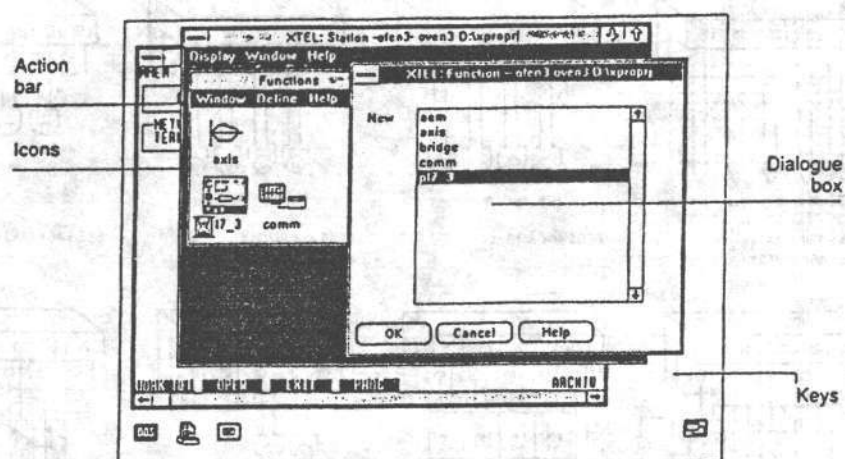
Industrial Rack

BUS BACKPLANES

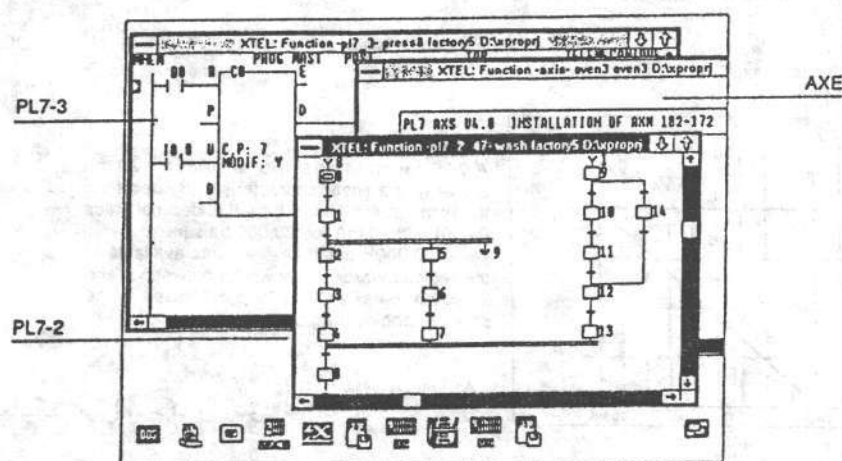


شکل شماره ۱۰



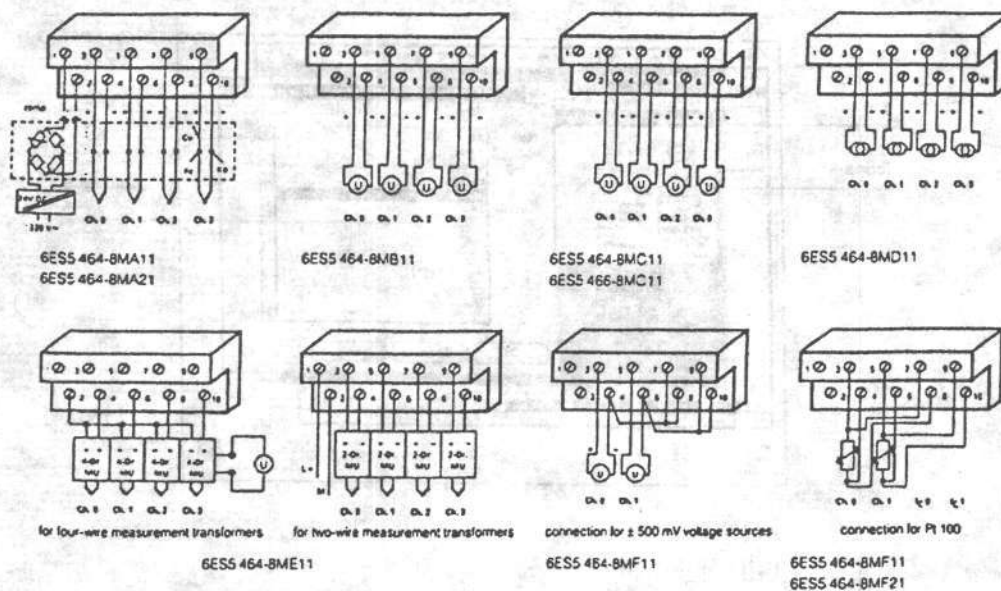


Multi-window
Multi-active



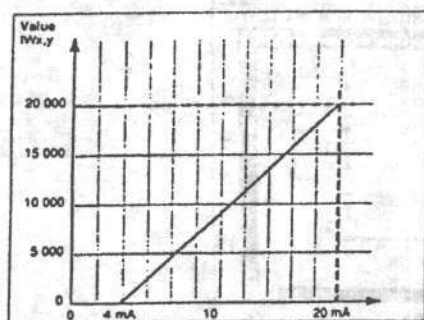
شکل شماره ۱۱- نمونه‌ای از نرم‌افزارهایی با امکانات Windowing





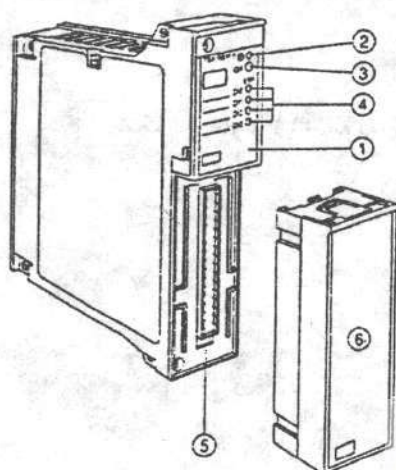
Connection diagrams for analog input modules

تصویر شماتیک انواع مختلف ورودی‌های آنالوگ



Example :
A 0-20 bar pressure sensor supplies a 4-20 mA signal with a linear characteristic. By declaring the limits at 4 mA for 0 bars (i.e. decimal value 0.000) and 20 mA for 20,000 bars (i.e. decimal value 20.000), the measurements available in the register words IWx.y will be between 0 and 20,000 m-bars, and are thus expressed in the selected engineering units.

تصویر شماتیک تغییرات یک ورودی آنالوگ



The TSX AEM analog input modules comprise :

- ① A front panel with a transparent label holder and a label for marking
- ② A red LED indicating a module fault
- ③ A green LED indicating power present and module in normal operation
- ④ 4 red LEDs indicating individual channel faults (one LED per channel) for TSX AEM 41.; or one LED indicating a fault on any channel for TSX AEM 8
- ⑤ A terminal block connector

To be ordered separately :

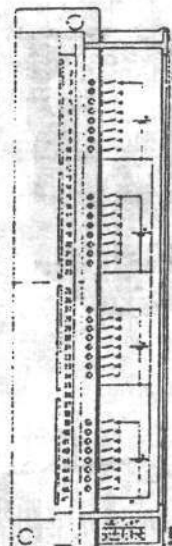
- ⑥ TSX BLK4 terminal block

تصویر شماتیک یک ورودی آنالوگ

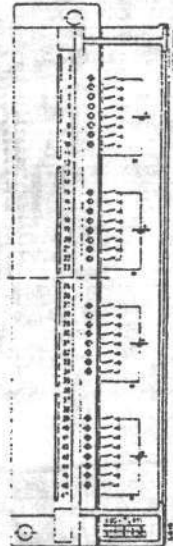


S5-115U Input and Output Modules

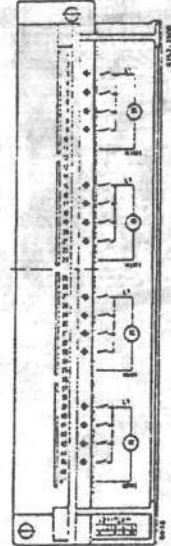
Digital Input modules



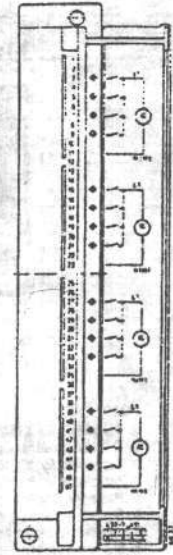
6ES5 420-7LA11



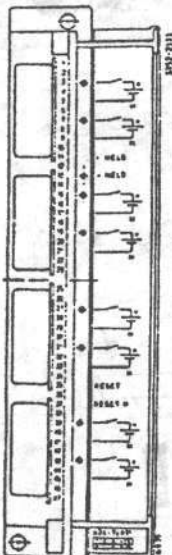
6ES5 430-7LA12



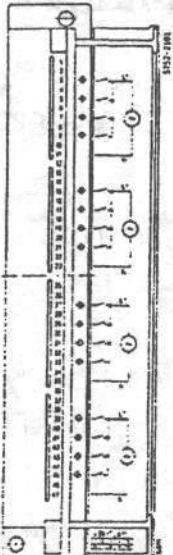
6ES5 431-7LA11



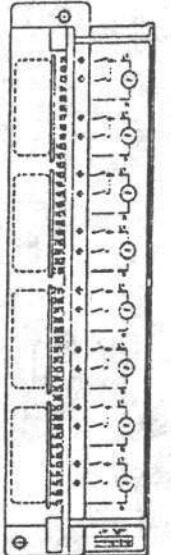
6ES5 432-7LA11



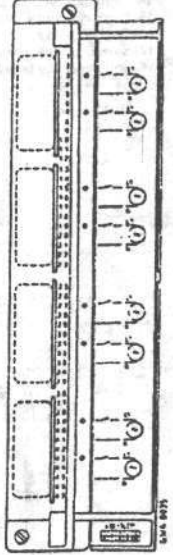
6ES5 434-7LA12



6ES5 435-7LA11
6ES5 436-7LA11



6ES5 435-7LB11
6ES5 436-7LB11



6ES5 435-7LC11
6ES5 436-7LC11

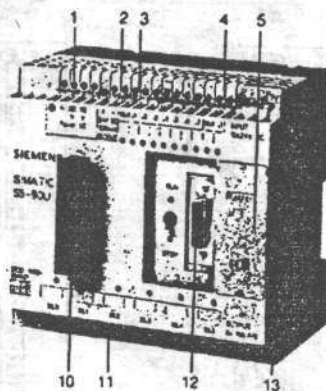
شکل شماره ۱۳- تصویر شماتیک مدولهای ورودی و خروجی و نحوه اتصال آنها



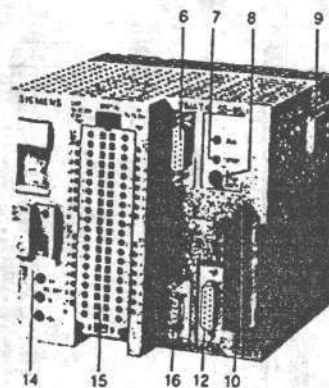
S5-90U, S5-95U Compact Mini PLCs

Applications • Design • Programming

S5-90U

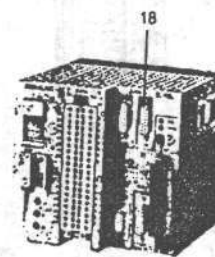
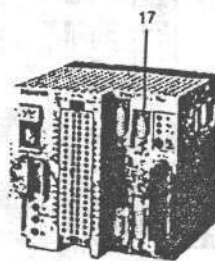


S5-95U



Legend

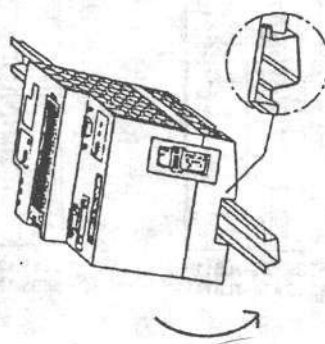
- 1 Terminals for 115/230 V AC power supply
- 2 Sensor power supply
- 3 Terminals for digital inputs
- 4 Terminals for interrupt and counter inputs
- 5 Battery compartment
- 6 Socket for analog inputs/outputs
- 7 Operating mode display
- 8 Mode selector
- 9 Connection for S5-100U modules
- 10 Memory submodule (EPROM/EEPROM)
- 11 Terminals for digital outputs
- 12 Interface for PG/PC/OP/SINEC L1
- 13 Connection for IM 90
- 14 Terminals for 24 V DC power supply
- 15 Front connector for digital inputs/outputs
- 16 Socket for interrupt and counter inputs
- 17 SINEC L2 interface (optional)
- 18 2nd serial interface (optional)



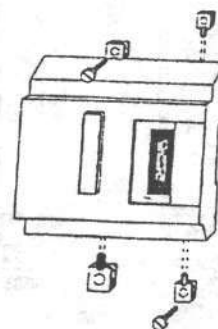
S5-90U and S5-95U compact PLCs

تصویر شماتیک چند PLC کوچک

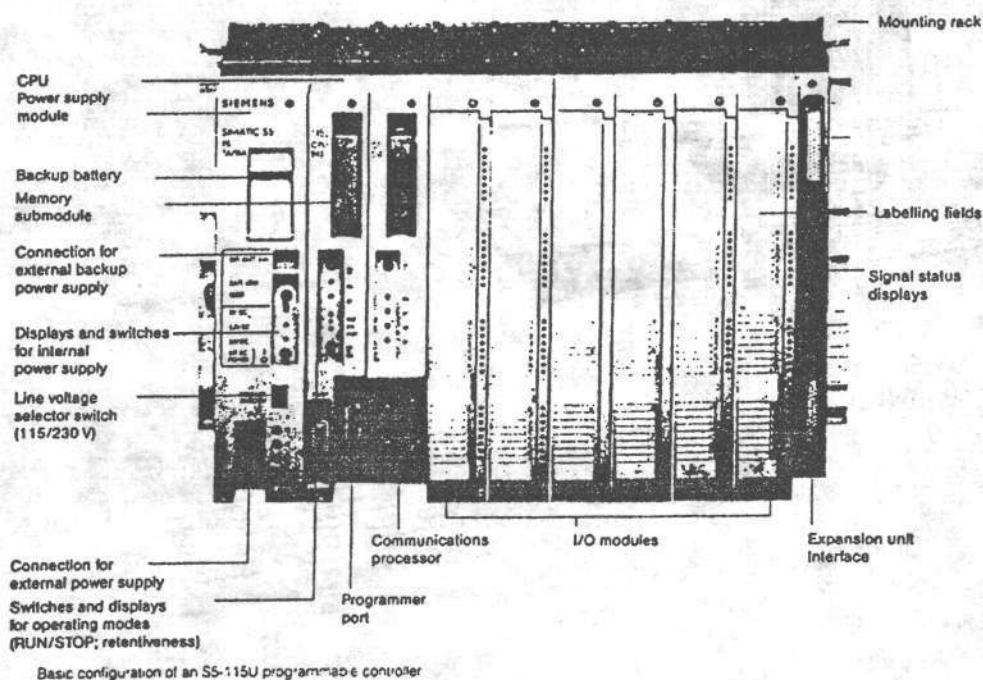
نحوه قرارگیری و اتصال یک PLC روی ریل داخل تابلو



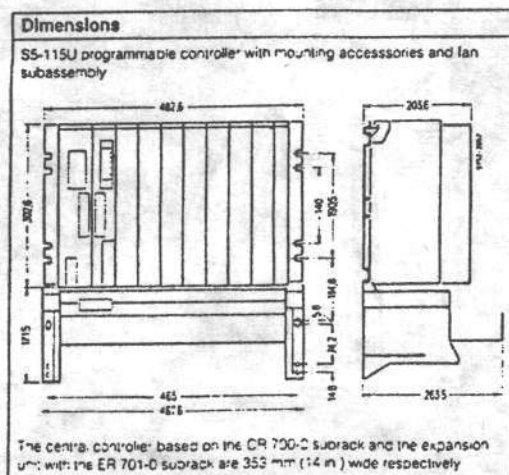
Mounting



General technical specifications and dimensions of the S5-115U PLC



نمای شماتیک یک PLC مدل S5-115U

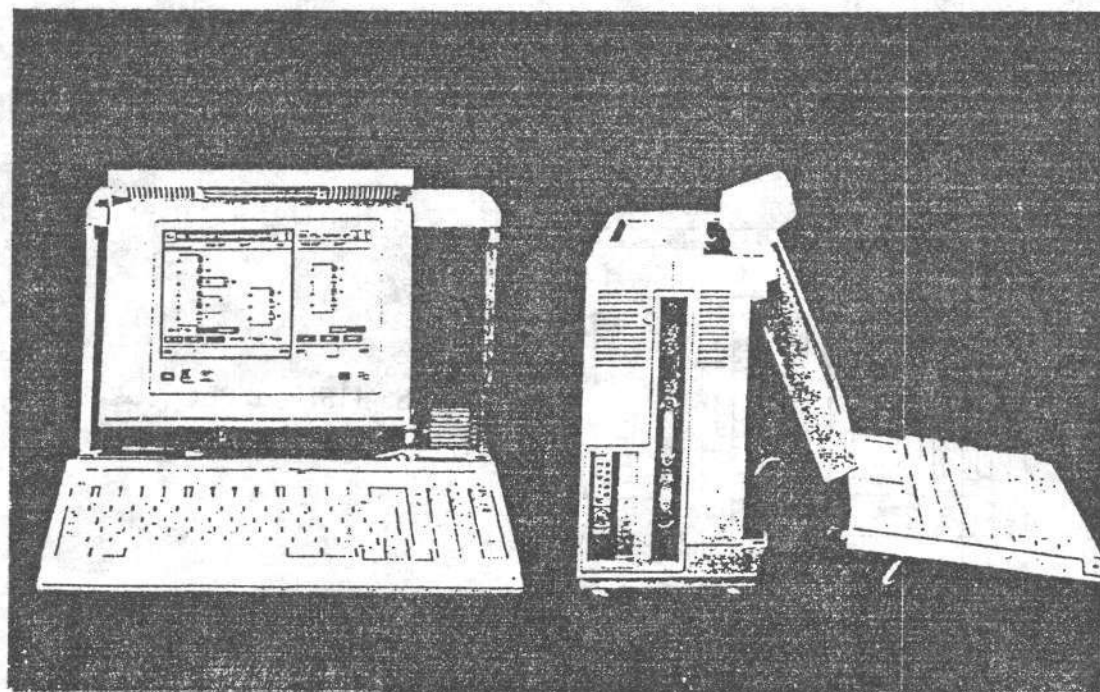


ابعاد ظاهری PLC مدل S5-115U



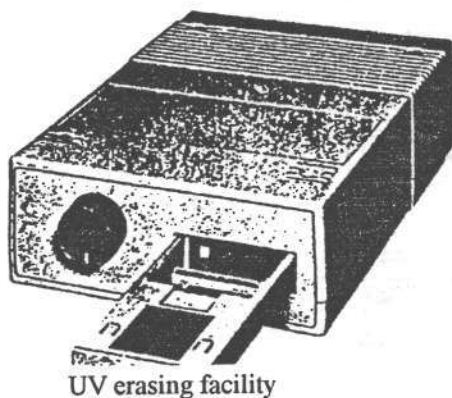


نمونه هایی از انواع مختلف کامپیوترهای Programmer



شکل شماره ۱۶





Design

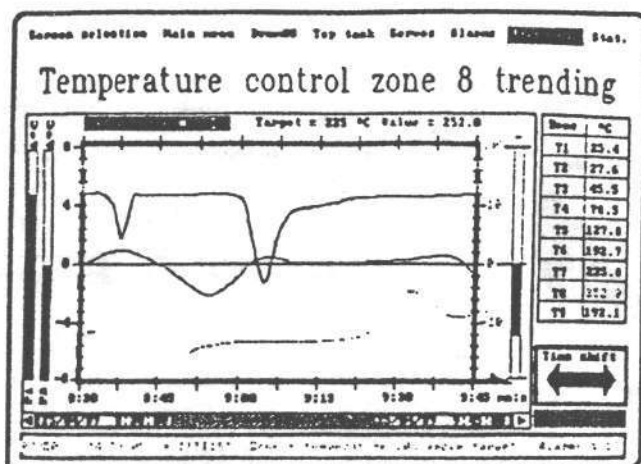
The housing of the UV erasing facility contains, amongst other things:

- Receptacle for memory submodule
- Time switch (30 min.)
- Visual function check
- Power cable.

Technical specifications		
Power supply	230 V	115 V
• Rated voltage	-15 %; +6 %	-15 %; +6 %
• Tolerance	48 to 52 Hz	57 to 63 Hz
• Frequency	40 VA max.	20 VA max.
Power consumption	+5 °C to +40 °C	
Ambient temperature	-20 °C to +70 °C	
Transportation and storage temperature	190 x 83 x 280 mm	
Dimensions (W x H x T)	7.5 x 3.3 x 11 in	
Weight	approx.	2.1 kg/4.6 lb

شکل شماره ۱۷- نمونه ای از دستگاه UV جهت پاک کردن حافظه های EPROM





نمونه ای از نحوه رسم منحنی تغییرات روی صفحه مونیتور

Characteristics

Functional capacity

Number of chart windows per screen	• 16
Number of pen traces per chart	• 16
Number of pen traces per screen	• 233

Configuration

TRENDING PENS CONFIGURATION TABLE									
Zone	Plot	Variable	Unit	Scale	Offset	Gain	Loss	Min	Max
D sec1	A plot4	A inflow	0	0	1	300	18		
D sec1	A plot1	A flow1	0	0	1	300	18		
D sec1	A plot2	A flow2	0	0	1	300	18		
D sec1	A plot3	A tank_lev	0	0	1	300	18		
D sec5	A curve4	A inflow	0	0	5	1500	28		
D sec5	A curve1	A flow1	0	0	5	1500	28		
D sec5	A curve2	A flow2	0	0	5	1500	28		
D sec5	A curve3	A tank_lev	0	0	5	1500	28		

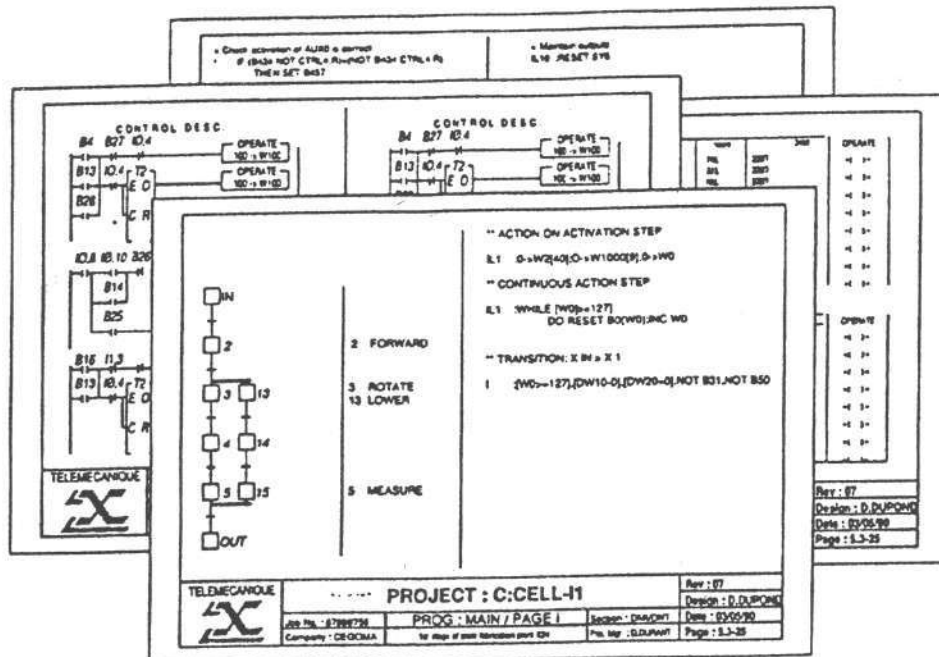
GRAPHICS TRENDING CHARTS CONFIGURATION TABLE									
Chart	Zoom	Shift	Begin	End	Unit	Scale	Offset	Gain	Loss
Chart1	zoom1	shift1	begin1	end1	0	0	1	300	18
Chart2	zoom2	shift2	begin2	end2	0	0	5	1500	28

نمونه ای از نحوه برنامه نویسی و تنظیم PLC



شکل شماره ۱۸

شکل شماره ۱۹



نمونه ای از برنامه نویسی به روش Ladder diagram

MATH AND LOGIC UNIT CONFIGURATION TABLE			
A levE	C IF x4 AND sv8 AND NOT EE THEN levE-288	tank E content	
A tim1	C IF x5 AND NOT T1F THEN tim1-1	timer 1	
A levF	C IF x6 AND sv9 AND NOT FE THEN levF-488	tank F content	
D bit1	C truck AND NOT T1E		
A tim1	C IF x7 AND bit1 THEN tim1-1	timer 1	
A levF	C IF x7 THEN 0	tank F content	
A br1	IF x5 AND T1F THEN 6		
A br1	IF x6 AND FE THEN 7		
A br1	IF x7 AND T1E THEN 1		
D pos1	D x7 AND (tim1=1)	truck gone	
D pos2	D x7 AND (tim1=2)	truck nearly out	
D pos3	D x7 AND (tim1=3)		
D pos4	D x7 AND (tim1=4)		
D pos5	D x7 AND NOT T1F AND NOT T1E	truck starts	
D pos6	D x1 OR x2 OR x3 OR x4 OR x5 OR x6	truck stopped	
D pos6	D pos6 OR (x7 AND T1F) OR (x7 AND T1E)	truck stopped	

Help Tag-List eClear Document Line-Ins Line-Del Abort Main-Menu

Copyright 1984-88 U.S.DATA / TELEMECANIQUE

نمونه ای از برنامه نویسی به روش زبانهای پیشرفته





**ضوابط طراحی سیستم هوادهی
انبارهای ۳۰۰۰ تنی سیب زمینی
در منطقه سرد و خشک**





کلیات

در بخش اول که تحت عنوان (مبانی طراحی انبارهای سیب‌زمینی) تهیه گردیده است سعی شده با توجه به اهمیت موضوع ذخیره‌سازی محصولات کشاورزی به صورتی که فسادپذیری آنها به میزان قابل توجهی کاهش یافته و عمر مفید آنها افزایش یابد، عوامل و فاکتورهای موثر مورد بررسی قرار گیرد. که اهم آنها به قرار زیر است.

۱- اقلیم

در این بخش با توجه به تقسیمات اقلیمی، مناطق مهم تولید سیب‌زمینی تعیین و شرایط لازم برای نگهداری کوتاه مدت و طولانی مدت سیب‌زمینی ذکر شده است.

۲- ویژگیهای گیاه‌شناسی

از آنجا که هدف در نشریه حاضر نگهداری محصولات کشاورزی به خصوص سیب‌زمینی می‌باشد برای اینکه بتوان محیط انبار را برای نگهداری سیب‌زمینی و یا پیاز مهیا نمود ویژگیهای گیاه‌شناسی، ارقام و گونه‌های مختلف سیب‌زمینی، ویژگیهای زراعی در فواصل مختلف کاشت، داشت، برداشت، آفات و بیماریهای مهم که در انبار برای محصول موثر می‌باشند و روشهای دفع آفات و بیماریها با دیدگاه تاثیر در دوره انبارداری مورد بررسی قرار گرفته است.

در بخش مطالعات ضایعات وارده به محصول در مراحل مختلف پیش از برداشت، در حین برداشت و پس از برداشت مورد بررسی قرار گرفته و سعی شده به این نکته توجه داده شود که هر قدر در ساخت و تجهیز و اداره انبارها صرف وقت و هزینه شود، بدون وجود محصول سالم و مرغوب و و اجد شرایط لازم برای نگهداری، میزان ضایعات وارده در انبار همیشه از حد قابل



اقتصادی فراتر خواهد رفت و داشتن انبار خوب و اجرای برنامه انبارداری صحیح برای تقلیل ضایعات به تنهایی کافی نخواهد بود. و در نهایت مواردی را که می‌باید برای کاهش ضایعات در محصول مراعات گردد، بیان شده است.

در فصول بعدی شرایط و روشهای نگهداری محصولات بیان شده است. این شرایط و روشها، در فصل هشتم و نهم مشخصات کلی انبارها با توجه به سیستم توزیع هوا، انتقال حرارت از سطوح انبار، نحوه و ترکیب دیوارها و عایق‌بندی، وضعیت سقف و کف انبار و محاسبات مربوط به ضخامت عایق حرارتی و برآورد فضای مورد نیاز و تجهیزات، تاسیسات و مصالح مناسب انبارها ذکر گردیده است.

با توجه به مبانی یاد شده و اعلام نیاز دستگاهها اجرائی این دفتر اقدام به طراحی یک تیپ انبار سه هزار تنی با شش سلول پانصد تنی نمود.

انبارهای سه هزار تنی برای منطقه سرد و خشک طراحی گردیده و دارای مجموعه نقشه‌های معماری، سازه، تاسیسات برقی و مکانیکی می‌باشند.

نکته قابل ذکر این است که سیستم هوادهی و کنترل دما و رطوبت برای سیستم نگهداری محصول بصورت جعبه بوده و در صورت نگهداری محصول به صورت فله می‌باید در سیستم هوادهی و کنترل دما تجدید نظر گردد. به همین منظور در بخش ضوابط طراحی سیستم هوادهی در انبار سه هزار تنی سیب‌زمینی مصرفی در منطقه سرد و خشک کاملاً توضیح داده شده است. در پایان دستورالعمل بهره‌برداری و نگهداری انبار سه هزار تنی آورده شده است.



«محاسبه سیستم هوادهی در انبار سه هزارتنی سیبزمینی

مصرفی در منطقه سرد و خشک»

در مبانی طراحی انبارهای فنی سیبزمینی، در مورد سیستم‌های خنک‌کننده و کنترل دما، رطوبت و دی‌اکسید کربن نیز تجهیزات مورد نیاز برای هوادهی در این گونه از انبارها توضیح داده شده است. در این نشریه محاسبه و طراحی سیستم هوادهی در انبارهای سه هزارتنی سیبزمینی در مناطق سرد و نیمه سرد بطور خاص ارائه خواهد گردید.

اصولاً عمل تهویه انبارهای سیبزمینی به یکی از سه روش زیر انجام می‌گیرد.

الف- تهویه و خنک‌سازی با هوای تازه بیرون انبار (تهویه طبیعی)

ب- تهویه و خنک‌سازی توسط هوای خنک ایجاد شده با سیستم برودتی (سیستم مکانیکی)

ج- تهویه و خنک‌سازی بصورت تلفیق هوای تازه خارج از انبار و سیستم برودتی.

از آنجا که به دلیل شرایط غالب مناطق تحت کشت سیبزمینی در کشور اولویت با طراحی و ساخت انبارهای سیبزمینی در مناطق سردسیر کشور می‌باشد، لذا در این نشریه طراحی سیستم تهویه انبارهای سیبزمینی در مناطق سرد و خشک بر مبنای روش الف (تهویه و خنک‌سازی با استفاده از هوای تازه بیرون) انجام گرفته است.

لازم به یادآوری است که محاسبات انجام گرفته در نشریه حاضر مبتنی بر محاسبات ارائه شده از سوی پروفسور A.RASTOVSKI در کتاب STORAGE OF POTATOES می‌باشد.

مطالب مورد بررسی در این نشریه به شرح زیر می‌باشند:

- ۱- نحوه تعیین مناطق سرد و گرم
- ۲- مشخصات سلولهای انبار و طراحی جعبه‌ها
- ۳- طراحی آرایش جعبه‌ها در سطح انبار
- ۴- محاسبه بارهای گرمایشی در انبار
- ۵- محاسبه میزان هوادهی مورد نیاز
- ۶- طراحی کانال‌های هوادهی در کف انبار
- ۷- محاسبه افت فشار در اجرای موردنظر
- ۸- در سیستم تهویه طبیعی لزومی به استفاده از بادزن نمی‌باشد.



- ۹- طراحی دریچه‌های ورودی و خروجی هوا
 - ۱۰- محاسبات مربوط به شهرهای نیمه سرد
 - ۱۱- بررسی افت حرارتی در داخل سلولها در زمستان
- حال به تشریح هرکدام از موارد فوق می‌پردازیم.

۱- نحوه تعیین مناطق سرد و گرم

در این قسمت ابتدا بر اساس اطلاعات مندرج در منابع هواشناسی و با توجه به دوره انبارداری که از اواسط آبان‌ماه آغاز شده و تا اواسط اردیبهشت‌ماه سال بعد ادامه می‌یابد. منحنی تغییرات درجه حرارت روزانه شهرهای مختلف رسم شده سپس بر اساس این منحنی شهرها به سه دسته تقسیم می‌شوند.

دسته اول شامل شهرهایی است که در بیش از ۷ ساعت از شبانه‌روز در فصل انبارداری درجه حرارت محیط بیرون پایین‌تر از ۵ درجه سانتیگراد باشد. به عبارت دیگر متوسط دمای روزانه آنها مطابق شکل شماره ۱ کمتر از ۸ درجه سانتیگراد است. این دسته بنام شهرهای تیپ سرد مشخص می‌شوند. (شهرهایی مانند همدان یا میانه)

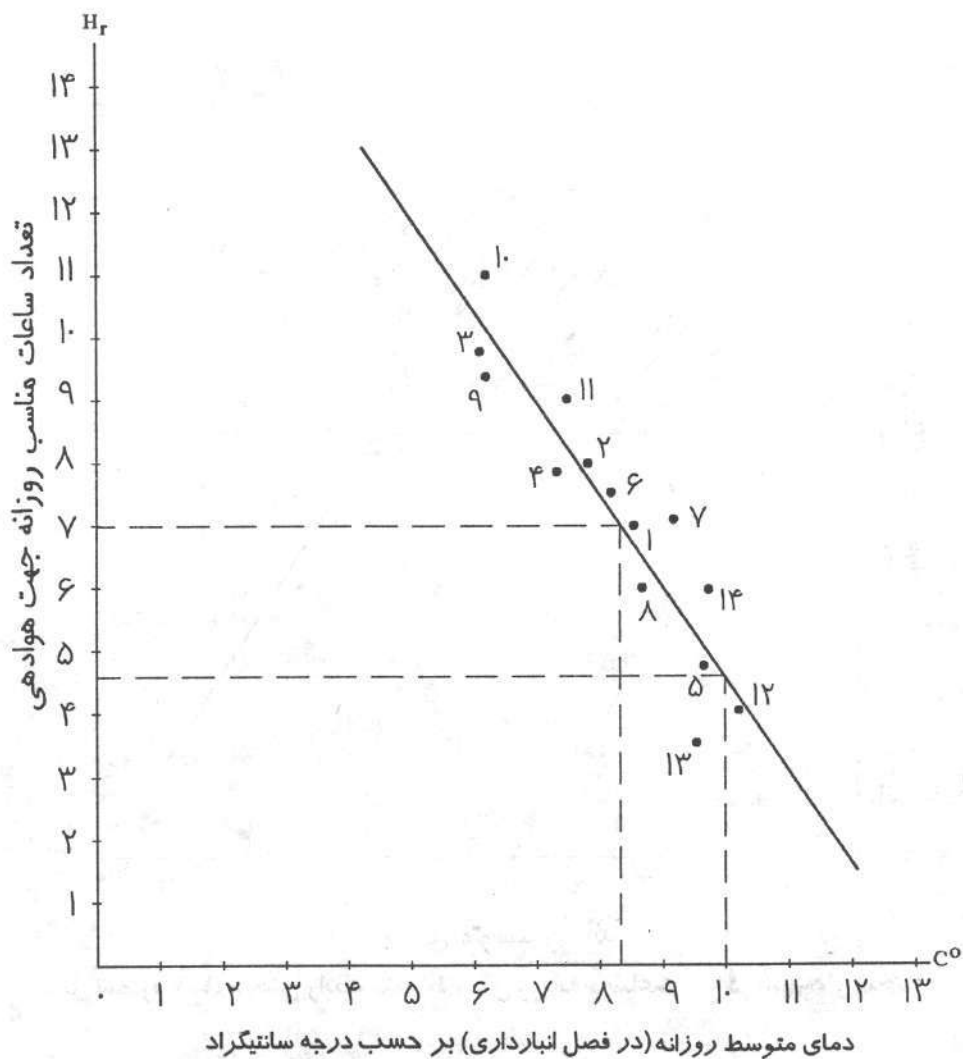
دسته دوم شامل شهرهایی است که مدت مطلوب برای انجام عمل هوادهی در آنها بین ۴/۵ تا ۷ ساعت در شبانه‌روز می‌باشند. به عبارت دیگر مطابق منحنی شماره ۱ متوسط دمای روزانه آنها بین ۸ تا ۱۰ درجه سانتیگراد است. این دسته بنام شهرهای تیپ نیمه سرد مشخص می‌شوند. (شهرهایی مانند ملایر یا کرمان)

دسته سوم شامل شهرهایی است که در کمتر از ۴/۵ ساعت در طول شبانه‌روز درجه حرارت محیط بیرون مناسب برای انجام عمل هوادهی انبار می‌باشد. به عبارت دیگر متوسط درجه حرارت روزانه آنها بالاتر از ۱۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. این دسته نیز بنام شهرهای تیپ گرم مشخص می‌شوند. (شهرهایی مانند سبزوار یا قزوین)

در شهرهای دسته اول عمل هوادهی را می‌توان با استفاده از هوای آزاد انجام داد. در مورد شهرهای دسته دوم نیز با افزایش ظرفیت بادزن می‌توان از هوای آزاد برای انجام تهویه استفاده کرد. لیکن در مورد شهرهای دسته سوم لازم است از سیستم‌های مکانیکی برای ایجاد برودت مورد نیاز استفاده کرد.

در این نشریه تنها سیستم هوادهی شهرهای تیپ سرد و نیمه سرد مورد بررسی قرار گرفته است.

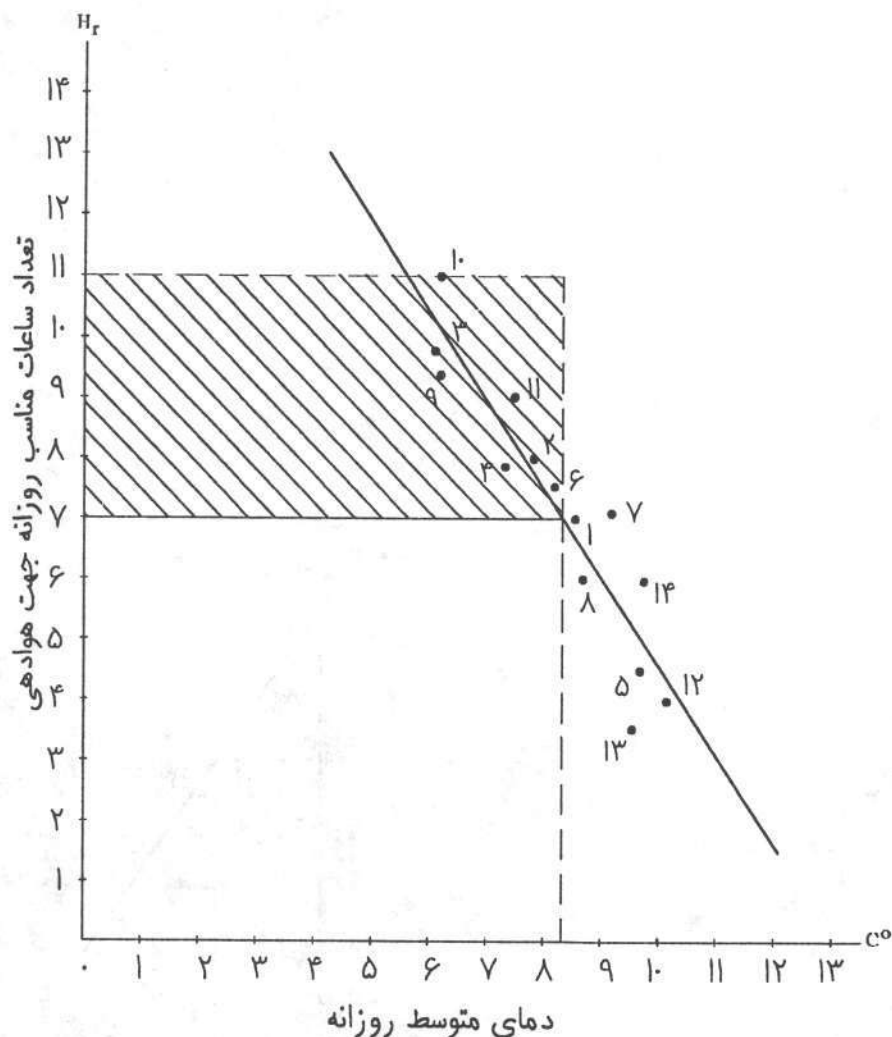




شکل شماره ۱: منحنی رابطه متوسط دمای روزانه و ساعت روز در شهرهای مختلف

- | | |
|----------------|------------|
| ۱- گوشه نهاوند | ۹- ابهر |
| ۲- شهرکرد | ۱۰- اردبیل |
| ۳- همدان | ۱۱- ارومیه |
| ۴- مراغه | ۱۲- سبزوار |
| ۵- اصفهان | ۱۳- قزوین |
| ۶- میانه | ۱۴- کرمان |
| ۷- روانسر | |
| ۸- ملایر | |

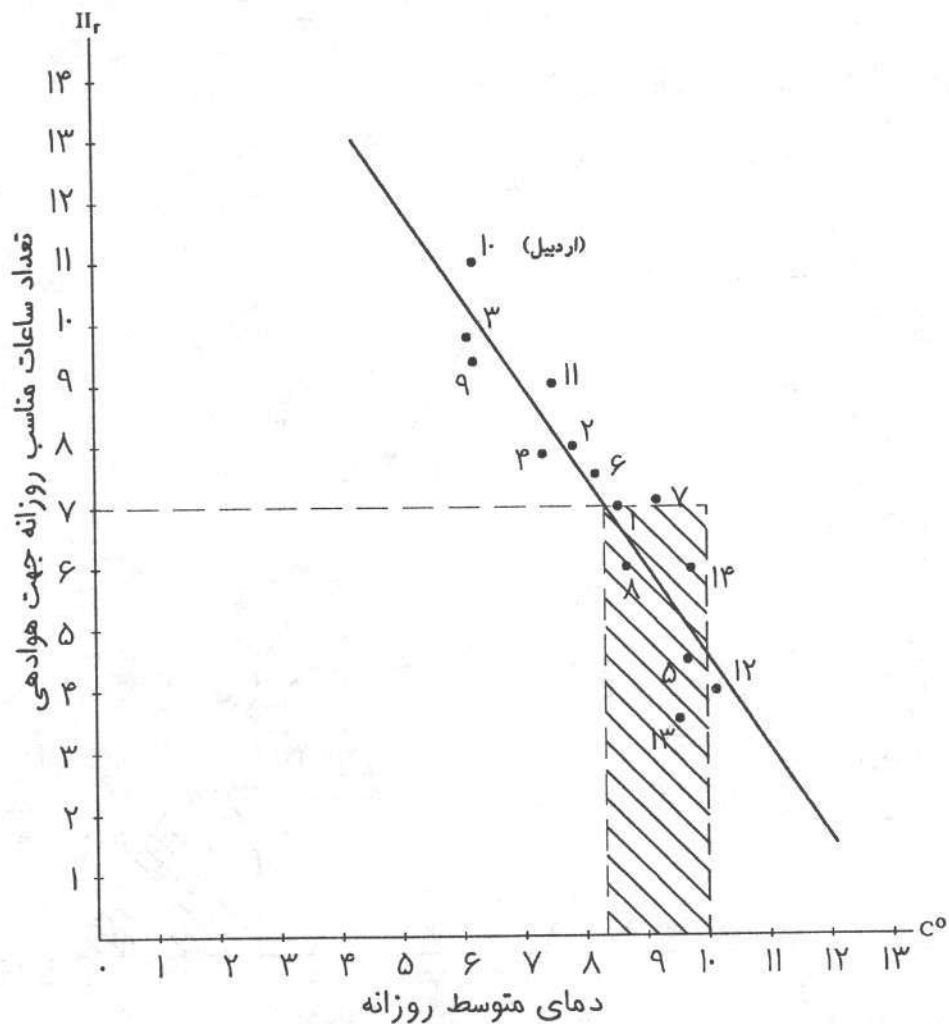




شکل شماره ۱/۱: منحنی رابطه متوسط دمای روزانه و ساعت روز در شهرهای مختلف

قسمت هاشور خورده مبین محدوده شهرهای تیپ سرد است





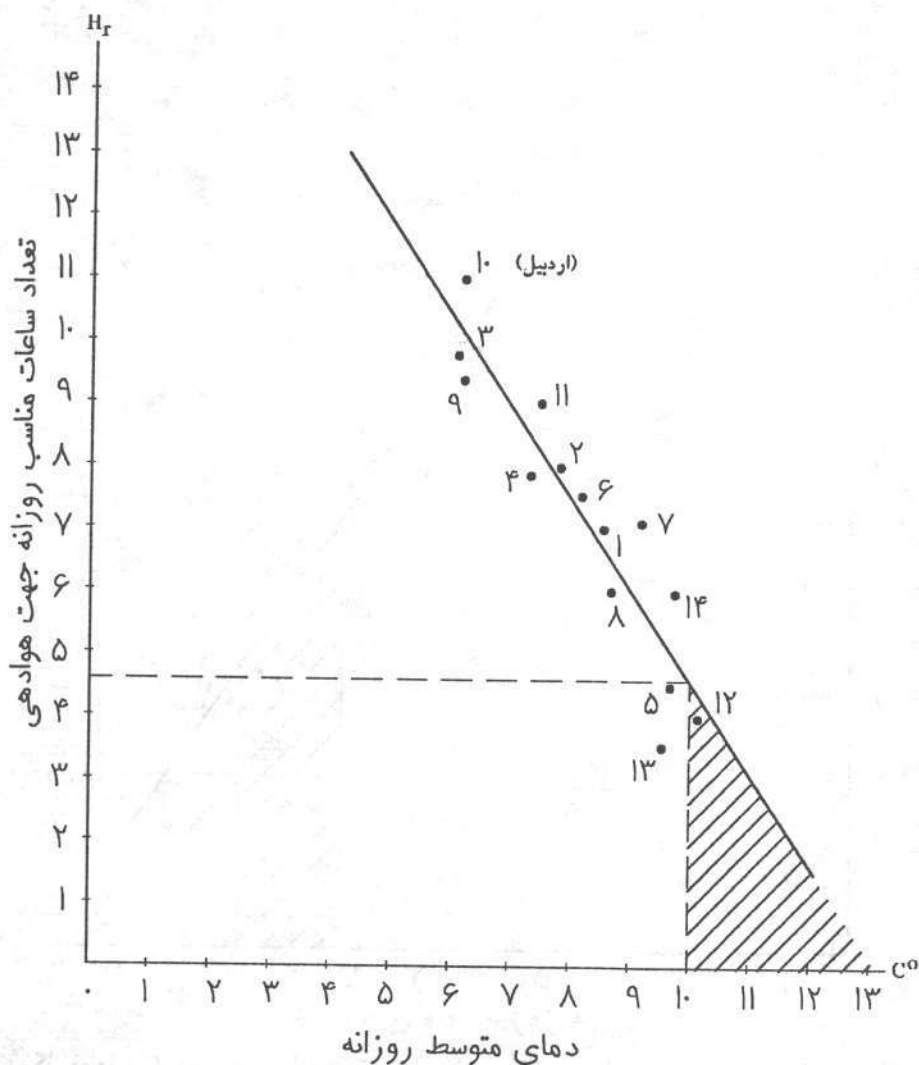
شکل شماره ۱/۲: منحنی رابطه متوسط دمای روزانه و ساعت روز در شهرهای مختلف

قسمت هاشور خورده مبین محدوده شهرهای تیپ نیمه سرد است



- ۱- گوشه نهاوند
- ۲- شهرکرد
- ۳- همدان
- ۴- مراغه
- ۵- اصفهان
- ۶- میانه
- ۷- روانسر
- ۸- ملایر

- ۹- ابهر
- ۱۰- اردبیل
- ۱۱- ارومیه
- ۱۲- سبزوار
- ۱۳- قزوین
- ۱۴- کرمان



شکل شماره ۱/۳: منحنی رابطه متوسط دمای روزانه و ساعت روز در شهرهای مختلف

قسمت هاشور خورده مبین محدوده شهرهای تیپ گرم است

- | | |
|----------------|------------|
| ۱- گوشه نهاوند | ۹- ابهر |
| ۲- شهرکرد | ۱۰- اردبیل |
| ۳- همدان | ۱۱- ارومیه |
| ۴- مراغه | ۱۲- سبزوار |
| ۵- اصفهان | ۱۳- قزوین |
| ۶- میانه | ۱۴- کرمان |
| ۷- روانسر | |
| ۸- ملایر | |



۲- مشخصات سلولهای انبار و طراحی جعبه‌ها

- مشخصات سلولهای انبار

هر انبار ۳ هزار تنی سیب‌زمینی از ۱۰ سلول تشکیل می‌گردد که این سلولها در دو طرف یک راهرو قرار می‌گیرند.

(مشخصات کامل سلولها و نحوه قرار گرفتن آنها در نقشه‌های سازه و معماری ارائه گردیده است).

ابعاد هر سلول به این شرح می‌باشد:

طول سلول در حدود ۱۷/۶ متر، عرض هر سلول در حدود ۱۴/۷ متر و ارتفاع هر سلول ۴/۵ متر می‌باشد. دیوارها و سقف هر سلول توسط عایقهای حرارتی و کف هر سلول نیز توسط عایق‌های رطوبتی کاملاً پوشیده می‌شود.

در کف هر سلول نیز دوازده کانال برای هوادهی محصولات از طریق کف انبار تعبیه شده است. طول این کانالها در حدود ۱۳/۸ متر بوده و عرض آنها در تمام طول معادل ۰/۵ متر می‌باشد، لیکن ارتفاع کانالها در طول مسیر یکسان نمی‌باشد.

- طراحی جعبه‌ها

طول و عرض و ارتفاع هر جعبه ۱/۲ متر در نظر گرفته شده است. از این ارتفاع ۲۰ سانتیمتر برای پایه منظور شده و لذا ارتفاع هر جعبه ۱ متر خواهد بود. هر جعبه دارای یک چهارچوب مطابق شکل شماره ۲ است که بدنه و کف آن توسط تخته‌هایی با ضخامت مناسب پوشیده شده است. (چوبها از نوع مقاوم بوده و ضخامت چوبهای کوبیده شده به کف جعبه ۲ سانتیمتر می‌باشند)

این چهارچوب که قطعات آن بوسیله تسمه‌های فلزی به یکدیگر محکم شده‌اند، از شکسته شدن بدنه جعبه زیرین در اثر فشار جعبه‌های بالایی جلوگیری می‌کند. تخته‌های کوبیده شده به بدنه از یک طرف به صورت لولایی مطابق شکل ۲ باز می‌شود تا تخلیه محصول از درون جعبه‌ها براحتی صورت گیرد. فاصله ۱۰ سانتیمتری تعبیه شده در زیر چهارچوب جعبه برای آن است که در هنگام حمل و نقل، لیفتراک بتواند تیغه‌های خود را در زیر جعبه قرار دهد. لیکن دو طرف از چهارچوب زیر هر جعبه توسط تخته پوشیده می‌گردد. این امر علاوه بر کاهش هدر رفتن جریان هوا، باعث تقویت چهارچوب جعبه نیز می‌گردد. کف جعبه‌ها نیز از یک چهارچوب تشکیل شده که دو چوب به عرض و ضخامت ۱۰ سانتیمتر بصورت متقاطع (چهارتراش) و به شکل فاق و زبانه مطابق شکل شماره ۳ در وسط آن قرار گرفته‌اند. سطح کف جعبه نیز از طرف داخل بوسیله

تخته‌هایی به عرض ۵ سانتیمتر و به فاصله ۲ سانتیمتر از یکدیگر پوشیده می‌گردد.* بنابراین مجموع فضای شکافهای بین تخته‌ها یا فضای موجود برای عبور جریان هوای کانال به داخل جعبه‌ها در حدود ۰/۲۷ مترمربع بازای هر جعبه می‌گردد. بدین صورت:

$$2 \times 14 = 28 \text{ cm}$$

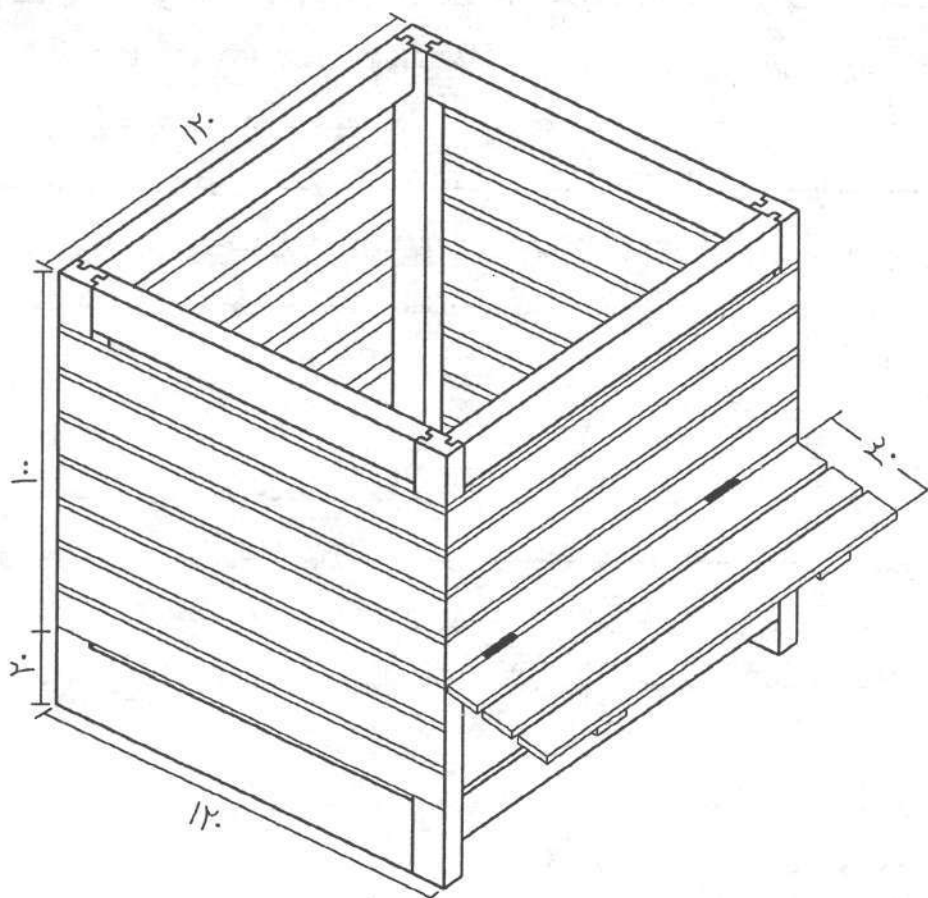
فضای عرضی هوادهی در زیر هر جعبه

$$49 \times 2 = 98 \text{ cm}$$

فضای طولی هوادهی در زیر هر جعبه

$$98 \times 28 = 2744 \text{ cm}^2 \approx 0.27 \text{ m}^2$$

کل فضای موجود جهت هوادهی بازای هر جعبه



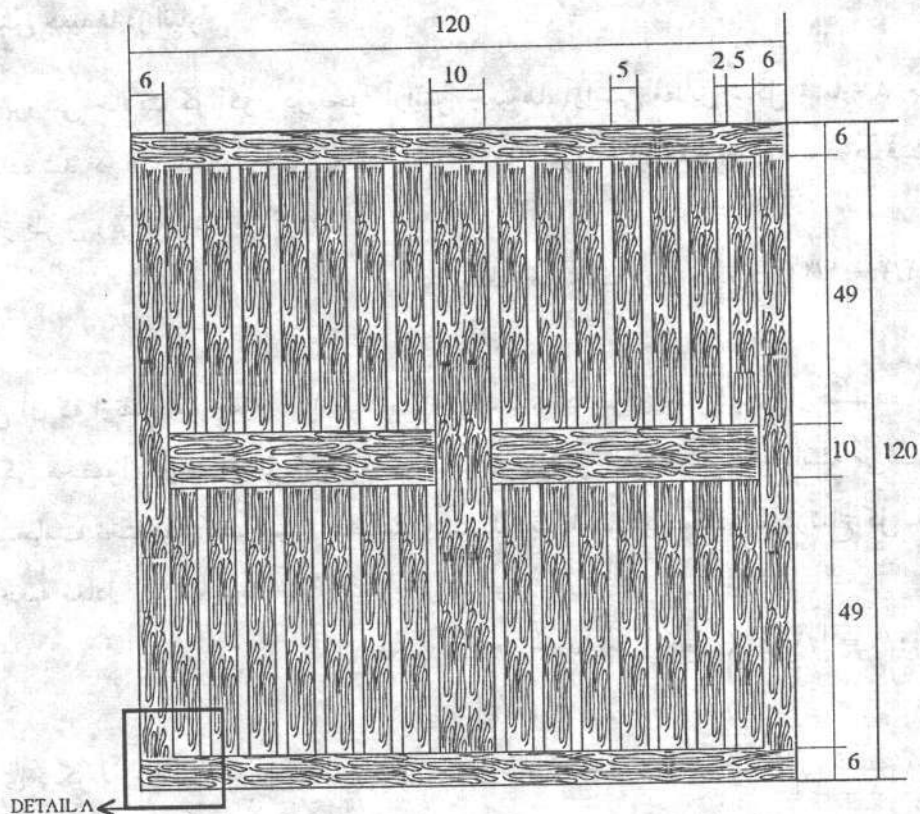
شکل شماره ۲: تصویر یک جعبه

همراه با دریچه تعبیه شده در جعبه برای تخلیه محصول

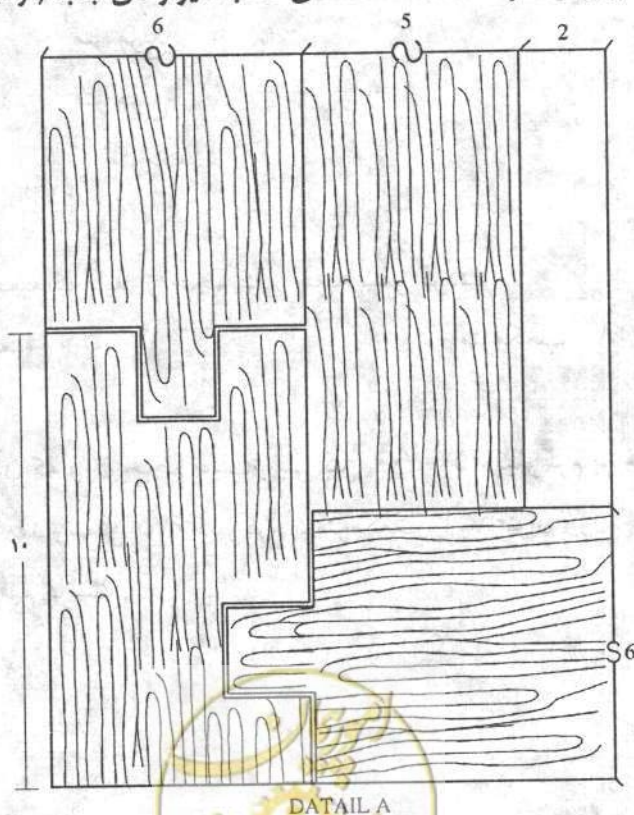
(ترسیم بدون مقیاس می‌باشد)



* - توصیه می‌شود که اتصال قطعات مختلف با پیچ انجام شود و حتی المقدور از میخ استفاده نشود.



شکل شماره ۳: پلان معکوس از نحوه اتصالات تخته‌های کف به دیوارهای جعبه (ترسیم بدون مقیاس می‌باشد)



شکل شماره ۴: جزئیات اتصالات تخته‌های بدنه و کف به چهارچوب جعبه (ترسیم بدون مقیاس می‌باشد) (جزئیات A)

۳- آرایش جعبه‌ها در انبار*

پس از بررسی حالات گوناگون در نحوه آرایش جعبه‌ها، آرایشی مطابق شکل شماره ۵ مطلوب تشخیص داده شد. در این نحوه آرایش تعداد جعبه در هر سلول ۳۶۰ عدد خواهد بود. ظرفیت هر جعبه نیز از طریق زیر محاسبه می‌گردد.

$$\text{سطح هر جعبه (متر مربع)} = 1/44 = 1/2 \times 1/2$$

به دلیل آن که ارتفاع هر جعبه ۱۰۰ سانتیمتر می‌باشد، اما برای جلوگیری از فشردن شدن و آسیب دیدگی محصول در هنگام بارگیری ۸ سانتیمتر از سر هر جعبه خالی نگه داشته می‌شود و از آنجا که ضخامت تخته‌های کف نیز ۲ سانتیمتر است لذا با کاهش این مقادیر از ارتفاع کل، ارتفاع مفید هر جعبه معادل ۹۰ سانتیمتر یا ۰/۹ متر خواهد بود.

$$\text{حجم کلی هر جعبه (متر مکعب)} = 1/296 = 1/44 \times 0/9$$

از سوی دیگر لازم است که حجم ستونهای چهار طرف جعبه از حجم کلی کسر گردد تا حجم مفید هر جعبه بدست آید.

$$0/06 \times 0/06 = 0/0036$$

متر مربع

$$0/0036 \times 4 = 0/0144$$

متر مربع

$$0/0144 \times 0/9 \approx 0/013$$

مترمکعب

حجم ستونهای جعبه که باید از حجم کلی جعبه کسر گردد.

$$\text{مترمکعب} \quad 1/28 \approx 1/296 - 0/013$$

حجم مفید هر جعبه

حال با توجه به آن که وزن حجم سیب زمینی بین ۷۰۰-۶۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد، می‌توان میانگین این مقدار یعنی ۶۷۵ کیلوگرم بر متر مکعب را به عنوان وزن حجمی سیب زمینی در نظر گرفت. لذا خواهیم داشت:



*- باید توجه داشت که محاسبات انجام یافته در این نشریه تماماً بر مبنای بارگیری انبار با استفاده از جعبه می‌باشد و در صورت انجام بارگیری به طرق دیگر (فله یا گونی) این محاسبات باسنگو بوده و تغییر خواهد کرد.

مقدار وزنی سیب‌زمینی در داخل هر جعبه $(kg) \approx 850 (kg/m^3) \times 675 (m^3) \times 1/28$
 مقدار وزنی محصول انبار شده در هر سلول (تن) $(kg) = 306000 = 306 \times 1000$ و بر این اساس خواهیم داشت:

کل میزان محصول نگهداری شده در انبار (تن) $306 \times 10 = 3060$

همانطور که مشاهده می‌گردد مقدار فوق بسیار نزدیک به میزان مطلوب نگهداری محصولات در این انبارها (تن ۳۰۰۰) می‌باشد.

در زیر هر جعبه یک دریچه به ابعاد 50×50 سانتیمتر مربع قرار داده می‌شود تا هوا از طریق این دریچه‌ها به داخل جعبه‌ها جریان یابد ولی در سایر قسمت‌ها، سطح کانالهای کف سلولها باید کاملاً پوشیده گردد تا امکان حرکت لیفتراک در تمام سطح سلولها وجود داشته باشد. فاصله بین دریچه‌ها توسط بلوک‌های سیمانی به ابعاد 35×50 سانتیمتر مربع و 40×50 سانتیمتر مربع به ضخامت ۱۰ سانتیمتر پوشانده می‌گردد. تصویر این بلوکها در نقشه‌های سازه و معماری ارائه گردیده است.

لازم به ذکر است که محاسبه بارهای گرمایشی بر مبنای ظرفیت ۳۰۶ تن یا ۳۶۰ عدد جعبه در هر سلول انجام گرفته است. لیکن در صورتیکه حرکت لیفتراک برای جابجا کردن جعبه‌های جلوی در ورودی سلول با دشواری انجام پذیرد، می‌توان ۲ ردیف از جعبه‌ها را مطابق شکل ۶ حذف کرد.

بدین ترتیب تعداد جعبه‌ها در هر سلول به ۳۵۴ عدد کاهش خواهد یافت و ظرفیت هر سلول نیز از ۳۰۶ تن به ۳۰۰/۹ تن خواهد رسید که بر این اساس ظرفیت نهایی انبار از ۳۰۶۰ تن به ۳۰۰۹ تن تقلیل خواهد یافت.



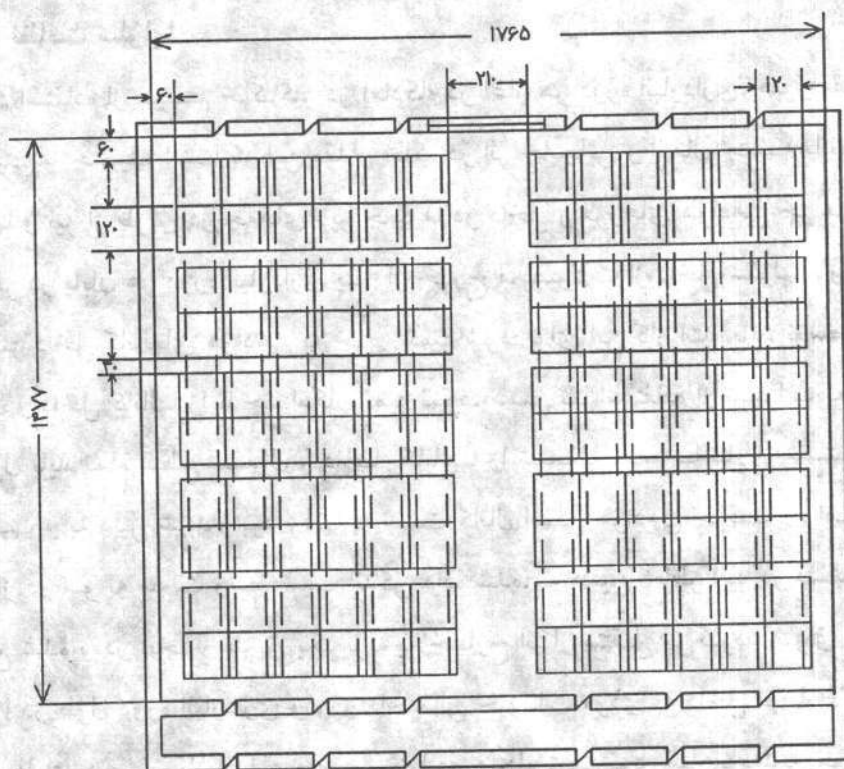
- نحوه استفاده از ترموستات‌ها و دستگاه رطوبت‌زن

با توجه به آنکه هوادهی از طریق کف سلول‌ها انجام می‌گیرد، لذا در هر ستون از جعبه‌ها بالاترین جعبه گرم‌ترین جعبه خواهد بود. بنابراین اگر دمای بالاترین ردیف جعبه‌ها توسط ترموستات کنترل گردد، می‌توان اطمینان داشت که تمام جعبه‌ها کنترل شده‌اند. از سوی دیگر با توجه به یکسان بودن شرایط نگهداری برای تمام جعبه‌ها در هر سلول، نیازی به کنترل تمام جعبه‌ها نمی‌باشد. منطقی‌ترین راه آن است که بازای هر بادزن یک جعبه از دورترین ردیف جعبه‌ها نسبت به محل استقرار بادزن و راهروی هوادهی توسط ترموستات کنترل گردد. یعنی در هر سلول تنها ۶ جعبه کنترل شود.

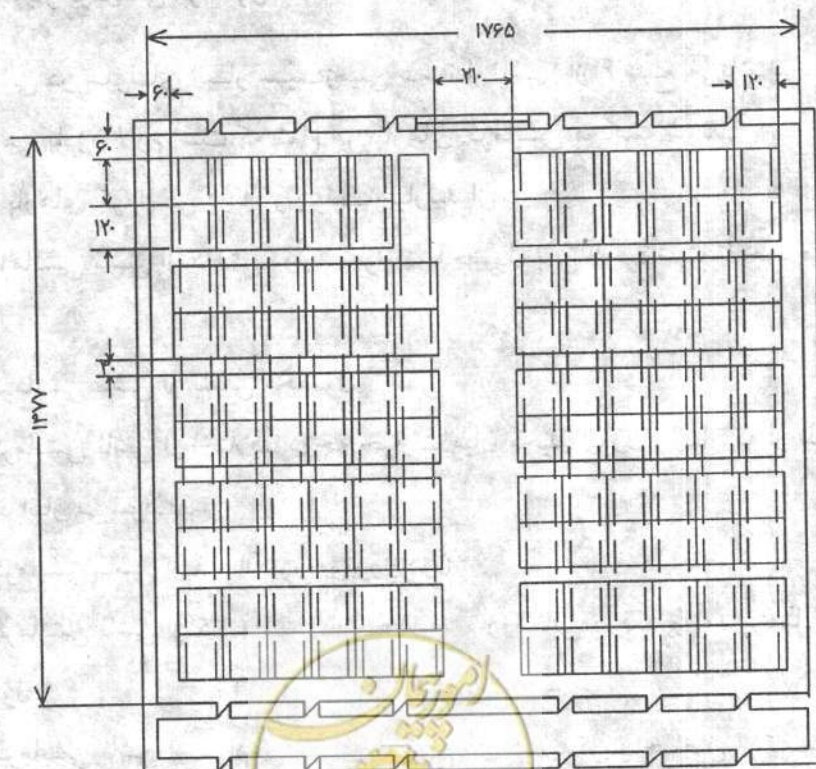
بر این اساس باید ترموستات‌ها را به شکلی سیم‌کشی کرد که در بالای هر کدام از ۶ جعبه فوق‌الذکر یک ترموستات آویزان باشد. طول سیم ترموستات آویزان شده باید به اندازه‌ای باشد که ترموستات بتواند در وسط توده سیب‌زمینی داخل جعبه قرار گیرد. در هنگام نقل و انتقال این جعبه‌ها ابتدا باید ترموستات‌ها توسط کارگر از داخل توده سیب‌زمینی بیرون آورده شده و سپس پالت‌ها را جابجا کرد.

برای تامین رطوبت مورد نیاز نیز یک دستگاه رطوبت‌زن در داخل راهروی وسط هر سلول و بر روی دیوار مقابل در ورودی نصب می‌گردد. این دستگاه بر روی میزان رطوبت مورد نیاز تنظیم شده و هرگاه رطوبت داخل سلول از حد مطلوب پایین‌تر بیاید، این دستگاه بطور اتوماتیک بکار افتاده و ذرات آب را در محیط سلول می‌باشد. این ذرات آب توسط بادزن مکیده شده و در محیط سلول به گردش درمی‌آید. پس از رسیدن میزان رطوبت هوای سلول به حد مطلوب، دستگاه بطور خودکار خاموش می‌گردد.





شکل شماره ۵: نحوه آرایش جعبه‌ها در داخل هر سلول
(ترسیم بدون مقیاس می‌باشد)



شکل شماره ۶: نحوه آرایش جعبه‌ها در هر سلول
(ترسیم بدون مقیاس می‌باشد)

- نحوه نظافت سلولها

با وجود استفاده از سیستم خاک‌گیر در آمادگاه در آغاز هر دوره انبارداری، هنوز مقداری خاک به سیب‌زمینی‌ها چسبیده است که این مقدار خاک در اثر جابجایی و انتقال جعبه‌ها به تدریج در کف سلولها و نیز از طریق دریچه‌های زیر جعبه‌ها در داخل راهروهای هوادهی خواهد ریخت. به همین خاطر در پایان هر دوره انبارداری پس از خروج محصولات از داخل سلولها لازم است کف سلولها و نیز داخل کانالهای هوادهی به خوبی تمیز شود. برای این کار ابتدا باید توسط جارو تمام کف سلول و داخل کانالها را تا حد امکان تمیز نمود، سپس با استفاده از شیرآب تعبیه شده در داخل سلول باید تمام سطح سلول و داخل کانالها را شست. آب حاصل از شستشو از طریق کانالهای کف و به دلیل شیبدار بودن آنها به سمت کانال اصلی هوادهی حرکت خواهد کرد. این کانال نیز از دو سو به سمت وسط شیب اندکی داده شده، به همین خاطر آب در قسمت وسط این کانال جمع شده و در آنجا از طریق یک لوله به خارج انبار منتقل می‌گردد. برای جلوگیری از خروج هوا در طول دوره انبارداری و ورود احتمالی حیوانات موزی به داخل انبار لازم است که دهانه لوله دارای درپوش باشد، این درپوش تنها در هنگام شستشوی انبار برداشته خواهد شد.

۴- محاسبه بار گرمایشی هر سلول

بار گرمایشی در سلولهای انبار سیب‌زمینی عمدتاً ناشی از ۶ منبع می‌باشد. برای محاسبه ظرفیت هوادهی بادزن لازم است که تمام این بارهای گرمایشی محاسبه شوند.

منابع این بارهای گرمایشی در انبار به ترتیب عبارتند از:

۱- بار گرمایشی ناشی از کاهش درجه حرارت محصول پس از برداشت تا حد مطلوب برای

انبارداری

۲- بار گرمایشی ناشی از تنفس محصول

۳- بار گرمایشی ناشی از اختلاف درجه حرارت میان محیط بیرون و انبار که از طریق دیوارها

و سقف وارد انبار می‌شود.

۴- بار گرمایشی ناشی از کار الکترو موتور بادزن

۵- بار گرمایشی ناشی از کار ماشین‌آلات - سیستم روشنایی - رفت و آمد پرسنل و باز و بسته

شدن در سلول.

۶- بار گرمایشی ناشی از هوادهی برای خروج دی‌اکسیدکربن حاصل از تنفس محصول و

تامین اکسیژن مورد نیاز

هر یک از بارهای گرمایشی فوق به ترتیب زیر محاسبه گردیده‌اند:

۱- بار گرمایشی محصول پس از برداشت از زمین

در بدو برداشت و به منظور سرد کردن سیب زمینی و رساندن دمای آن از حد موجود به دمای مناسب برای ذخیره سازی باید مقداری از حرارت محصول گرفته شود (یک درجه سانتیگراد در هر روز) این عمل در طی مدت ۱۰ روز (از ۱۰ تا ۲۰ آبان ماه) انجام خواهد گرفت و میزان بارگرمایشی گرفته شده از محصول در این مدت از طریق روابط زیر محاسبه می گردد.

$$Q = m \times C_A \times (T_i - T_s) \text{ (J)}$$

که در این رابطه:

m = جرم محصول انبار شده بر حسب کیلوگرم

C_A = ارزش حرارتی سیب زمینی معادل $3600 \text{ (J/kg.}^\circ\text{C)}$

T_i = دمای اولیه محصول بر حسب $(^\circ\text{C})$

T_s = دمای مناسب برای انبارداری بر حسب $(^\circ\text{C})$

با توجه به تعاریف فوق میزان بار گرمایشی در طی مدتی که صرف کاهش دما برای آماده سازی محصول و انبار کردن می شود، از رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$q_1 = \frac{Q}{n} = \frac{m \cdot C_A \cdot (T_i - T_s)}{n} \text{ (J/day)}$$

که در این رابطه:

n = تعداد روزهایی است که صرف کاهش دمای محصول از T_i به T_s می گردد. لذا بر اساس

پیش فرضهای زیر، رابطه فوق بصورت زیر درخواهد آمد.

$$T_i = 15 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$T_s = 5 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$n = 10 \text{ (day)}$$

$$C_A = 3600 \text{ (J/kg.}^\circ\text{C)}$$

$$m = 306000 \text{ (kg)}$$

$$q_1 = \frac{306000 \times 3600 \times (15 - 5)}{10} = 11016 \times 10^5 \text{ (J/day)} = 1101600 \text{ (kJ/day)}$$

۲- بارگرمایشی حاصل از تنفس محصول

در اثر تنفس توده محصول، مقداری حرارت بطور پیوسته تولید می گردد که میزان آن از رابطه زیر بدست می آید.

$$q_2 = m \times q_r \times 86400 \text{ (J/day)}$$



که در این رابطه:

$$m = \text{جرم سیب زمینی معادل } ۳۰۶ \text{ تن}$$

q_r = حرارت حاصل از تنفس محصول بر حسب (J/Ton.s) مقدار q_r در ۱۵°C (حرارت اولیه محصول در ابتدای دوره انبارداری) بر اساس جدول شماره ۷ استخراج شده از فصل هفتم کتاب Storage of potato برابر (J/Ton.s) ۱۲/۹ می باشد.

دما		۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵
میزان دی اکسید کربن دهی	$۱۰^{-۳} \text{ mg/kg.s}$	۲/۶۴	۱/۲۷	۱/۳۸	۱/۶۹	۱/۶۴	۳/۵
میزان اکسیژن گیری	$۱۰^{-۳} \text{ mg/kg.s}$	۱/۹۲	۰/۹۲	۱/۰	۱/۲۳	۱/۹۲	۲/۵۵
میزان گرمزائی	$۱۰^{-۳} \text{ W/kg}$	۰/۱	۹/۷	۱۰/۹	۱۲/۹	۲۰/۱	۲۶/۶

جدول شماره ۷- میزان تنفس سیب زمینی

بنابراین مقدار q_2 برابر خواهد بود با:

$$q_2 = ۳۰۶ \times ۱۲/۹ \times ۸۶۴۰۰ = ۳۴۱۰۵۵۳۶۰ \text{ (J/day)} \approx ۳۴۱۰۵۵ \text{ (kJ/day)}$$

۳- بار گرمایشی انتقال یافته از محیط خارج

در اکثر مواقع در طول روز دمای خارج انبار بیش از دمای مناسب برای ذخیره سازی سیب زمینی می باشد که این امر باعث انتقال حرارت از محیط خارج به داخل انبار از طریق دیوارها و سقف می گردد. مقدار این دمای انتقال یافته از طریق روابط زیر محاسبه می گردد.

$$q_3 = U \times A \times \Delta T \times ۸۶۴۰۰ \text{ (J/day)}$$

مقادیر مورد محاسبه بر اساس نقشه های معماری- سازه و کاتالوگ عایق مربوطه (پانل ساندویچی) و جداول محاسباتی کتاب Carrier در نظر گرفته شده است. لذا خواهیم داشت:

سقف شیبدار:

$$h_o = ۰/۲۵$$

فیلم هوای خارج

$$h_i = ۰/۹۲$$

فیلم هوای داخل

$$R_{w,G} = ۶/۶۶$$

مقاومت حرارتی پشم شیشه (به ضخامت ۵ سانتیمتر)

$$R_{eq} = ۷/۸۳ \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{F.hr/ B.T.U.)}$$

مقاومت حرارتی معادل



قابلیت هدایت حرارتی سقف شیبدار

$$U = \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{7/13} = 0.13 \text{ (B.T.U./m}^2 \cdot ^\circ \text{F.hr)}$$

سقف کاذب:

$$h_o = 0.92$$

فیلم هوای خارج

$$h_i = 0.92$$

فیلم هوای داخل

$$R_p = 11/94$$

مقاومت حرارتی پانل ساندویچی سقفی (به ضخامت ۶ سانتیمتر)

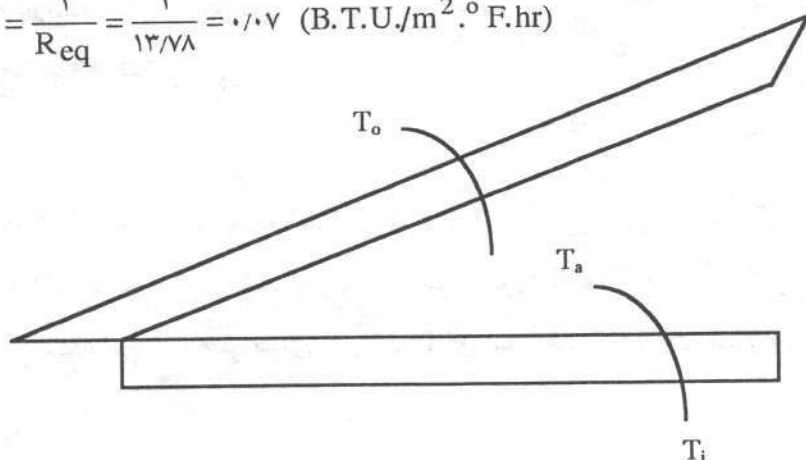
$$R_{eq} = 13/78 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ \text{F.hr/ B.T.U.)}$$

مقاومت حرارتی معادل

قابلیت هدایت حرارتی سقف کاذب

$$U = \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{13/78} = 0.07 \text{ (B.T.U./m}^2 \cdot ^\circ \text{F.hr)}$$

سقف شیبدار
(U_1, A_1)



سقف کاذب
(U_2, A_2)

شکل شماره ۸: نحوه تبادل حرارت بین سقف شیبدار و سقف کاذب

حال با توجه به شکل فوق داریم:

$$U_1 \cdot A_1 \cdot (T_o - T_a) = U_2 \cdot A_2 \cdot (T_a - T_i)$$

$$A_1 = 1/2 A_2$$

بدلیل شیب A_1 معادل ۲۰٪

$$U_1 \times 1/2 A_2 (T_o - T_a) = U_2 \cdot A_2 (T_a - T_i)$$

$$0.13 \times 1/2 (15 - T_a) = 0.07 (T_a - 5)$$

$$2/2 (15 - T_a) = T_a - 5$$

$$33 - 2/2 T_a = T_a - 5$$

$$38 = 3/2 T_a \implies T_a = 11/87 (^\circ \text{C})$$

$$Q = U_2 \cdot A_2 (11/87 - 5) = 6/87 \times U_2 \cdot A_2$$

$$6/87 \times U_2 \cdot A_2 = U_{\text{مجموع}} \times A_2 (15 - 5)$$

$$U_{\text{مجموع}} = \frac{6/87 \times U_2 \times A_2}{10 \times A_2} = \frac{6/87 \times 0.07}{10}$$

(overall)

ضریب هدایت گرمایی معادل برای سقف شیبدار و سقف کاذب:

$$U \approx 0.048 \text{ (B.T.U./m}^2\text{.}^\circ\text{F.hr)} \text{ (overall)}$$

دیوار:

$$h_o = 0.25$$

فیلم هوای خارج

$$h_i = 0.68$$

فیلم هوای داخل

$$R_{C.B.} = 1/6$$

دیوار آجری

$$R_{F.C.} = 0.44$$

آجر نما

$$R_p = 1/31$$

مقاومت حرارتی پانل ساندوچی دیواری (به ضخامت ۶ سانتیمتر)

$$R_{eq} = 21/28 \text{ (m}^2\text{.}^\circ\text{F.hr/ B.T.U.)}$$

مقاومت حرارتی معادل

ضریب هدایت حرارتی معادل

$$U = \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{21/28} \approx 0.047 \text{ (B.T.U./m}^2\text{.}^\circ\text{F.hr)}$$

در این قسمت شهر میانه بعنوان شهر نمونه برای بررسی در نظر گرفته شده است. توضیح اینکه شهر میانه در میان شهرهای منطقه سرد مورد نظر، گرمترین شهر محسوب می گردد. لذا محاسبات انجام گرفته بر مبنای این شهر برای سایر شهرهای تپ سرد هم جواب خواهد داد.

میانه:

$$N = 37/20 = \text{طول جغرافیایی}$$

$$E = 47/42 = \text{عرض جغرافیایی}$$

$$\text{فوت } 3610 = \text{متر } 1094 = \text{ارتفاع}$$

$$OSTD = 13/6^\circ\text{C} = 56/5^\circ\text{F}$$

درجه حرارت طراحی خارج

$$ISTD = 5^\circ\text{C} = 41^\circ\text{F}$$

درجه حرارت طراحی داخل

$$D.R. = 19/8^\circ\text{F} \approx 20^\circ\text{F}$$

دیوار (ft)

سقف (ft)

W (7) جهت غرب

50 x 15

60 x 50

S (5) جهت جنوب

60 x 15

$$U = 0.047$$

$$U = 0.05$$

بر اساس اطلاعات فوق و انجام محاسبات کامپیوتری توسط نرم افزار Carrier میزان بار

گرمایشی از ساعت ۸ صبح تا ۸ شب برابر مقدار زیر خواهد بود.

$$q_3 = 127729 \text{ (Btu/day)} = 134760 \text{ (kJ/day)}$$

۴- بار گرمایشی ناشی از کار موتور بادزن

محاسبه میزان بار گرمایشی ناشی از کارموتور الکتریکی بادزن (q_4) به روش آزمون و خطا پس از انتخاب بادزن انجام می‌گیرد.

۵- بار گرمایشی ناشی از کار موتور الکتریکی دریچه‌ها- سیستم روشنایی- رفت و آمد پرسنل و باز و بسته شدن در سلول

برای محاسبه بار گرمایشی q_5 با استفاده از آیین‌نامه موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به روش زیر عمل گردید.

الف) بار گرمایشی ناشی از روشنایی:

$$\text{مساحت هر سلول} \quad 14/77 \times 17/65 \approx 260/7 \text{ (m}^2\text{)} \times 10/76 \left(\frac{\text{ft}^2}{\text{m}^2}\right) \approx 280.5 \text{ (ft}^2\text{)}$$

میزان استاندارد روشنایی به ازای هر فوت مربع: $1 \text{ (W/ft}^2\text{)}$

با فرض اینکه در هر روز به مدت ۱ ساعت در هر سلول روشنایی داشته باشیم:

$$Q_L = 280.5 \text{ (ft}^2\text{)} \times 1 \text{ (watt / ft}^2\text{)} \times 3600 \left(\frac{\text{s}}{\text{hr}}\right) = 10098000 \text{ (J/day)}$$

$$Q_L \approx 10100 \text{ (kJ/day)} \quad \text{میزان بار گرمایشی ناشی از روشنایی}$$

ب) بار گرمایشی حاصل از رفت و آمد پرسنل:

با فرض اینکه در هر روز یک کارگر به مدت ۱ ساعت در هر سلول به سر برد، بار گرمایشی حاصله به روش زیر محاسبه می‌گردد:

$$840 \text{ (BTU/hr)} \times \frac{4/2}{4} = 882 \text{ (kJ/day)} \quad \text{بار گرمایشی استاندارد به ازای هر کارگر:}$$

بار گرمایشی حاصل از رفت و آمد پرسنل:

$$Q_p = 882 \text{ (kJ/day)} \times 1 \text{ (کارگر)} = 882 \text{ (kJ/day)}$$



(ج) بار گرمایشی ناشی از باز و بسته شدن در سلول:

به دلیل محدود بودن تعداد دفعات باز و بسته شدن در سلول و با توجه به این نکته که در سلولها به محیط آزاد بیرون باز نمی‌شود، بلکه به داخل راهروها باز می‌شود، لذا از این بار صرفنظر می‌گردد.

(د) بار گرمایشی ناشی از کار موتور دریچه‌ها:

با توجه به آنکه در هر سلول ۱۸ دریچه وجود دارد و هر دریچه نیز توسط یک موتور عمل می‌کند و با فرض (hp) ۱/۲ قدرت برای هر موتور، خواهیم داشت:

$$18 \times \frac{1}{2} (\text{hp}) \times 4250 \left(\frac{\text{BTU} \cdot \text{hr}}{\text{hp}} \right) \times \frac{4/2}{4} = 40162/5 (\text{kJ/hr})$$

اگر هر موتور در طول شبانه‌روز ۶ بار بکار بیافتد و در هر بار موتورها ۹۰ ثانیه کار کنند خواهیم داشت:

مدت زمان کارکرد موتور در طول شبانه‌روز:

$$T = 6 \times 90 = 540 (\text{sec}) = 0/15 \text{ hr} = 0/15 \left(\frac{\text{hr}}{\text{day}} \right)$$

بار گرمایشی ناشی از کار موتور الکتریکی:

$$Q_M = 0/15 \left(\frac{\text{hr}}{\text{day}} \right) \times 40162/5 (\text{kJ/hr}) \approx 6024 (\text{kJ/day})$$

بنابراین بار گرمایشی q_s برابر خواهد بود با:

$$q_s = Q_L + Q_P + Q_M = 10100 + 882 + 6024 = 17006 (\text{kJ/day})$$

۶- بار گرمایشی ناشی از هوادهی برای خروج دی اکسید کربن حاصل از تنفس محصول و

تامین اکسیژن مورد نیاز:

برای محاسبه این بار به روش زیر عمل می‌شود:

بر اساس جدول شماره ۸ میزان دی اکسید کربن حاصل از تنفس سیب زمینی در ۵ درجه سانتیگراد معادل $(\text{mg/kg.s}) 1/27 \times 10^{-3}$ می‌باشد. که این میزان برابر خواهد بود با:

$$1/27 \times 10^{-3} (\text{mg/kg.s}) = 1/27 (\text{mg/Ton.s})$$

$$1/27 \times 306 (\text{Ton.}) = 388/6 (\text{mg/s}) \approx 1400 (\text{g/hr})$$

با فرض آنکه در ۷ ساعت از شبانه‌روز به طور پیوسته هوادهی داریم، لذا تنها در ۱۷ ساعت باقیمانده مساله انباشتگی دی اکسید کربن در محیط سلول مطرح می‌باشد.

بنابراین خواهیم داشت:

کل میزان دی اکسید کربن انباشته شده در غیر ساعت هوادهی

$$1400 \text{ (g/hr)} \times 17 \text{ (hr)} = 23800 \text{ (g)}$$

$$\text{CO}_2 = (1 \times 12) + (2 \times 16) = 44 \text{ (g)} \quad \text{وزن هر مول دی اکسید کربن}$$

$$\text{CO}_2 = 44 \text{ (g)} \quad 22/4 \text{ (lit)}$$

$$23800 \text{ (g)} \quad X$$

حجم دی اکسید کربن موجود در هر سلول در غیر ساعات هوادهی.

$$X = \frac{23800 \times 22/4}{44} \approx 12116 \text{ (lit)} \approx 12/1 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_1 = 17/65 \times 14/77 \times 4/5 = 1173/1 \text{ (m}^3\text{)} \quad \text{کل فضای هر سلول}$$

$$V_2 = 1/2 \times 1/2 \times 1/2 \times 360 \approx 622 \text{ (m}^3\text{)} \quad \text{فضای اشغال شده توسط جعبه‌ها}$$

$$V_{\text{net}} = 1173 - 622 = 551 \text{ (m}^3\text{)} \quad \text{حجم هوای موجود در هر سلول}$$

بر اساس توصیه کتاب انبارداری سیبزمینی (storage of potato) در صورتیکه حجم

دی اکسید کربن موجود در هر سلول از ۱٪ حجم هوای سلول بیشتر شود لازم است هوادهی

صورت گیرد، تا غلظت دی اکسید کربن کاهش یابد. بنابراین خواهیم داشت:

$$551 \text{ (m}^3\text{)} \times 1\% \approx 5/5 \text{ (m}^3\text{)} \quad \text{حد مجاز برای انباشته شدن دی اکسید کربن}$$

چنانچه مشاهده می‌شود، حجم دی اکسید کربن موجود بیش از دو برابر حد مجاز انباشته شدن

آن در سلول می‌باشد، لذا لازم است که علاوه بر ۷ ساعت هوادهی مستمر برای خنک کردن

محصول، دو بار نیز در طی روز برای خروج دی اکسید کربن حاصل از تنفس توده سیبزمینی

عمل هوادهی انجام گیرد.

بهترین ساعات برای انجام این کار، ساعات ۱۲ و ۱۸ می‌باشد. به این معنی که در هر کدام از

این ساعات، یکبار تمام حجم هوای موجود در هر سلول تخلیه می‌گردد. بر اساس بادزن انتخاب

شده از روش آزمون و خطا، با دبی (۱۱۳۴۰ m³/hr) مدت زمان هر بار هوادهی برابر خواهد بود

با:

$$t = \frac{551}{11340} \approx 0/05 \text{ (hr)}$$

$$t = 0/05 \times 60 = 3 \text{ (min)} \approx 5 \text{ (min)} \quad \text{مدت زمان هوادهی در هر بار}$$

بدلیل آنکه ۲ بار هوادهی صورت خواهد گرفت، لذا خواهیم داشت:

$$t = 2 \times 5 = 10 \text{ (min)}$$

کل مدت زمان لازم برای هوادهی

بخاطر آنکه این هوادهی در ساعات روز انجام می‌پذیرد لذا مقداری بار گرمایشی نیز از این



طریق به کل میزان بار گرمایشی موجود در انبار افزوده می‌گردد، مقدار این بار (q_6) بطریق زیر محاسبه می‌شود.

$$q_6 = m.c.\Delta T = \rho \cdot \dot{V} \cdot c.\Delta T$$

که در این رابطه داریم:

$$\rho = \text{جرم مخصوص هوا معادل } 1/26 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$\dot{V} = \text{میزان هوایی که توسط بادزن در مدت ۱۰ دقیقه وارد سلول می‌شود معادل:}$$

$$11340 \text{ (m}^3\text{/hr)} \times \frac{10}{60} \text{ (hr)} = 1890 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$c = \text{ارزش حرارتی هوایی که در مجاورت محصول قرار دارد، معادل } 2 \text{ (kJ/kg}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta T = \text{اختلاف دمای محیط بیرون و داخل انبار که بطریق زیر محاسبه می‌گردد.}$$

$$T_{012} = 51/5 \text{ (}^\circ\text{F)}$$

درجه حرارت محیط بیرون در ساعت ۱۲

$$T_{018} = 53/5 \text{ (}^\circ\text{F)}$$

درجه حرارت محیط بیرون در ساعت ۱۸

$$T_o = \frac{53/5 + 51/5}{2} = 52/5 \text{ (}^\circ\text{F)}$$

متوسط درجه حرارت محیط بیرون در ساعات هوادهی

$$T_i = 41 \text{ (}^\circ\text{F)}$$

درجه حرارت داخل سلول

$$\Delta T = 52/5 - 41 = 11/5 \text{ (}^\circ\text{F)} \approx 6/4 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

بنابراین مقدار q_6 برابر خواهد بود با:

$$q_6 = \rho \cdot \dot{V} \cdot c \cdot \Delta T = 1/26 \times 1890 \times 2 \times 6/4 \approx 30482 \text{ (kJ/day)}$$

- محاسبه میزان اکسیژن مورد نیاز

بر اساس جدول شماره ۸ میزان اکسیژن مورد نیاز برای تنفس سببزمینی در ۵ درجه سانتیگراد

برابر $(\text{mg/kg.s}) \times 10^{-3} \times 0/92$ می‌باشد، لذا خواهیم داشت:

$$O_2 = 0/92 \times 10^{-3} \text{ (mg/kg.s)} \approx 1013/5 \text{ (g/hr)}$$

برای مدت ۱۷ ساعت (ساعات غیر هوادهی) این مقدار برابر خواهد بود با:

میزان اکسیژن مورد نیاز برای تنفس محصول در هر سلول در غیر ساعات هوادهی

$$O_2 = 1013/5 \times 17 \approx 17230 \text{ (g)}$$

$$O_2 = 2 \times 16 = 32 \text{ (g)}$$

وزن هر مول اکسیژن

$$32 \text{ (g)} \quad 22/4 \text{ (lit)}$$

$$17230 \text{ (g)} \quad X$$

$$x = 12061 \text{ (lit)} \approx 12 \text{ (m}^3\text{)}$$



حجم اکسیژن مورد نیاز در غیر ساعات هوادهی

حجم هوای موجود در هر سلول $V = 551 \text{ (m}^3\text{)}$

با توجه به آنکه حدوداً ۲۰٪ حجم هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد لذا داریم:

حجم اکسیژن موجود در هوای سلول $V = 551 \times 0.2 \approx 110.2 \text{ (m}^3\text{)}$

با توجه به حجم اکسیژن موجود در هوای سلول (110.2 m^3) و حجم اکسیژن مورد نیاز برای تنفس محصول (12 m^3) مشاهده می‌گردد که از نظر تامین اکسیژن مورد نیاز هیچگونه محدودیتی وجود ندارد.

۵- محاسبه میزان هوادهی مورد نیاز

برای محاسبه میزان هوادهی بصورت زیر عمل گردیده است.

$$Q = \dot{V} \times \rho \times \Delta i \times t \quad (\text{kJ/day})$$

که در این رابطه :

Q = بار گرمایشی کل بر حسب (kJ/day)

$\dot{V}$ = ظرفیت هوادهی بادزن یا دبی مورد نیاز هوا بر حسب (m^3/s)

ρ = جرم مخصوص هوا معادل $1.26 \text{ (kg/m}^3\text{)}$

Δi = اختلاف آنتالپی هوای خارج با هوای داخل انبار بر حسب (kJ/kg)

t = مدت زمان هوادهی انبار بر حسب (S/day)

از طرف دیگر Δi برابر است با :

در نتیجه فرمول فوق بصورت زیر درخواهد آمد:

$$Q = \dot{V} \times \rho \times C \times \Delta T \times t \quad (\text{kJ/day})$$

که در آن:

C = ارزش حرارتی هوایی که در مجاورت محصول قرار دارد معادل $2 \text{ (kJ/kg}^\circ\text{C)}$

ΔT = اختلاف درجه حرارت بین هوای تازه ورودی و دمای سیبزمینی است، که مقدار آن بین $(1-1.5^\circ\text{C})$ می‌باشد.

بر اساس مقادیر فوق رابطه محاسبه میزان هوادهی بصورت زیر درخواهد آمد:

$$Q = 3.7 \times \dot{V} \times t \quad (\text{kJ/day})$$

و از آنجا خواهیم داشت:

$$\dot{V} = \frac{Q}{3.7 \times t} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$



حال با فرض، داشتن ۷ ساعت هوادهی در روز خواهیم داشت:

$$Q = (q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6)$$

$$\dot{V} = \frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6}{3/7 \times 7 \times 3600} = \frac{1101600 + 341055 + 134760 + 17006 + 30482}{3/7 \times 7 \times 3600}$$

$$\dot{V} = \frac{1624903}{93240} \approx 17/4 \text{ (m}^3/\text{s)} \approx 62738 \text{ (m}^3/\text{hr)}$$

کل دبی هوای مورد نیاز تا این مرحله:

$$\dot{V} = \frac{17}{6} = 2/9 \text{ (m}^3/\text{s)} = 10440 \text{ (m}^3/\text{hr)}$$

دبی مورد نیاز برای هر بادزن:

۶- طراحی کانالهای هوادهی کف انبار

در طراحی ابعاد کانال دو عامل نقش اساسی دارند.

۱- دبی جریان هوا

۲- سرعت جریان هوا

بر اساس دو عامل، ابعاد ابتدا و انتهای کانال بصورت زیر مشخص می‌شوند.

$$\dot{V} = 10440 \text{ (m}^3/\text{hr)}$$

دبی مورد نیاز برای هر بادزن

$$\dot{V} = \frac{10440}{2} = 5220 \text{ (m}^3/\text{hr)}$$

مقدار هوای عبوری از هر کانال

$$V = 6 \text{ (m/s)}$$

سرعت جریان هوای عبوری از کانال

(بر اساس توصیه کتاب storage of potato باید سرعت جریان هوای عبوری در داخل کانال

بین ۱۰-۶ (m/s) باشد. از اینرو مقدار سرعت هوا در داخل کانال معادل ۶ (m/s) انتخاب شد.)

حال بر مبنای منحنی شماره ۱۰ برگرفته شده از فصل ۱۶ کتاب

Heating and Air-Conditioning of Building خواهیم داشت:

$$V = 6 \text{ (m/s)} \rightarrow D_{eq} = 55 \text{ (cm)}$$

قطر معادل دهانه ورودی کانال:

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2)}{4} = \frac{\pi \cdot (0/55^2)}{4} = 0/237 \text{ (m}^2\text{)}$$

سطح دهانه ورودی کانال:

با توجه به عرض ۵۰ (cm) برای کانال، عمق ابتدای کانال برابر خواهد بود با:

$$h_1 = \frac{A_1}{0/5} = \frac{0/237}{0/5} = 0/475 \text{ (m)} \approx 0/5 \text{ (m)}$$

عمق ابتدای کانال:

برای محاسبه عمق انتهای کانال با استفاده از جدول شماره ۹ و بر اساس محاسبات کتاب

Carrier خواهیم داشت.



جدول شماره ۹- درصد سطح مقطع در شاخه‌های فرعی برای تامین اصطکاک معادل

CFM CAPACITY %	DUCT AREA %	CFM CAPACITY %	DUCT AREA %	CFM CAPACITY %	DUCT AREA %	CFM CAPACITY %	DUCT AREA %
۱	۲/۰	۲۶	۳۳/۵	۵۱	۵۹/۰	۷۶	۸۱/۰
۲	۳/۵	۲۷	۳۴/۵	۵۲	۶۰/۰	۷۷	۸۲/۰
۳	۵/۵	۲۸	۳۵/۵	۵۳	۶۱/۰	۷۸	۸۳/۰
۴	۷/۰	۲۹	۳۶/۵	۵۴	۶۲/۰	۷۹	۸۴/۰
۵	۹/۰	۳۰	۳۷/۵	۵۵	۶۳/۰	۸۰	۸۴/۵
۶	۱۰/۵	۳۱	۳۹/۰	۵۶	۶۴/۰	۸۱	۸۵/۵
۷	۱۱/۵	۳۲	۴۰/۰	۵۷	۶۵/۰	۸۲	۸۶/۰
۸	۱۳/۰	۳۳	۴۱/۰	۵۸	۶۵/۵	۸۳	۸۷/۰
۹	۱۴/۵	۳۴	۴۲/۰	۵۹	۶۶/۵	۸۴	۸۷/۵
۱۰	۱۶/۵	۳۵	۴۳/۰	۶۰	۶۷/۵	۸۵	۸۸/۵
۱۱	۱۷/۵	۳۶	۴۴/۰	۶۱	۶۸/۰	۸۶	۸۹/۵
۱۲	۱۸/۵	۳۷	۴۵/۰	۶۲	۶۹/۰	۸۴	۹۰/۰
۱۳	۱۹/۵	۳۸	۴۳/۰	۶۳	۷۰/۰	۸۸	۹۰/۵
۱۴	۲۰/۵	۳۹	۴۷/۰	۶۴	۷۱/۰	۸۹	۹۱/۵
۱۵	۲۱/۵	۴۰	۴۸/۰	۶۵	۷۱/۵	۹۰	۹۲/۰
۱۶	۲۳/۰	۴۱	۴۹/۰	۶۶	۷۲/۵	۹۱	۹۳/۰
۱۷	۲۴/۰	۴۲	۵۰/۰	۶۷	۷۳/۵	۹۲	۹۴/۰
۱۸	۲۵/۰	۴۳	۵۱/۰	۶۸	۷۴/۵	۹۳	۹۴/۵
۱۹	۲۶/۰	۴۴	۵۲/۰	۶۹	۷۵/۵	۹۴	۹۵/۰
۲۰	۲۷/۰	۴۵	۵۳/۰	۷۰	۷۶/۵	۹۵	۹۶/۰
۲۱	۲۸/۰	۴۶	۵۴/۰	۷۱	۷۷/۰	۹۶	۹۶/۵
۲۲	۲۹/۵	۴۷	۵۵/۰	۷۲	۷۸/۰	۹۷	۹۷/۵
۲۳	۳۰/۵	۴۸	۵۶/۰	۷۳	۷۹/۰	۹۸	۹۸/۰
۲۴	۳۱/۵	۴۹	۵۷/۰	۷۴	۸۰/۰	۹۹	۹۹/۰
۲۵	۳۲/۵	۵۰	۵۸/۰	۷۵	۸۰/۵	۱۰۰	۱۰۰/۰

$$A_2 = 0.165 (0.5 \times 0.5) \approx 0.04$$

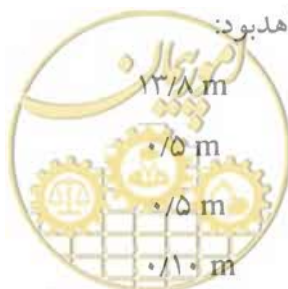
سطح انتهای کانال

$$h_2 = \frac{A_2}{0.5} = \frac{0.04}{0.5} = 0.08 \text{ (m)}$$

ارتفاع انتهای کانال

برای سهولت کار می‌توان ارتفاع ابتدا و انتهای کانال را به ترتیب ۵۰ (cm) و ۱۰ (cm) در نظر گرفت.

بنابراین ابعاد کانال بصورت زیر خواهد بود:



طول هر کانال:

عرض هر کانال:

ارتفاع ابتدای کانال:

ارتفاع انتهای کانال:

نمای کانال در اشکال شماره ۱۱ تا ۱۴ نشان داده شده است که به ترتیب در مورد هر تصویر توضیح مختصری داده می‌شود.

شکل شماره ۱۱ برش یک کانال فرعی را از مقطع روبرو و در ابتدای محل ورود هوا، همراه با دیواره‌های بین کانالها، شکل شماره ۱۲ نحوه اتصال دیواره‌های بین کانالهای فرعی به کانال اصلی (محل استقرار بادزن از سمت بالا) را نشان می‌دهد. شکل شماره ۱۳ نشان‌دهنده برش طولی یک کانال فرعی و نحوه اتصال به کانال اصلی و نیز نحوه کاهش ارتفاع در طول آن می‌باشد.

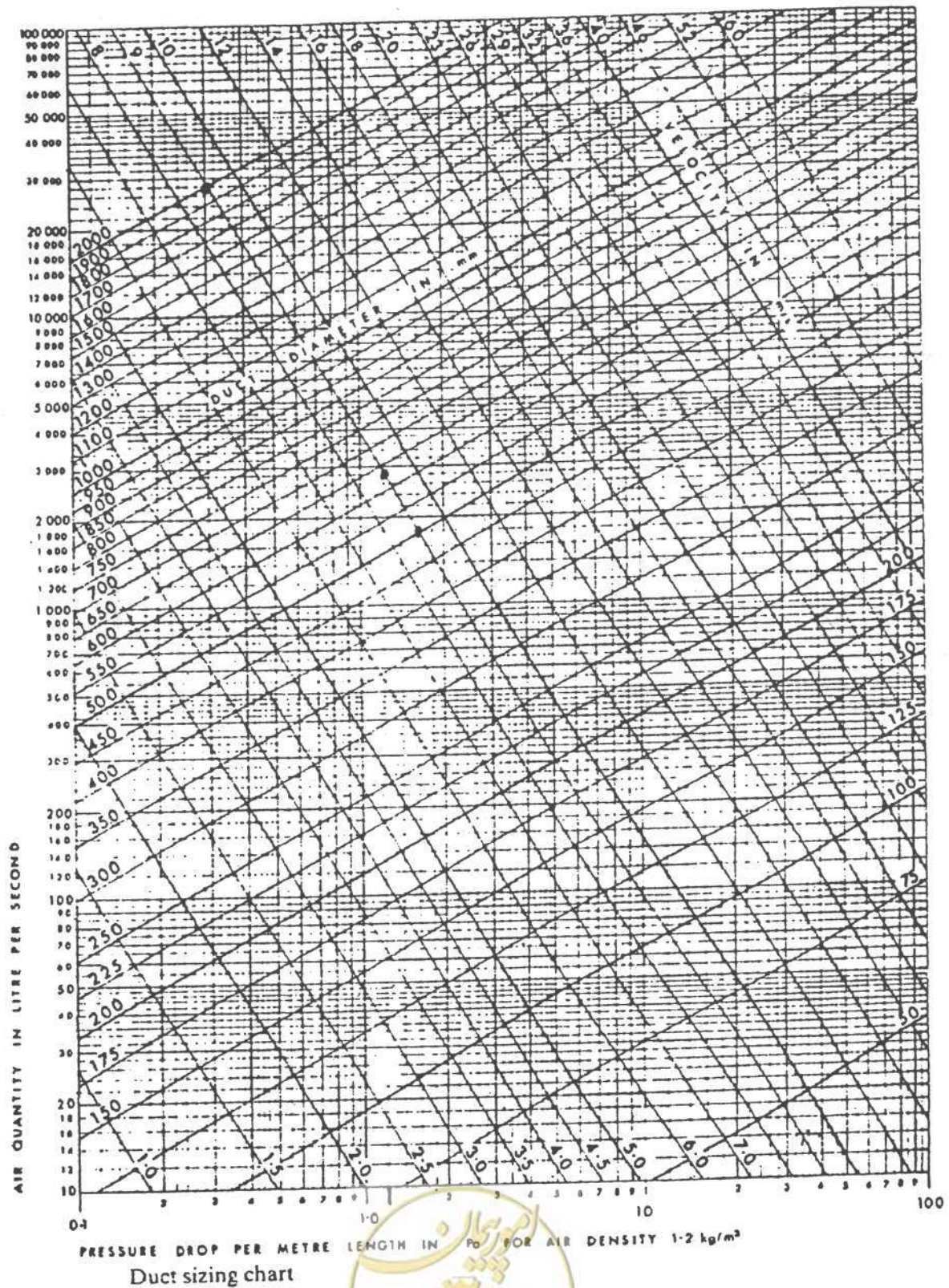
همچنین در این شکل مشاهده می‌گردد که در طول کانال اصلی و در سطح سلول دریچه‌هایی تعبیه گردیده است. حسن این دریچه‌ها آن است که در موقعی که نیاز به عبور از کانال اصلی باشد (مثلاً در هنگام نظافت این کانال) با بستن این دریچه‌ها کف کانال مسطح گردیده و به راحتی می‌توان در آن حرکت کرد. در هنگام کار کردن بادزن با باز کردن این دریچه‌ها، جریان هوا می‌تواند وارد کانالهای فرعی کف سلول شود.

شکل شماره ۱۴ تصویر یک کانال فرعی را از جهات روبرو، پهلو، بالا و همچنین نمای کامل آن را نشان می‌دهد.

کانال اصلی هوادهی در هر سلول از دو طرف به سمت وسط شیب اندکی دارد. علت ایجاد این شیب آن است که در صورت شستن کف سلول‌ها در زمان تخلیه انبار، آبی که از طریق دریچه‌ها و کانالهای فرعی وارد این کانال می‌شود بتواند از وسط آن به محوطه بیرون انبار منتقل گردد. محل خروج آب را باید توسط توری یا دریچه‌های مشبک مسدود کرد تا از ورود حیوانات موذی مثل موش جلوگیری شود. این دریچه در دوره انبارداری باید کاملاً بسته باشد. طرح این دریچه‌ها در نقشه‌های سازه و معماری آورده شده است.

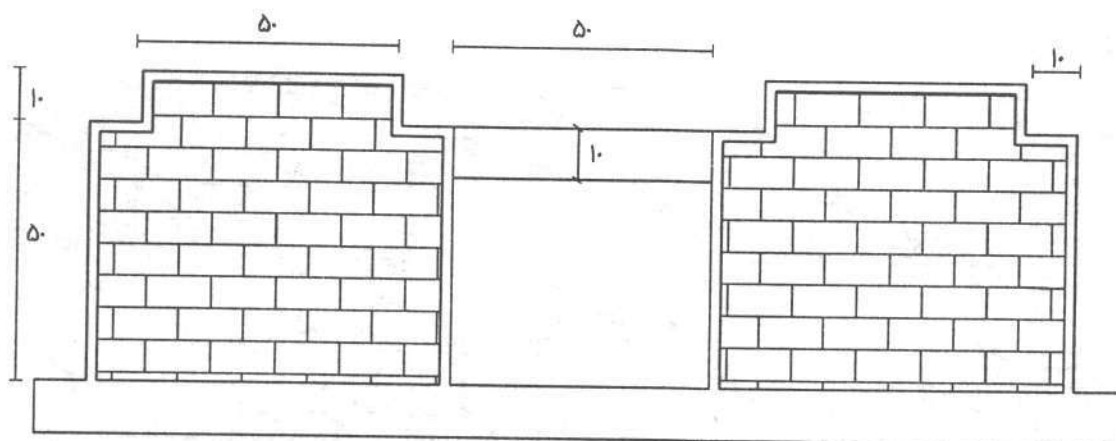


412 Ductwork design



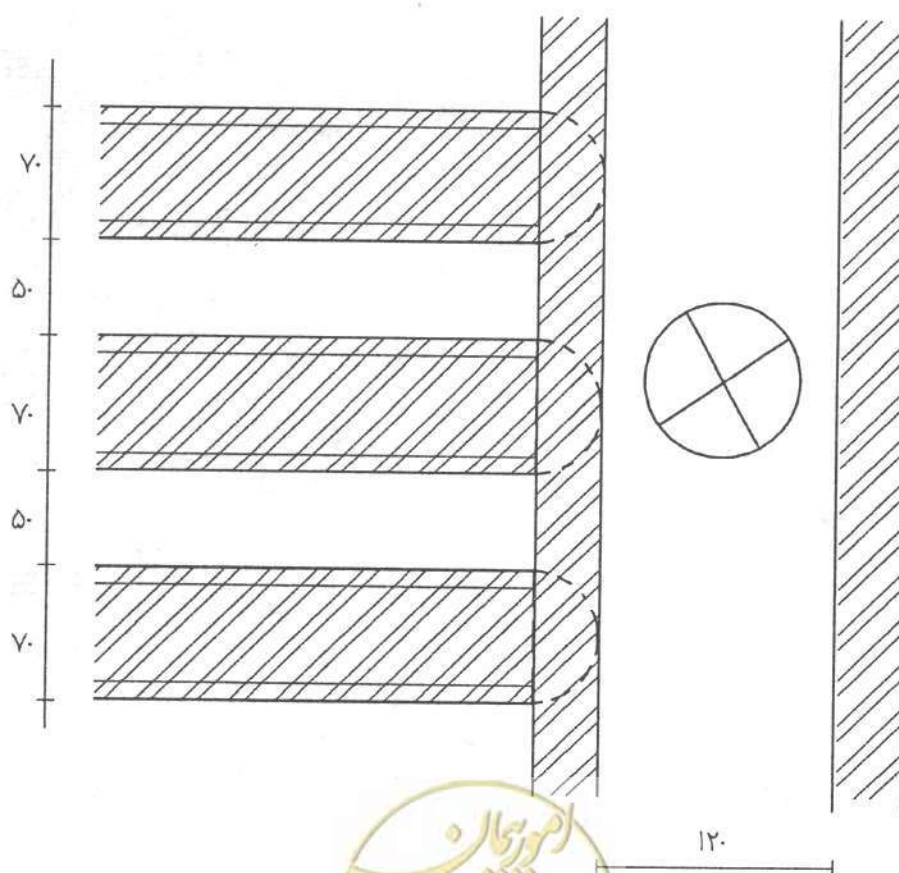
Duct sizing chart

منحنی شماره ۱۰: منحنی محاسبه ابعاد کانال و میزان افت فشار



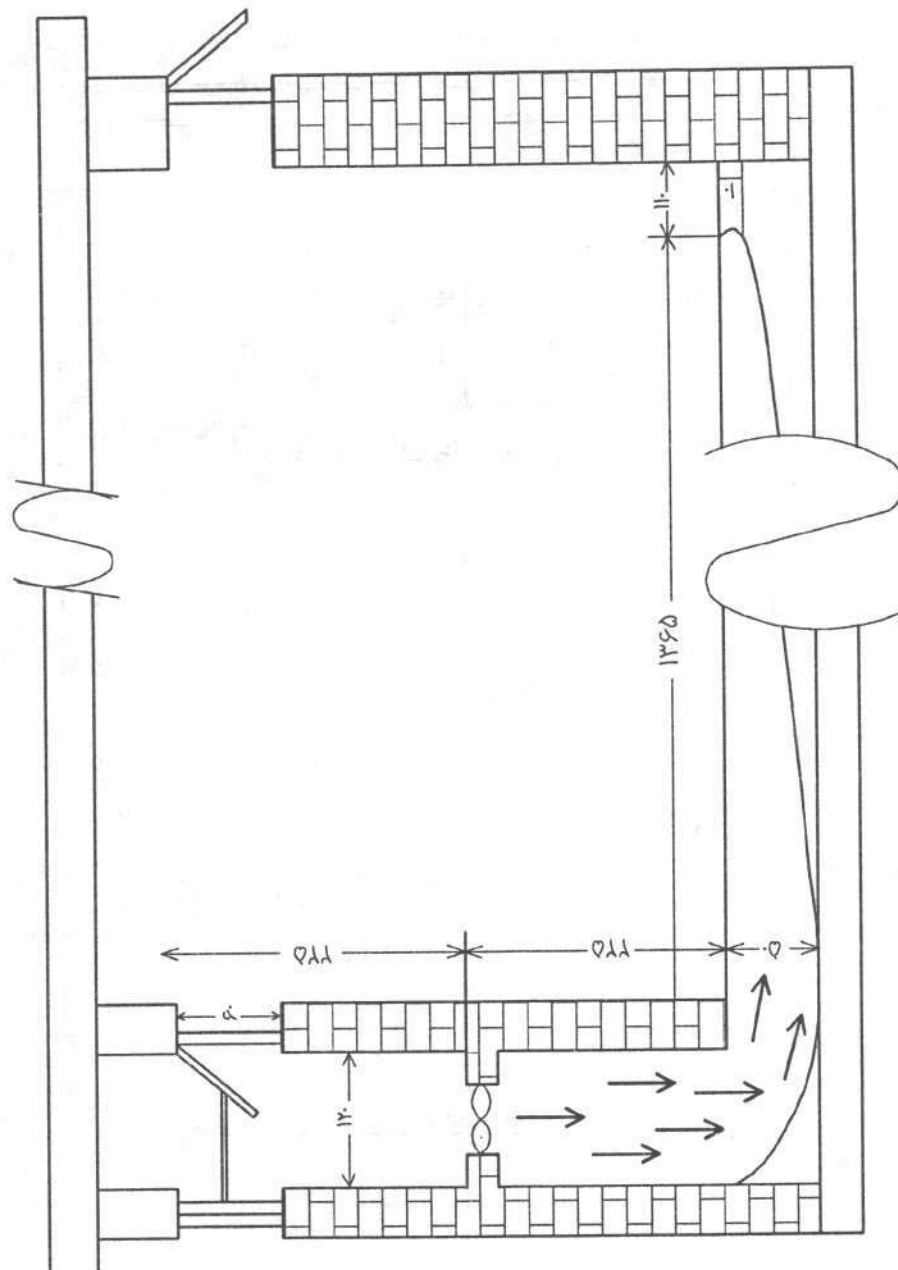
شکل شماره ۱۱: برش کانال‌های هوادهی کف سلول

(ترسیم بدون مقیاس می‌باشد)



شکل شماره ۱۲: نحوه اتصال کانال‌های فرعی به کانال اصلی هوادهی

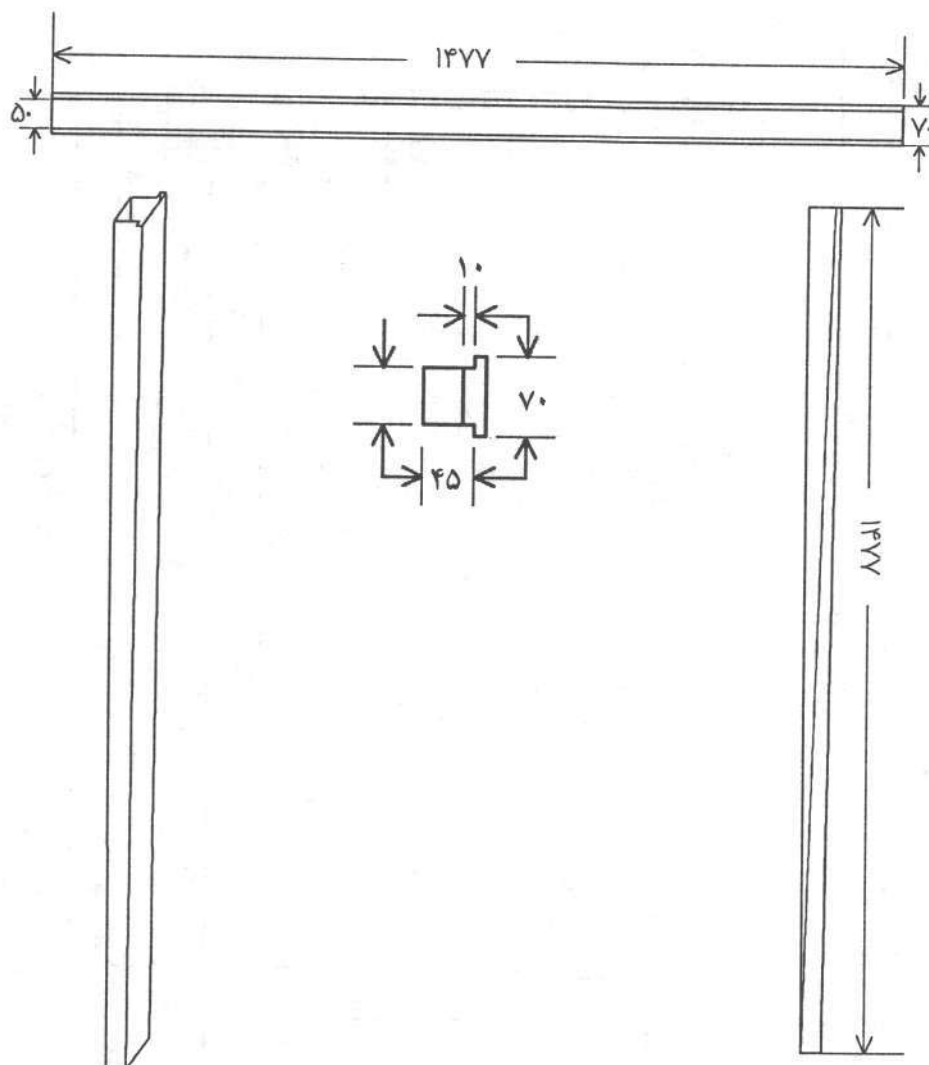
(ترسیم بدون مقیاس می‌باشد)



شکل شماره ۱۳: طرح کانالهای هوادهی کف سلول

(ترسیم بدون مقیاس می باشد)





شکل شماره ۱۴: طرح کانالهای هوادهی کف سلول

(ترسیم بدون مقیاس می‌باشد)

۷- محاسبه افت فشار

بطور کلی در سه قسمت افت فشار خواهیم داشت:

۱- در داخل کانال

۲- کف جعبه

۳- توده سیب‌زمینی

- افت فشار در داخل کانال:

بر اساس منحنی شکل شماره ۱۰ با توجه به سرعت 6 (m/s) برای جریان هوا و قطر معادل 0.55 (m) برای سطح ورودی کانال میزان افت فشار در داخل کانال معادل 0.7 (Pa/m) خواهد



شد.

بنابراین میزان افت فشار در تمام طول کانال برابر خواهد بود با:

$$\Delta P_D = 13/82 \times 0/7 = 9/67 \text{ (Pa)}$$

با در نظر گرفتن زانوئی‌ها و دریچه‌ها، مقدار فوق ۱/۵ برابر می‌گردد.

بنابراین کل میزان افت فشار در داخل کانال برابر خواهد بود با:

$$\Delta P_D = 9/67 \times 1/5 = 14/51 \approx 15 \text{ (Pa)}$$

- افت فشار در جعبه

کف هر جعبه با ۱۲ قطعه چوب به عرض (cm) ۵ که با فاصله (cm) ۲ از یکدیگر قرار گرفته‌اند پوشیده می‌شود. بنابراین با توجه به ستونهای قرار گرفته در قسمت وسط چهارچوب پائین، سطح هوادهی در هر جعبه برابر خواهد بود با:

$$2 \times 12 + 3 \times 2 = 30 \text{ (cm)}$$

$$45 \times 2 = 90 \text{ (cm)}$$

$$A = 90 \times 30 = 2700 \text{ (cm)} = 0/27 \text{ (m)}$$

دبی لازم برای هر جعبه نیز برابر خواهد بود با:

$$\dot{V} = \frac{10440}{20 \times 3600} = 0/145 \text{ (m/s)}$$

(بادزن دو ردیف کانال را هوادهی می‌کند و بر روی هر کانال ۱۰ جعبه قرار می‌گیرد. بنابراین جمعا ۲۰ جعبه توسط هر بادزن خنک می‌شود)

سرعت هوای ورودی به جعبه

$$V = \frac{\dot{V}}{A} = \frac{0/145}{0/27} \approx 0/54 \text{ (m/s)}$$

بر اساس سرعت هوای ورودی و نیز با توجه به حداقل افت فشار مشخص شده در منحنی شماره ۱۵ استخراج شده از فصل ۱۶ کتاب Storage of Potato میزان افت فشار معادل (Pa) ۱۰ به ازای هر جعبه می‌باشد و چون سه جعبه روی هم قرار خواهند گرفت بنابراین افت فشار کل در جعبه‌ها برابر خواهد بود با:

$$\Delta P_B = 3 \times 10 = 30 \text{ (Pa)}$$

- افت فشار کل در جعبه‌ها

- افت فشار در توده محصول

افت فشار در توده سیبزمینی از طریق روابط زیر محاسبه می‌گردد.



دبی لازم برای هر پالت

$$Q = \frac{10440}{20 \times 3600} = 0.145 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

ابعاد هر پالت $(1/2 \times 1/2) \text{ (m}^2)$ می باشد که اگر از این مقدار سطح مربوط به ستونهای جعبه معادل $0.04 \text{ (m}^2)$ کسر گردد سطح مفید هر جعبه برای عبور هوا برابر خواهد بود با $1/4 \text{ (m}^2)$ ، لذا خواهیم داشت:

$$\frac{0.145}{1/4} \approx 0.1 \text{ (m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s)}$$

بر اساس نمودار شماره ۱۶ به ازای میزان $0.1 \text{ (m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s)}$ دبی جریان هوای عبوری از سطح جعبه در هر ثانیه، میزان افت فشار معادل 17 (Pa/m) خواهد بود. یعنی به ازای هر متر ارتفاع توده محصول 17 (Pa) افت فشار خواهیم داشت و چون ارتفاع توده سیب زمینی بدلیل قرار گرفتن سه جعبه روی هم معادل $2/7 \text{ (m)} = 3 \times 0.9$ می باشد، بنابراین افت فشار کل در توده محصول برابر خواهد بود با:

$$\Delta P_p = 17 \times 2/7 = 45/9 \approx 46 \text{ (Pa)}$$

بر مبنای محاسبات فوق افت فشار کل سیستم برابر خواهد بود با:

$$\Delta P_t = \Delta P_D + \Delta P_B + \Delta P_p = 15 + 30 + 46 = 91 \text{ (Pa)}$$

بر مبنای دبی و فشار محاسبه شده، بادزن مناسبی که دارای این ظرفیت باشد را انتخاب می کنیم.

اینک بر اساس قدرت و ظرفیت بادزن به محاسبه q_4 و محاسبه مجدد Q_t می پردازیم:

$$q_4 = N.t \quad (\text{J/day})$$

که در این رابطه:

$$N = \text{قدرت موتور الکتریکی بادزن بر حسب (W)}$$

$$t = \text{مدت زمان هوادهی معادل (S/day)} = 7 \times 3600 \text{ می باشد.}$$

بر این اساس خواهیم داشت:

$$q_4 = 600 \times 7 \times 3600 = 15120000 \quad (\text{J/day})$$

$$q_4 = 15120 \quad (\text{kJ/day})$$

بار حاصل از کار یک بادزن

با توجه به آنکه در هر سلول ۶ بادزن کار خواهد کرد q_4 کل برابر خواهد بود با:

بار گرمایشی حاصل از کار موتور بادزن در هر سلول

$$q_4 = 6 \times 15120 = 90720 \quad (\text{kJ/day})$$

$$Q_t = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 \quad (\text{kJ/day})$$

و از آنجا خواهیم داشت:

$$Q_t = 1101600 + 341055 + 134760 + 90720 + 170006 + 30482 = 1715623 \quad (\text{kJ/day})$$

محاسبه مجدد افت فشار و ابعاد کانال:

با توجه به محاسبه Q_t لازم است که افت فشار نهایی سیستم نیز محاسبه گردد.

لذا خواهیم داشت:

$$V = \frac{Q_t}{2/7 \times 7 \times 3600} = \frac{1715623}{93240} \approx 66240 \text{ (m}^3/\text{hr)} \quad \text{- افت فشار در داخل کانال:}$$

$$\frac{66240}{6} \approx 11040 \text{ (m}^3/\text{hr)} \approx 3/06 \text{ (m}^3/\text{s)} \quad \text{مقدار دبی مورد نیاز برای هر بادزن}$$

مقدار هوای عبوری از هر کانال

$$\frac{11040}{2} = 5520 \text{ (m}^3/\text{hr)} \approx 1/53 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$V = 6 \text{ (m/s)} \rightarrow D_{eq} = 57 \text{ (cm)}$$

$$W = 50 \text{ (cm)} \rightarrow h_1 = 51 \text{ (cm)} \approx 50 \text{ (cm)} \quad h_2 = 8 \text{ (cm)} \approx 10 \text{ (cm)}$$

$$\Delta P_D = 0/7 \text{ (Pa/m)} \times 13/8 \text{ (m)} \times 1/5 = 14/5 \text{ (Pa)}$$

$$V = \frac{11040}{20 \times 3600} \approx 0/153 \text{ (m}^3/\text{s)} \quad \text{افت فشار در جعبه}$$

بر اساس منحنی شکل شماره ۱۵ میزان افت فشار معادل ۱۰ (Pa) خواهد بود. لذا افت فشار در

جعبه برابر خواهد بود با:

$$\Delta P_B = 3 \times 10 = 30 \text{ (Pa)}$$

$$\frac{0/153 \text{ (m}^3/\text{s)}}{1/4 \text{ (m}^2)} \approx (0/11 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{s)} \quad \text{- افت فشار در توده سیب زمینی:}$$

بر اساس منحنی شکل شماره ۱۶ میزان افت فشار به ازای مقدار فوق معادل ۲۰/۵ (Pa/m)

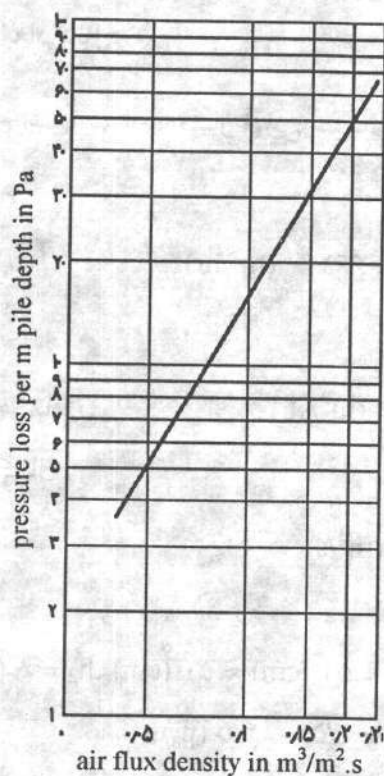
خواهد بود. لذا افت فشار در توده محصول برابر خواهد بود با:

$$\Delta P_P = 2/7 \times 20/5 = 55 \text{ (Pa)}$$

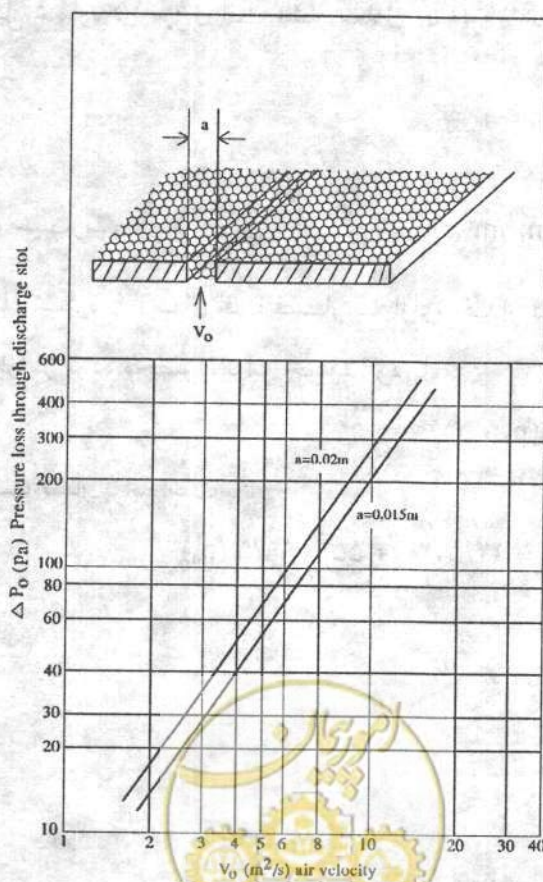
بنابراین میزان کف افت فشار برابر است با:

$$\Delta P_t = \Delta P_D + \Delta P_B + \Delta P_P = 14/5 + 30 + 55 = 99/5 \text{ (Pa)}$$





شکل شماره ۱۵: منحنی میزان افت فشار به ازای یک متر ارتفاع سیبزمینی تمیز شده و بدون جوانه



شکل شماره ۱۶: منحنی میزان افت فشار جریان هوای عبوری از میان شکافهای کف جعبه

۸- انتخاب بادزن

با توجه به دبی مورد نیاز معادل $11040 \text{ (m}^3/\text{hr)}$ و فشار مورد نیاز، معادل $99/5 \text{ (Pa)}$ نزدیکترین بادزن از نظر مشخصات به دبی و فشار مورد نیاز همان بادزن مدل STIA-806-3 ساخت شرکت صنایع تهویه ایران یا معادل آن می باشد. مشخصات این بادزن به شرح زیر می باشد:

ظرفیت هوادهی در فشار $99/5 \text{ (Pa)}$	$12060 \text{ (m}^3/\text{hr)}$
قدرت موتور الکتریکی	600 (W)
دور در دقیقه	900 (R.P.M)
قطر پروانه	71 (cm)
تعداد فاز	۳

مشاهده می گردد که این بادزن می تواند براحتی میزان هوادهی مورد نیاز ما را تامین کند. در صورتیکه افت فشار بدلیلی بالا رود (مثلاً گل آلود بودن یا ریز و درشت بودن سیب زمینی ها و علل احتمالی دیگر) این بادزن می تواند با فشاری برابر 109 (Pa) ، هوادهی را به نحو مطلوب ادامه دهد.

۹- طراحی دریچه های ورودی و خروجی

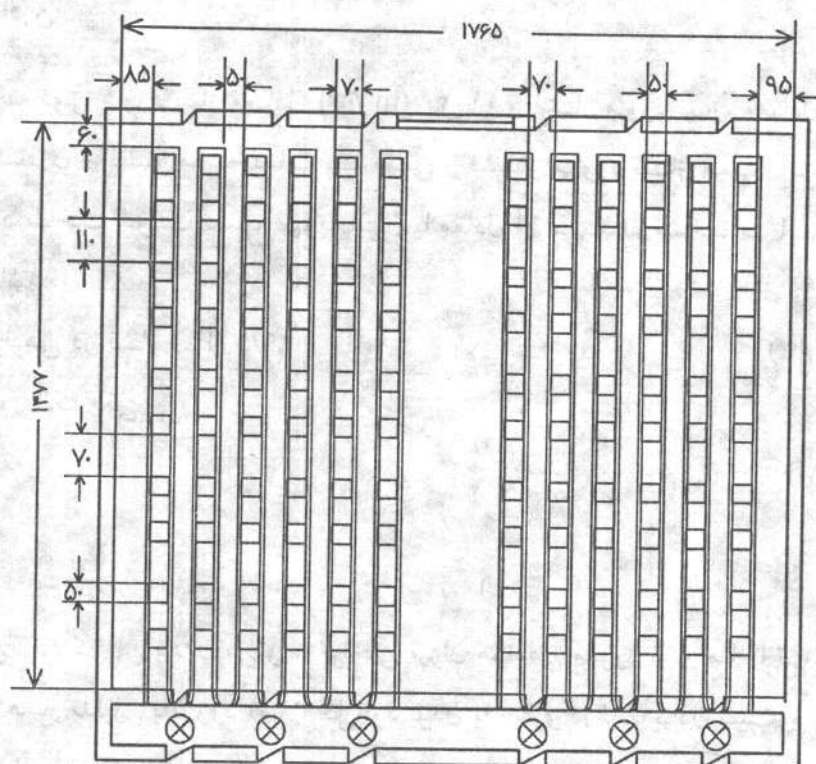
با توجه به میزان هوادهی بادزن مورد نظر و در نظر گرفتن ابعاد $60 \times 60 \text{ (cm}^2)$ برای دریچه های ورود و خروج هوا و قرار دادن یک دریچه به ازای هر بادزن (۶ دریچه ورودی و ۶ دریچه خروجی در هر سلول) میزان سرعت هوای عبوری از هر دریچه از طریق رابطه زیر بدست می آید.

$$V = \frac{\dot{V}}{A} = \frac{12060 \text{ (m}^3/\text{hr})}{0.16 \times 0.16 \text{ (m}^2)} = 33500 \text{ (m/hr)} \approx 9/3 \text{ (m/s)}$$

که این میزان سرعت برای عبور هوا مطلوب می باشد.

قرار دادن هر دریچه به ازای هر بادزن و ۱۸ دریچه در هر سلول (۶ دریچه ورود و ۶ دریچه خروج هوا و ۶ دریچه نیز برای مخلوط کردن هوای داخل و خارج) باعث بالا رفتن کیفیت عمل هوادهی گردیده و مطلوب ترین حالت را به منظور تامین هوای مورد نیاز بادزن ایجاد می کند. در نهایت هوای گرم پس از خارج شدن از دریچه های خروجی به سمت سقف انبار حرکت کرده و در آنجا توسط بادزن طبیعی (Natural fan) به محیط خارج منتقل می گردد.

شکل شماره ۱۷ آرایش قرار گرفتن بادزن ها، دریچه های ورود و خروج هوا و دریچه های تعبیه شده بر روی کانالها برای عبور هوا به داخل جعبه ها را نشان می دهد.



شکل شماره ۱۷: نحوه قرار گرفتن فن‌ها، دریچه‌ها و کانالهای کف هر سلول

(ترسیم بدون مقیاس می‌باشد)

۱۰- محاسبات مربوط به سیستم هوادهی در شهرهای نیمه سرد

همانطور که قبلاً نیز بیان گردید شهرهای نیمه سرد به شهرهایی اطلاق می‌گردد که متوسط درجه حرارت روزانه آنها بین ۸-۱۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. به عبارت دیگر در این دسته از شهرها بین ۴/۵-۷ ساعت در شبانه‌روز درجه حرارت محیط پائین‌تر از ۵ درجه سانتیگراد است. در این قسمت بخاطر اینکه از حالت همسان‌سازی خارج نشویم، سعی گردیده تا حد امکان شرایط در نظر گرفته شده برای شهرهای تپ سرد تغییر نکند لذا در مورد این دسته از شهرها نیز طراحی و آرایش جعبه‌ها، طول و عرض کانالهای هوادهی و ابعاد دریچه‌های ورودی و خروج هوا مانند موارد مشابه در شهرهای تپ سرد می‌باشد. لیکن بدلیل تغییر کردن میزان بارهای گرمایشی، تنها قدرت بادزن تغییر خواهد کرد. بنابراین در این بخش از نشریه تنها به محاسبه بارهای گرمایشی و افت فشارهای جدید پرداخته خواهد شد و در نهایت مشخصات بادزن جدیدی بیان خواهد گردید.



محاسبه بارهای گرمایشی:

۱- بار گرمایشی محصول پس از برداشت از زمین:

میزان این بار در این شرایط با میزان آن در شرایط قبلی تغییری نمی‌کند. لذا خواهیم داشت:

$$Q = m.c. (T_i - T_s)$$

$$q_1 = \frac{Q}{n} = \frac{m.c.(T_i - T_s)}{n} \text{ (J/day)}$$

که در آن:

$$m = ۳۰۶۰۰۰ \text{ (kg)}$$

$$C = ۳۶۰۰ \text{ (J/kg. } ^\circ\text{C)}$$

$$T_i = ۱۵ \text{ (} ^\circ\text{C)}$$

$$T_s = ۵ \text{ (} ^\circ\text{C)}$$

$$n = ۱۰ \text{ (day)}$$

بنابراین مقدار q_1 برابر خواهد بود با:

$$q_1 = \frac{۳۰۶۰۰۰ \times ۳۶۰۰ \times (۱۵ - ۵)}{۱۰} = ۱۱۰۱۶ \times ۱۰^۵ \text{ (J/day)} = ۱۱۰۱۶۰۰ \text{ (KJ/day)}$$

۲- بار گرمایشی ناشی از تنفس محصول:

این بار گرمایشی نیز با مقدار قبلی آن تفاوتی نمی‌کند. بنابراین خواهیم داشت:

$$q_2 = m.q_r. ۸۶۴۰۰ \text{ (J/day)}$$

که در آن:

$$m = ۳۰۶ \text{ (Tonne.)}$$

$$q_r = ۱۲/۹ \text{ (J/Tonne.s)}$$

و بر این اساس مقدار q_2 برابر خواهد شد با:

$$q_2 = ۳۰۶ \times ۱۲/۹ \times ۸۶۴۰۰ = ۳۴۱۰۵۵۳۶۰ \text{ (J/day)} \approx ۳۴۱۰۵۵ \text{ (KJ/day)}$$

۳- بار گرمایشی انتقال یافته از محیط خارج:

برای محاسبه این بار شهر اصفهان بعنوان شهر مبنای، در نظر گرفته شد. اصفهان بعنوان شهر مبنای، به این دلیل انتخاب شده است که مدت زمان مناسب برای انجام هوادهی در این شهر حدوداً ۴/۵ ساعت می‌باشد. بنابراین محاسبات انجام گرفته بر مبنای این شهر برای سایر شهرهای تیپ نیمه سرد نیز پاسخگو خواهد بود.

بر اساس محاسبات انجام گرفته توسط برنامه کامپیوتری carrier مقدار بار گرمایشی انتقال یافته از محیط خارج در منطقه اصفهان برابر خواهد بود با:

$$q_3 = 137360 \text{ (BTU/day)} = 144228 \text{ (KJ/day)}$$

۴- بار گرمایشی ناشی از کار موتور بادزن

محاسبه بار گرمایشی مورد نظر (q_4) به روش آزمون و خطا پس از انتخاب بادزن انجام خواهد گرفت.

۵- بار گرمایشی ناشی از کار موتور الکتریکی دریچه‌ها- سیستم روشنایی- رفت و آمد

پرسنل و باز و بسته شدن درب سلول:

مقدار این بار نیز با حالت قبل تغییری نمی‌کند. لذا بر اساس دستورالعمل (آیین‌نامه) موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به روش زیر عمل می‌کنیم:

الف) بار گرمایشی ناشی از روشنایی:

$$\text{مساحت هر سلول} \quad 14/77 \times 17/65 \approx 260/7 \text{ (m}^2\text{)} \times 10/76 \frac{\text{ft}^2}{\text{m}^2} \approx 2805 \text{ (ft}^2\text{)}$$

میزان استاندارد روشنایی به ازای هر فوت مربع = $1 \text{ (W/ft}^2\text{)}$

با فرض اینکه در هر روز بمدت ۱ ساعت در هر سلول روشنایی داشته باشیم، میزان بار

گرمایشی ناشی از روشنایی به شرح زیر محاسبه می‌شود:

$$Q_L = 2805 \text{ (ft}^2\text{)} \times 1 \text{ (watt/ft}^2\text{)} \times 3600 \text{ (s/hr)} = 10098000 \text{ (J/day)}$$

$$\approx 10100 \text{ (kJ/day)}$$

ب) بار گرمایشی ناشی از رفت و آمد پرسنل:

بار گرمایشی استاندارد به ازای هر کارگر

$$840 \text{ (BTU/hr)} \times \frac{4/2}{4} = 882 \text{ (KJ/day)}$$

با فرض اینکه در هر روز یک کارگر بمدت ۱ ساعت در هر سلول کار می‌کند، بار گرمایشی

ناشی از رفت و آمد پرسنل، به شرح زیر است:

$$Q_P = 882 \text{ (KJ/day)} \times (1 \text{ کارگر}) = 882 \text{ (KJ/day)}$$

ج) بار گرمایشی ناشی از باز و بسته شدن در سلول:

بدلیل ناچیز بودن از این بار صرف‌نظر می‌کنیم:



(د) بار گرمایشی ناشی از کار موتور دریچه‌ها:

با توجه به آنکه در هر سلول ۱۸ دریچه وجود دارد و هر دریچه نیز توسط یک موتور عمل می‌کند و با فرض ۱/۲ hp قدرت برای هر موتور خواهیم داشت.

$$18 \times 1/2 \text{ (hp)} \times 4250 \frac{\text{BTU/hr}}{\text{hp}} \times \frac{4/2}{4} = 40162/5 \text{ (KJ/hr)}$$

اگر هر موتور در طول شبانه‌روز ۶ بار بکار بیافتد و کارکرد موتورهای هر بار ۹۰ ثانیه باشد، خواهیم داشت:

مدت زمان کارکرد موتور در طول شبانه‌روز:

$$T = 6 \times 90 = 540 \text{ (s)} = 0/15 \text{ (hr/day)}$$

$$Q_M = 0/15 \text{ (hr/day)} \times 40162/5 \text{ (KJ/hr)} \approx 6024 \text{ (KJ/day)}$$

بنابراین بار گرمایشی q_s برابر خواهد بود با:

$$q_s = Q_L + Q_P + Q_M = 10100 + 882 + 6024 = 17006 \text{ (KJ/day)}$$

۶- بار گرمایشی ناشی از هوادهی برای خروج دی‌اکسید کربن حاصل از تنفس محصول و تامین اکسیژن مورد نیاز:

بر اساس جدول شماره ۷ این نشریه میزان دی‌اکسید کربن حاصل از تنفس سیبزمینی در ۵ درجه سانتیگراد معادل $1/27 \times 10^{-3} \text{ (mg/kg.s)}$ می‌باشد، که این میزان برابر خواهد بود با:

$$1/27 \times 10^{-3} \text{ (mg/kg.s)} = 1/27 \text{ (g/Tonn.s)}$$

$$1/27 \times 306 \text{ (Tonne.)} \approx 388/6 \text{ (mg/s)} \approx 1400 \text{ (g/hr)}$$

بدلیل آنکه در ۴/۵ ساعت از شبانه‌روز بطور پیوسته هوادهی داریم لذا تنها در ۱۹/۵ ساعت باقیمانده مسأله انباشتگی دی‌اکسید کربن در محیط سلول مطرح می‌باشد. بنابراین خواهیم داشت: کل میزان دی‌اکسید کربن انباشته شده در غیر ساعات هوادهی.

$$1400 \text{ (g/hr)} \times 19/5 \text{ (hr)} \approx 27300 \text{ (g)}$$

$$Co_2 = (1 \times 12) + (2 \times 16) \approx 44 \text{ (g)}$$

وزن هر مول دی‌اکسید کربن

$$Co_2 \quad 44 \text{ (g)} \quad 22/4 \text{ (lit)}$$

$$27300 \quad X$$

$$X = \frac{27300 \times 22/4}{44} \approx 13898 \text{ (lit)} \approx 14 \text{ (m}^3\text{)}$$

حجم دی‌اکسید کربن موجود در هر سلول در غیر ساعات هوادهی. $X = 14 \text{ (m}^3\text{)}$

حجم دی اکسید کربن موجود در هر سلول در هر ساعت

$$\frac{14}{19/5} = 0.71 \text{ (m}^3\text{/hr)}$$

$$V_1 = 17/65 \times 14/77 \times 4/5 \approx 1173 \text{ (m}^3\text{)}$$

کل فضای هر سلول

$$V_2 = 1/2 \times 1/2 \times 1/2 \times 360 = 622 \text{ (m}^3\text{)}$$

فضای اشغال شده توسط جعبه ها

$$V_{\text{net}} = V_1 - V_2 = 1173 - 622 \approx 551 \text{ (m}^3\text{)}$$

حجم هوای موجود در هر سلول

بر اساس توصیه کتاب Storage of potato در صورتیکه حجم دی اکسید کربن موجود در هر سلول از ۱٪ حجم هوای سلول بیشتر شود لازم است هوادهی صورت گیرد تا غلظت دی اکسید کربن کاهش یابد.

بنابراین خواهیم داشت:

$$551 \text{ (m}^3\text{)} \times 1\% \approx 5.5 \text{ (m}^3\text{)}$$

حد مجاز برای انباشته شدن دی اکسید کربن

$$\frac{5.5 \text{ (m}^3\text{)}}{0.71 \text{ (m}^3\text{/hr)}} \approx 8 \text{ (hr)}$$

حداکثر مدت مجاز برای هر بار هوادهی

چنانچه ملاحظه می گردد، در حدود هر ۸ ساعت یکبار نیاز به هوادهی برای خارج ساختن دی اکسید کربن حاصل از تنفس محصول می باشد بهترین ساعات برای انجام این کار ساعات ۱۱ و ۱۸ می باشد.

به این معنی که در هر کدام از این ساعات یکبار تمام حجم هوای موجود در سلول تخلیه می گردد. بر اساس بادن انتخاب شده از روش آزمون و خطا، با دبی $21800 \text{ (m}^3\text{/hr)}$ مدت زمان هوادهی در هر ساعت برابر خواهد بود با:

$$t = \frac{551}{21800} \approx 0.025 \text{ (hr)} \approx 2 \text{ (min)}$$

مدت زمان هوادهی در هر ساعت

بدلیل آنکه ۲ بار هوادهی صورت خواهد گرفت لذا خواهیم داشت:

$$t = 2 \times 2 = 4 \text{ (min)}$$

کل مدت زمان لازم برای هوادهی

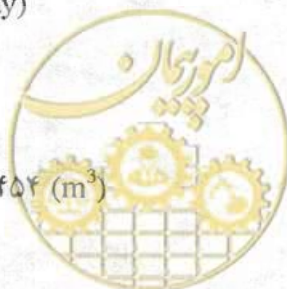
بنخاطر آنکه این هوادهی در ساعات روز انجام می پذیرد لذا مقداری بار گرمایشی نیز از این طریق به کل میزان بار گرمایشی موجود در انبار افزوده می گردد. مقدار این بار (q_6) به طریق زیر محاسبه می گردد.

$$q_6 = m.c.\Delta T = \rho . \dot{V} . c.\Delta T \text{ (KJ/day)}$$

$$\rho = 1/26 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$\dot{V} = 21800 \text{ (m}^3\text{/hr)} \times \frac{4}{60} \text{ (hr)} = 1452 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$C = 2 \text{ (KJ/kg.}^\circ\text{C)}$$



که در آن:

متوسط درجه حرارت محیط در ساعت ۱۱ معادل (55°F) و در ساعت ۱۸ معادل $(59/5^{\circ}\text{F})$ می‌باشد. بنابراین متوسط درجه حرارت هوای ورودی به داخل سلولها برای خارج کردن دی‌اکسید کربن برابر خواهد بود با:

$$\frac{59/5 + 55}{2} = 57/25 (^{\circ}\text{F})$$

$$\Delta T = T_o - T_i = 57/25 - 41 = 16/25 (^{\circ}\text{F}) = 9 (^{\circ}\text{C})$$

لذا خواهیم داشت:

$$q_6 = 1/26 \times 1454 \times 2 \times 9 \approx 32977 \text{ (kJ/day)}$$

- محاسبه میزان اکسیژن مورد نیاز:

در رابطه با تامین اکسیژن مورد نیاز داریم:

بر اساس جدول شماره ۷، میزان اکسیژن مورد نیاز برای تنفس سیبزمینی در 5°C درجه سانتیگراد برابر $0/92 \times 10^{-3} \text{ (mg/kg.s)}$ می‌باشد.

O_2 مورد نیاز برای مدت $19/5$ ساعت (ساعات غیر هوادهی). این مقدار برابر خواهد بود با:

$$\text{O}_2 = 0/92 \times 10^{-3} \text{ (mg/kg.s)} = 0/92 \text{ (mg/Tonne.s)} = 1013/4 \text{ (g/hr)}$$

میزان اکسیژن مورد نیاز برای تنفس محصول در هر سلول در غیر ساعات هوادهی.

$$\text{O}_2 = 1013/4 \times 19/5 = 19762/7 \approx 19763 \text{ (g)}$$

وزن هر مول اکسیژن

$$\text{O}_2 = 2 \times 16 = 32 \text{ (g)}$$

$$32 \text{ (g)} \quad 22/4 \text{ (lit)}$$

$$19763 \text{ (g)} \quad X$$

$$X = 13834 \text{ (lit)} = 13/8 \text{ (m}^3\text{)}$$

حجم اکسیژن مورد نیاز در غیر ساعات هوادهی

$$V = 551 \text{ (m}^3\text{)}$$

حجم هوای موجود در هر سلول

با توجه به آنکه حدوداً ۲۰٪ حجم هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد لذا داریم:

$$V = 551 \times 0/2 \approx 110 \text{ (m}^3\text{)}$$

حجم اکسیژن موجود در هوای سلول

با توجه به حجم اکسیژن موجود در هوای سلول $110 \text{ (m}^3\text{)}$ و حجم اکسیژن مورد نیاز برای تنفس محصول $13/8 \text{ (m}^3\text{)}$ مشاهده می‌گردد که از نظر تامین اکسیژن مورد نیاز، محدودیتی وجود ندارد.

- محاسبه میزان هوادهی مورد نیاز:

برای محاسبه میزان هوادهی بصورت زیر عمل گردیده است.

$$Q = \dot{V} \cdot \rho \cdot \Delta t \cdot t \quad \text{(kJ/day)}$$



از طرفی داریم:

$$\Delta i = C \cdot \Delta T \quad (\text{kJ/kg})$$

لذا خواهیم داشت:

$$Q = \rho \cdot \dot{V} \cdot C \cdot \Delta T \cdot t \quad (\text{kJ/day})$$

و از آنجا نتیجه می گیریم:

$$\dot{V} = \frac{Q}{\rho \cdot C \cdot \Delta T \cdot t} = \frac{Q}{360 \times t}$$

$$\dot{V} = \frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6}{360 \times 4/5 \times 3600} = \frac{1101600 + 341055 + 144228 + 17006 + 32977}{59940}$$

$$\dot{V} \approx 27/3 \text{ (m}^3/\text{s)} \approx 98310 \text{ (m}^3/\text{hr)}$$

کل دبی مورد نیاز تا این مرحله

$$\dot{V} = \frac{98310}{6} = 16385 \text{ (m}^3/\text{hr)}$$

دبی مورد نیاز برای هر بادزن

- طراحی کانالهای هوادهی کف انبار:

در طراحی کانالهای هوادهی با توجه به افزایش دبی نسبت به حالت قبل و نیز با استناد به اینکه در کتب مرجع سرعت هوا در داخل کانال بین $(10-6 \text{ m/s})$ توصیه شده است، سرعت هوا معادل 10 (m/s) برگزیده شد. بر اساس این سرعت خواهیم داشت:

$$\dot{V} = \frac{16385}{2} = 8192/5 \text{ (m}^3/\text{hr)}$$

میزان هوای عبوری از داخل هر کانال

$$\dot{V} = 8192/5 \text{ (m}^3/\text{hr)} \approx 2276 \text{ (lit/s)}$$

$$\dot{V} = 2276 \text{ (lit/s)}$$

قطر معادل دهانه کانال

$$\dot{V} = 10 \text{ (m/s)} \rightarrow D_{eq} = 53 \text{ (cm)}$$

$$A_1 = \frac{\pi(D^2)}{4} \approx 0/22 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$h_1 = \frac{A_1}{W} = \frac{0/22}{0/5} \approx 0/44 \text{ (m)}$$

ارتفاع ابتدای کانال

$$h_2 = \frac{0/165 \times A_1}{W} \approx 0/07 \text{ (m)}$$

ارتفاع انتهای کانال

برای سهولت کار می توان ابعاد کانال را بصورت زیر در نظر گرفت.

$$13/8 \text{ (m)}$$

طول کانال :

$$0/5 \text{ (m)}$$

عرض کانال:

$$0/45 \text{ (m)}$$

ارتفاع ابتدای کانال:

$$0/10 \text{ (m)}$$

ارتفاع انتهای کانال:



- محاسبه افت فشار:

الف) افت فشار در کانال:

بر اساس سرعت 10 (m/s) برای عبور هوا در داخل کانال و قطر معادل $D_{eq} = 53 \text{ (cm)}$ برای دهانه کانال و بر مبنای منحنی شماره ۱۰ میزان افت فشار در داخل کانال معادل $1/8 \text{ (pa/m)}$ می باشد، لذا کل افت فشار در داخل کانال برابر خواهد بود با:

$$\Delta P_D = 1/8 \text{ (pa/m)} \times 13/8 \text{ (m)} \times 1/5 = 37/3 \text{ (pa)}$$

ب) افت فشار در جعبه ها:

این افت فشار بطریق زیر محاسبه می گردد.

$$2 \times 12 + 3 \times 2 = 30 \text{ (cm)}$$

$$45 \times 2 = 90 \text{ (cm)}$$

$$A = 90 \times 30 = 2700 \text{ (cm}^2\text{)} = 0/27 \text{ (m}^2\text{)}$$

سطح هوادهی در کف هر جعبه

$$\dot{V} = \frac{16385}{20 \times 3600} \approx 0/23 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$\dot{V} = \frac{0/23}{0/27} \approx 0/85 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

بر اساس منحنی شماره ۱۶ میزان افت فشار معادل 10 (Pa) خواهد شد، لذا افت فشار کلی در جعبه ها برابر خواهد شد با:

$$\Delta P_B = 10 \times 3 = 30 \text{ (pa)}$$

ج) افت فشار در توده محصول:

این افت فشار از طریق زیر محاسبه می گردد.

$$\dot{V} = \frac{16385}{20 \times 3600} \approx 0/23 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

با توجه به سطح مفید هر جعبه معادل $1/4 \text{ (m}^2\text{)}$ خواهیم داشت:

$$\frac{0/23 \text{ (m}^3\text{/s)}}{1/4 \text{ (m}^2\text{)}} \approx 0/16 \text{ (m}^3\text{/m}^2\text{.s)}$$

بر اساس نمودار شماره ۱۵ به ازای میزان $0/16 \text{ (m}^3\text{/m}^2\text{.s)}$ دبی جریان هوای عبوری از داخل جعبه، میزان افت فشار معادل 35 (pa/m) خواهد بود. حال بدلیل آنکه ارتفاع توده سیبزمینی معادل $2/7 \text{ (m)}$ $3 \times 0/9 = 2/7$ می باشد، لذا افت فشار کل در توده محصول برابر خواهد بود با:

$$\Delta P_P = 35 \times 2/7 \approx 94/5 \text{ (pa)}$$

بر اساس محاسبات فوق افت فشار کل سیستم برابر است با:

$$\Delta p_t = \Delta P_D + \Delta P_B + \Delta P_p = 37/3 + 30 + 94/5 \approx 162 \text{ (pa)}$$

بر مبنای دبی و فشار محاسبه شده تا این مرحله، بادزن مناسبی که دارای این ظرفیت باشد را انتخاب می‌کنیم.

بر اساس کاتالوگهای موجود بادزن مدل ۷۱۴-۳ STIB از تولیدات شرکت صنایع تهویه ایران یا معادل آن می‌تواند ظرفیت مورد نیاز ما را تامین نماید. قدرت این بادزن ۲۲۰۰ وات می‌باشد. اینک بر اساس قدرت و ظرفیت بادزن مذکور به محاسبه q_4 و محاسبه مجدد Q_t می‌پردازیم.

$$q_4 = N.t \text{ (kJ/day)}$$

$$q_4 = 2200 \times 4/5 \times 3600 = 35640 \text{ (kJ/day)}$$

با توجه به وجود ۶ بادزن در هر سلول q_4 کل برابر خواهد شد با:

$$q_4 = 35640 \times 6 = 213840 \text{ (kJ/day)}$$

و از آنجا خواهیم داشت:

$$Q_t = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 = 1101600 + 341055 + 1442228 + 213840$$

$$+ 170006 + 32977 = 1850706 \text{ (kJ/day)}$$

- محاسبه مجدد افت فشار و ابعاد کانال:

با توجه به محاسبه Q_t اینک می‌توان افت فشار کل در سیستم را نیز محاسبه کرد. لذا خواهیم

داشت:

$$\dot{V} = \frac{Q_t}{37 \times 4/5 \times 3600} = \frac{1850706}{59940}$$

$$\approx 111153/5 \text{ (m}^3/\text{hr)} \approx 31 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

کل دبی مورد نیاز:

$$\dot{V} = \frac{111153/5}{6} \approx 18526 \text{ (m}^3/\text{hr)}$$

دبی مورد نیاز برای هر بادزن:

- افت فشار در داخل کانال:

میزان هوای عبوری از هر کانال

$$\frac{18526}{2} = 9263 \text{ (m}^3/\text{hr)} = 2573 \text{ (lit/s)}$$

$$V = 10 \text{ (m/s)} \rightarrow D_{eq} = 0.57 \text{ (m)}$$

$$A_1 = \frac{\pi(D^2)}{4} \approx 0.25 \text{ (m}^2)$$



$$h_1 = \frac{A_1}{W} = \frac{0.25}{0.5} \approx 0.5 \text{ (m)} \quad \text{ارتفاع ابتدای کانال}$$

$$h_2 = \frac{0.165 \times A_1}{W} \approx \frac{0.041}{0.5} \approx 0.08 \text{ (m)} \quad \text{ارتفاع انتهای کانال}$$

برای سهولت کار می‌توان ابعاد کانال را برابر مقادیر زیر انتخاب کرد.

طول کانال : $13/8 \text{ (m)}$

عرض کانال: 0.5 (m)

ارتفاع ابتدای کانال: 0.5 (m)

ارتفاع انتهای کانال: 0.10 (m)

افت فشار در کانال در این حالت برابر با $1/9 \text{ (Pa/m)}$ است و بنابراین افت فشار در تمام طول کانال برابر خواهد شد با:

$$\Delta P_D = 1/9 \times 13/82 \times 1/5 \approx 39/4 \text{ (pa)}$$

- افت فشار در جعبه‌ها:

سطح هوادهی در کف هر جعبه

$$A = 0.27 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\dot{V} = \frac{18526}{20 \times 3600} \approx 0.26 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$\dot{V} = \frac{0.26}{0.27} \approx 0.96 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

در این حالت مقدار افت فشار در جعبه‌ها تغییری نکرده و مقدار آن برابر 10 (Pa) خواهد بود. به دلیل وجود سه جعبه روی هم، افت فشار کل در جعبه‌ها برابر خواهد شد با:

$$\Delta P_B = 10 \times 3 = 30 \text{ (pa)}$$

$$\dot{V} = \frac{18526}{20 \times 3600} \approx 0.26 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

- افت فشار در توده محصول:

با توجه به سطح مفید هر جعبه معادل $1/4 \text{ (m}^2\text{)}$ خواهیم داشت:

$$\frac{0.26 \text{ (m}^3\text{/s)}}{1/4 \text{ (m}^2\text{)}} \approx 0.185 \text{ (m/s)}$$



بر اساس مقدار فوق و بر مبنای منحنی شماره ۱۱ میزان افت فشار معادل 48 (Pa/m) خواهد شد. حال بدلیل آنکه ارتفاع توده محصول معادل $2/7 \text{ (m)}$ می‌باشد لذا افت فشار برابر می‌شود با:

$$\Delta P_P = 48 \times 2/7 = 129/6 \text{ (pa)}$$

بنابراین افت فشار کل برابر خواهد شد با:

$$\Delta P_t = \Delta P_D + \Delta P_B + \Delta P_P = 39/4 + 30 + 129/6 = 199 \text{ (pa)}$$

بر مبنای محاسبات انجام شده، بادزن مناسب را انتخاب می‌کنیم. با توجه به مشخصات مورد نظر دبی معادل $18600 \text{ (m}^3/\text{hr)}$ و افت فشار معادل 199 (Pa) ، بادزن انتخاب شده یعنی بادزن مدل ۳-۷۱۴-STIB ساخت شرکت صنایع تهویه ایران یا معادل آن مناسب به نظر می‌رسد. مشخصات این بادزن عبارت است از:

ظرفیت هوادهی در فشار 199 (Pa)	$21475 \text{ (m}^3/\text{s)}$
قدرت موتور الکتریکی	2200 (W)
دور در دقیقه	1400 (R.P.M)
قطر پروانه	710 (mm)
تعداد فاز	۳

در صورت بالا رفتن افت فشار در سیستم هوادهی بهر دلیل، این بادزن می‌تواند، فشاری معادل 230 (Pa) را تامین نماید.

۱۱- بررسی افت حرارتی در داخل سلولها در زمستان

برای بررسی این نکته لازم است میزان افت حرارتی در هر سلول را در سردترین ایام دوران انبارداری محاسبه کرد سپس باید این افت حرارتی را با حرارت تولید شده بر اثر تنفس محصولات مقایسه نمود. اگر مشاهده گردد که میزان این افت بیش از میزان حرارت تولید شده می‌باشد آنگاه نیاز به نصب یک سیستم گرم‌کننده (مانند المنت‌های برقی) در مسیر عبور جریان هوا خواهد بود. به این منظور افت حرارت در بدترین شرایط ممکن، 30^- درجه سانتیگراد دمای محیط بیرون و کمترین میزان تولید حرارت در داخل انبار (انبار خالی) در نظر گرفته شده و محاسبه مربوط به نیاز یا عدم نیاز به سیستم گرم‌کن بر این اساس انجام گرفت.

در شهرهای تیپ سرد:

میزان افت حرارتی با توجه به محاسبات کامپیوتری

$$15315 \text{ (BTU/hr)} \approx 5 \text{ (KW)}$$

با توجه به وجود شش بادزن، لازم است شش گرمکن نیز مورد استفاده قرار گیرد.

بنابراین قدرت هر دستگاه گرمکن معادل $1 \text{ (KW)} \approx 0.6/8$: ۵ خواهد بود.

در شهرهای تیپ نیمه سرد:

میزان افت حرارتی با توجه به محاسبات کامپیوتری

$$6175 \text{ (BTU/hr)} \approx 1/8 \text{ (KW)}$$

با توجه به وجود شش بادزن، لازم است شش دستگاه گرمکن نیز مورد استفاده قرار گیرد.

بنابراین قدرت هر دستگاه گرمکن معادل $0.5 \text{ (KW)} \approx 0.6/3$: ۱/۸ خواهد بود.

بهترین محل نصب گرمکن در محل کانال اصلی هوادهی و در زیر بادزن می‌باشد.



منابع و مأخذ

- ۱- آئین کار روش محاسبه بار برودتی سردخانه‌های ثابت مواد غذایی موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
- ۲- سالنامه‌های هواشناسی
- ۳- نشریه نگهداری سیبزمینی، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
(نشریه شماره ۱۶۰۴)
- ۴- مهندسی محیط - دکتر طاهری انارکی - ۱۳۷۰ - دانشگاه شیراز
- ۵- ASHRAE APPLICATION- 1982 - AMERICAN SOCIETY ...
- ۶- ASHRAE , FUNDAMENTALS - 1982 - AMERICAN SOCIETY ...
- ۷- HANDBOOK OF AIR- CONDITIONING SYSTEM DESIGN - 1965 CARRIER
AIRCONDITIONING COMPANY
- ۸- HEATING & AIR - CONDITIONING OF BUILDINGS - P.L.MARTIN
& D.R.OUGHTON - 1989 - BUTTERWORTHS INTERNATIONAL
- ۹- LAW-THE CONSERVATION OF POTATO-LAW AGRO INDUSTRIES
- ۱۰- STORAGE OF POTATOES-A.RASTOVSKI & A.VAN ES ET AL.-1987-PUDOC
WAGENINGEN
- ۱۱- STORAGE OF POTATO IN WARM COUNTRIES- A.RASTOVSKI



دستورالعمل بهره‌برداری انبارهای ۳۰۰۰ تنی سیب‌زمینی در منطقه سرد و خشک





«دستورالعمل بهره‌برداری انبارهای سیب‌زمینی»

مقدمه

با توجه به اهمیت مسئله چگونگی بهره‌برداری از تجهیزات مورد استفاده در انبار، نحوه انبار کردن محصولات و نیز روش سرویس و نگهداری تجهیزات به کار رفته و تاثیر رعایت این نکات در بالا رفتن کیفیت انبارداری و افزایش عمر مفید این تجهیزات، جزوه حاضر تهیه گردیده است. این جزوه شامل دو بخش است: بخش اول مربوط به نحوه بهره‌برداری از انبارهای مکانیزه محصولات کشاورزی است، که شامل کلیه مراحل نگهداری سیب‌زمینی از مرحله حمل محصول به انبار برای نگهداری تا پایان مرحله انبارداری می‌باشد. بخش دوم مربوط به نحوه سرویس و نگهداری تجهیزات مورد استفاده در این انبارها است. در این بخش نکاتی درباره چگونگی سرویس و نگهداری ادواتی مانند بادزن‌ها، دریچه‌ها (دریچه‌های تخلیه هوا) رطوبت‌زن‌ها و بیان گردیده است.



دستورالعمل بهره‌برداری

کلیات

پس از برداشت محصولات کشاورزی باید آنها را در محیطی با شرایط مناسب نگهداری کرد تا بتوان به مرور و بر اساس میزان تقاضا این محصولات را به بازار فرستاد. چنین محیطی را انبار می‌نامند. به عبارت دیگر به محلی که بتوان حجم قابل توجهی از محصولات کشاورزی را در آن برای مدت محدودی نگهداری کرد انبار گفته می‌شود.

انبارها را از یک نظر می‌توان به دو دسته تقسیم‌بندی نمود:

انبارهای سنتی و انبارهای مکانیزه

در انبارهای سنتی سعی می‌شود شرایط مناسب نگهداری محصولات را با استفاده از خصوصیات محیطی و ویژگیهای اقلیمی فراهم کرد، لیکن در انبارهای مکانیزه این شرایط را با استفاده از تجهیزات و بطور مصنوعی فراهم می‌آورند. بنابراین در انبارهای سنتی در عین پایین بودن هزینه ساخت با محدودیت اقلیمی روبرو هستیم. اما در انبارهای مکانیزه با وجود بالا بودن هزینه ساخت محدودیت اقلیمی برای ساخت این انبارها و نگهداری محصولات کشاورزی وجود ندارد. همچنین در انبارهای سنتی شرایط کاملاً مناسب جهت نگهداری محصولات ایجاد نخواهد شد، در حالیکه در انبارهای مکانیزه شرایط نگهداری محصولات ایجاد نخواهد شد، در حالیکه در انبارهای مکانیزه شرایط نگهداری ایجاد شده مناسبتر بوده و در نتیجه طول مدت نگهداری افزایش می‌یابد.

برای ایجاد شرایط مناسب نگهداری محصول سیب‌زمینی در انبار لازم است اقداماتی به شرح

زیر انجام گیرد:

۱- خشک کردن محصولات یا کاهش رطوبت آنها

۲- ترمیم یا التیام دادن محصولات زخمی

۳- خنک کردن محصولات

۴- تنظیم رطوبت نسبی محیط انبار

۵- تنظیم درجه حرارت محیط انبار

به عبارت دیگر می‌توان گفت انجام اقدامات فوق از جمله تنظیم و کنترل درجه حرارت و

رطوبت نسبی در انبارهای مکانیزه به مراتب امکان پذیرتر از انبارهای سنتی می‌باشد.



۱- انبار و نگهداری محصولات

۱-۱- روشهای نگهداری محصولات

۱-۱-۱- نگهداری بصورت فله

در این روش تمام حجم محصول بدون تفکیک در سطح انبار بر روی هم ریخته می‌شود. حسن نگهداری محصولات به صورت فله ارزانی این روش می‌باشد. در این روش معمولاً از کانالهای روزمینی برای هوادهی محصول استفاده می‌شود. لیکن بزرگترین عیب این روش آن است که کنترل دما در میان توده محصول و نیز کنترل آلودگی محصول بسیار دشوار است. چرا که اگر محصول آلوده باشد این آلودگی به سرعت به سایر محصولات نیز سرایت خواهد کرد و با توجه به آنکه مطابق آمار موجود در کشور ما در بعضی از سالها تا حدود ۵۰ درصد محصول می‌باشند، استفاده از این روش بهیچوجه توصیه نمی‌شود.

۱-۱-۲- نگهداری در کیسه گونی

در این روش، سیب‌زمینی‌ها را داخل گونی کرده و کیسه گونی‌ها را در بلوکهایی به ابعاد متغیر قرار می‌دهند. در این حالت یک فضای خالی بین بلوکها برای عبور هوای آزاد باقی می‌ماند. در صورتی که از کیسه برای نگهداری محصولات در انبار استفاده شود باید دقت کرد که بافت کیسه‌ها بیش از حد ریز نباشد. به عبارت دیگر سوراخهای کیسه‌ها باید تا حدی درشت باشد که هوا بتواند به سادگی از میان محصولات عبور کند. در این روش از سیستم هوادهی از طریق کانالهای زیرزمینی برای خنک کردن محصولات استفاده می‌شود. این روش تا حد زیادی فاقد عیوب روش پیشین می‌باشد، لیکن بزرگترین عیب این روش آن است که حمل و نقل کیسه‌ها توسط لیفتراک به سختی انجام خواهد گرفت و احتمال آسیب دیدن محصولات نیز وجود دارد. در عین حال باید دقت نمود که در زمان استفاده از کیسه گونی حتماً از کیسه گونی‌های مشبک کنفی استفاده شود، زیرا قارچ "ایزوکشیا" که یکی از شایع‌ترین قارچهای آلوده‌کننده سیب‌زمینی می‌باشد در کیسه گونی‌های پلاستیکی و غیرکنفی موجب آلودگی فراوان محصول خواهد شد.

۱-۱-۳- استفاده از جعبه

در سالهای اخیر نگهداری محصولات جعبه بسیار متداول گردیده است. علت این امر آن است که در عین حال سرمایه‌گذاری اولیه آن بیش از سرمایه‌گذاری در سایر موارد ذکر شده می‌باشد لیکن عمر جعبه‌ها طولانی بوده و محصولات کمتر آسیب خواهند دید. در عین حال کنترل آلودگی محصولات نیز به مراتب بهتر از سایر حالات انجام خواهد گرفت.

انواع جعبه‌ها به شرح زیر می‌باشند:

۱- جعبه‌های فلزی

۲- جعبه‌های پلاستیکی

۳- جعبه‌های چوبی

برای نگهداری سیب‌زمینی، بدلیل وجود رطوبت نسبی بالا در محیط انبار و احتمال بروز فرآیند تقطیر بر روی محصولات، نمی‌توان از جعبه‌های فلزی استفاده کرد. در عین حال جعبه‌های پلاستیکی را نیز به دلیل عدم استحکام کافی نمی‌توان به کاربرد، لذا بهترین روشی که می‌توان برای نگهداری سیب‌زمینی توصیه کرد استفاده از جعبه‌های چوبی می‌باشد.

۱-۲- روشهای جابجایی محصولات

در صورتیکه محصول بصورت فله نگهداری شده باشد برای جابجا کردن آنها می‌توان از کارگران و توسط بیل و یا لودر استفاده کرد. در هر دو حالت لبه بیل یا تیغه لودر باعث زخمی شدن بخشی از محصولات خواهد گردید. برای جابجایی محصولاتی که درون کیسه گونی یا جعبه نگهداری می‌شوند می‌توان از لیفتراک استفاده کرد. در مورد محصولاتی که درون کیسه گونی نگهداری می‌شوند در هنگام جابجایی توسط لیفتراک باید دقت کرد که لبه تیغه‌های لیفتراک به محصولات درون گونی صدمه نزنند. لیکن در مورد جعبه هیچکدام از این مسایل وجود ندارد.

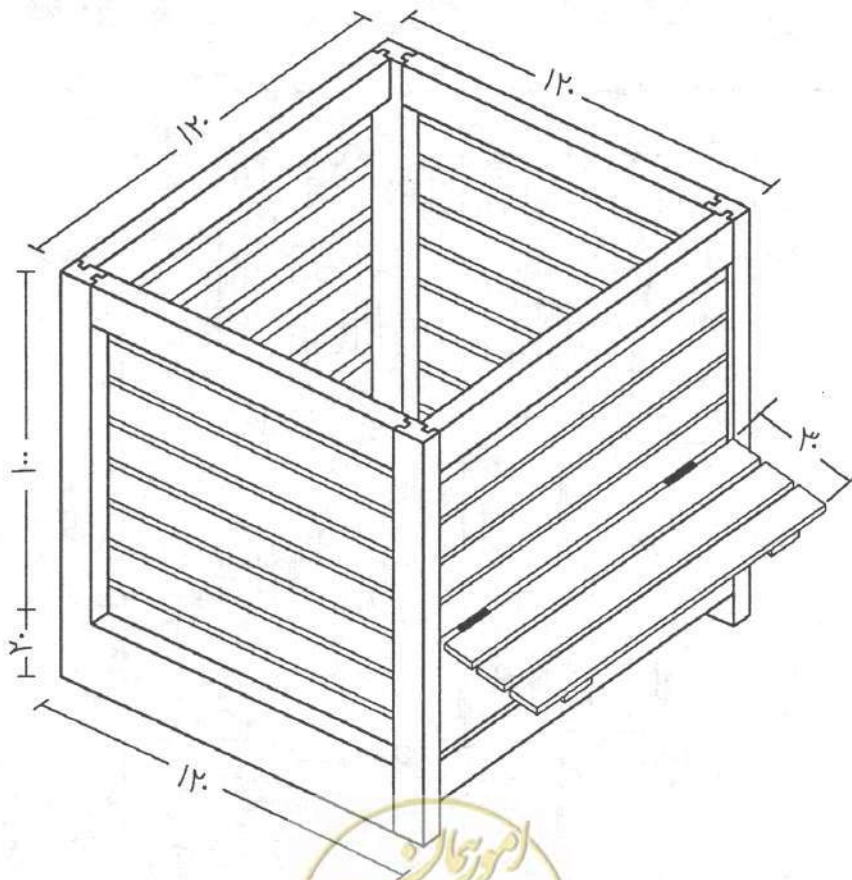
۱-۳- روش ساخت و نگهداری جعبه‌ها

طول، عرض و ارتفاع هر جعبه $1/2$ متر می‌باشد* که از این ارتفاع $0/2$ متر برای پایه منظور شده است. هر جعبه شامل یک چهارچوب مطابق شکل شماره ۱ می‌باشد که بدنه و کف آن توسط تخته‌هایی با ضخامت مناسب پوشیده شده است. این چهارچوب که قطعات آن از طرف بیرون بوسیله تسمه‌های فلزی به یکدیگر محکم شده‌اند از شکسته شدن بدنه جعبه زیرین در اثر فشار جعبه‌های بالایی جلوگیری می‌کند. تمام چوبها از جنس بادوام و محکم بوده، تخته‌های کوبیده شده به بدنه جعبه‌ها نیز یکپارچه‌ها می‌باشد تا جریان هوا را از اطراف جعبه‌ها خارج نشود.

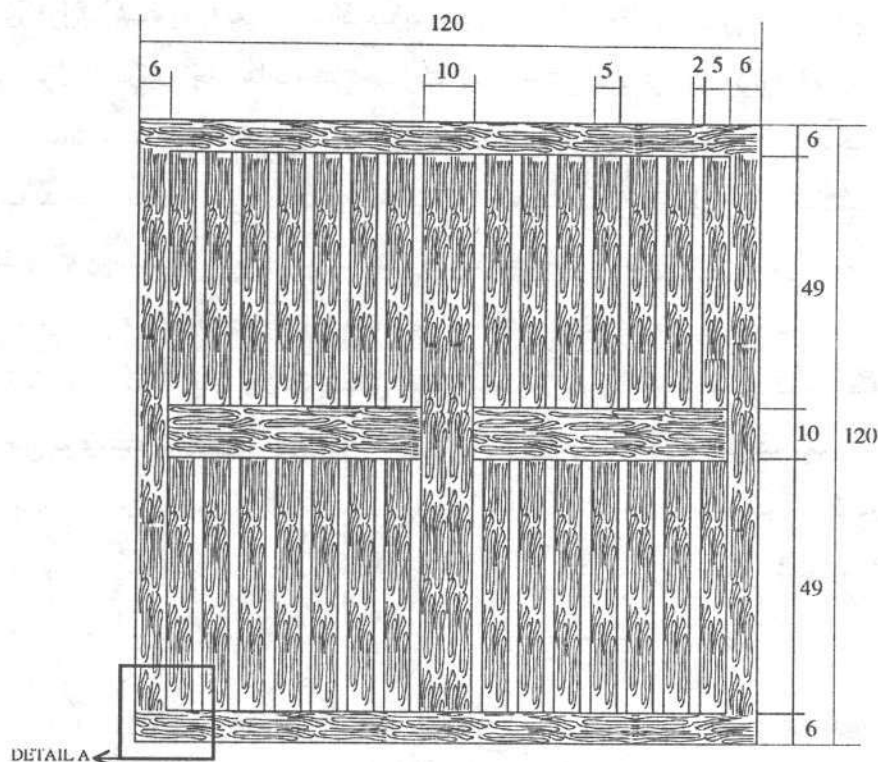


*- لازم به ذکر است که ابعاد بیان شده برای جعبه‌ها یکی از ابعاد استاندارد در ایران می‌باشد که محاسبات تکنولوژیک بر اساس آنها انجام گرفته است، لیکن می‌توان از ابعاد کوچکتر و ظرفیتهای کمتر جعبه نیز بسته به شرایط انبار استفاده کرد. بعنوان نمونه می‌توان از ابعاد (cm3) $100 \times 100 \times 70$ با ظرفیت حدود ۵۰۰ کیلوگرم نیز استفاده نمود.

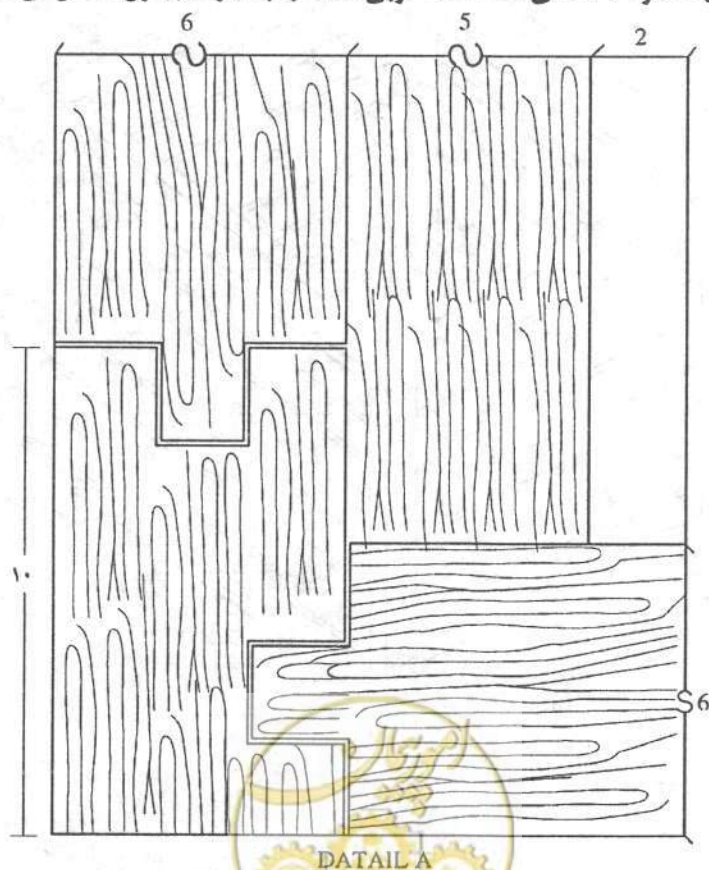
تخته‌های کوبیده شده به بدنه از یک طرف به صورت لولایی مطابق شکل شماره ۱ باز می‌شود تا تخلیه محصول از درون جعبه‌ها براحتی صورت گیرد. جنس لولا از آهن گالوانیزه می‌باشد. فاصله ۱۰ سانتیمتری تعبیه شده در زیر چهارچوب جعبه برای آن است که در هنگام حمل و نقل، لیفتراک بتواند تیغه‌های خود را در زیر جعبه قرار دهد. لیکن دو طرف از قسمت پایه هر جعبه توسط تخته پوشیده می‌گردد. این امر علاوه بر کاهش هدر رفتن جریان هوا، باعث تقویت چهارچوب جعبه نیز می‌گردد. در کف جعبه‌ها نیز دو چوب به عرض و ضخامت ۱۰ سانتیمتر بصورت متقاطع و به شکل فاق و زبانه مطابق شکل شماره ۲ قرار گرفته است. کف جعبه همچنین از طرف داخل به وسیله تخته‌هایی به ضخامت ۲ سانتیمتر و عرض ۵ سانتیمتر و به فاصله ۲ سانتیمتر از یکدیگر پوشیده می‌گردد. توصیه می‌شود که اتصال تمام قطعات بصورت فاق و زبانه بوده و با پیچ به هم محکم شوند و حتی‌المقدور از میخ استفاده نشود. شکل شماره ۳ جزئیات اتصالات جعبه را نشان می‌دهد.



شکل شماره ۱: تصویر چهارچوب یک جعبه
(ترسیم بدون مقیاس می‌باشد)



شکل شماره ۲: نمای کف تخته کوبی شده جعبه (ترسیم بدون مقیاس می‌باشد)



شکل شماره ۳: جزئیات اتصالات تخته‌های بدنه و کف به چهارچوب جعبه (ترسیم بدون مقیاس می‌باشد)
(جزئیات A)

۲- آماده نمودن محصولات جهت انبار کردن

مراحل مختلفی انبارداری از زمان تحویل محصول تا پایان دوره انبارداری و ارسال محصول به بازار به شرح زیر می‌باشد:

۲-۱- شستشو و ضد عفونی کردن انبار و جعبه‌ها قبل از بارگیری محصول

قبل از آغاز هر دوره انبارداری باید تمام کف انبار شستشو شود. برای انجام اینکار می‌توان از شیر آب تعبیه شده در هر سلول استفاده کرد. برای شستن داخل کانالها نیز لازم است دریچه‌های هوادهی و بعضی از بلوکهای قرار گرفته بر روی کانالها برداشته شود تا امکان نظافت کف کانال فراهم آید. آب حاصل از شستشوی کف سلول و داخل کانالها، بخاطر شیب‌دار بودن کانالها به سمت کانال اصلی هوادهی روان خواهد شد. کانالهای اصلی هوادهی در هر سلول از دو طرف به سمت وسط شیب‌دار (با شیب ۱٪) می‌باشند. آب حاصل از شستشوی سلول در قسمت وسط کانال اصلی هوادهی انباشته می‌شود. در این قسمت از کانال نیز یک کف‌شور تعبیه شده تا بتوان بوسیله آن آب را به بیرون از محیط انبار منتقل نمود. بدینوسیله تمام سطوح سلولها شسته شده و آب حال از آن نیز تماماً به شبکه فاضلاب منتقل می‌شود. کف‌شور در تمام طول مدت انبارداری باید پوشیده باشد تا از خروج هوای تحت فشار در تمام طول مدت انبارداری باید پوشیده باشد تا از خروج هوای تحت فشار از این قسمت جلوگیری شود. پس از این عمل لازم است تمام سطح سلول اعم از کف- دیوارها و کف کانالها ضدعفونی شود تا در صورتیکه ساختمان انبار آلوده به قارچ یا سایر میکروارگانیسم‌های آلوده‌کننده محصولات کشاورزی باشد، پیش از انبار شدن این محصولات آلودگی از بین برود. همچنین بدنه جعبه‌ها نیز باید ضدعفونی گردد. برای این منظور می‌توان از مواد قارچ‌کش مانند هایژن استفاده نمود (دستورالعمل نحوه استفاده از این مواد در داخل قوطی آنها بوده و هنگام خرید به استفاده‌کننده تحویل می‌شود). در عین حال می‌توان از مواد ضدعفونی‌کننده دیگری مانند کلر و پرکلرین نیز استفاده نمود. استفاده از آب آهک نیز از جمله روشهایی بوده که در گذشته برای ضدعفونی کردن محیط بکار می‌رفت لیکن امروزه توصیه نمی‌شود.

۲-۲- کنترل و بازدید ادوات

قبل از آغاز دوره انبارداری ضروری است که تمام تجهیزات اعم از تجهیزات آماده‌سازی و نیز تجهیزات مخصوص دوره نگهداری مورد بازدید قرار گیرند. تا در صورتیکه هر کدام دارای عیب و ایرادی هستند بتوان رفع عیب کرده و برای شروع انبارداری محصولات آنها را آماده کرد.

تجهیزات و ماشین‌آلات بکار رفته در مرحله آماده‌سازی عبارتند از:

محفظه دریافت، بالابر، خاک‌گیر غربالی یا لرزشی، میز درجه‌بندی کیفی و نقاله انتقال مواد،

نحوه جانمایی این ماشین‌آلات در زمان کار در شکل شماره ۴ نشان داده شده است. علاوه بر تجهیزات ذکر شده تجهیزات دیگری مانند بادزن‌ها، دمپر موتورها و سیستم‌های کنترل نیز در انبارها قرار دارند. لیکن در مورد این ادوات در قسمت نگهداری توضیح خواهد شد. در مورد نگهداری و سرویس ماشین‌آلات آماده‌سازی رعایت نکات کلی زیر ضروری می‌باشد:

۱- در مورد تمام تجهیزات باید دقت کرد که در هنگام شروع عملیات آماده‌سازی، همواره یاتاقانها روغنکاری شده باشند.

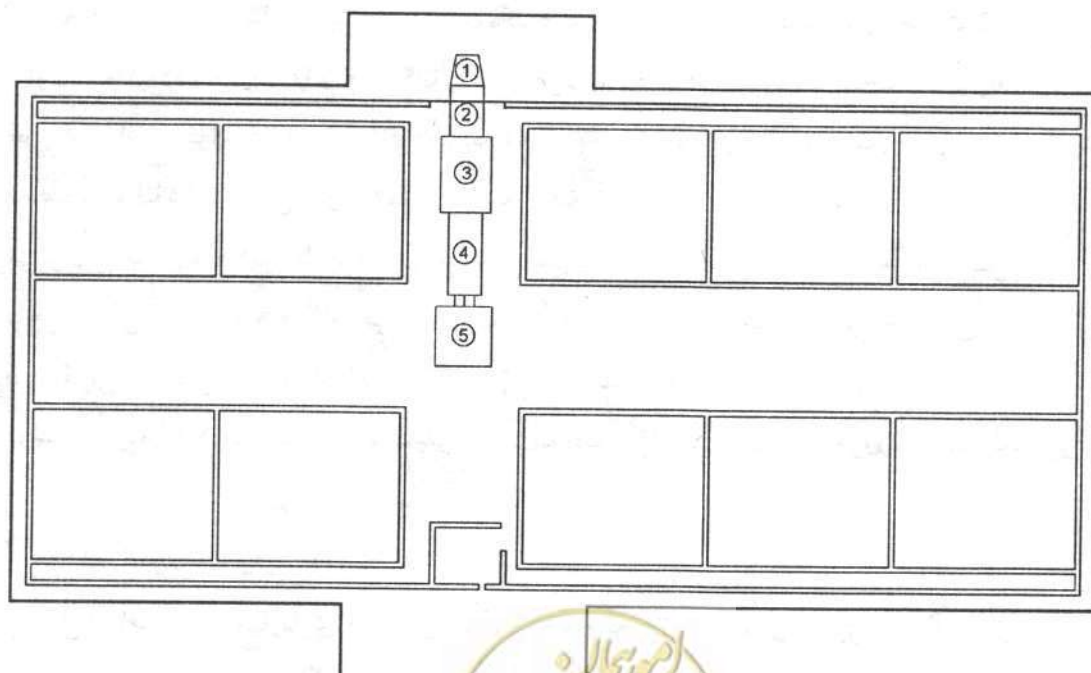
۲- باید نقاله‌های لاستیکی را بدقت بازدید کرد تا در جایی پارگی نداشته باشند، در صورت مشاهده پارگی باید قبل از آغاز عملیات نسبت به ترمیم یا تعویض آنها اقدام نمود.

۳- در مورد دستگاه خاک‌گیر غربالی قبل از شروع آماده‌سازی می‌باشد تمام فنرهای آن از نظر سالم بودن کنترل شوند.

۴- تسمه‌های انتقال نیرو از نظر مستهلک یا پاره بودن کنترل شوند.

۵- تمام پیچ‌ها از نظر محکم بودن کنترل شوند.

باید توجه داشت که این تجهیزات باید به نوعی انتخاب شوند که ظرفیت آماده‌سازی محصول توسط آنها با توجه به ساعت کار مفید پرسنل (در حدود ۱۰ ساعت در روز) حداقل ۲۰ تن در ساعت باشد.



۱- محفظه دریافت محصول ۲- بالابر ۳- میز درجه‌بندی کیفی ۴- تسمه انتقال مواد ۵- جعبه

شکل شماره ۴: جانمایی تجهیزات آماده‌سازی محصول

۶- در مورد دستگاه رطوبت‌زن باید در ابتدای هر دوره انبارداری قسمتهای مختلف آن باز شده دو تمیز شوند، پس از نصب مجدد نیز امتحان شوند تا از کارکرد صحیح آن اطمینان حاصل گردد. در طول دوره انبارداری نیز باید از نظر گرفتگی لوله یا عدم پاشش صحیح آب دستگاه رطوبت‌زن را کنترل کرد.

۷- درباره سیستم اطفاء حریق نیز در آغاز هر دوره انبارداری می‌باشد این سیستم از نظر صحت عمل، کنترل شده و در صورت داشتن ایراد، نسبت به رفع عیب آن اقدام گردد.

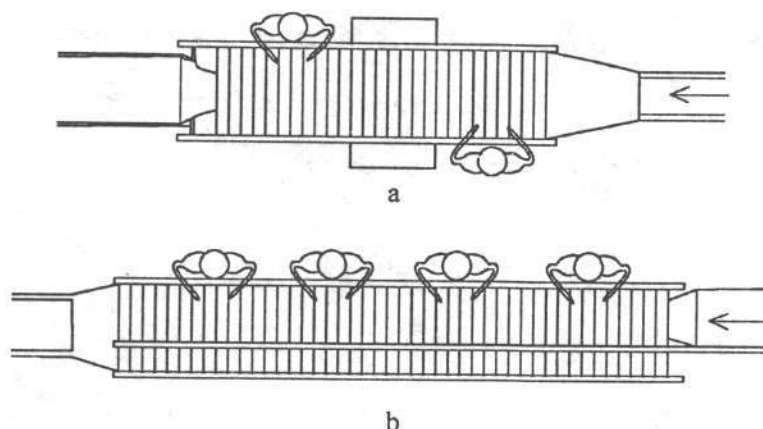
۲-۳- آماده‌سازی محصولات

مراحل ۱-۲ و ۲-۲ مربوط به قبل از آغاز دوره انبارداری می‌باشند. پس از انجام این مراحل شروع دوره انبارداری با حمل محصولات توسط کامیون به محل انبار آغاز می‌شود. پس از تخلیه گونیهای محصولات بر روی سکوی انبار، این گونیها توسط کارگران به داخل محیط آمادگاه منتقل خواهند شد. ابتدا محصول از درون گونی به درون محفظه دریافت ریخته شده و از طریق بالابر وارد سیستم خاک‌گیر می‌شود. این سیستم شامل غلطکهایی از جنس لاستیک می‌باشد که با چرخش خود علاوه بر پیش راندن محصول، گل و خاک چسبیده به محصول را نیز از آن جدا می‌کند. در عین حال می‌توان برای خاک‌گیری محصول از الکهای لرزشی نیز استفاده کرد. این الکها در اثر حرکت لرزشی خود ضمن جلو راندن محصول باعث می‌گردند که گل و خاک چسبیده به محصول نیز از آن جدا شوند. در مرحله بعد محصول پس از خاک‌گیری بر روی میز مخصوص درجه بندی کیفی ریخته می‌شوند. این میز از یک نقاله لاستیکی تشکیل شده که توسط موتور محرک حرکت می‌کند. در دو طرف این میز ۲ تا ۴ کارگر قرار خواهند گرفت. وظیفه کارگران این است که در هنگام عبور محصول بر روی نقاله به دقت محصولات عبوری را مشاهده کرده و محصولات خراب و آسیب‌دیده را جدا کنند. اینگونه محصولات باید به عنوان زباله به طریق مناسبی از محوطه انبار دور شوند.

شکل شماره ۵ دو حالت جداسازی محصولات خراب توسط کارگران را در کنار میز جداسازی (سورتینگ) نشان می‌دهد.

در مرحله بعد محصولات جداسازی شده به داخل جعبه ریخته می‌شوند. در این قسمت برای جلوگیری از رشد باکتریها و کپک زدن محصول باید توسط مه‌پاش بر روی محصولات داخل جعبه مواد قارچ‌کش پاشیده شود. (توصیه می‌شود از قارچ‌کش متیل بروماید استفاده شود). این مواد به مرور به داخل توده محصول نفوذ کرده و تمام فضای داخل جعبه را اشباع خواهد کرد.





شکل شماره ۵: روشهای مختلف جداسازی محصول توسط کارگران

۲-۴- حمل جعبه‌ها به درون سلول و چیدن آنها

۲-۴-۱- حمل جعبه‌ها

اینک محصول در جعبه‌ها قرار گرفته و آماده انتقال توسط لیفتراک به درون سلول‌ها می‌باشد. لیکن در هنگام استفاده از لیفتراک لازم است به نکات ایمنی زیر توجه شود:

۱- توصیه می‌شود که حتماً از لیفتراک‌های برقی یا گازی استفاده گردد. لیفتراک‌های مجهز به موتور دیزل به هیچ‌وجه توصیه نمی‌شود.

۲- در هنگام برداشتن بار باید تیغه‌های لیفتراک را تا حد امکان از هم باز کرد تا بیشترین میزان ثبات را در موقع حمل جعبه داشته باشد. (شکل شماره ۶-۱)

۳- تیغه‌ها را باید تا حد امکان خواباند و به جلو برد، به طوریکه به راحتی بتوانند در زیر جعبه قرار گیرند. (شکل شماره ۶-۲)

۴- لیفتراک باید به آرامی حرکت کند تا زمانی که جعبه با قسمت عقب تیغه تماس پیدا کند (شکل شماره ۶-۳)

هیچگاه نباید به شکلی حرکت کرد که لیفتراک با جعبه‌ها برخورد نماید.

۵- باید از ترمز پایی استفاده شود.

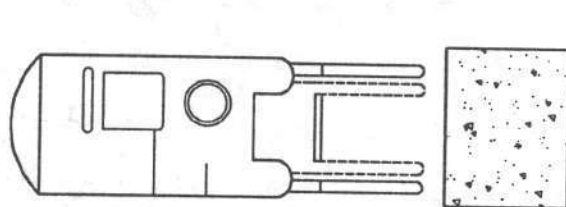
۶- تیغه‌ها را باید به آرامی بالا برد تا حدی که جعبه از روی زمین بلند شود. هیچگاه نباید جعبه را بر روی زمین کشید.

۷- باید توجه کرد که جعبه کاملاً به عقب تیغه‌ها چسبیده باشد. در این حالت بار را باید تا ارتفاع ۷ تا ۱۵ سانتیمتر از زمین بلند کرد. (شکل شماره ۶-۴)

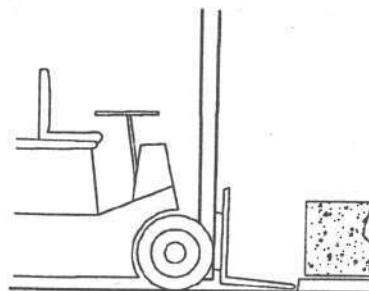
۸- باید همواره سعی کرد که بار در حالتی منتقل گردد که تیغه‌ها تا حد امکان به سمت داخل کج شده باشند.

- ۹- باید همواره در هنگام حمل جعبه فاصله تیغه‌ها را تا زمین در حدی بالاتر از حداقل فاصله عوارض مسیر لیفتراک نگاه داشت. (شکل شماره ۵-۶)
- ۱۰- باید لیفتراک را به آرامی کنترل کرد تا از تکان خوردن جعبه جلوگیری شود.
- ۱۱- توصیه می‌شود که در هر بار تنها یک جعبه توسط لیفتراک حمل شود، در صورت حمل بیش از یک جعبه در هر بار اگر راننده لیفتراک نتواند جلوی خود را ببیند باید با دنده عقب حرکت کرده و به پشت سر خود نگاه کند. (شکل شماره ۶-۶)
- ۱۲- در هنگام بالا رفتن از سربالایی‌ها (Ramps) باید مواظب بود که لیفتراک در شیب سر نخورد.
- ۱۳- هر جعبه را باید تا حدود ۱۵ سانتیمتر بالاتر از جعبه قبلی بلند کرده و به آهستگی به سمت جلو حرکت داد. تا جایی که روی جعبه قبلی قرار گیرد. (شکل شماره ۷-۶)
- ۱۴- تیغه‌ها را باید به تدریج به سمت جلو کج کرد تا جایی که به حالت قائم درآیند.
- ۱۵- جعبه را باید به آرامی پایین آورد تا بر روی جعبه قبلی بنشیند و تیغه‌ها آزاد شوند (شکل شماره ۸-۶)
- ۱۶- در این حالت باید ترمز را رها کرد و به سمت عقب حرکت نمود تا تیغه‌ها از زیر جعبه خارج شوند.
- ۱۷- نباید در حین حرکت لیفتراک جعبه را بالا برد یا کج کرد.
- ۱۸- در هنگامی که بار برداشته شده توسط لیفتراک بیش از حد سنگین باشد، خصوصاً اگر این بار در هنگام حمل تا ارتفاع زیادی بالا برده شده باشد، احتمال دارد که به دلیل ایجاد حالت اهرمی و سنگینی بار، لیفتراک چپ شود و بار آن بر روی بارهای دیگر سقوط کند. (شکل شماره ۹-۶)
- ۱۹- عبور لیفتراک از روی سطوح نابرابر و دارای پستی و بلندی ممکن است باعث سقوط جعبه گردد (شکل شماره ۱۰-۶)
- ۲۰- ترمزهای ناگهانی بخصوص در سرعت‌های نسبتاً بالا، باعث سرنگون شدن جعبه خواهد گردید (شکل شماره ۱۱-۶)

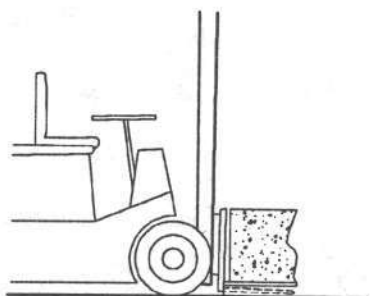




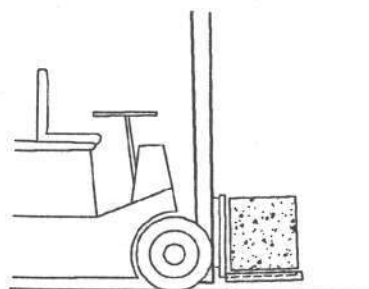
شکل شماره ۶-۱



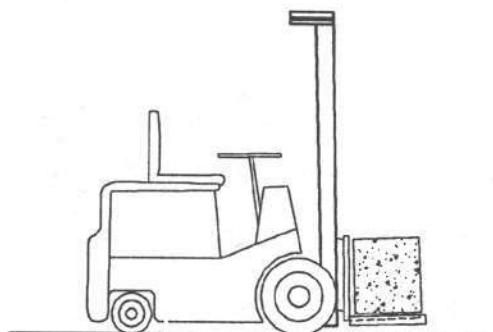
شکل شماره ۶-۲



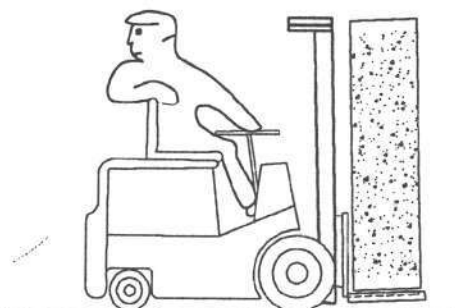
شکل شماره ۶-۳



شکل شماره ۶-۴



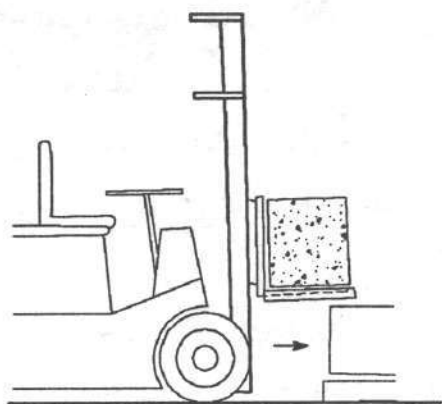
شکل شماره ۶-۵



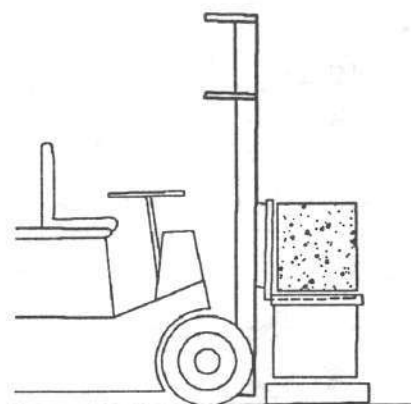
شکل شماره ۶-۶

اشکال شماره ۶: نکات ایمنی در رابطه با حمل پالت توسط لیفتراک

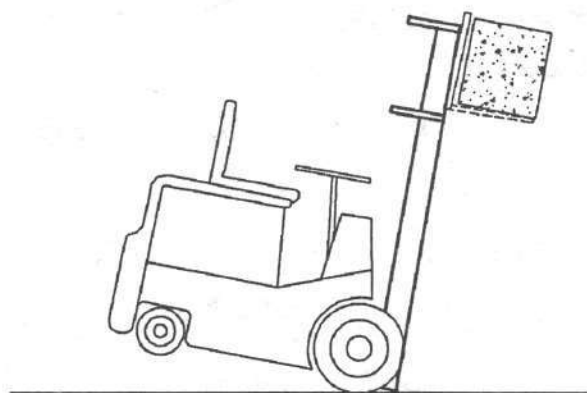




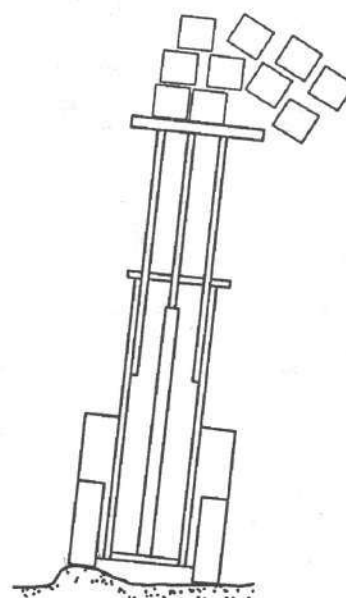
شکل شماره ۶-۷



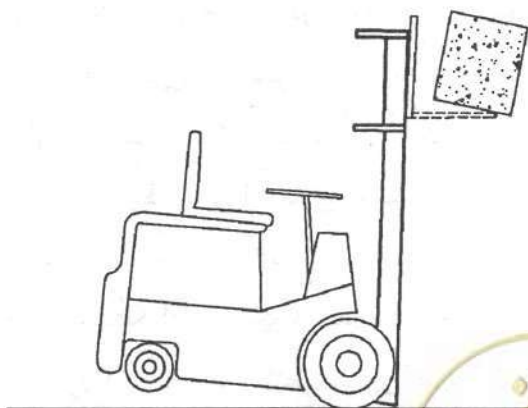
شکل شماره ۶-۸



شکل شماره ۶-۹



شکل شماره ۶-۱۰



شکل شماره ۶-۱۱

اشکال شماره ۶: نکات ایمنی در رابطه با حمل پالت توسط لیفتراک



۲-۴-۲- نحوه چیدن جعبه‌ها

چیدن جعبه‌ها در داخل سلول بدین ترتیب است که پس از حمل جعبه‌ها به درون سلول توسط لیفتراک باید از انتهای سلول یعنی نقطه A1 در شکل شماره ۷ شروع به پر کردن سلول کرده و به سمت نقطه A2 پیش رفت. سپس اینکار را از نقطه B1 شروع کرده و تا نقطه B2 ادامه می‌دهیم.

به این ترتیب ردیفهای جعبه‌ها را از انتهای سلول چیده و به سمت ابتدای سلول پیش می‌آییم. در آخرین مرحله از نقطه A'1 جعبه‌ها را چیده و تا نقطه A'2 ادامه می‌دهیم. جعبه‌های چیده شده در سلول در نهایت موقعیتی مانند شکل شماره ۸ خواهند داشت. در صورتیکه لیفتراک قدرت مانور مناسبی نداشته باشد می‌توان دو ردیف از جعبه‌ها را مطابق شکل ۹ از درون سلول حذف کرد.

با توجه به تعداد جعبه‌های چیده شده بر روی هم (۳ عدد) و ارتفاع هر جعبه (۱/۲ متر) و نیز ارتفاع انبار (۴/۵ متر)، مشخص می‌گردد که فاصله بالاترین جعبه تا سقف کاذب در حدود ۹۰ سانتیمتر است تا امکان جریان یافتن هوا وجود داشته باشد.

توجه: با توجه به آنکه در هر سلول در شش عدد از جعبه‌ها (مطابق گزارشهای تکنولوژی) سنسور حرارتی قرار می‌گیرد، باید دقت شود که در هنگام قرار دادن سنسورها در داخل جعبه‌ها، آنها کاملاً در داخل جعبه (تقریباً در وسط توده محصول) قرار گیرند، و در هنگام جابجا کردن جعبه‌ها نیز ابتدا سنسورها را به آرامی و با دقت از میان توده محصول درون جعبه خارج کرده و سپس جعبه جابجا گردد.

۲-۵- انجام دوره ترمیم

پس از چیدن جعبه‌ها در درون سلول دوره ترمیم محصول آغاز می‌گردد. در طول این دوره با توجه به تعریق و همچنین تنفس زیاد، مناسب‌ترین درجه حرارت نگهداری ۱۶ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۸۰ تا ۸۵ درصد می‌باشد.

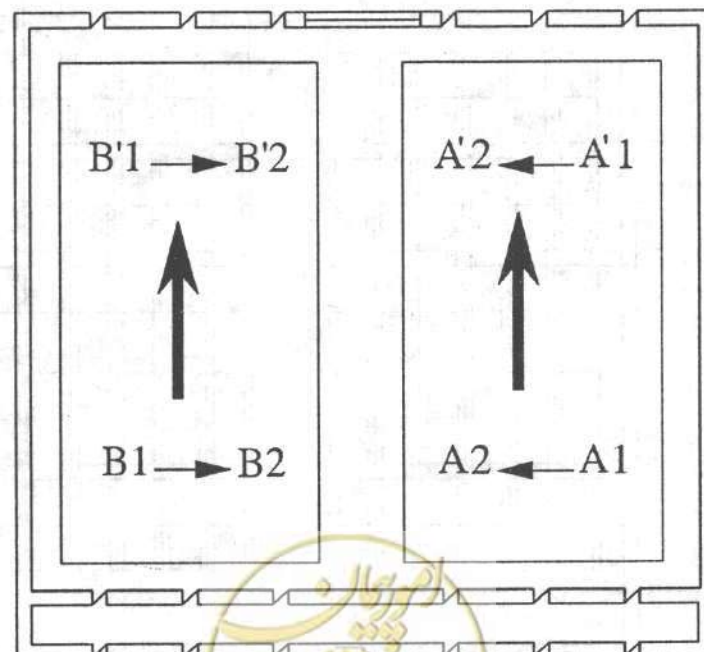
این شرایط را می‌باید با توجه به زودرس یا دیررس بودن محصول بین ۱ تا ۲ ماه حفظ نمود. سپس درجه حرارت را به تدریج کاهش داده و آن را برای سیب‌زمینی مصرفی به حدد ۵ تا ۶ درجه سانتیگراد، سیب‌زمینی بذری به حدود ۳ تا ۴ درجه سانتیگراد می‌رسانیم (براساس نوع رقم محصول) از این زمان، تنظیم دما و رطوبت نسبی مناسب دوره انبارداری محصول آغاز می‌شود. در تمام این مراحل، وظیفه انباردار یا نگهبان انبار آن است که هر روز سیستم هوادهی را بازدید کند تا در صورت بروز اشکال، بلافاصله نسبت به رفع آن اقدام گردد.

در عین حال، نگهبان موظف است به طور روزانه در بین جعبه‌ها حرکت کرده، هوای پیرامون جعبه‌ها را استشمام نماید تا در صورت بروز فساد و انتشار آن به محصولات درون یک جعبه، سریعاً و پیش از گسترش فساد به سایر جعبه‌ها توسط هوای عبوری، نسبت به تخلیه محصولات فاسد اقدام گردد.

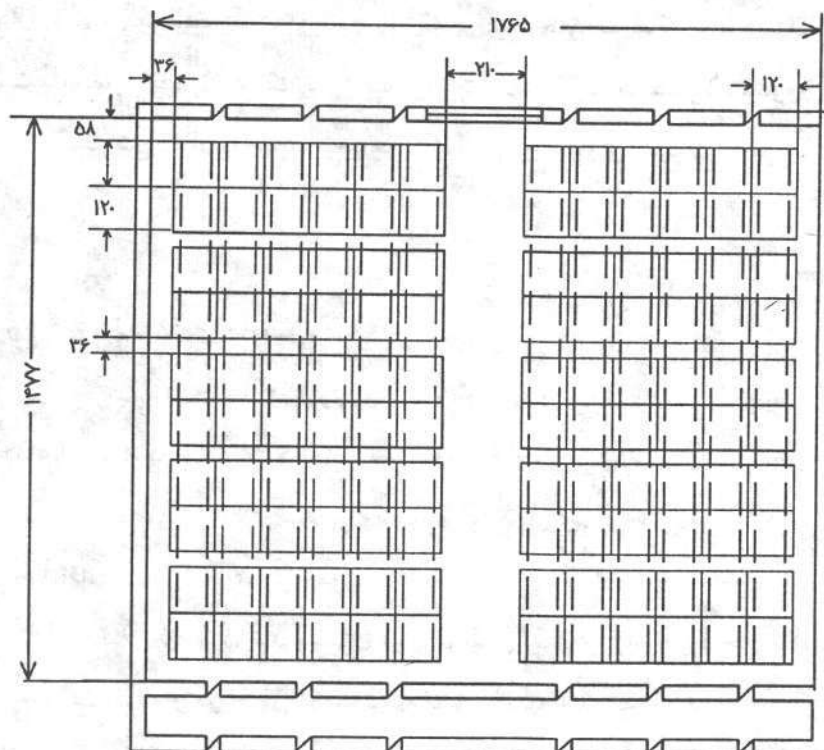
۶-۲- شروع دوره نگهداری محصولات

پس از طی دوره ترمیم، مرحله نگهداری محصولات آغاز می‌شود. در شرایط ذکر شده در قسمت قبل (دمای ۵ تا ۶ درجه سانتیگراد و رطوبت ۹۰ درصد برای سیب‌زمینی مصرفی، دمای ۳ تا ۴ درجه سانتیگراد و رطوبت ۹۰ درصد برای سیب‌زمینی بذری) براحتی می‌توان این محصولات را برای مدت چند ماه در انبار نگهداری نمود.

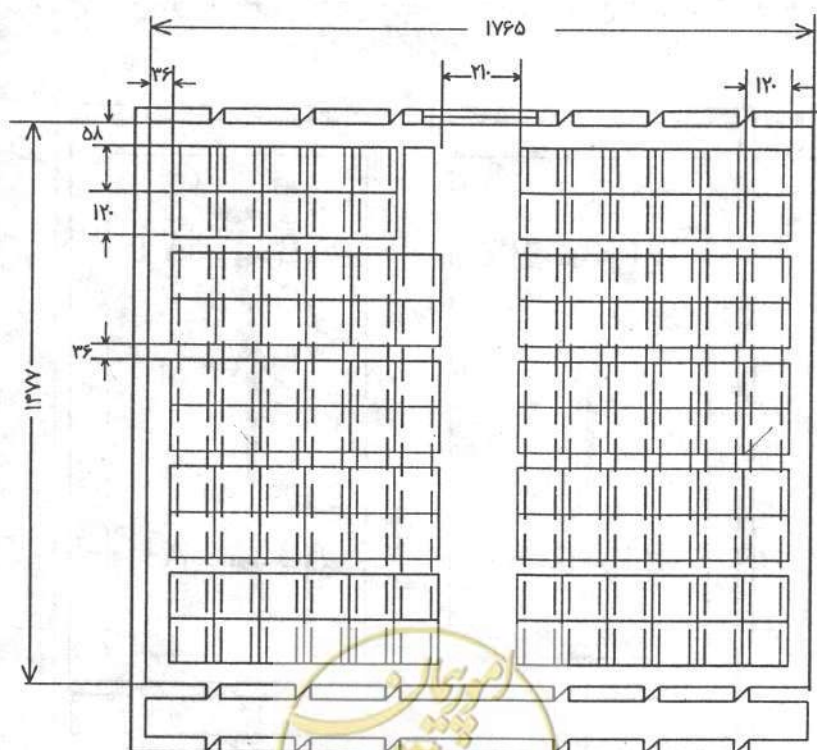
لیکن همانطور که قبلاً نیز بیان شد مسئول انبار موظف است روزانه در داخل سلولها و در بین ردیفهای جعبه حرکت کرده و در صورت استشمام بوی نامطبوع که نشانه فساد محصول می‌باشد، ترتیب خروج جعبه محتوی محصول فاسد را بدهد. در عین حال حین بازدیدهای روزانه در صورتی که عیب و نقصی در هر کدام از تجهیزات و تاسیسات مکانیکی به کار رفته مشاهده کند، باید فوراً مسئولین امر را در جریان قرارداده و نسبت به تعمیر و رفع عیب وسیله معیوب اقدام کند.



شکل شماره ۷: نحوه چیدن جعبه‌ها در درون هر سلول



شکل شماره ۸: نحوه آرایش پالتها در داخل هر سلول
(ترسیم بدون مقیاس می‌باشد)



شکل شماره ۹: نحوه آرایش جعبه‌ها در هر سلول
(ترسیم بدون مقیاس می‌باشد)

۳- وظایف مسؤول انبار در طول دوره انبارداری

بطور کلی می‌توان وظایف مسؤول انبار یا انباردار را در طول مدت انبارداری به شرح زیر و به ترتیب زمانی بیان کرد:

- ۱- نظارت بر شستشو و ضدعفونی کردن سطح تمام سلولها
- ۲- کنترل، بازدید و امتحان نمودن کلیه تجهیزات مکانیکی بکار رفته در انبار و رفع عیب احتمالی این تجهیزات از طریق مسؤولین پیش از شروع دوره انبارداری.
- ۳- نظارت بر انتقال محصولات خریداری شده در مرحله ورود به محوطه انبار، سورتینگ و جداسازی محصولات خراب، پر کردن جعبه‌ها و پاشیدن مواد قارچ کش بر روی محصولات.
- ۴- نظارت بر حمل جعبه‌ها توسط لیفتراک، قرار گرفتن دقیق جعبه‌ها بر روی دریچه‌های هوادهی و چیدن دقیق جعبه‌ها بر روی هم.
- ۵- تنظیم درجه ترموستات و رطوبت سنج بر روی میزان مشخص شده برای دوره ترمیم و پس از پایان این دوره برای دوره نگهداری.
- ۶- نظارت بر قرار گرفتن دقیق سنسورها در داخل محصول جعبه‌های مشخص شده.
- ۷- رفتن به درون سلولها و عبور از میان ردیفهای جعبه بطور روزانه و کنترل عدم فساد محصول انبار شده.
- ۸- نظارت بر خارج ساختن محصولات فاسد در صورت بروز فساد توسط لیفتراک.
- ۹- نظارت بر خارج ساختن کلیه محصولات در پایان انبارداری.



«دستورالعمل سرویس و نگهداری»

کلیات

بطور کلی تجهیزات به کار رفته در انبارهای مکانیزه عبارتند از: بادزن‌ها- سیستمهای کنترل- دمپر‌ها- رطوبت‌زن‌ها- کندانسورهای تبخیری- اوپراتورها و کمپرسورها.

در این بخش از گزارش مطالب و تذکراتی درباره نحوه سرویس و نگهداری این تجهیزات بیان شده است. لازم به ذکر است که در هنگام بروز اشکال در هر کدام از این ادوات، می‌باید برای تعمیر به متخصص مراجعه گردد. اینک توضیح مختصری درباره سرویس و نگهداری هر کدام از این ادوات ارائه می‌گردد.

۱- بادزن‌ها

بحث مربوط به نگهداری و سرویس بادزن‌ها در شش بخش به شرح زیر ارائه می‌گردد:

۱-۱- روش نگهداری بادزن‌ها

۱-۲- نصب بادزن

۱-۳- راه‌اندازی بادزن

۱-۴- ابزار حفاظت و ایمنی

۱-۵- بازرسی ادواری

۱-۶- اشکالات بادزن

اینک به تشریح هر کدام از بندهای فوق می‌پردازیم:

۱-۱- روش نگهداری بادزن‌ها

هر نوع بادزنی بطور قطع به میزانی از سرویس و نگهداری نیاز دارد. در این قسمت مهمترین نکات مربوط به سرویس و نگهداری بادزن‌ها بخصوص در رابطه با پروانه، بدنه، یاتاقانها و موتور محرک ارائه می‌گردد.

بطور کلی می‌باید موارد زیر رعایت شود:

۱- تمام پیچهای مربوط به یاتاقانها، موتور و محلهای تماس را باید بدقت کنترل نمود تا از



محکم بودن این پیچ‌ها اطمینان حاصل گردد.

۲- دریچه‌ها و قسمتهای مربوط به انتقال هوا کنترل گردد تا مطمئن شویم که این قطعات محکم بوده و لق نمی‌زنند.

۳- قسمتهای مختلف بادزن را کنترل نموده، در صورتیکه این قسمتها نیاز به تعویض دارد، نسبت به این کار اقدام شود.

روش سرویس و نگهداری قسمتهای مختلف بادزن به شرح زیر می‌باشد:

۱-۱-۱- پروانه و بدنه

اغلب ممکن است این قطعات بر اثر رسوب گرد و خاک با مواد دیگر دچار خراش و خوردگی شوند و کیفیت کار آنها کاهش یابد. این مسئله می‌تواند بر روی قطعاتی که مقاومت آنها در مقابل فشار زیاد نیست تأثیر بگذارد. این رسوبات می‌توانند وارد قسمت پروانه شده و تیغه‌ها را از حالت تعادل و تنظیم خارج کرده و به یاتاقانها آسیب رسانند.

به این خاطر لازم است که هر از چندگاهی بادزن تنظیم شده و رسوب‌گیر آن تمیز شود، فاصله بین دفعات انجام این کار بستگی به میزان و خصوصیات مواد رسوب کرده دارد.

هرگاه مشاهده شد که دهانه یا خروجی بادزن تا حدی گرفته شده لازم است که با استفاده از لوازم یدکی نسبت به تعویض یا تعمیر قطعات آسیب‌دیده اقدام کنیم.

در ضمن لازم است پره‌های بادزن نیز هر چند وقت یکبار مورد بازدید قرار گیرد، چرا که ممکن است این پره‌ها در اثر فشار یا ضربه خارجی تغییر شکل داده باشند.

۱-۱-۲- یاتاقانها

یاتاقانها بر اساس نوع محل مورد استفاده و میزان فشار وارده بر آنها انتخاب می‌شوند و در دفترچه مشخصات آنها میزان صدا، دوره‌های روغنکاری و درجه حرارت کاری آنها ذکر گردیده است. لیکن تمام یاتاقانها نیاز دارند که هر چند مدت یکبار مورد بازبینی قرار گرفته و تنظیم و سرویس شوند. یاتاقانها می‌باید در مقابل گرد و خاک و رطوبت محافظت شوند. اگر کوچکترین ذره خارجی وارد یاتاقانها شود، باعث ایجاد سر و صدا در یاتاقان شده و به آن آسیب می‌رساند و در صورت عدم رسیدگی، بزودی یاتاقان از کار خواهد افتاد. رطوبت نیز باعث زنگ زدن یاتاقان شده و آسیب‌های مشابهی را به یاتاقان وارد می‌سازد. تمام مواد روغنی تنها در یک دوره زمانی خاص قابل استفاده هستند، لذا می‌باید پس از مدتی که روغن بکار رفته برای روغنکاری خاصیت خود را از دست داد، روغن را عوض کرد. برای انجام این کار می‌باید به مطالب نوشته شده بر

روی پلاک بادزن در مورد نحوه نگهداری و روغن‌کاری توجه کرد. پیش از ریختن روغن جدید در داخل یاتاقان می‌باید یاتاقان را از روغن قبلی کاملاً خالی کرده و داخل آن را با استفاده از تری‌کلرواتیلن یا بنزن کاملاً شست. هیچگاه نباید برای شستشو از بنزین یا پارافین استفاده کرد. قبل از جمع کردن ذرات و براده‌ها می‌باید یاتاقان را کاملاً خشک کرد.

- یاتاقان‌هایی که گریس‌کاری می‌شوند. (یاتاقانهای ضد اصطکاک) در هنگام تعویض گریس در این نوع یاتاقاها، می‌باید دقت کرد که محل گریس خور یاتاقان کاملاً از گریس جدید پر شود. ر اینگونه یاتاقانها می‌باید دوره‌های گریس‌کاری را به دقت مراعات کرد و توجه نمود که گریس بکار رفته به میزانی باشد که تمام قسمتهای لازم را آغشته نماید. تنها باید از گریس‌هایی استفاده کرد که دارای ترکیب و خصوصیات یکسانی هستند.

- یاتاقانهایی که روغن‌کاری می‌شوند. می‌باید توجه نمود که تنها از مواد روغنی خالص و دارای ترکیب و خصوصیات یکسان استفاده گردد. هیچگاه نباید روغن‌های متفاوت را با هم مخلوط نمود، چرا که امکان دارد خصوصیات آنها تغییر نماید.

این یاتاقانها را می‌باید پیش از راه‌اندازی و روشن کردن بادزن تا سطح بالای میله عمق سنج از روغن پر کرد. در حین کار نیز اگر مشاهده گردید که سطح روغن پایین آمده می‌باید آن را مجدداً پر کرد. اغلب اوقات در حین کار، یاتاقانها ایجاد سر و صدا می‌کنند و درجه حرارت نیز به سرعت بالا می‌رود، در ضمن می‌باید رینگ روغن را نیز بطور روزانه کنترل کرد تا از حرکت آزاد آن مطمئن شویم.

۳-۱-۱- موتور

در این مورد باید به دستورالعمل کارخانه سازنده موتور رجوع کرد.

۲-۱- نصب بادزن

۱-۲-۱- بازرسی بادزن جدید

به محض رسیدن یک بادزن و سایر وسایل جنبی آن به کارگاه، یک بازدید دقیق با توجه به مسائل زیر باید انجام شود:

- ۱- محموله رسیده از هر نظر کامل و طبق مشخصات باشد.
- ۲- مطمئن شوید که در کالای رسیده دستورالعمل کامل و صریح و روشن نصب بادزن وجود

دارد، ارسال دستورالعمل نصب بادزن جزء وظایف سازنده است.

۳- اطمینان حاصل کنید که در حمل و نقل به دستگاه آسیب وارد نشده باشد. این موضوع خصوصا اگر بادزن پوشش حفاظتی داشته باشد خیلی مهم است. در بیشتر موارد پوشش سطوح بادزن را نمی‌توان نوسازی کرد و اگر پوشش کمی آسیب ببیند تقریباً بی‌فایده می‌شود.

۲-۲-۱- جابجا کردن و انبار کردن بادزن

در حمل و نقل بادزن باید کاملاً دقت شود به ویژه زمانی که به وسیله جراثقال و یا چرخ زنجیر بالا و پایین می‌شود، از یک میله محافظ برای حفاظت بدنه و پایه یاتاقان باید استفاده شود. اگر حمل و نقل درست انجام نشود، یاتاقانها از هم محور بودن خارج می‌شوند و یا فاصله بین چرخ و دهانه ورودی غریک‌نواخت خواهد شد. در حمل و نقل بادزنی که با پوشش حفاظتی مخصوص باشد دقت بیشتری باید کرد.

اگر قرار است بادزن انبار شود برای جلوگیری از ورود اجسام خارجی، دهانه ورودی و خروجی بادزن را بپوشانید. از انبار کردن ابزار دیگر روی بادزن خودداری کنید. اگر بادزن در محوطه باز انبار می‌شود آن را کاملاً بپوشانید و قسمت نمایان شافت را با گریس و یا ترکیبات روغنی بپوشانید. در هر مورد بهتر است قبل از انبار کردن وضعیت روغنکاری یاتاقانها را نگاه کرده و اگر لازم است ضمن چرخاندن بادزن آنها را روغنکاری نمایید.

۳-۲-۱- بازرسی قبل از روشن کردن بادزن

۱- بازدید ظاهری- داخل بدنه را بازدید کنید که اجسام خارجی و باقیمانده از مصالح مصرفی در آن نباشد.

۲- چفت و بستها- تمام چفت و بستها مخصوصاً پیچ و مهره‌های فونداسیون، یاتاقان و موتورها را بازرسی کنید.

۳- یاتاقانها- میزان بودن آنها را بازرسی کرده و مطمئن شوید که به درستی روغنکاری شده باشند.

۴- کوپلینگها- اگر کوپلینگ از نوعی است که نیاز به روغنکاری دارد، کنترل کنید که روغنکاری شده باشد.



۴-۲-۱- پروانه بادزن

اطمینان حاصل کنید که جهت گردش پروانه در محفظه درست است، جهت صحیح چرخش معمولاً روی محفظه حک شده است. همیشه نمی‌توان با نگاه جهت چرخش را تشخیص داد. اگر کمترین تردیدی دارید موضوع را با سازنده در میان بگذارید. بعد از حصول اطمینان، در بدنه بیرونی بادزن، در جایی که در معرض دید باشد جهت گردش را با موادی نقش کنید که زود پاک نشود. یک پیکان دائمی فلزی که به محفظه متصل بشود پیشنهاد می‌گردد.

پیچ ضامن‌ها را محکم کنید. اگر دو عدد پیچ است، اول آن یکی را که جلوتر از جاخار است (نسبت به جهت چرخش) و بعد دیگری را که روی جاخار است، محکم کنید.

به آهستگی پروانه را با دست بچرخانید و مطمئن شوید که جایی گیر نمی‌کند. طبق دستورالعمل سازنده فاصله بین پروانه و مخروط دهانه ورودی را تنظیم کنید. این فاصله بستگی به نوع و اندازه بادزن دارد ولی بطور کلی باید تا آنجایی که خطر برخورد نباشد نزدیک به هم باشد. در غیر این صورت راندمان بادزن کاهش می‌یابد. در کاربردهای در دمای بالا باید فاصله بین پروانه و مخروط دهانه بیشتر باشد تا در هنگام انبساط بر اثر گرم شدن، فضای کافی برای منبسط شدن قطعات وجود داشته باشد.

۵-۲-۱- محرک تسمه

پولیاها را کنترل و میزان کرده و سپس پیچ ضامن‌ها را محکم کنید. کشش تسمه‌ها را آزمایش کنید. غیرممکن است که در مورد کشش تسمه‌ها دستورکلی داده شود. لذا باید از تجربه و مهارت شخصی استفاده کرد. کشش درست آن است که از صدای جیغ ممتد در زمان راه‌اندازی و لغزش در بار حداکثر جلوگیری کند. نباید آنقدر سفت باشد که یاتاقان، بادزن و موتور را تحت فشار قرار دهد.

۳-۱- راه‌اندازی بادزن

قبل از آنکه بادزن را به سرعت نامی برسانید، موتور آن را یک لحظه تحریک کنید که مطمئن شوید جهت چرخش درست است. اگر جهت درست باشد، حالا می‌توانید بادزن را به کار بیندازید. اگر محرک آن چند سرعتی است، اول با سرعت کم راه‌اندازی کنید و سپس به آهستگی به سرعت کامل برسانید.

توصیه می‌شود که در همین زمان به وسیله دورسنج، دور بادزن را در سرعت نامی اندازه بگیرید. اگر محرک آن چند سرعتی است، در چند دور اندازه‌گیری انجام شود. اگر نسبت به

سرعت ارائه شده در دفترچه مشخصات خطا داشته باشد باید برطرف شود. اگر بادزن را خاموش و پولیها را تنظیم کرده‌اید، میزان کشش تسمه‌ها را دوباره کنترل کنید. در ساعات اولیه راه‌اندازی، بادزن باید تحت مراقبت باشد. اگر لرزش غیرعادی و سایر اشکالات دیده شود بلافاصله آن را خاموش کنید. مواظب نشت آب و روغن، دمای بالای یاتاقان و موتور و یا صدای غیرعادی بادزن باشید. لیست بازدیدهای ادواری و لیست اشکالات احتمالی و عملکرد آنها در ادامه آمده است. بعد از چند روز بهره‌برداری، بادزن باید خاموش شود و طبق لیست یاد شده عملیات سرویس و نگهداری انجام شود.

۴-۱- ابزار حفاظت و ایمنی

برای حفاظت پرسنل از برخورد با قطعات چرخان بادزن باید روی آنها با حفاظ مناسب پوشانده شود. این لوازم در عین حال برای جلوگیری از آسیب رسیدن به دستگاه نیز مفید هستند.

توری محافظ

چنانچه ورودی یا خروجی بادزنهای گریز از مرکز و محوری باز باشند، به وسیله توری محافظ باید بسته شوند. خصوصاً وقتی که بادزن در حال کار است. موتور و محرک پروانه‌های ملخی معمولاً در یک محفظه بسته قرار دارند. توریهای محافظ معمولاً مانع جریان هوا هستند به همین دلیل چشمه توری نباید خیلی ریز باشد. بطور کلی چشمه توری برای بادزنهای گریز از مرکز از ۲/۵ سانتیمتر و برای بادزنهای ملخی از ۱/۲ سانتیمتر نباید کوچکتر باشد.

حفاظ کویلینگها

حفاظ باید به اندازه کافی نیرومند باشد که ایمنی پرسنل را تضمین کند و برای عملیات نگهداری به آسانی قابل برداشتن باشد.

حفاظ تسمه‌ها

محرک تسمه ۷ شکل یک محرک اصطکاکی است و گرما تولید می‌کند. هوا باید به راحتی در اطراف آن گردش داشته باشد تا گرما را پراکنده کند، بنابراین نباید آن را بطور کامل بست. برای حفاظت از تسمه و پولیها ممکن است از توری فلزی استفاده شود.



کلیدهای قطع‌کننده

اگر بادزن از کلید راه‌اندازه فاصله داشته و سیستم قفل شدن خودکار وجود نداشته باشد، باید یک کلید قطع‌کننده در مجاورت بادزن برای حفاظت پرسنل نصب شود.

ابزار محافظ

ابزارهای زیادی موجود است که چنانچه اشکالی در کاربرد بادزن بوجود آید آن را بطور خودکار خاموش می‌کند. می‌توان با استفاده از مدارهای فرمان مختلف الکتریکی این امکان را فراهم کرد.

از میان امکانات موجود می‌توان از لرزش سنج، دماسنج برای یاتاقانها، قطع جریان مایع خنک‌کننده یا جریان روغن و قطع یا کاهش جریان هوا نام برد. از این ابزار، اگر بادزن وظیفه خطیری را بعهده دارد می‌توان بخوبی استفاده نمود.

۵-۱- بازرسی ادواری

ثبت آمار: چگونگی آمار و ارقام بستگی به شرایط بهره‌بردار دارد. همیشه شماره سریال دستگاه را در دسترسی داشته باشید زیرا ممکن است سازنده بدون آن نتواند لوازم یدکی مورد نیاز شما را فراهم سازد. اطلاعات درج شده روی پلاک بادزن و موتور را جداگانه ثبت و نگهداری کنید. زیرا این پلاک ممکن است با زنگ‌زدگی یا رنگ‌آمیزی از بین برود. سعی کنید که هر دستگاه اصلی شماره داشته باشد و یا پلاک برای همیشه به آن آویخته شود. دوره بازرسی بستگی به سختی کار و نوع دستگاه دارد. اطلاعات مربوط به سرویسها و تعمیرات انجام یافته و لیست قطعات یدکی مصرف شده با ذکر تاریخ باید ثبت شود.

نظافت دستگاه: یک برنامه نگهداری، زمانی کامل است که تمیز کردن جزء لاینفک آن باشد. روغن اضافی و باقیمانده مصالح مصرفی روی دستگاه‌ها نباید باقی بماند. هر وقت لازم است دستگاه‌ها را تمیز و رنگ‌آمیزی نمایید، خصوصاً اگر دستگاه در محیط باز با آب و هوای خورنده نصب شده است.

یاتاقانها: یاتاقان خوب از هر نوع، اگر به درستی انتخاب و نصب شود می‌تواند سالیان دراز سرویس بدهد. به شرط آنکه موارد زیر رعایت گردد:

۱- روغن کم یا خیلی زیاد نباشد.

۲- نوع روغن مناسب باشد.



- ۳- گرد و خاک، رطوبت و هوای محیط خورنده نباشد.
 - ۴- انتقال گرمای تشعشعی یا جابجایی از منابع انجام نگیرد.
 - ۵- محیط کار با دمای زیاد همراه نباشد.
 - ۶- بار اضافی در اثر کشش زیاد تسمه‌ها، هم محور نبودن، بالانس نبودن پروانه، یا ارتعاش انتقال از سایر دستگاه‌ها به دستگاه وارد نشود.
 - ۷- به کار انداختن بادزن با سرعتی بالاتر از سرعت طراحی شده انجام نگیرد.
- یاتاقانی که گرم می‌کند الزاماً خیلی داغ محسوب نمی‌شود، زیرا یاتاقان بادزن‌ها در سرعت بالا تا حدود ۲۵ درجه سانتیگراد بالای دمای معمول اتاق کار می‌کنند. از اعداد زیر به عنوان راهنمای تقریبی حداکثر دمای کار یاتاقان‌ها استفاده کنید:
- یاتاقانهای بلبرینگ یا غلطکی تا ۷۴ درجه سانتیگراد
 - یاتاقانهای غلافی از نوع رینگ روغنی تا ۶۵ درجه سانتیگراد
 - یاتاقانهای غلافی با خنک‌شونده آبی تا ۴۳ درجه سانتیگراد
- در صورت هرگونه تردید، دمای داغترین نقطه را با دماسنج اندازه گرفته و با سازنده بادزن یا تهیه‌کننده یاتاقان مشورت کنید.

کوپلینگها: هم محور نبودن تقریباً علت اصلی خراب شدن زودرس کوپلینگها است. کوپلینگها اگر میزان (هم محور) باشند و چنانچه روغنکاری به میزان صحیح داشته باشند قادر هستند سالیان دراز سرویس بدهند. به توصیه‌های سازنده کوپلینگ توجه کنید. بسیار مهم است که میزان کردن بادزن و موتور در دمای کار آن انجام شود. اگر موتور به یاتاقان نوع غلافی مجهز باشد، فاصله صحیح بین شافت موتور و شافت بادزن در زمانی که موتور در مرکز مغناطیس خود است باید برقرار شود. این حالت با روشن کردن موتور و ثبت کردن نقطه‌ای که شافت در انتهای حرکت خود بدان می‌رسد بدست می‌آید.

محرك‌های تسمه‌ای: به "بازرسی قبل از روشن کردن" (بند ۳-۲-۱) مراجعه کنید. اگر تسمه محرك چند تسمه‌ای را عوض کنید، از یک مجموعه کامل تسمه هم طول استفاده کنید. هرگز از نیروی زیاد برای جا انداختن تسمه در شیار پولی استفاده نکنید. موتور را آزاد کرده و حرکت دهید تا این عمل به آسانی صورت گیرد. از هرگونه پوشش تسمه بپرهیزید مگر اینکه توسط سازنده توصیه شده باشد.

لنگرگیری بادزن (بالانس کردن): پروانه بادزن به وسیله سازنده در حالت استاتیکی و دینامیکی لنگرگیری شده است. اگر بادزن با هوای تمیز کار کند و تمیز نگهداشته شود و آسیبی نبیند، به لنگرگیری بعدی نیاز ندارد. عدم تعادل بادزن ارتعاشی ایجاد می‌کند که می‌توان به وسیله

انگشت گذاشتن روی یاتاقان آن را حس نمود. همیشه کمی ارتعاش وجود دارد. جابجایی ارتعاشی بر اساس واحد "میل" (Mils) اندازه‌گیری می‌شود. یک میل تقریباً $0/002$ سانتیمتر است. جداول زیر مقدار ارتعاش مجاز را نشان می‌دهد:

سرعت دورانی بادزن (R.P.M)	ارتعاش بر حسب "میل"			
	آرام	متوسط	شدید	خیلی شدید
۶۰۰	۲	۴	۸	۱۵-۲۰
۹۰۰	۱/۵	۲/۷۵	۶	۸-۱۰
۱,۲۰۰	۱/۰	۲	۴/۵	۶-۸
۱,۸۰۰	۰/۷۵	۱/۵	۳/۵	۵-۷
۳,۶۰۰	۰/۴	۰/۷	۲/۵	۴-۵

توجه: حالت متوسط بد نیست ولی لازم است تصحیح شود، حالت شدید باید هر چه زودتر برطرف شود. اصولاً "بادزن نباید در حالت خیلی شدید کار کند.

عدم بالانس بودن چرخ تنها دلیل ارتعاش نیست، احتمالات دیگر نیز قبل از لنگرگیری پروانه باید بررسی شود. یک وسیله اندازه‌گیری ارتعاش و دستگاه آنالیزکننده آن در مورد پیدا کردن اشکال بسیار مفید واقع می‌شود. این ابزار در مقایسه با روش سعی و خطا عمل لنگرگیری را آسان می‌کند.

لذا مسؤول انبار پس از مشاهده عدم بالانس بودن هر کدام از بادزنها باید سریعاً "به متخصص مربوطه اطلاع دهد.

۶-۱- اشکالات بادزن

فهرست زیر اشکالات متداول بادزن و علل احتمالی آن را نشان می‌دهد:

هوادهی یا فشار پایین‌تر از مقدار اسمی

- ۱- مقاومت کل سیستم بیش از مقدار پیش‌بینی شده است.
- ۲- دور کم است
- ۳- دمپر یا پره‌های هدایت‌کننده ورودی به درستی تنظیم نیستند.
- ۴- حالت ورودی یا خروجی بادزن نادرست است.



- ۵- هوا از سیستم نشت کرده است.
- ۶- پروانه آسیب دیده است.
- ۷- جهت چرخش صحیح نیست.
- ۸- پروانه روی شافت برعکس سوار شده است.

ارتعاش و صدا

- ۱- یاتاقانها، کوپلینگها، پروانه و یا محرک تسمه‌ای میزان نیستند.
- ۲- فونداسیون لرزان و نااستوار است.
- ۳- جسم خارجی در محفظه بادزن است که باعث لنگر شده است.
- ۴- یاتاقانها فرسوده شده‌اند.
- ۵- چرخ یا موتور آسیب‌دیده است.
- ۶- پیچها یا پیچ ضامن‌ها شل یا شکسته شده‌اند.
- ۷- شافت خمیده شده است.
- ۸- کوپلینگ فرسوده شده است.
- ۹- پروانه بادزن یا محرک از بالانس خارج شده است.
- ۱۰- ظرفیت بادزن بیش از مقدار اسمی است.
- ۱۱- دمپر یا پره‌های هدایت‌کننده ورودی شل شده‌اند.
- ۱۲- دور زیاد است یا بادزن در جهت عکس می‌چرخد.
- ۱۳- ارتعاش از دستگاه‌های مجاور به بادزن منتقل می‌شود.

گرم شدن زیاد یاتاقانها

- ۱- گریس در یاتاقان بلبرینگ زیاد است.
- ۲- یاتاقان هم محور نیست.
- ۳- چرخ یا محرک آسیب دیده است.
- ۴- شافت خمیده شده است.
- ۵- انتهای شافت در وضعیت نادرستی است.
- ۶- ذرات خارجی در یاتاقانها است.
- ۷- کشش تسمه زیاد است.
- ۸- گرما از دستگاه مجاور از راه تابش یا انتقال به بادزن می‌رسد.



بار بیش از حد مجاز روی محرک

- ۱- سرعت زیاد است.
- ۲- مصرف برق بیش از حد موتور، به علت اینکه مقاومت موجود سیستم کمتر از مقدار اسمی اولیه است.
- ۳- واشر خیلی سفت یا آسیب دیده است (در بادزنی که کاسه نم‌دارد)
- ۴- شافت خمیده شده است.
- ۵- جهت چرخش اشتباه است.
- ۶- موتور و بادزن هم محور نیستند.
- ۷- وضعیت پروانه نسبت به محفظه خمیده شده است.
- ۸- یاتاقان به درستی روغنکاری نشده است.
- ۹- کابل کشی موتور درست انجام نشده است.

۲- کنترلرها

سیستم کنترل در واقع اعصاب سیستم تهویه است و باید با دقت زیادی با آن رفتار کرد. توصیه و دستورکلی، مراقبت از ابزار کنترل است. در کار آن دخالت نکنید، اجازه ندهید کنتاکت‌های الکتریکی با روغن، ذرات خارجی یا آب آلوده شوند و به دقت آنان را توسط کنتاکت شور تمیز کنید.

ابزارهای کنترل دارای انواع گوناگونی هستند. ابزار کنترلی که به دما حساس هستند به ترموستات معروفند. ابزار کنترل حساس به رطوبت هیومیدی استات (Humidity State) نامیده می‌شوند. به ابزار کنترل حساس به فشار، سوئیچ فشار (Pressure Switch) گفته می‌شود. کنترل سطح یک مایع معمولاً فلوتری است. علاوه بر اینها کنترلهای حساس به نور، زمان و انواع دیگری نیز وجود دارند.

کنترلها بطور کلی در سه گروه قرار می‌گیرند که بستگی به نوع منبع انرژی آنها دارد:

- ۱- سیستم بادی (نیوماتیک) که محرک آن هوای فشرده است.
- ۲- سیستم الکتریکی که از جریان برق برای راه‌اندازی استفاده می‌کند.
- ۳- ابزار کنترل سرخود (Self control) که از هوای تحت فشار، انبساط گاز و یا مایع به عنوان محرک استفاده می‌کنند.

- انتخاب کنترل و محل نصب آن: ابزار کنترلی باید با حساسیت و دقتی که لازمه کاربرد آنها است انتخاب شوند و نباید دارای حساسیت بیش از حد نیاز باشند. علاوه بر آن باید در جای

مناسب نصب شوند.

محلی که کنترل باید در آنجا نصب شود نوع آن را تعیین می‌کند. برای مثال، ابزارهایی که می‌خواهند روی دیوارهای کانال نصب شوند، معمولاً دارای دنباله‌ای هستند که از جدار کانال وارد آن می‌شود. ابزارهایی که قرار است روی دیوار ساختمان نصب شوند با خصوصیات مناسب برای این کار ساخته می‌شوند و معمولاً ظاهر آنها زیباتر از ابزاری است که روی دستگاه‌ها نصب می‌شوند.

- موتور کنترلها: موتورهایی که باعث حرکت دمپر و یا شیر می‌شوند و با حرکت آنها تغییری در شرایط پدید می‌آید جزء سیستم کنترل محسوب می‌شوند. این موتورها نیز در سه نوع اصلی الکتریکی، بادی و یا مستقل (SELF CONTAINED) عرضه می‌شوند.

- تغییر وضعیت: بدلیل آنکه یک ابزار کنترل ممکن است در تابستان و زمستان دو کار متفاوت انجام دهد، بعضی از اینها دارای کلید تغییر دهنده وضعیت (تابستانی- زمستانی) هستند. در سیستمهای بادی (نیوماتیک) این کار با تغییر فشار انجام می‌گیرد. در سیستمهای الکتریکی ممکن است یک رله کوچک این تغییر وضعیت را ممکن نماید.

توصیه: تنوع سیستمهای کنترل زیاد است، قطعات آنها بسیار ظریف و بهره‌برداری از آنها بسیار پیچیده می‌باشد. لذا بهتر است مسئول نگهداری و تعمیرات از شرکتهای مجرب کنترل کمک بگیرد.

۳- دمپرها

دمپرها ابزارهایی هستند برای کنترل ورود و خروج جریان هوا، انواع دمپرها به شرح زیر می‌باشند:

- دمپرهای خودکار: دمپرهایی که بوسیله یک موتور باز و بسته می‌شوند دمپرهای خودکار نامیده می‌شوند. این دمپرها معمولاً کنترل خودکار دارند. عکس العمل کند نسبت به فرمان ابزارهای کنترل نشانگر وضعیت نامطلوب دمپر است.

- نگهداری: تمام قسمتهای محرک یک سیستم کنترل باید نسبت به هم حرکت بطور صحیح نمایند تا نتایج مفید بدست آید. لازم است که دمپر را بطور مرتب روغنکاری نماییم. تمام دمپرهای خودکار باید بتوانند آزادانه حرکت کنند و قطعات آنها از قبیل یاتاقانها باید روغنکاری شده و روغن اضافی آنها پاک شود. پره‌ها در حالت بسته نباید کنترل شوند که کاملاً بسته باشند. در صورت نیاز، تنظیم لازم انجام گیرد که هیچ پره‌ای باز نماند. عملکرد موتورها باید در یک سیکل کار بازرسی شود که هیچگونه نقصی در آنها نباشد. اهرم‌بندی بین موتور و دمپر باید بازرسی و

تصحیح شود.

- **دمپره‌های تخلیه هوا:** بدلیل آنکه انجام هوادهی و ورود حجم زیادی هوا به درون محیط انبار باعث افزایش فشار هوای محیط داخل می‌گردد. دمپره‌های تخلیه به منظور تخلیه فشار هوای داخل انبار نصب می‌شوند.

- **نگهداری:** یاتاقانهای پاشنه افقی، اگر از نوع اشباع شده از روغن نباشند، باید در هر دوره استفاده از انبار یک قشر نازک روغن به آنها داده شده و اضافی آن پاک شود. پره‌ها ممکن است خمیدگی یا پیچیدگی پیدا کنند، بنابراین باید مرتباً "سرکشی" شده و هر سال دست کم دوبار وضعیت بسته آنها کنترل شود. پره‌های آسیب دیده باید تعمیر یا تعویض شوند. گرد و خاک، دوده و الیاف کرک نباید روی پره‌ها جمع شوند. زیرا افزایش وزن پیدا خواهند کرد. اگر چارچوب دمپر به مصالح ساختمانی متصل است نحوه اتصال باید هر چند وقت یکبار کنترل شده و در صورت وجود عیب رفع عیب شود.

- **دمپره‌های تقسیم هوا:** انواع بسیاری از دمپرها برای تنظیم مقدار هوا و توزیع آن بر اساس نیازها استفاده می‌شوند. در اکثر اوقات پس از تراز کردن اولیه سیستم، این دمپرها در حالت قفل شده باقی می‌مانند و کسی به آنها دست نمی‌زند مگر اینکه تنظیم مجدد هوا به عللی نیاز باشد. در بعضی اوقات دمپرها بصورت دستی بر اساس نیازهای فصلی تغییر حالت داده می‌شوند. یک نمونه، دمپر هوای تازه است که آن را در تابستان بطور دستی و در حالت حداقل می‌گذارند که در مصرف انرژی سرمایی صرفه‌جویی شود، سپس در فصول معتدل کمی باز می‌شوند و هوای تازه زیاد می‌شود و دوباره در زمستان برای صرفه‌جویی انرژی گرمایی در حالت حداقل باز نگهداری می‌شوند.

۴- رطوبت زن

این ادوات مقدار رطوبت موجود در هوا را کنترل کرده و در هنگام کاهش رطوبت محیط، با پاشش آب، رطوبت محیط را به حد مطلوب می‌رسانند.
رطوبت‌زن‌ها انواع مختلفی به شرح زیر دارند:

- ۱- پاشش مرکزی
- ۲- لوله‌های پاشنده در کانال خروجی هوا
- ۳- وسایلی که در اتاق قرار گرفته و آب را به ذرات ریز تبدیل می‌کنند.
- ۴- پاشنده بخار



۵- تشتک آب با کویل برقی یا بخاری

- تمیز کردن: گرد و خاک و سایر الیاف را بطور ادواری از دمپره‌های هوا، اجزای بادزن، اتاقک پاشیدن، پستانکهای آب پاش (Spray)، کترلها، صافیها و جداکننده‌ها پاک کنید، پره‌های جداکننده را با آب یا بخار پرفشار تمیز کنید. از برس سیمی برای برداشتن ذرات خارجی باقیمانده کمک بگیرید.

تمام قطعات را بازرسی کنید که خوردگی نداشته باشند و در صورت نیاز تمیز کنید.

- روغنکاری: طبق دستورالعمل سازنده یاتاقانهای بادزن و موتور آن را روغنکاری کنید.

- نگهداری کلی: موتور بادزن را بطور ادواری (با استفاده از دستورالعمل کارخانه سازنده)

پایین آورده و یاتاقانها را بازدید کنید. فاصله پره‌های بادزن را تنظیم کنید. تمام قطعات دستگاه را بازرسی کنید که اتصالات محکم باشد.

دستگاه را کنترل کنید که به علت فاصله زیاد بین پره‌های جداکننده عمل "حمل آب" با خود را انجام ندهد. در اینصورت با منظم کردن فاصله پره‌های جداکننده، تغییر وضعیت دمپرها و تغییر سرعت هوا، آن را تنظیم کنید.

۵- کندانسور تبخیری

در کندانسورهای تبخیری، گرما بوسیله پاشیده شدن آب روی سطح کویل و تبخیر آن بر اثر اخذ حرارت گرفته می‌شود. آب از یک تشتک بوسیله پمپ و نازلها روی سطوح کویل که در آن مایع مبرد جریان دارد پاشیده می‌شود. هم‌زمان، هوا از روی کویل و اسپری آب می‌گذرد و از صفحات جداکننده آب عبور کرده و بوسیله بادزن از دستگاه خارج می‌گردد. روش نگهداری که در ادامه می‌آید می‌تواند از خساراتی احتمالی دستگاه جلوگیری کرده و راندمان دستگاه را بالا برد.

- تمیز کردن کویل‌ها: بعد از تمام شدن فصل کار و خاموش شدن، دستگاه را باید تمیز کرد. سیستمهایی که در مدت طولانی چندماهه کار می‌کنند باید حداقل سالی یکبار تمیز شوند. گرد و خاک سطوح کویل را می‌توان به وسیله پاشیدن آب یا بخار با سرعت زیاد تمیز کرد.

توجه: اگر از بخار استفاده می‌کنید اول کویل را خالی کنید. گرد و خاک روی سطح کویل را می‌توان با برس نایلونی تمیز کرد. کویل‌ها را برس زده و با آب بشوئید.

کندانسورهای تبخیری به علت استفاده از آب در معرض خطر رسوب‌گیری هستند. در صورت امکان باید برنامه‌ای برای تصفیه آب تنظیم کرد تا از این رسوب‌گیری جلوگیری به عمل آید. کویل

را باید مرتب کنترل کرد که جرم نگرفته باشد. اگر کویل را رسوب‌کربناتی گرفته باشد، باید از شرکتهای معتبر در این زمینه کمک گرفت. سطوح کندانسور را باید مرتباً "کنترل کرد که زنگ‌زدگی نداشته باشد. تمام نقاط زنگ‌زده را با برس سیمی تمیز کرده و سپس با ضد زنگ‌آمیزی کنید. توری ورود هوا، تشتک آب و صافی ورودی پمپ را بطور مرتب بازرسی و در صورت نیاز تمیز کنید.

- **بادزن کندانسور:** بطور ادواری مقدار آمپر ورودی موتور بادزن کندانسور را اندازه بگیرید. تسمه آن را حداقل ۲ بار در سال بازدید کنید. اگر تسمه‌ها باید عوض شوند فقط از تسمه‌های مجاز استفاده کنید. میزان بودن و هم محور بودن دمنده هوا را کنترل کنید.

- **روغنکاری:** اگر موتور پمپ گریس خور دارد، حداقل دوبار در سال یاتاقانها را بازدید و گریسکاری نمایید. همچنین یاتاقان بادزن را دوبار در سال روغنکاری کنید.

- **اتصالات مبرد:** بطور منظم اتصالات لوله‌کشی کویل و مبرد را بازرسی کنید. در صورت بروز نشتی هر چه زودتر نشتی را برطرف کنید.

- **پیشگیری از یخ‌زدگی:** اگر دمای هوا کمتر از صفر درجه سانتیگراد باشد و کویل کندانسور خیس باشد نباید کندانسور تبخیری را روشن نمود.

اگر دستگاه در دمای یخ‌زدگی کار می‌کند، مواظب باشید به پمپ، سینی قطره‌گیر و لوله‌های گردش آب خسارت وارد نشود. وقتی دستگاه خاموش می‌شود همه آب را از پمپ تخلیه کنید. لوله‌کشی را از جایی که احتمال یخ‌زدگی وجود دارد خالی کرده و بعد از آن کویل را هم تخلیه کنید. لوله‌ها را با هوا خشک کنید و یا برای اطمینان بیشتر مواد ضدیخ اضافه نمایید.

۶- اوپراتورها

اوپراتورها از دو قسمت اصلی تشکیل شده‌اند:

۱- بادزن

۲- کویل

درباره سرویس و نگهداری بادزن باید به قسمت ۱ بخش سرویس و نگهداری گزارش رجوع شود.

کویل‌ها عبارت از لوله‌هایی هستند که مایع مبرد در داخل آنها جریان می‌یابد. مهمترین مسئله در رابطه با سرویس و نگهداری کویل‌ها گردگیری و برف‌زدایی آنها است. گردگیری کویل‌ها حداقل می‌باید یکبار پیش از شروع دوره انبارداری و در صورت امکان یکبار

نیز در طول دوره انبارداری انجام گیرد. برای انجام این کار می‌توان از هوا- آب یا مواد شوینده ضد روغن و در صورت نیاز از مواد اسیدی یا بنزین برای گردگیری یا شستشوی کویل‌ها استفاده کرد. برفک‌گیری کویل‌ها نیز باعث کاهش راندمان اوپراتورها می‌شود. برای برفک‌زدایی می‌توان از پاشش آب استفاده کرد.

۷- کمپرسور

۷-۱- نحوه عمل کمپرسور در سیستم سرمازا (مبرد)

سیستم سرمازا در موقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد که درجه حرارت محیط یا ماده‌ای را بخواهیم از درجه حرارت عادی محیط پیرامون پایین‌تر بیاوریم و یا این که در یک درجه حرارت معینی ثابت نگاه داریم. این عمل پایین آوردن درجه حرارت و یا ثابت نگاه داشتن آن با عمل تبخیر در سیستم سرمازا انجام می‌شود. در سیستم سرمازا از تبخیر یک مایع سرمازا استفاده می‌شود که فشار آن بطور مصنوعی پایین آورده شده است. حرارت لازم برای تبخیر مایع سرمازا از محیطی یا ماده‌ای که می‌خواهیم درجه حرارتش را پایین بیاوریم گرفته می‌شود.

عمل کمپرسور در این سیستم پایین آوردن فشار محوطه تبخیر با مکش مداوم بخار تبخیر شده از محوطه تبخیر می‌باشد. بنابراین می‌توان به کمپرسور "پمپ مکند" نیز گفت.

انتخاب اسم کمپرسور شاید به این علت باشد که این ماشین، بخار یا گازهایی را که مکیده است دو مرتبه متراکم نموده و درجه حرارت آن را تا حد زیادی بالا می‌برد. تراکم گاز یا بخار و بالا رفتن درجه حرارت آن امکان تبدیل گاز یا بخار متراکم را به مایع در درجه حرارت محیط ایجاد می‌کند و این عمل در یک کندانسور هوایی یا آبی انجام می‌شود. مایعی که به این ترتیب به دست می‌آید دو مرتبه به تبخیرکننده فرستاده می‌شود تا دو مرتبه در آنجا تبخیر شود. در خط انتقال مایع از کندانسور به تبخیر کننده، تنظیم‌کننده مایع نصب می‌شود تا مقدار مایع مبردی که به تبخیر کننده فرستاده می‌شود به حد مورد نیاز باشد.

کار صحیح کمپرسور بستگی به کار مرتب و صحیح سایر تاسیسات موجود دارد. مثلاً اگر در موقع نصب سایر وسائل زائد و مواد اضافی وارد سیستم بشوند کار کمپرسور دچار اشکال خواهد شد و یا اگر ظرفیت و ابعاد سایر تجهیزات موجود در سیستم مناسب با مشخصات کمپرسور نباشد سبب بد کار کردن و یا احیاناً صدمه به کمپرسور خواهد شد. بنابراین در صورت بروز عیب در کمپرسور لازم است که به دنبال علت در سایر تجهیزات نیز گشت و یا این که مقدار مایع مبرد در سیستم را کنترل نمود.



بنابراین داشتن دستورالعمل کاربرد تاسیسات مهم است، تا در صورت بروز اشکال در سیستم قبل از این که اشکال سبب از کار افتادن تمام تاسیسات بشود در رفع آن اقدام فوری انجام گیرد.

۷-۲- کاربرد کمپرسور

۷-۲-۱- راه‌اندازی در حال بی‌باری

هنگامی که کمپرسور در حال توقف است، سوپاپ مکش در کلیه سیلندرها به وسیله سیستم مکانیکی بالابر سوپاپ‌ها در بالا قرار می‌گیرند. به محض آنکه کمپرسور روشن شد، پمپ روغن شروع به ازدیاد فشار در سیستم روغنکاری می‌نماید. ولی فشار روغن کنترل کننده مورد نیاز برای کنترل سیستم بالابر سوپاپ‌ها با یک دقیقه تأخیر عمل می‌کند (به جهت استفاده از شیر تأخیری مستقر در پمپ روغن) در این زمان کمپرسور به دور نامی خود در حالت بی‌باری می‌رسد. در این حالت گاز داخل شده به سیلندرهایی مجدداً به محفظه و لوله اصلی مکش (به دلیل آزاد بودن سوپاپ‌های مکش) بر می‌گردد.

در این حالت انرژی مصرف شده تنها صرف غلبه برگشتاور راه‌اندازی می‌شود. این گشتاور شامل گشتاور خروج از سکون، اتلاف انرژی مربوط به اصطکاک و عبور جریان در سوپاپ‌های مکش می‌باشد. این عمل از بار پیک (حداکثر) الکتروموتور و بارگذاری بیش از حد بر آن و همچنین بار وارده شده بر سیستم برق جلوگیری می‌نماید.

۷-۲-۲- عمل با بار کمپرسور

پس از آن که عمل تأخیر زمانی تمام می‌شود، روغن در سیستم کنترل دارای فشار می‌گردد. در کمپرسورهایی که کنترل ظرفیت (کنترل مرحله‌ای) نصب نشده باشد تمام سیلندرها با هم شروع به کار می‌کنند، زیرا مکانیزم آزادکننده سوپاپ مکش عمل کرده و همه سوپاپ‌های مکش بسته می‌شوند، در مورد کمپرسورهایی که دارای کنترل ظرفیت (کنترل مرحله‌ای) می‌باشند تعداد محدودی از سیلندرها بلافاصله شروع بکار می‌کنند و بقیه سیلندرها با کنترل ظرفیت دستی و یا کنترل الکتریکی به نسبت نیاز وارد مدار خواهند شد.

۷-۲-۳- ضربه مایع

ضربه مایع موقعی اتفاق می‌افتد که مایع همراه گاز از محفظه مکش وارد سیلندر شود و چون مایع تراکم‌پذیر نیست فشار زیادی به سوپاپ‌ها و قطعات متحرک کمپرسور وارد می‌آید و امکان دارد خساراتی به کمپرسور وارد آید.



مایع ممکن است روغن و یا مایع مبرد باشد. ضربه مایع بطور واضح با صدایی که در گردش کمپرسور شنیده می‌شود مشخص می‌گردد. در چنین حالتی باید فوراً "مسئول تعمیرات را در جریان گذاشت."

بعضی مواقع پیدا کردن علت ضربه مایع مشکل می‌شود. برفک زدن بدنه سیلندرها و همچنین پایین بودن درجه حرارت گاز خروجی از کمپرسور به مقدار قابل توجه، راهنمایی برای ورود مایع مبرد به کمپرسور می‌باشد. بعضی مواقع اگر چه ضربه مایع شنیده نمی‌شود (مایع به حالت مه وارد سیلندر می‌شود) سوپاپ‌ها به علت ایجاد حرارت زیاد صدمه می‌بینند. برای جلوگیری از اثرات ضربه مایع، در کمپرسور فنر ضربه‌گیر نصب شده که سوپاپ‌ها را در مقابل ضربه مایع آنی حفظ نماید.

۷-۳- راه‌اندازی، خاموش کردن و تنظیم کمپرسور

۷-۳-۱- راه‌اندازی کمپرسور

برای جلوگیری از اشتباهات و صدمه‌های احتمالی به کمپرسور توصیه می‌شود که کمپرسور مطابق دستورالعمل‌های ذیل روشن و خاموش شود. مخصوصاً در مورد تاسیساتی که کمپرسور دارای کنترل ظرفیت دستی می‌باشد، رعایت این دستورات اهمیت بیشتر دارد. موقع راه‌اندازه کمپرسور بین دو نوع راه‌اندازی زیر باید تفاوت قائل شد:

۱- راه‌اندازی کمپرسور پس از مدت زمان طولانی که کمپرسور خاموش بوده (مثلاً "پس از توقف فصلی یا انجام تعمیرات) برای کلیه کمپرسورهای دارای کنترل ظرفیت دستی و یا الکتریکی کلیه دستورالعمل‌های مشروحه زیر باید به مورد اجرا گذاشته شود.

۲- راه‌اندازی کمپرسور آماده‌کار: در مورد کمپرسورهای با کنترل ظرفیت دستی فقط دستورالعمل‌های مذکور در بندهای ب-پ-ج-چ-خ را بایستی به مورد اجرا گذاشت. در مورد کمپرسورهای با کنترل ظرفیت الکتریکی چون انجام این امور در سیستم کنترل پیش‌بینی شده لزومی به انجام آنها نیست.

دستورات راه‌اندازی به شرح زیر هستند:

الف- دستورالعمل راه‌اندازی تاسیسات را بخوانید.

ب- مطمئن شوید که سطح روغن در کارتر در حد مطلوب است، دقت کنید که محفظه دستگاه آب‌بندی کننده گلوی میل‌لنگ پر از روغن باشد (مخصوصاً بعد از انجام تعمیرات)

پ- دقت کنید که شیر مکش و شیر لوله برگشت روغن بسته باشد.

ت- دقت کنید شیر دهش (خروج گاز) و شیرهای فشار سنج‌ها باز باشد.

ج- کمپرسور را روشن کرده و دقت کنید که فشار روغن بالا برود و از شیشه دید روغن، برگشت روغن ملاحظه کنید.

چ- به آهستگی شیر مکش را باز کنید (دقت کنید که ضربه مایع اتفاق نیافتد، مخصوصاً در مورد تاسیساتی که لوله مکش پایین است).

خ- در مورد کمپرسورهای یک طبقه با کنترل ظرفیت دستی بعد از آن که کمپرسور شروع به کار کرد و یک یا چند سیلندر به طور خودکار شروع به کار نمود، بر حسب نیاز سیلندره‌ای بیشتری را وارد مدار نموده و یا از مدار خارج کنید. همچنین به آمپر متر الکتروموتور توجه داشته باشید که مقدار آمپر مصرفی از حدی که مجاز است تجاوز نکند.

در مورد کمپرسورهای دو طبقه با کنترل ظرفیت، سه تا چهار دقیقه بعد از آن که کمپرسور روشن شد و یک یا دو سیلندر فشار قوی به طور خودکار شروع به کار کرد، سیلندرها را به طور مرحله‌ای وارد عمل کنید. مواظب درجه حرارت گاز خروجی در سیلندره‌ای فشار کم و فشار زیاد (حداکثر ۱۴۰ درجه سانتیگراد) و همچنین فشارهای بین طبقات (حداکثر درجه حرارت اشباع ۱۰+ درجه سانتیگراد) و نیز آمپر مصرفی باشید. مقدار آمپر مصرفی نباید بیشتر از آنچه که در مشخصات الکتروموتور ذکر شده باشد.

د- مواظب جریان آب خنک کن کمپرسور باشید (در صورتی که از آب خنک استفاده شده باشد).

ر- شیرهای فشار سنج‌ها را تنظیم کنید که عقربه فشار سنج‌ها زیاد نلرزد.

ز- شیر لوله برگشت روغن از جداکننده روغن را باز کنید (در موقع شروع بهره‌برداری اولیه این کار را نکنید).

۷-۳-۲- خاموش کردن کمپرسور

با قطع کردن کلید راه‌انداز کمپرسور، می‌توان کمپرسور را در هر موقعیتی خاموش کرد. بهتر است به دستورالعمل کاربرد تاسیسات مخصوصاً در مورد کمپرسورهایی که کنترل ظرفیت دستی دارند مراجعه کنید.

۷-۳-۳- تنظیم فشار روغن

تنظیم‌کننده فشار روغن در موقع آزمایش کمپرسور در کارخانه سازنده بر روی مقدار مورد نظر تنظیم شده است. فشار روغن روغنکاری (تفاوت فشار روغن در آخر مدار روغنکاری با فشار کارتر که همان فشار مکش می‌باشد) بستگی به نوع روغن، نوع مایع مبرد و درجه حرارتی که

کمپرسور کار می‌کند دارد.

بنابراین شاید پس از نصب کمپرسور در تاسیسات احتیاج به تنظیم مجدد فشار روغن باشد که باید به ترتیب زیر عمل کرد:

الف- کمپرسور را روشن کرده و صبر کنید تا درجه حرارت کمپرسور به درجه حرارت کار معمولی آن برسد.

تفاوت بین فشار روغن در فشارسنج و فشار مکش را دقت کنید این تفاوت باید حدود ۱/۵ اتمسفر باشد.

ب- اگر تفاوت فشار درست نباشد مهره درپوش با رینگ آب‌بندی را از تنظیم‌کننده روغن باز کنید.

انگشتی شیاردار را با آچار پیچ‌گوشتی در جهت حرکت عقربه‌های ساعت و یا برعکس آن برای ایجاد فشار بیشتر و یا کمتر بگردانید تا جاییکه تفاوت فشار مورد نظر بدست بیاید. بعد از تنظیم، مهره درپوش و رینگ آب‌بندی را دو مرتبه ببندید.

۴-۷- بازدید از کمپرسور

رئوس مطالب مورد بازدید و فاصله‌های زمانی بازدید از کمپرسور در حال کار به شرح جدول

زیر است:



رئوس مطالب مورد بازدید و فاصله‌های زمانی بازدید از کمپرسور در حال کار

توضیحات	فاصله زمانی			بازدید از
	ماهانه	هفتگی	روزانه	
سطح روغن در کارتر باشد.				سطح روغن در کارتر
جریان روغن باید بخوبی قابل رویت باشد.				برگشت روغن در پشت شیشه روغن
رنگ روغن باید شفاف باشد، رنگ سفید در حال محو شدن دلیل وجود مایع مبرد حل نشده در روغن می‌باشد.				رنگ روغن
مقدار فشاری که فشارسنج روغن نشان می‌دهد باید حدود ۱/۵ اتمسفر از فشار یکه فشارسنج مکش نشان می‌دهد بالاتر باشد.				فشار روغن
درجه حرارت روغن نباید از ۲۰ درجه سانتیگراد تجاوز نماید. اندازه‌گیری در لوله مکش روغن از کارتر بطرف فیلتر روغن انجام شود.				درجه حرارت روغن
در صورتیکه شیشه روغن نما نصب شده باشد می‌توان در لوله برگشت جریان روغن را ملاحظه کرد.				برگشت روغن از جداکننده روغن
از نشت‌های قابل رویت جلوگیری کنید.				نشتی روغن
بدستورالعمل بهره‌برداری از تاسیسات مراجعه کنید.				فشار مکش
بدستورالعمل بهره‌برداری از تاسیسات مراجعه کنید.				فشار دهش
درجه حرارت مکش باید گرم شدن گاز را حداقل به مقدار ۵ درجه سانتیگراد نشان دهد.				درجه حرارت مکش
حداکثر درجه حرارت دهش مجاز ۱۴۰ درجه سانتیگراد می‌باشد که باید در قسمت خارجی لوله خروج گاز نزدیک شیر خروجی اندازه‌گیری شود.				درجه حرارت دهش
درجه حرارت آب باید از درجه حرارت تقطیر گاز بالاتر باشد.				درجه حرارت آب خنک‌کن (در صورتیکه مورد استفاده باشد)
در موقعیکه کمپرسور کار نمی‌کند، درجه حرارت کمپرسور باید بالاتر از درجه حرارت محیط باشد.				گرم‌کن کارتر (اگر نصب شده باشد)
دقت کنید که تسمه‌ها، زدگی و یا پارگی نداشته باشند. و همچنین تسمه نباید با ته شیار چرخ طیار تماس داشته باشد. کشیدگی تسمه‌ها را امتحان کنید که در حین کار با اصطلاح شلاق نزنند. برای تعیین مقدار صحیح کشیدگی تسمه‌ها به دستورالعمل سازنده تسمه عمل کنید.				وضع تسمه‌ها
به دستورالعمل کاربرد تاسیسات مراجعه کنید.				تنظیم و کاربرد سوییچ‌های اطمینان فشار
فاصله زمانی بین خاموش شدن و دوباره راه‌افتادن کمپرسور باید حدود سه دقیقه باشد.				فاصله زمانی درباره راه‌اندازی کمپرسور
فاصله زمانی بین از کار انداختن و راه‌اندازی مجدد یک سیلندر یا چند سیلندر حداقل باید ۳ دقیقه باشد.				کنترل ظرفیت (اگر نصب شده باشد)
بمنظور انجام تعمیرات بر مبنای ساعت کارکرد، مقدار کارکرد کمپرسور را هر روز کنترل کنید.				ساعات کار کمپرسور

علاوه بر بازدیدهای فوق‌الذکر صدای کمپرسور در هنگام کار باید مورد توجه باشد. تغییر صدای کمپرسور و یا وجود صداهای غیرعادی دلیل بر عیب در قسمت‌های محرک کمپرسور می‌باشد و باید هر چه زودتر رفع عیب شود تا از بروز صدمات بیشتر جلوگیری گردد.

۵-۷- رئوس مطالب مورد بازدید

برای جلوگیری از توقف نابهنگام کمپرسور تا حد امکان توصیه می‌شود که از کمپرسور در فاصله‌های زمانی معین و از محل‌های ذکر شده بازدید به عمل آید. در بیشتر موارد، اختلاف اندک با شرایط عادی ممکن است قابل اهمیت نباشد، ولی می‌تواند نشانه‌ای از بروز عیب و در صورت عدم رفع آن سبب از کار افتادن کمپرسور گردد. بنابراین با بازدید مرتب می‌توان به موقع عیب‌جزیی را رفع و از کار افتادن کمپرسور جلوگیری کرد. مثلاً "بالا رفتن مداوم درجه حرارت خروجی می‌تواند دلیل گرفتگی لوله‌های کندانسور باشد که اگر به موقع برای تمیز کردن آن اقدام شود از خرابی سوپاپ‌ها جلوگیری خواهد شد.

فاصله زمانی بازدیدها و اهمیت آنها بستگی به وضع تاسیسات و استفاده‌ای که از کمپرسور می‌شود و خطرات و ضررهای ناشی از توقف کمپرسور دارد. در مورد تاسیسات تمام اتوماتیک که از نیروی انسانی در کاربرد آن استفاده نمی‌شود و یا کم استفاده می‌شود، اهمیت بازدیدهای مرتب به مراتب بیشتر است.

جدول قسمت قبل شامل نکاتی است که در حین بازدید باید مورد توجه قرار گیرد. همچنین نحوه بازدید نیز تشریح شده است. در اولین پنجاه ساعت راه‌اندازی کمپرسور تمام موارد مذکور در جدول باید حداقل دو دفعه در ۲۴ ساعت مورد بازدید قرار گیرند و در مواردی که اشکال پیش می‌آید تعداد دفعات بازدید باید بیشتر شود.

از فهرست فوق برای جلوگیری از قلم افتادن محل بازدید باید استفاده شود. زمانهای بازدید و تعداد دفعات آن نسبت به شرایط کار و تجربه‌ای که بازدید کننده پیدا می‌کند ممکن است تغییر کند. از نتایج حاصل از بازدید می‌توان با مراجعه به جدول عیب‌یابی، معایب احتمالی را پیدا کرده و نسبت به رفع آن اقدام نمود.

۶-۷- تعمیرات کمپرسور

علاوه بر بازدیدهای گفته شده، کمپرسور احتیاج به تعمیرات مرتب دارد. این تعمیرات مرتب شامل جبران کم شدن روغن، تعویض روغن، تمیز کردن فیلترهای روغن و مکش و بازدید از سوپاپ‌های مکش و دهش نیز می‌باشد که مسؤول بهره‌برداری از کمپرسور باید انجام دهد. توصیه می‌شود که سالی یکبار یک نفر متخصص از کمپرسور بدون توجه به ساعت کارکرد آن بازدید نماید. بعد از هر ده هزار ساعت کارکرد نیز بازدید اساسی از کمپرسور ضرورت دارد.



برنامه تعمیرات جاری

تعمیرات	ساعت کارکرد	(۱) ۵۰ تا ۱۰۰			(۲) ۲۵۰۰ تا ۵۰۰۰			غیره
		۱۰۰	۵۰۰۰	(۲) ۵۷۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۱۰۰	(۲) ۱۵۷۰۰	
	تمیز کردن فیلتر مکش روغن و یا تعویض فیلتر خروجی روغن	×	×	×		×	×	
	تمیز کردن صافی مکش گاز	×	×	×		×	×	
	بازدید از سوپاپهای مکش و دهش	×				×		
	تخلیه و تعویض روغن (۳)	×	×	×		×	×	

(۱) مدت زمان بستگی به تمیز و کثیف بودن سیستم دارد.

(۲) فقط برای کمپرسورهای آمونیاکی

(۳) بستگی به نوع روغن دارد و اگر روغن زودتر کثیف شود باید زودتر هم تخلیه و تعویض شود.

۱-۶-۷- برنامه تعمیرات جاری

جدول بالا نشان می‌دهد که بعد از چند ساعت کار، تعمیرات اولیه باید انجام بگیرد. این جدول نتیجه مطالعات حاصل از کارکرد تعداد زیادی کمپرسور می‌باشد. برای انجام بیشتر تعمیرات، کمپرسور را باید از کار انداخت. بنابراین برنامه کار را باید طوری مرتب کرد که این تعمیرات در مواقع عدم نیاز به کمپرسور انجام شود.

برای بیشتر تعمیرات باید گاز داخل کارتر کمپرسور را خالی کرد و بعد از انجام تعمیرات نیز باید کمپرسور هواگیری شود. تخلیه گاز و هواگیری کمپرسور در ادامه ذکر شده است.

۲-۶-۷- مشخصات روغن روغنکاری

انتخاب نوع روغن بستگی به شرایط کار کمپرسور و مایع مبردی که مصرف می‌شود و توصیه‌کارخانه سازنده کمپرسور دارد. بنابراین مسئول بهره‌برداری کمپرسور باید در این مورد تصمیم بگیرد.

مخلوط کردن روغن از انواع مختلف به هیچ وجه مجاز نیست.

بلافاصله پس از این که روغن کثیف شد باید نسبت به تعویض آن اقدام نمود. روغن کثیف دارای رنگ سیاه غیر شفاف می‌باشد. برای تصمیم‌گیری در مورد تعویض روغن و این که به حد کافی کثیف شده و احتیاج به تعویض دارد یا نه، بهتر است نمونه‌ای از روغن کارتر را از طریق شیری که به کارتر وصل شده با روغن تازه از نظر رنگ مقایسه کنید.

۳-۶-۷- اضافه کردن روغن به کمپرسور در حین کار

می‌توان در حالی که کمپرسور کار می‌کند کسری روغن کارتر را با اضافه کردن روغن جبران نمود. لیکن فقط از نوع روغنی که در کارتر است باید استفاده شود.

به وسیله یک تلمبه جداگانه و از طریق شیر اضافه کردن روغن می‌توان مقدار روغن مورد نیاز را به داخل کارتر تلمبه کرد. اگر چنین تلمبه‌ای در دسترس نباشد می‌توان با کم کردن فشار کارتر و رسانیدن آن به کمتر از فشار جو، به شرح زیر اقدام به اضافه کردن روغن نمود.

الف- بعد از باز کردن درپوش مهره‌ای و واشر شیر اضافه روغن یک لوله لاستیکی به آن ببندید.

ب- لوله را پر از روغن کرده و سر آزاد آن را به بشکه یا ظرف روغن که مقدار کافی روغن دارد وصل کنید.

پ- شیر مکش کمپرسور را تا اندازه‌ای ببندید که فشار کارتر کمتر از فشار جو بشود.

ت- شیر اضافه کردن روغن به کارتر را باز کنید تا روغن از بشکه یا ظرف روغن به طرف کارتر برود، صبر کنید تا سطح روغن در محفظه روغن نما به حد مطلوب برسد.

ج- به آهستگی شیر مکش را باز کنید تا ضربه مایع اتفاق نیفتد.

چ- لوله لاستیکی را باز کنید و واشر و درپوش مهره‌ای شیر را ببندید.

۴-۶-۷- تخلیه گازهای داخل کمپرسور

الف- شیر مکش کمپرسور را ببندید و دقت کنید که شیر دهش (خروجی گاز) کمپرسور باز باشد.

ب- شیر برگشت روغن از جداکننده روغن به کمپرسور را ببندید.

ت- در مورد کمپرسورهای دو طبقه با کولرگازی بین طبقاتی، شیر لوله مایع کولر بین طبقات را ببندید.

ج- کنتاکت الکتریکی سویچ اطمینان فشار مکش را موازی کنید.

ح- کمپرسور را روشن کنید تا فشار کارتر به کمتر از فشار جو برسد.

دقت: هر موقع که فشار روغن در سیستم روغنکاری که تفاضل فشار روغن در سیستم روغنکاری و فشار کارتر می‌باشد، به کمتر از یک اتمسفر برسد، فوراً کمپرسور را خاموش کنید.

خ- کمپرسور را خاموش کنید و شیر دهش کمپرسور را ببندید.

د- شیر فشارسنج دهش را ببندید و لوله واقع در زیر سویچ اطمینان فشار دهش را باز کنید.

ر- یک لوله لاستیکی به این اتصال وصل کنید و سر دیگر لوله لاستیکی را در جای مطمئن در

هوای آزاد رها کنید.

ز- به تدریج شیر فشار سنج دهش را باز کنید و بگذارید گاز موجود در کمپرسور از طریق لوله لاستیکی به خارج برود.

س- لوله لاستیکی را باز کنید.

دقت: وصل کردن لوله به طرف فشار کم سویچ اطمینان فشار دهش و باز کردن اتصال موازی در سویچ اطمینان فشار مکش فقط در زمان هواگیری کمپرسور بعد از اتمام تعمیرات انجام می‌شود.

۵-۶-۷- تخلیه و تعویض روغن

در حالی که کمپرسور دارای درجه حرارت حین کار است باید اقدام به تخلیه و عوض کردن روغن به شرح زیر شود:

الف- به شرح بند ۴-۶-۷ گاز داخل کمپرسور را خالی کنید.

ب- روغن را از طریق شیر اضافه کردن روغن تخلیه نمایید. درپوش و رینگ آب بندی یک یا چند دریچه بازرسی در اطراف کارتر را باز کنید.

پ- داخل کارتر را با پارچه بدون کرک تمیز کنید (از نخ پنبه استفاده نکنید) همچنین فیلتر روغن را تمیز کنید.

ت- دریچه‌های بازرسی کارتر را ببندید. مواظب رینگ‌های آب‌بندی باشید که بعداً چکه نکند.

ج- از طریق شیر اضافه کردن روغن به کارتر مقدار باقیمانده روغن را با یک تلمبه به داخل کارتر اضافه کنید تا سطح روغن در کارتر به حد مطلوب برسد.

۶-۶-۷- تمیز کردن فیلترهای روغن

در بیشتر موارد پس از ۵ ساعت کار کمپرسور، باید برای اولین بار فیلترهای روغن تمیز شوند. علاوه بر تمیز کردن المان فیلتر فلزی، فیلترهای مکش روغن و فیلترهای کاغذی روغن خروجی نیز باید عوض شوند. همچنین اگر در تاسیسات تغییراتی داده شده و یا در آن توسعه داده شده باشد مثل حالتی که کمپرسور تازه نصب شده و شروع به کار می‌کند کلیه فیلترها باید تمیز شوند. فاصله زمانی بین دو تمیز کردن فیلتر بستگی به نظافت و تمیزی تاسیسات دارد.

ناخالصی‌های موجود در گاز مبرد که به وسیله مکش جذب نشده باشند (مثل تکه‌های کوچک زنگ فلز مخصوصاً در مورد تاسیساتی که با گاز آمونیاک کار می‌کنند) در نهایت به روغن

می‌رسند و احتمال دارد که فیلتر مکش روغن را پرکنند. افت فشار روغن علامت آلوده شدن شدید روغن است که در این صورت فیلترها باید تمیز شوند. بنابراین توصیه می‌شود که در پنجاه ساعت اول کار کمپرسور فشار روغن به دقت و به دفعات زیاد بازرسی شود. موقعی که فیلترها عملاً تمیز بمانند تمیز کردن آنها تنها در موقع تعمیرات انجام خواهد شد.

فیلترها را به شرح زیر می‌شود تمیز کرد.

الف- کمپرسور را از گازهای موجود خالی کنید.

ب- ظرف روغن برای جمع کردن روغن خروجی را زیر محفظه فیلترها قرار داده، سپس فلنج پایین هر دو محفظه فیلتر را باز کنید. فیلترها آزاد می‌شوند.

پ- المان فیلتر فلزی و فیلتر روغن مکش را با تکان دادن در داخل ظرفی که محتوی روغن تمیز و یا محلول تری کلرواتیلن می‌باشد تمیز کرده و بعد از تمیز شدن به دقت خشک نمایید. اگر امکان داشته باشد با دمیدن هوای فشرده در جهت مسیر معمولی روغن المان‌ها خشک کنید.

دقت: اگر از تری کلرواتیلن برای تمیز کردن استفاده می‌شود المان باید به دقت خشک شود تا به هیچوجه این حلال به داخل کارتر نرسد.

ت- هر دو سینی فلنج را با پارچه بدون کرک خشک کنید.

ج- المان فیلتر فلزی و المان فیلتر کاغذی را در سینی‌های فلنج‌دار قرار دهید.

دقت: المان فیلتر کاغذی باید در سمت راست سینی فلنج‌دار نسبت به شیر بای‌پاس قرار بگیرد. (فیلتر خروج روغن)

ح- سینی‌های فلنج‌دار را به محفظه فیلترها سوار کنید (کاسکت و رینگ فلنج را فراموش نکنید). کنترل کنید که المان‌های فیلترها به محل اتصالی خوب جا افتاده باشند.

خ- پیچ درپوش در بالای محفظه سوپاپ را باز کنید. محفظه را از روغن پر کرده و پیچ را دو مرتبه ببندید.

د- کمپرسور را هواگیری کنید.

ر- سطح روغن در کارتر را کنترل کنید.



۷-۶-۷- تمیز کردن صافی مکش گاز

الف- گازهای کمپرسور را خالی کنید.

ب- پیچ‌های درپوش صافی مکش گاز را که خیلی از لوله مکش فاصله دارد باز کنید و درپوش را بردارید (در صورت نیاز به وسیله ضربه‌های چکش چوبی یا لاستیکی چسبندگی درپوش را

رفع نمایید) کاسگت و فنر نگهدارنده را هم بردارید.

ب- المان صافی را از محفظه صافی مکش بدون صدمه زدن به توری آن خارج کنید.

ت- المان را در محلول تری‌کلرواتیلن بشوید. سپس المان را با دمیدن هوای فشرده کاملاً خشک کنید.

ج- کنترل کنید که توری صدمه ندیده باشد.

ح- المان صافی را در داخل محفظه بگذارید. فنر نگهدارنده را در محل خود قرار داده درپوش محفظه مکش را ببندید. رینگ آب بندی را برای نداشتن عیب کنترل کنید.

خ- کمپرسور را هواگیری کنید.

۸-۶-۷- هواگیری کمپرسور

موقعی که کمپرسور برای تعمیرات باز می‌شود، قبل از راه‌اندازی مجدد باید هواگیری شود. هواگیری کمپرسور را می‌توان با استفاده از خود کمپرسور انجام داد. برای انجام این کار از پایان عملیات برای تخلیه گاز کمپرسور دنباله کار را به شرح زیر ادامه می‌دهیم.

الف- در مورد کمپرسورهایی که به دستگاه کنترل ظرفیت مجهز هستند تا جایی که ممکن است تعداد سیلندرهایی خارج از مدار را زیاد کنید.

ب- کمپرسور را راه بیاندازید، هوای موجود در کمپرسور از طریق لوله‌ای که در موقع تخلیه گاز کمپرسور از زیر سوییچ اطمینان فشار دهش باز شده است از کمپرسور خارج خواهد شد.

پ- پس از آن که مکش به اندازه قابل ملاحظه‌ای پایین آمد، سایر سیلندرها را به نوبت وارد کار کنید، تا زمانی که فشار مکش پایین‌تر نرود و یا این که سوییچ اطمینان فشار روغنکاری عمل کرده و کمپرسور را خاموش کند.

دقت: به محض این که فشار روغن روغنکاری که عبارت است از تفاوت فشار روغن در مدار روغنکاری با فشار کارتر، به کمتر از یک اتمسفر رسید کمپرسور را خاموش کنید.

ت- لوله باز شده از سوییچ اطمینان فشار دهش را ببندید. موقعی که فشار دهش زیاد می‌شود این لوله را دو مرتبه باز کنید.

هنگامی که فشار دهش دیگر افزایش نیافت این لوله را دو مرتبه ببندید.

ج- کمپرسور را خاموش و اتصال موازی سوییچ اطمینان فشار مکش را باز کنید.

ح- شیر دهش را باز کنید و مواظب فشار مکش و دهش باشید. مخصوصاً موقعی که تعمیرات به منظور بازدید و تعمیر سوپاپ‌ها انجام شده باشد. فقط فشار دهش ممکن است بالا برود. اگر فشار مکش هم بالا برود ممکن است این امر به دلیل نشتی سوپاپ (به علت اشتباه در جمع کردن

قطعات سوپاپ‌ها) باشد که باید در رفع آن اقدام نمود.

خ- کمپرسور را روشن کنید و شیر مکش را به آهستگی باز کنید (مواظب ضربه مایع باشید)

د- شیر برگشت روغن از جداکننده روغن را باز کنید.

ر- در مورد کمپرسورهای دو طبقه شیرهای لوله مایع کولرهای بین طبقات را باز کنید.

ز- بگذارید کمپرسور چند دقیقه‌ای کار بکند.

۷-۷- عیب‌یابی

جدول عیب‌یابی می‌تواند کمکی برای پیدا کردن علل به کار کردن کمپرسور و رفع عیب آن باشد. یادآوری می‌کنیم که در بیشتر موارد علت بدکار کردن کمپرسور، در سایر تجهیزات سیستم مبرد پیدا می‌شود تا خود کمپرسور. بنابراین علاوه بر استفاده از این جدول باید با مسئول تاسیسات هم موضوع را در میان گذاشت.

عملیاتی که مقابل آنها علامت * (ستاره) گذاشته شده باید توسط متخصص انجام شود.



عیب	علت	مرمت
الف- فشار دهش خیلی زیاد است. یعنی بیشتر از مقداری می‌باشد که در دستورالعمل ذکر شده	۱- شیردهش به قدر کافی باز نیست. ۲- فشارسنج دهش خراب است. ۳- ظرفیت کندانسور به علل زیر کم است. ۳- الف- کندانسور کثیف است. ۳- ب- مقدار آب کم و یا آب قطع شده ۳- ج- بادزن کندانسور کار نمی‌کند. ۴- هوا وارد سیستم کندانسور شده است.	۱- شیر را تمام باز کنید. ۲- فشارسنج را تعمیر یا تعویض کنید. ۳- الف- آنرا تمیز کنید. ۳- ب- مقدار آب را زیاد کنید. ۳- ج- بادزن را راه بیندازید. ۴- هواگیری کنید.
ب- درجه حرارت سرسیلندر خیلی زیاد است	۱- فشار دهش بالا است. ۲- تعداد سیلندرهاى خارج از کار زیاد است. ۳- فشار مکش خیلی پایین است. ۴- گاز مکش بیش از اندازه گرم می‌شود. ۵- در کمپرسورهای دوطبقه خنک کن بین طبقات به درستی کار نمی‌کند. ۶- دمای موتورخانه خیلی زیاد است. ۷- شیر دهش خراب است. ۸- سوپاپ اطمینان نشستی دارد.	۱- بند الف جدول را ببینید. ۲- سیلندرهایی بیشتری وارد کار کنید. ۳- بند "ت" جدول را ببینید. ۴- علت را در سیستم مبرد جویا شوید. ۵- آن را تعمیر کنید.* ۶- با باز کردن در و پنجره یا راه‌انداختن هواکش جریان هوا ایجاد کنید. ۷- آن را تعمیر یا تعویض کنید. ۸- آنرا تعمیر یا تعویض کنید.*
پ- فشار مکش خیلی بالا است.	۱- کنترل ظرفیت کار نمی‌کند. ۲- ظرفیت کمپرسور برای تاسیسات پایین است. ۳- فشارسنج مکش خراب است. ۴- یک یا چند سوپاپ مکش خراب است. ۵- یک یا چند سوپاپ دهش خراب است. ۶- سوپاپ اطمینان باس پاس نشستی دارد.	۱- آنرا تعمیر کنید.* ۲- با متخصص مشورت کنید. ۳- آنرا تعمیر یا تعویض کنید. ۴- آنرا تعمیر یا تعویض کنید. ۵- آنرا تعمیر یا تعویض کنید. ۶- آنرا تعمیر یا تعویض کنید.*
ت- فشار مکش خیلی کم است. (احتمال دارد سوپاپ اطمینان فشار مکش عمل کند)	۱- شیر مکش به اندازه کافی باز نشده است ۲- صافی مکش گاز تمیز نیست. ۳- کنترل تزریق به درستی تنظیم نشده است ۴- مایع مبرد در سیستم کم است. ۵- فشار سنج مکش خراب است.	۱- آن را تماما باز کنید. ۲- آن را تمیز کنید. ۳- دو مرتبه آن را تنظیم کنید. ۴- مایع مبرد به سیستم اضافه کنید. ۵- آن را تعمیر و تعویض کنید.
ج- کارتر بلافاصله بعد از راه‌اندازی یخ می‌زند یا خیس می‌شود. (احتمالاً این پدیده در موقع کار کمپرسور هم ظاهر می‌شود)	۱- مایع مبرد به علل زیر احتمالاً وارد کارتر می‌شود. الف- موتورخانه خیلی سرد است. ب- قسمت عمده برگشت از جداکننده روغن، مایع مبرد است. ج- تاسیسات خیلی ترکار می‌کند. د- جداکننده روغن کوچک است.	۱- اگر مقدار مایع در کارتر زیاد است، با متخصص مشورت کنید. الف- گرم کن کارتر را روشن کنید. اگر روشن است دقت کنید که کار می‌کند یا نه. ب- با متخصص تاسیسات مشورت کنید. ج- تاسیسات را دو مرتبه تنظیم کرده و آماده پیش گرم کردن گاز کنید. د- با مهندس تاسیسات مشاوره کنید.
ح- همه سیلندرها موقعی که کمپرسور کار می‌کند از کار می‌افتند	۱- فشار روغن کنترل کم است.	۱- به بند "ز" مراجعه کنید.

عیب	علت	مرمت
خ- مصرف روغن خیلی زیاد است.	۱- نوع روغن مناسب نیست (روغن خیلی رقیق است) ۲- کمپرسور در حال بی‌بار خیلی کار می‌کند ۳- روغن از جداکننده روغن بر نمی‌گردد ۴- رینگ لاستیکی دور پیستون کنترل مکانیزم بالا بردن سوپاپها خورده و یا خراب شده است. ۵- شیر یک طرفه سیلندر در ته محفظه مکش خراب است. ۶- رینگهای روغن پیستون خورده شده‌اند ۷- در لوله‌کشی نشی روغن است.	۱- با مهندس تاسیسات مشورت کنید ۲- با مهندس تاسیسات مشورت کنید ۳- شیرشناور جداکننده روغن را کنترل کنید ۴- رینگ لاستیکی را عوض کنید. ۵- شیر را عوض کنید.* ۶- رینگها را عوض کنید.* ۷- جلوی نشی را بگیرید.
د- فشار روغن در درجه حرارت معمولی کار کمپرسور خیلی بالا است.	۱- منظم‌کننده فشار روغن خوب تنظیم نشده و یا خراب است. ۲- فشار سنج روغن و یا فشار سنج مکش خراب است.	۱- دو مرتبه تنظیم و یا تعمیر کنید. ۲- آن را تعمیر یا تعویض کنید.
ر- فشار روغن خیلی کم است.	۱- مقدار روغن در کارتر کم است. ۲- فیلتر مکش روغن یا فیلتر دهش روغن تمیز نیست. ۳- منظم‌کننده فشار روغن خوب تنظیم نشده و یا خراب است. ۴- مایع مبرد وارد کارتر شده است. ۵- فشارسنج روغن و یا فشار سنج مکش خراب است. ۶- پاتاقانها خورده شده‌اند.	۱- روغن به کارتر اضافه کنید. ۲- آن را تمیز کنید. ۳- دو مرتبه تنظیم و یا تعمیر کنید. ۴- بند "ج" را ملاحظه کنید. ۵- آن را تعمیر و یا تعویض کنید. ۶- آنها را عوض کنید.*
ز- فشار روغن کنترل کم است و یا اصلاً فشار ندارد.	۱- سوپاپ تأخیر زمانی هیدرولیکی و یا رگولاتر فشار تفاضلی در پمپ روغن چسبیده است. ۲- شیر اطمینان پمپ روغن نشی دارد.	۱- پمپ روغن را پیاده کرده و تعمیر نمایید* ۲- آن را تعمیر نمایید.





در این کتاب، به بررسی نقش و جایگاه مشاوران در سازمان‌ها پرداخته شده است. در ابتدا، به تعاریف و مفاهیم مختلف مشاوره پرداخته شده و سپس به بررسی انواع مشاوران و خدماتی که ارائه می‌دهند پرداخته شده است. در ادامه، به بررسی فرآیند مشاوره و نحوه همکاری مشاوران با مدیران سازمان پرداخته شده است. در نهایت، به بررسی چالش‌ها و فرصت‌های پیش رو برای مشاوران در ایران پرداخته شده است.

در این کتاب، به بررسی نقش و جایگاه مشاوران در سازمان‌ها پرداخته شده است. در ابتدا، به تعاریف و مفاهیم مختلف مشاوره پرداخته شده و سپس به بررسی انواع مشاوران و خدماتی که ارائه می‌دهند پرداخته شده است. در ادامه، به بررسی فرآیند مشاوره و نحوه همکاری مشاوران با مدیران سازمان پرداخته شده است. در نهایت، به بررسی چالش‌ها و فرصت‌های پیش رو برای مشاوران در ایران پرداخته شده است.

معاونت امور پشتیبانی
مرکز مدارک علمی و انتشارات

ISBN 964-425-251-9



9789644252518



omoorepeyman.ir